

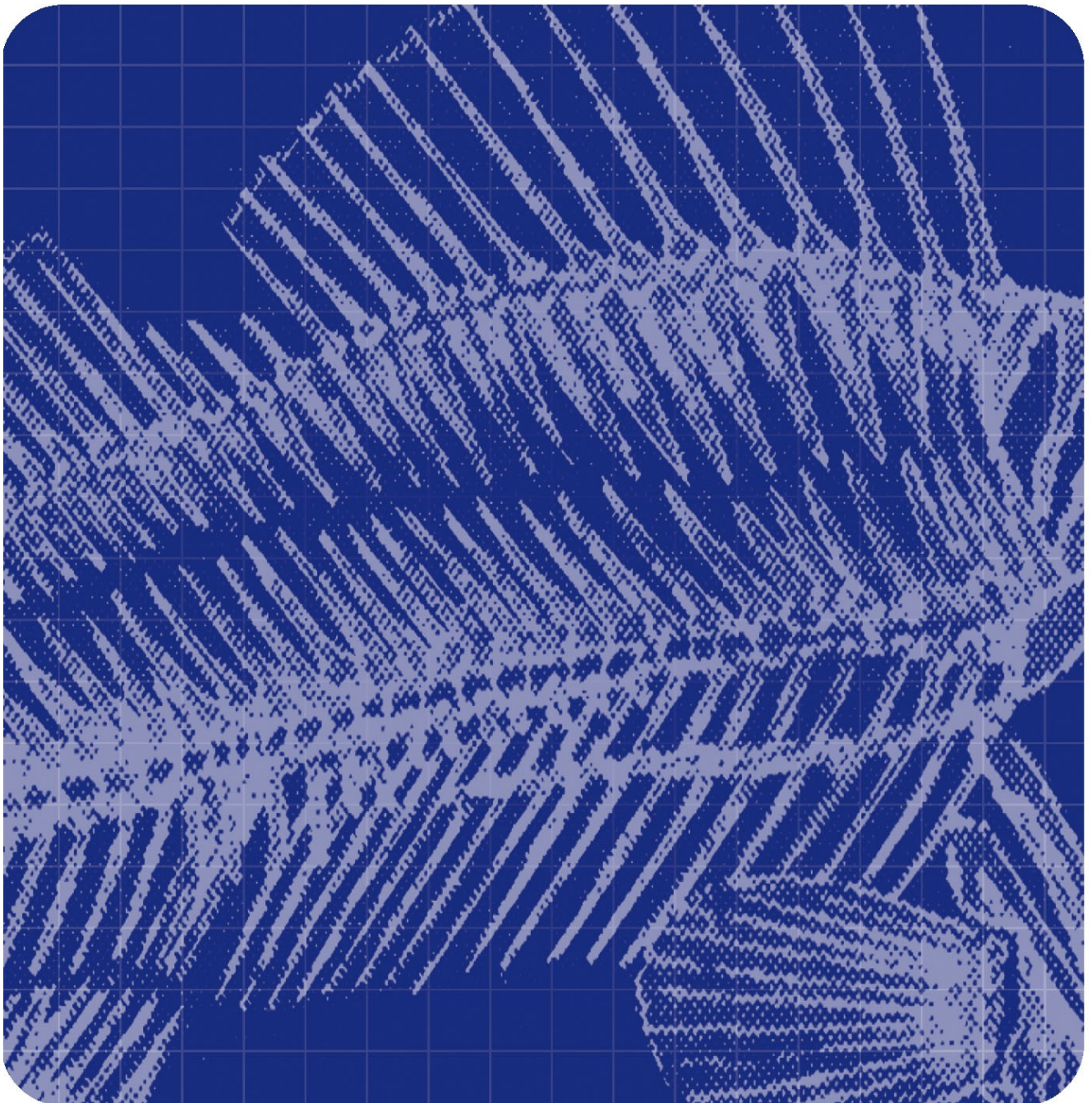


Fiskeriforskning

RAPPORT 13/2005 • Utgitt september 2005

Torsk som rømmer - en atferdsstudie i merd

Kåre Aas og Kjell Ø. Midling





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforskningens arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
- aktuelle oppdrettsarter
- bioteknologiske produkter
- teknologiske løsninger
- konkurransedyktige foretak

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

ISBN-13 978-82-7251-563-7
ISBN-10 82-7251-563-6

Rapportnr:
13/2005

Tilgjengelighet:
Åpen
Tittel:
Torsk som rømmer - en atferdsstudie i merd
Dato:

15. september 2005

Antall sider og bilag:

10

Forskningssjef:

Arne Mikal Arnesen

Forfatter(e):

Kåre Aas og Kjell Ø. Midling

Prosjektnr.:

6355

Oppdragsgiver:

Innovasjon Norge

Oppdragsgivers ref.:

2003/017214

3 stikkord:
Torsk, atferd i merd, rømming, driftsrutiner
Sammendrag: (maks 200 ord)

Resultatene fra disse innledende forsøkene ved Norfra AS sitt anlegg viser god sammenheng mellom tettheten av torsk i en merd og hvor mange som rømmer når anledningen byr seg. Dette er i seg selv ikke særlig overraskende, men kan være viktig når man konstruerer et deteksjonsvolum (for eksempel doble nøter). Det kan synes som om dette volumet er attraktivt for torsken inntil en viss tetthet, og uten et slikt volum ville merden til slutt være tømt. Våre observasjoner viser at torsk "bestemmer" seg for å svømme gjennom hullet i notveggen flere meter unna hullet. Når den da rømmer skjer dette ved å svømme direkte gjennom hullet, uten nøling. Vi mener derfor å ha vist at torsk rømmer som følge av en målrettet handling, basert på at fisken ser åpningen. Det videre forløp og omfanget av rømmingen vil være avhengig av tettheten i merden.

Forebygging av rømming må skje ved tekniske endringer og ved økt kunnskap om torskens normale atferd i merd. Førstnevnte del er en selvfølgelig utvikling i leverandørindustrien og det presenteres stadig nye konstruksjoner (spissposer, Dyneema-lin, doble poser osv). Kunnskap om torskens normale (og rømningsrelevante) atferd er derimot mangelfull. Dette forprosjektet har brakt oss et lite stykke videre innen dette problemområdet.

English summary: (maks 100 ord)

The present experiment confirms a high correlation between stocking density in a cage and the number of escaping cod. The behavior of the cod indicates that it has made up it's mind to swim through the hole in the net some time before it actually happens, being a result of previous mapping of the surroundings. So far the best way to prevent cod from escaping is by using double net pens. In this way one creates a detection volume and the number of fish escaping is regulated by the size of this volume.

INNHold

1	INNLEDNING.....	1
2	MATERIALE OG METODE.....	2
	2.1 Lokalitet, fisk og utstyr	2
	2.2 Innledende undersøkelser	4
	2.3 Forsøk 1	4
	2.4 Forsøk 2.....	5
3	RESULTATER.....	6
	3.1 Generelle observasjoner	6
	3.2 Forsøk 1	7
	3.3 Forsøk 2.....	7
4	DISKUSJON OG OPPSUMMERING	9

1 INNLEDNING

Oppdrett av laksefisk skjer i dag etter metoder som er utviklet i løpet av ca. 30 års drift. I denne perioden har produsert biomasse per år økt fra 3000 tonn i 1972, til dagens produksjon på 500 000 tonn. Rømming har vist seg å bli et alvorlig problem i lakseproduksjonen. Fisk som rømmer kan gi uønskede miljømessige konsekvenser, men innebærer også store økonomiske tap for oppdretteren. Registrerte rømminger utgjør ca. 0,5 % av antall utsatte individer, tilsvarende 600 000 fisk per år. Tidligere har hovedårsaken til rømming vært knyttet til havari av oppdrettsanlegg, mens tendensen de senere år viser at tap i forbindelse med driftsoperasjoner på anlegg står for en stadig større andel.

Oppdrett av torsk er i sin spede begynnelse, med en årsproduksjon på ca 2000 tonn (2003). Det er gjennomført beregninger som viser at produksjonen i løpet av få år kan komme opp på samme nivå som for laksefisk. Basert på svært mangelfullt tallmateriale er det antydning at sjansen for at torsk skal rømme fra oppdrettsanlegg er om lag 10 ganger større enn tilfellet er for laksefisk. I 2003 ble det rapportert ca. 60 000 rømte torsk. Erfaringer fra torskeoppdrett viser at torsk har en annen atferd i merd enn laksefisk, og en antar at dette kan bidra til å forklare den økte faren for rømming. Kunnskapen rundt denne problemstillingen er mangelfull og vil være viktig å få på plass dersom lønnsomheten i framtidig torskeoppdrett skal sikres.

Prosjektet "torsk som rømmer - en atferdsstudie i merd", er gjennomført ved Norfra Torsk AS sin lokalitet i Storfjord kommune, Troms fylke. Anlegget (12 000m³) er av nyere dato og bygd opp og drevet med basis i bedriftens mangeårige erfaring med torsk. Det er i tillegg utstyrt med tanke på optimal rømmingssikring og produksjon. Norfra Torsk AS har erfaring med rømming av torsk fra sitt anlegg og ønsker derfor å delta i arbeidet med å utvikle nye, sikrere driftsformer. Erfaringene fra prosjektet vil være første fase i arbeidet for videre utvikling av teknologi og for å etablere sikre driftsformer i torskeoppdrett. Prosjektet har hatt følgende mål:

Hovedmål:

- Kartlegge rømmingsrelevant atferd til oppdrettstorsk i merd

Delmål:

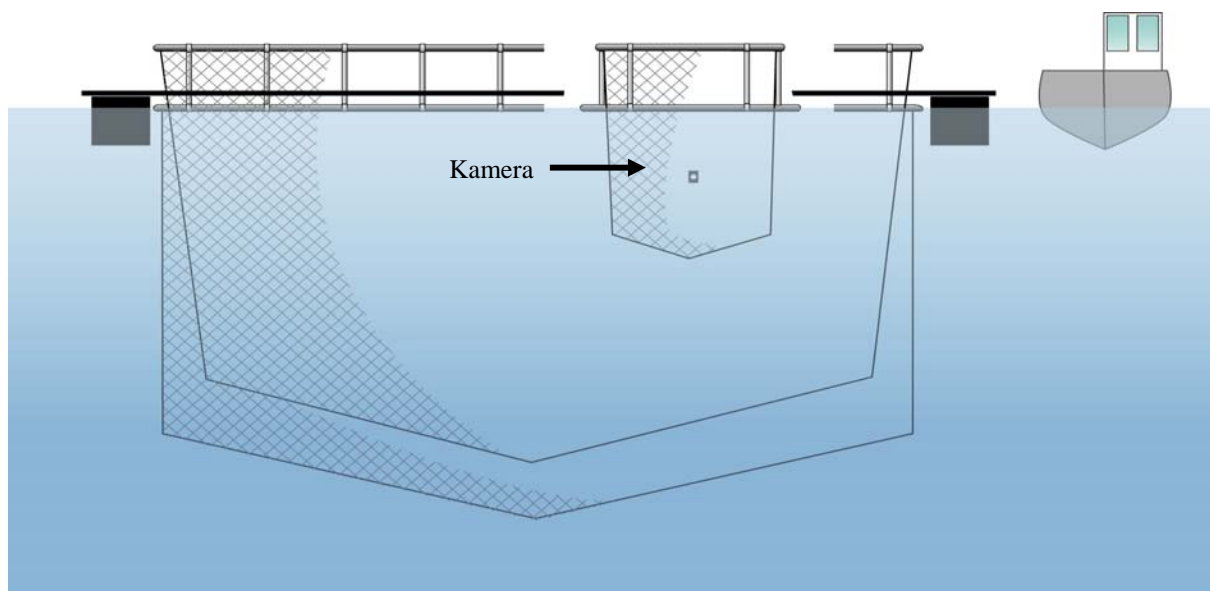
- Gjennom kartlegging av atferd ønsker vi å utarbeide tiltak for å redusere rømmingsfaren fra anlegg for oppdrett av torsk
- Benytte erfaringene til å utarbeide forebyggende driftsrutiner

2 MATERIALE OG METODE

I den opprinnelige prosjektplanen skulle vi overvåke fisken i merden under naturlige forhold. På grunn av størrelsen på merden ville en slik overvåkning krevd store ressurser både i form av utstyr og arbeidstid. Vi valgte derfor å simulere ulike situasjoner i merden for å kunne studere fiskens atferd.

2.1 Lokalitet, fisk og utstyr

Forsøkene ble i sin helhet gjennomført ved Norfra Torsk sitt anlegg i Skibotn, Storfjord kommune. Anlegget er et frittliggende stålanlegg med seks bur (20 x 20 meter), hvorav fire ble benyttet til fisk utsatt i 2002, ett til 2003 utsett og ett var tomt. I merden brukt til gjennomføringen av forsøkene var det, i følge produksjonsstyringsprogrammet per 21. april 2004, 53400 individer fra 2002 -utsett med gjennomsnittlig vekt på 1,11 kilo.



Figur 1. Skjematisk tverrsnitt av forsøksmerden som viser notposene i stålanlegget og hvor den lille merden var montert.

I merden var det dobbel pose (Refa-Frøystad Group AS, Finnsnes) hvor den indre posen var 10 meter dyp og hadde et brutto volum på 4267 m³ (figur 1). Dette gav en tetthet på 13,9 kilo fisk per m³. Posene var montert slik at avstanden mellom dem var tilnærmet konstant og uavhengig av strømpåvirkning på lokaliteten. Hensikten med å bruke dobbel pose er å unngå rømming dersom det skulle oppstå hull i den innerste posen.

For å simulere ulike scenarier, uten tap av fisk, ble det fortøyd en liten merd (5 x 5 meter) inne i stålanlegget (figur 1 og 2). I denne merden var det enkel pose med seks meters dybde, tilsvarende brutto volum på 162 m³.



Figur 2. Liten merd med egen pose plassert i ståanlegget. Kamera for overvåkning av fiskens atferd var plassert midt i den lille merden.

Fiskens atferd ble overvåket med undervannskamera koblet opp mot monitor og opptaker (Panasonic AG-6045) plassert i båt (figur 3). Kameraet var montert på et annet, fjernstyrt undervannskamera (Orbit 3000) slik at det var mulig å bevege det i to plan for å oppnå best mulig bilde. Kameraet ble posisjonert ved hjelp av to tau festet til den lille merden. Med dette oppsettet kunne vi sitte i båten og observere aktiviteten i merden. Videoopptakene ble i ettertid gått gjennom for registrering av spesielle hendelser.



Figur 3. Oppsett i båt for opptak og observasjon av fiskens aktivitet i merden

2.2 Innledende undersøkelser

I uke 4 og 14 (2004) ble det gjennomført forberedelser for gjennomføring av prosjektet. Opprinnelig var det planlagt oppstart i begynnelsen av mars, men forsinket levering av utstyr førte til at gjennomføringen ble forskjøvet til midten av april. Det viste seg i ettertid at forsinkelsen var gunstig da dette ga forbedrete lysforhold for opptak under vann. Etter at det nødvendige utstyret var kommet på plass på anlegget ble det rigget og prøvekjørt (figur 4). Det ble gjennomført undervannsstudier av fisk og utstyr i håp om å finne punkter i merden som var spesielt interessant for nærmere undersøkelser. Det ble også foretatt inspeksjon av merden fra utsiden i ulike dybder.



Figur 4. Montering og klargjøring av utstyr for undervannsoptak i merd.

2.3 Forsøk 1

I uke 17 ble antall fisk som svømte fra den store merden og inn i den lille merden registrert over en periode på tre timer. I den lille merden, som var tom ved oppstart, ble det laget et ovalt hull med en åpning på ca 25 cm i høyden og ca 15 cm i bredden (Figur 5). For at hullet skulle være lett å observere med undervannskamera ble kanten markert med en lys tråd. Fra nedre kant av hullet til bunntelnen på notposen var det ca 50 cm.



Figur 5. Hull i notposen hvor det var mulig for fisken å svømme inn eller ut. Hullet er ca 25 cm høyt og ca 15 cm bredt.

2.4 Forsøk 2

I forsøk 2 ble antall fisk som svømte ut av, eller inn i, den lille merden registrert ved tre tettheter (tabell 1). Det ble overført 400 fisk til den lille merden, hvor noten var den samme som i forsøk 1 og dermed hadde det samme hullet (figur 5). Volumet i den lille merden ble redusert ved å line opp sideveggene i posen (redusere dybden). Fiskens adferd ble observert en time for hver av tetthetene.

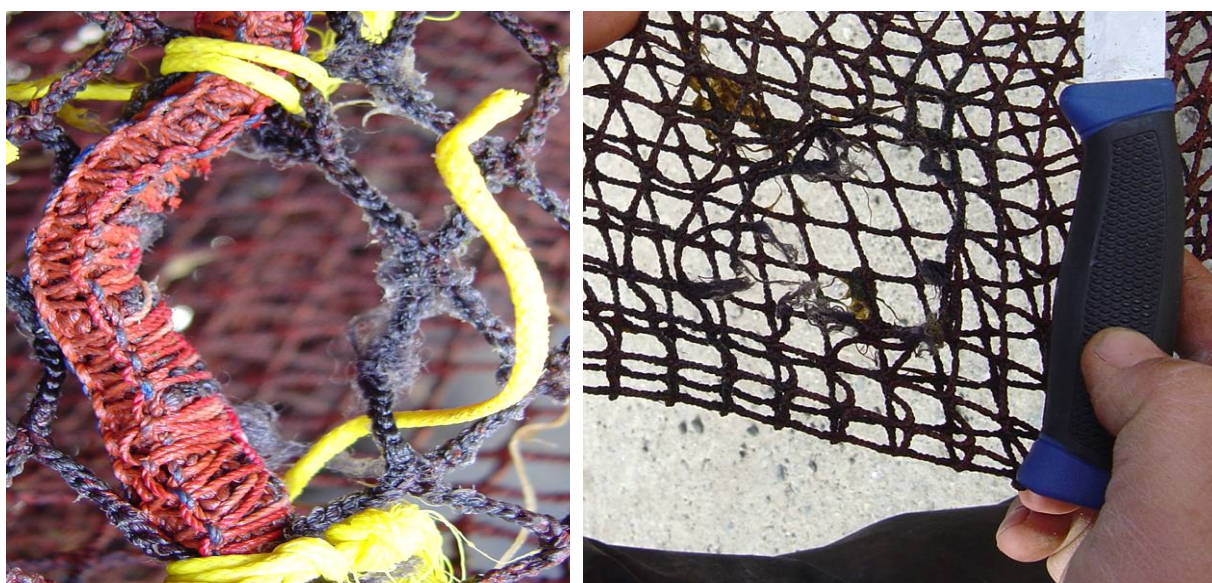
Tabell 1. *Dybde, volum og tetthet benyttet i den lille merden i forsøk 2. Dybden er fra vannflaten til bunntelnen, volumet er teoretisk beregnet for hele posen, mens tettheten er beregnet ut fra fiskens gjennomsnittsvekt og 400 individer.*

Dybde i posen	Volum (m ³)	Tetthet (kg/m ³)
6	162,5	2,7
3	87,5	5,1
1	37,5	11,8

3 RESULTATER

3.1 Generelle observasjoner

Gjennom de innledende observasjonene i hovedmerden fant vi at torsken i stor grad var samlet nær senter av merden og dermed ikke utnyttet hele volumet. Dette medførte at det var vanskelig å gjennomføre opptak av fiskens atferd i nærheten av dødfiskhoven, et punkt vi mente kunne være interessant å undersøke. Blant annet fordi mange mener det kan være utsatt for gnag og at det dermed kan oppstå hull. I tillegg vil dette være en plass hvor overskuddsfôr og død fisk samles. Vi observerte imidlertid at det var en del fisk mellom indre og ytre not, noe som indikerte at det var hull i den innerste posen. Det ble anslått at det var mellom 200 og 300 individer mellom posene. Volumet mellom posene er beregnet til 600 m^3 og fisketettheten i dette volumet ble estimert til ca $0,5 \text{ kg/m}^3$. Personalet på anlegget startet umiddelbart fangst ved hjelp av en tokamret, kollapsibel teine. Dette viste seg å fungere svært godt og det ble anslagsvis fanget rundt 50 individer per døgn, slik at det etter kort tid kun var et fåtall torsk igjen mellom posene.



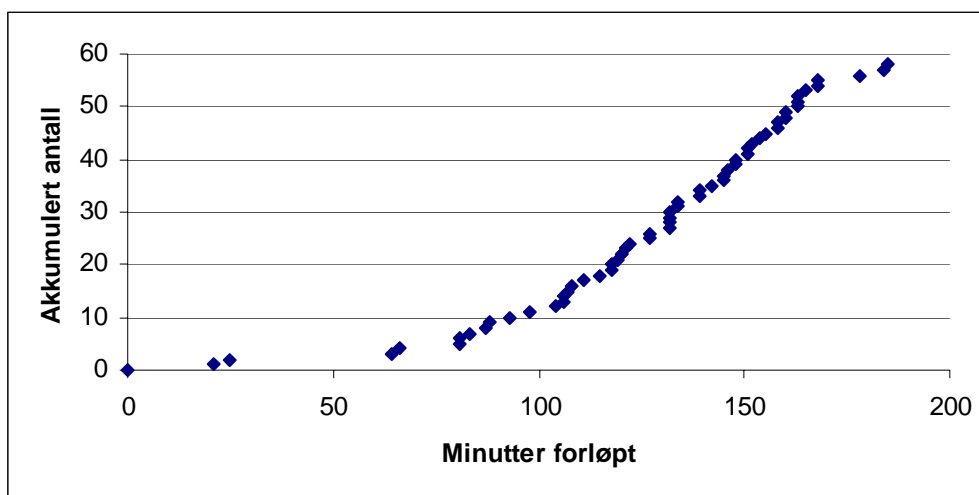
Figur 6. To hull funnet i den innerste, store posen som antas å være årsak til at fisk har kommet ut mellom posene i merden. Hullene var lokalisert på bunnpanelet i noten, ca 1,5 meter fra bunntelnen.

Ved mistanke om at det var hull i den innerste posen ble denne inspisert av dykkere og det ble konstatert to små hull. Etter sortering av fisken i merden (uke 25) ble noten byttet og tatt på land for vedlikehold. I denne forbindelse ble hullene funnet (figur 6) og vurdert i forhold til den mengden fisk som ble funnet mellom posene. Begge hullene ble lokalisert på bunnpanelet i den indre notposen ca. 1,5 meter fra bunntelnen, midt på sideveggen.

Størrelsen på hullene tilsier at fisken maksimalt kan ha vært ca 0,5 kilo når den har svømt gjennom. Ved fangst i teinen var den anslått til å være på størrelse med resten av fisken i merden, ca. 1,1 kilo, noe som viser at den har fått tilgang på fôr og har vokst tilsvarende. Skader som ble observert på notlinet rundt hullene kan tyde på at det har vært utsatt for gnag. Hullenes lokalisering antyder liten sannsynlighet for gnag av faste installasjoner, men at det ble forårsaket av torsken selv.

3.2 Forsøk 1

I løpet av 185 minutter fant vi at 58 individer svømte inn gjennom hullet i den tomme, lille posen (figur 7). Kun en fisk svømte tilbake til den store posen (etter 146 minutter). I løpet av de første 80 minutter var det 4 fisk som svømte gjennom hullet, mens det i de 83 påfølgende minutter var 48 individer som fant veien til den lille posen. De siste 22 minuttene avtok antallet igjen slik at bare 6 individer svømte gjennom.



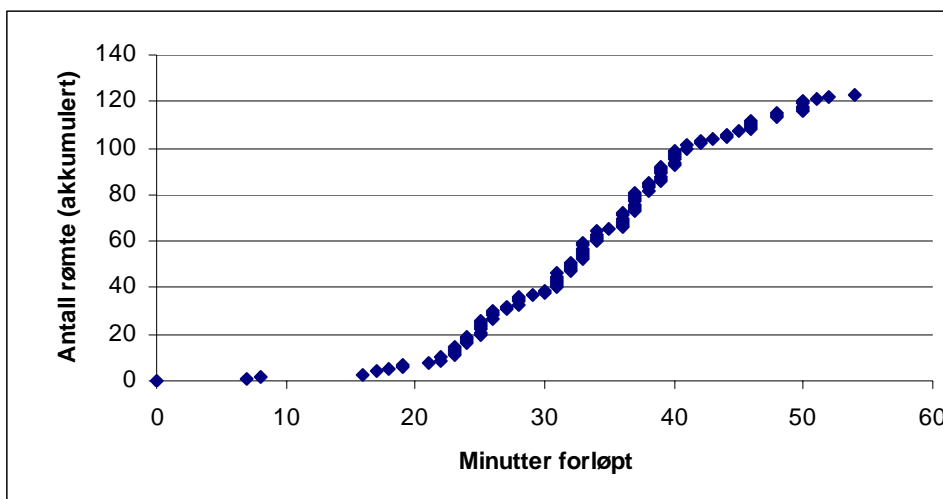
Figur 7. Akkumulert antall torsk som svømte fra den store merden til den i utgangspunktet tomme, lille merden.

Tetthet i den store merden var beregnet til $13,9 \text{ kg per m}^3$, mens tettheten i den lille merden økte fra 0 til $0,4 \text{ kg per m}^3$ etter som fisk svømte inn i den. Ut fra en subjektiv vurdering av torskens adferd synes det som de første 80 minuttene går med for at fisken blir fortløpig med, og å oppføre seg "naturlig" i forhold til den lille notposen som da var introdusert for første gang.

3.3 Forsøk 2

Med en tetthet på $2,7 \text{ kg per m}^3$ i den lille merden (162 m^3) var det fire individer som svømte inn i og ingen ut av den. Ved $5,1 \text{ kg per m}^3$ var det seks fisker som svømte ut og to som svømte inn. Dette tallmaterialet gir lite grunnlag for å vurdere rømningsforløpet som funksjon av tid. Det kan synes som om bevegelsen av fisk mellom de to volumene var tilfeldig.

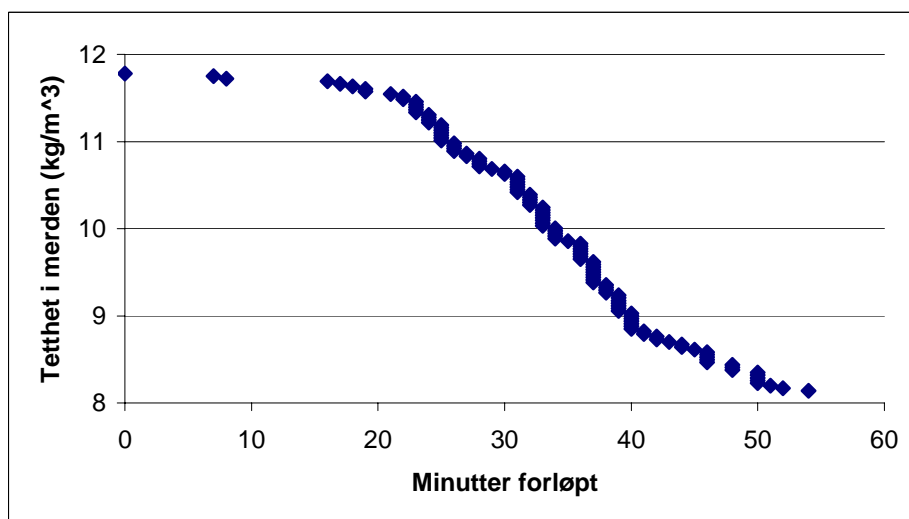
I den siste testen var tettheten i den lille merden $11,8 \text{ kg per m}^3$ og 123 individer svømte fra den lille posen til den store i løpet av 54 minutter. Mesteparten av disse flyttet seg i løpet av perioden fra 20 til 40 minutter etter start av testen (figur 8). Ingen svømte inn i den lille posen igjen.



Figur 8. Akkumulert antall individer som svømte fra den lille merden til den store i løpet av 54 minutter.

Etter en subjektiv vurdering av undervannsoptakene fra testen var det tydelig at fisken brukte de første 20 minuttene til å venne seg med forholdene i den lille posen etter at den var lint opp. Det var tydelig at fisken søkte ned i posen og var dermed ikke i nærheten av hullet som nå befant seg ca 0,5 meter under overflaten. Etter disse 20 minuttene hadde fisken funnet seg til rette og fordelte seg i hele det tilgjengelige volumet, også der hullet var.

I tidsrommet mellom 20 og 40 minutter i testen ble tettheten i den lille posen redusert fra ca. 11,5 kg per m³ til ca. 9 kg per m³ (figur 9). For hele testen gikk tettheten fra 11,8 til 8 kg per m³.



Figur 9. Reduksjon i tetthet i den lille posen som en følge av at fisken svømmer ut. Tetthet er beregnet ut fra fiskens gjennomsnittsvekt og posens brutto volum.

4 DISKUSJON OG OPPSUMMERING

Resultatene fra disse innledende forsøkene ved Norfra AS sitt anlegg viser god sammenheng mellom tettheten av torsk i en merd og hvor mange som rømmer når anledningen byr seg. Dette er i seg selv ikke særlig overraskende, men kan være viktig når man konstruerer et deteksjonsvolum (for eksempel doble nøter). Det kan synes som om dette volumet er attraktivt for torsken inntil en viss tetthet, og uten et slikt volum ville merden til slutt være tømt. Observasjonene viser også at rømming av torsk gjennom et hull i noten ikke skjer på en "tilfeldig" måte. Laks (og særlig smolt) trenger store hull for å rømme og dersom én smolt svømmer ut av et slikt hull (en meter i diameter), svømmer den gjerne tilbake til merden igjen. Våre observasjoner viser at torsk "bestemmer" seg for å svømme gjennom hullet i notveggen flere meter unna hullet. Når den da rømmer skjer dette ved å svømme direkte gjennom hullet, uten nøling. Vi mener derfor å ha vist at torsk rømmer som følge av en målrettet handling, basert på at fisken ser åpningen. Det videre forløp og omfanget av rømmingen vil være avhengig av tettheten i merden..

Forebygging av rømming må skje ved tekniske endringer og ved økt kunnskap om torskens normale atferd i merd. Førstnevnte del er en selvfølgelig utvikling i leverandørindustrien og det presenteres stadig nye konstruksjoner (spissposer, Dyneema-lin, doble poser osv). Kunnskap om torskens normale (og rømningsrelevante) atferd er derimot mangelfull. Dette forprosjektet har brakt oss et lite stykke videre innen dette problemområdet.

Ved en tilfældighet, før forsøkene ble gjennomført, fikk vi erfare hvordan nye driftsformer i kombinasjon med teknologi forhindret torsk fra å rømme. Dette ved at det ble oppdaget torsk som svømte mellom notposene i forsøksmerden. Driftspersonalet fikk mistanke om at dette tidlig og hadde dykkere nede som fant to små hull i den innerste noten. Ved å bruke undervannskamera var det mulig å estimere hvor mange individer som befant seg mellom posene. Tilnærmet all denne fisken ble fanget med teine i løpet av kort tid og overført inn i merden igjen.

Dette viser at doble poser vil redusere faren for å miste fisk dersom det oppstår hull i den innerste noten. For å kunne oppdage dette er det nødvendig at personalet følger godt med og i tillegg har muligheter for å inspisere merdene med undervannskamera. I tillegg til å drive forsøksfiske utenfor merdene kan det med fordel gjennomføres rutinemessig forsøksfangst mellom notposene. For å unngå at dette forsøksfisket skal utgjøre en risiko i seg selv bør det benyttes teiner av materiale som er skånsom mot notlinet. I tillegg bør dette fisket gjøres over kortere tidsrom, helst under overvåkning med undervannskamera.

I dette prosjektet har vi verken fått bekreftet eller avkreftet at torsken selv er i stand til å lage hull i noten. Dette bør undersøkes nærmere og fortrinnsvis under kontrollerbare betingelser i mindre systemer enn hva som var tilfellet i vårt forsøk. Det bør undersøkes om nye typer lin har egenskaper som gjør dem bedre egnet enn dem som brukes i dag. Dersom det viser seg at torsk er i stand til å lage hull i notlin bør det kanskje utarbeides krav til både bruddstyrke og toleranse for gnag.

Selv om andres erfaringer og våre observasjoner viser klare fordeler ved å bruke doble nøter i matfiskproduksjon av torsk, er det andre argumenter som taler i mot. Det vil fortsatt være mulig at det blir hull både på den indre og den ytre posen og at dette resulterer i at fisk rømmer. Det vil naturlig nok også være langt mer arbeidskrevende å inspisere doble nøter både når de henger i sjøen og når de er tatt på land, sammenliknet med enkle poser. På samme måte vil begroing, spesielt i sommerhalvåret, også være langt mer arbeidskrevende å håndtere med doble poser kontra enkel. Det vil være naturlig å anta at det er nødvendig med hyppigere

vask av nøter med doble poser. Dette for å unngå at posene gror så mye igjen at vannutskiftingen blir for dårlig.

Selv om det finnes argumenter mot bruk av doble poser for å forebygge rømming av torsk, er det klart at det per i dag ikke er tilgjengelige løsninger som er bedre. Det er derfor å anbefale at matfiskproduksjon av torsk foregår i doble poser. Det er imidlertid viktig at det utvikles nye og mer rasjonelle løsninger som kan bidra til et framtidsrettet og lønnsomt torskeoppdrett. Det er også nødvendig å foreta hyppige inspeksjoner av posene for å avdekke hull og slitasje. Vår anbefaling er å benytte undervannskamera rutinemessig.

Oppsummert har prosjektet belyst følgende punkter:

- Økt tetthet øker omfanget av rømmingen
- Torsk svømmer målrettet gjennom hull i nota etter å ha orientert seg i omgivelsene
- Det er nødvendig med mer kunnskap om torskens evne til å gnage hull i notlin
- Bruk av doble poser gir mulighet for deteksjon og gjenfangst av rømt torsk.
- Produksjon av torsk i merd krever hyppige inspeksjoner av notposer og systematisk bruk av undervannskamera
- Utvikling av ny teknologi bør basere seg på dokumentert kunnskap om adferd og erfaringer fra næringen



Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN-13 978 82-7251-563-7

ISBN-10 82-7251-563-6

ISSN 0806-6221