

## Overleving av makrell som er trengd i not

Irene Huse, Jostein Saltskår og Aud Vold Soldal





# PROSJEKTRAPPORT



Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN  
Tlf. 55 23 85 00, Faks 55 23 85 31, [www.imr.no](http://www.imr.no)

<b>Tromsø</b>	<b>Flødevigen</b>	<b>Austevoll</b>	<b>Matre</b>
9294 TROMSØ	4817 HIS	5392 STOREBØ	5984 MATREDAL
Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00
Fax 77 60 97 01	Fax 37 05 90 01	Fax 56 18 22 22	Fax 56 36 75 85

<b>Rapport:</b> FISKEN OG HAVET	<b>Nr. - År</b> 1 - 2008
<b>Tittel (norsk/engelsk):</b> Overleving av makrell som er trengd i not	
<b>Forfatter(ar):</b> Irene Huse, Jostein Saltskår og Aud Vold Soldal	

<b>Distribusjon:</b> Open
<b>Havforskningsprosjektnr.:</b>
<b>Oppdragsgjevar(ar):</b>
<b>Oppdragsgjevares referanse:</b>
<b>Dato:</b> 07.01.08
<b>Program:</b>
<b>Faggruppe:</b> Fiskeridynamikk
<b>Tal sider totalt:</b> 20

## Samandrag (norsk):

Atlantisk makrell (*Scomber scombrus* L.) er ekstremt sårbar for handtering og stress, noko som gjer estimering av overleving etter reiskapskontakt vanskelig. Ved å bruke ein ny metode der makrell blei overført frå not til store merdar i ope sjø, har ein for fyrste gong fått tal for mortaliteten til makrell som har vore trengd i not og deretter sluppen. Metoden innebar minimalt med handtering av fisken utover det som skjer under normalt fiske. I to innleiande forsøk i 2006 og tre forsøk i 2007, der ein trengde makrell i merd til han byrja koka og held denne tettleiken i 10-15 minuttar, døyde frå 80 til 100 % av den trengde fisken. I kontroll-merdar med fisk som ikkje vart trengd, fann ein mykje lågare mortalitet. Forsøka viste også at det let seg gjere å sleppe makrell frå små kast dersom naudsynt, jamvel i fleire operasjonar. Men dette må gjerast med stor varsemd i tidlig trengfase, lenge før den byrjar koke, og den må ikkje haldast i nota i lang tid før slepping. Dette tyder til dømes at vanleg fangstregulering, der ein er avhengig av hard trenging for å estimere kor mykje som er i kastet, ikkje er akseptabelt.

## Summary (English):

Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) is extremely vulnerable towards handling and stress, which makes it difficult to investigate its survival after contact with fishing gear. By using a new method, where mackerel were transferred from the purse seine to large net pens in the open sea, the mortality was estimated after the mackerel had been crowded and thereafter slipped. The method implied a minimum of handling of the fish beyond normal during the purse seine fisheries. In two introductory experiments in 2006 and three in 2007, mackerel transferred from a purse seine catch was crowded in the net pen until 'boiling' (panic or flash expansion behavior). This density was maintained for 10 min in 2006 and 15 min in 2007. The mortality among crowded fish was 80 to 100 %, while the mortality in untreated control groups was significantly lower. The experiments also showed that, if necessary, it may be possible to release mackerel from small purse seine catches, even in several steps. It is, however, crucial that this is done with

great care in an early phase of crowding, before panic behavior occurs, and also the duration of confinement must be kept as short as possible.

**Emneord (norsk):**

- 1.
- 2.
- 3.

**Subject heading (English):**

- 1.
- 2.
- 3.

  
.....  
prosjektleder

  
.....  
faggruppeleder

# Innholdsfortegnelse

Bakgrunn	7
Materiale og metode	8
Innleidande forsøk med låssett makrell i 2005	8
Pilotforsøka i 2006	8
Forsøk i 2007	11
Resultat	12
Forsøk med låssett makrell i 2005	12
Forsøk i ope hav 2006 og 2007	12
Diskusjon	16
Referansar	19



## Bakgrunn

Omfattande analyser av merkedata, fangst av hver årsklasse og eggssurvey til og med 2004, har vist at rapportert fangst av makrell ikkje kan forklare det totale uttaket frå bestanden i norske og EU farvatn (Simmonds, in prep.). I analysane kjem det fram det faktiske uttaket må vere på 160 – 340 % av rapportert landa fangst, med ein mest sannsynleg verdi på 240 %. Dette faktiske uttaket inkluderer då i tillegg utkast, svarte landingar, feilregistrerte landingar, utsortert fisk, sleppt fisk som døyd og fisk som døyr etter reiskapskontakt. Relativt omfang av dei ulike typane av utilsikta mortalitet er ikkje kjend.

I fiske med not har det tradisjonelt vore praktisert fangstregulering gjennom slepping av heile eller delar av fangsten dersom kastet er for stort, eller om ein etter å ha teke prøvar av fangsten finn at storleik eller kvalitet ikkje er som ynskja. Inntil no har det vore gjort lite forskning kring korleis pelagiske fiskeartar reagerer på reiskapskontakt. Noko arbeid har vore gjort med sild i trålfiske (Suuronen *et al.*, 1996a) og i not (Misund og Beltestad, 1995) der hovudkonklusjonen er at sild er sær sårbar for skadar ved kontakt med reiskapar. Lite forskning har vore gjort i høve til notfiske. Fullskala overlevingsforsøk med makrell som har vore trengd på skutesida og så sleppt (Figur 1) har ikkje vore gjennomført. Eit omfattande arbeid gjort i småskala av Lockwood *et al.* (1983) estimerte overleving av makrell i tettleikar som tilsvara hard trenging i not.



**Figur 1.** Slepping av makrell frå notkast  
[Slipping of mackerel from a purse seine catch].

Ei utfordring i alle overlevingsforsøk er å finne ein metode som kan isolere effekten av fangst og kontakt med reiskap frå dei stressfaktorane som forskarane utilsikta påfører fisken gjennom forsøksmetodane som vert brukt. I Lockwood sine eksperiment var det diverre brukt veldig små kar til forsøka, slik at ein stor del av fisken vart skrubba mot linet. Eksperimenta omfatta dessutan repeterte handteringar og flytting av makrellen. Forsøk på å sortere makrell gjennom rist som vart gjort med låssett fisk i kystnære farvatn (Misund og Beltestad, 2000), viste ei overleving både i kontroll og eksperimentgruppe på meir enn 98 %. I oppfølgingsforsøk, der makrell vart sortert i open sjø og sidan taua forsiktig til lands (Misund og

Beltestad, 2000), fann ein derimot svært låg overleving. Men i desse eksperimenta var også overlevinga i kontrollgruppene svært låg (med unntak av eit tilfelle).

Kriteriet for ein god metode for overlevingsforsøk er at han tilsvarar ein reell fangstsituasjon for eksempel når det gjeld val av område, fangstmetode og reiskapsparameter, storleik og samansetjing av fangsten (sjå for eksempel Suuronen, 2005). I oppfølgingsfasen etter fangstsimuleringa må fisken ikkje utsettast for nye stressfaktorar. Det er vist at utover fangst og reiskapseffekt vil samspel mellom stressfaktorar som lys, temperatur, grad av kveling og sjøgang kunne vere avgjerande i overlevingsforsøk. Dessutan har storleiken på fisken i mange høve vist seg å vere avgjerande for kor mykje stress han kan tåla. Små fisk er ofte meir sensitive enn større (sjå for eksempel Suuronen *et al.*, 1996b), har dårlegare evne til å symje lenge og fort og vert difor lettare utmatta. Små fisk får også lettare endringar i kroppstemperatur dersom dei vert utsett for temperaturstress (Davis, 2002). Ikkje all fisk døyr rett etter reiskapskontakt. Det kan ta timar og dagar frå skadar blir påført til fisken døyr, og overlevinga kan lett overestimerast dersom ikkje observasjonsperioden er lang nok. I denne perioden er det viktig at fisken kan ha tilnærma normal åtferd. Makrell er ein stimande fisk, og for at han ikkje skal verte unødig stressa, er det viktig at han får stime fritt.

I forsøka som vert beskrevne i denne rapporten brukar vi ein metode som kan gje tilnærma reelle tal for overleving av makrell etter fangstoperasjonar slik dei føregår i det kommersielle fisket med ringnot, utan påfølgjande handtering eller tauing. Etter eit lite vellukka innleiande forsøk i småskala med låssett makrell i 2005, vart det bestemt å gjere forsøk i ope hav, mest mogeleg likt kommersielt fiske. Den nye metoden vart utprøvd i eit pilotprosjekt i august-september 2006, og vidare forsøk vart gjort i august-september 2007.

## **Materiale og metode**

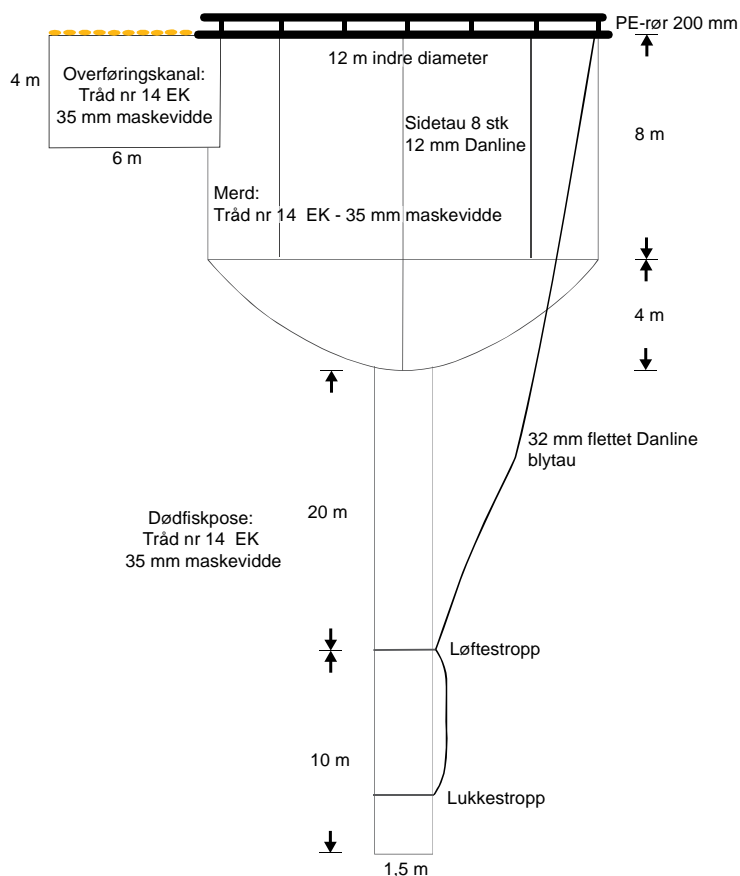
### **Innleiande forsøk med låssett makrell i 2005**

I august-september 2005 var planen å trenge makrell på tradisjonelle låssettingsplassar, og så setje han i merd. Mykje dårleg ver, norleg vind og kald sjø gjorde at makrellen ikkje kom nær nok slike plassar, og forsøk vart difor gjort med liten makrell (snittvekt om lag 250 g) som hadde stått i lås i 3 veker før trengforsøka starta. I to trengforsøk vart merdene trengd hardt opp til makrellen kokte, og så haldne slik i 5 minutt før den vart sleppt igjen. Etter at merda vart sleppt ut att kunne makrellen symje fritt i merden. Dei to merdene vart tømd eit og to døgn etter trenging, og daud og levande fisk tald opp.

### **Pilotforsøka i 2006**

Metoden som vart brukt i forsøka i 2006 og 2007 har ikkje vore brukt tidlegare. To store ringnotfartøy, MS ”Sjøbris” (70.4 m, 2208 kW) og MS ”Møgsterhav” (61,7 m, 2760 kW) vart leid inn for pilottesting av metoden i perioden 28.08. – 11.09.2006. Det vart laga to merdar med stiv ramme (doble PE-rør, 200 mm og rekkverk) som hadde ein indre diameter på 12 m (Figur 2). Ramma gjorde at det var mogeleg å gå rundt kanten av merda etter at ho vart sett på sjøen, og gjorde at det ikkje var naudsynt å taue eller forankre merdane for å halde dei opne.

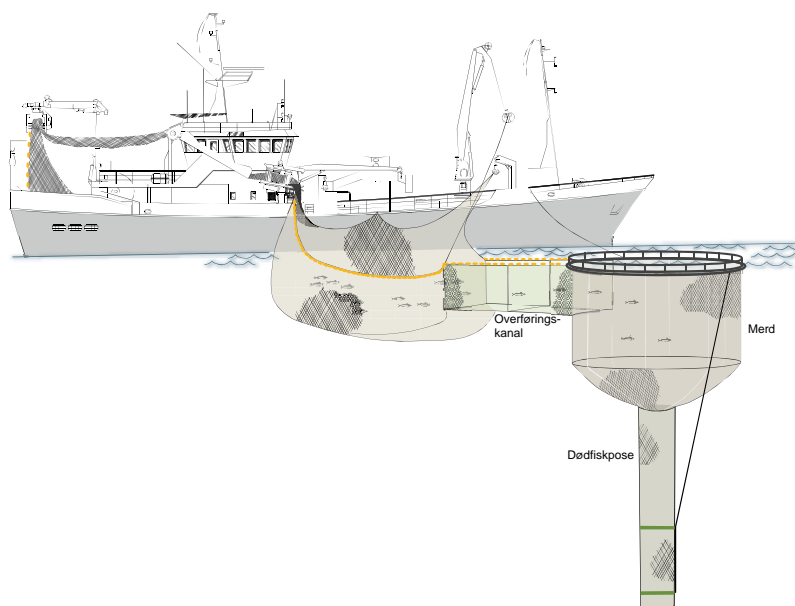




**Figur 2.** Skjematisk teikning av merd med kanal som vart konstruert til forsøka. Daudfiskpose vart brukt i 2007. I 2006 var merdane tilrettelagt for å bruke ”kinahatt” til LiftUp pumpesystem for å fjerne daudfisk [Sketch of net pen with transfer channel. The stocking for collecting dead fish was used in 2007. In 2006 the net pens were prepared for using a ‘LiftUp’ pump system for removal of dead fish].

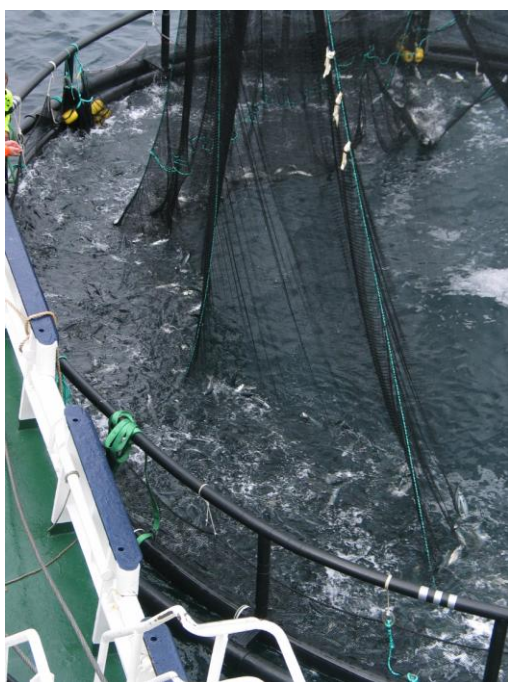
Merdane hadde 8 m djupe veggjar og konisk botn som enda i ein spiss ved 12 m djup, altså 4 m djupare enn veggjen. Nettet hadde ein maskevidde på 35 mm og var laga i tråd No. 14 EK, typisk for tørker i mange nøter. Djuptau var i 12 mm Danline. Ein stor inngangskanal i samme material, 4 m dyp, 6 m vid og 6 m lang, vart laga i merden. I botnen vart det tilrettelagt for å bruke ”kinahatt” til LiftUp pumpesystem for å fjerne daudfisk. Ein kanal, tilsvarande den som vart laga i merda, vart også laga i brystet på nota. Nota hadde eit brysttau (med rundstropp) på 14 m, ei total djupn på 230 m og ei total lengde på 830 m.

Før feltforsøka starta vart det arrangert idémøte med menneskapa på båtane for å få idear til å utvikle ein metode som det var mogeleg å gjennomføre i opent hav. Forsøka vart gjort i Nordsjøen (59° 30’- 61°00’ N og 2°-4° E). Det eine fartøyet (”Møgsterhav”) kasta nota på ei høvelege registrering av makrell og kava not til om lag halve nota var inne. Ein lettbåt vart sett på sjøen for å hjelpe til å halde nota open. Det andre fartøyet (”Sjøbris”) vart brukt til å frakte merdane og sette dei på sjøen når nota var om lag halv kava og ein hadde sett at det var fisk i ho. Kanalstykkja på bryst og merd vart så sydd saman og nota vart kava vidare sær s forsiktig til fisk sumde inn i kanalen og over i merden (Figur 3). Fisken såg ikkje ut til å verta oppjaga av dette. Han sumde med strukturert og roleg stimåtferd over i merden, der han tok til å sirkulere rolig rundt. Så snart om lag ti tonn makrell var komen over i merden (taksert med augemål), vart brysttauet heist opp og litt not vart slakka ut att. På denne måten vart fisken overført til merdane utan direkte handsaming og med minimalt med stress.

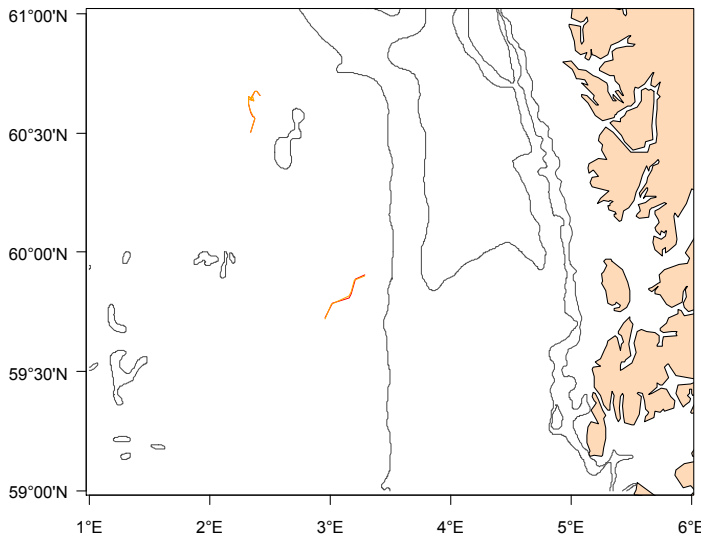


**Figur 3.** Not og merd bensla saman under overføring av fisk [*Seine and pen were connected by a channel during transfer of fish*].

For kvart notkast vart det fylt i to merdar: ein **kontrollmerd** og ein **forsøksmerd**. Anna kvar gong vart forsøksmerden fylt først, annankvar gong sist. Kontrollmerden vart med eitt unnatak sluppen drivande i sjøen utan vidare handsaming. I forsøksmerda simulerte ein nottrenging. Fisken vart tørka ved å heisa eit tørketau festa til botnen av merden opp i krana inntil fisken byrja koka (Figur 4). Denne tørkinga vart halden i femten minutt. Deretter vart tørketauet frigjort og makrellen fekk fullt merdvolum å symje i. Han kunne då stime slik han ville gjort om han vart sluppen fri. Merdene vart sleppt slik at dei kunne drive fritt i sjøen i overvakingsperioden (Figur 5). To forsøk vart gjennomført i 2006 (seinare kalla 2006A og 2006B).



**Figur 4.** Makrellen i merdane vart trengt til han börja koka ved å lyfta opp midtpunktet av merdbotnen med krana på notbåten [*The mackerel in the net pens were crowded until panic reaction by lifting the bottom of the pen with the crane of the fishing vessel*].

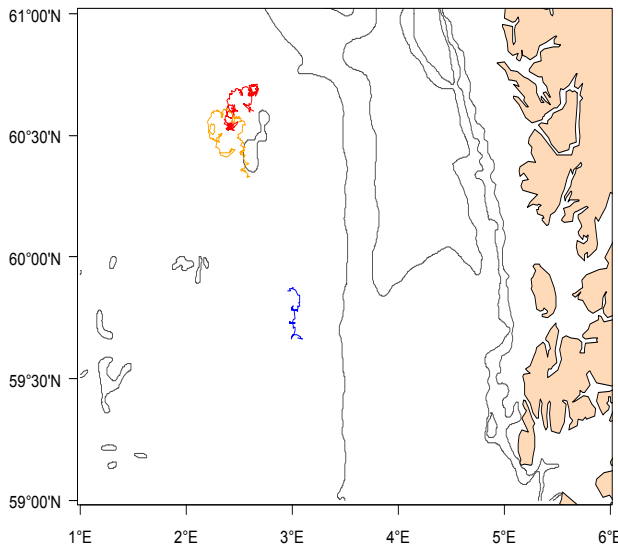


**Figur 5.** Observerte posisjonar for merdepar 2006A og 2006B i drift  
 [Observed drift of the pens in 2006].

For å registrere åtferda åt fisken vart eit 360° pan og tilt fargekamera hengt opp i midten av merden på ca. 4 m djup. Kameraet var eit Bennex BC-306 som kan filme i lys ned til 0.002 lux. Videolink til båtane gjorde at ein kunne ligge 50-100 m unna merdane medan ein observerte åtferda i dei. Fisken vart såleis ikkje uroa medan observasjonane vart gjort. Opptak frå kvar merd vart gjort to gonger dagleg. For å kunne ta ut daud fisk som samla seg i botnen av merdane, vart det kjøpt inn eit LiftUp system med "kinahatt" til kvar merd og luftkompressor for å heve fisken med pumpesystemet.

### Forsøk i 2007

Nokre endringar vart gjort frå 2006 til 2007. Til forsøka vart MS "Møgsterhav" (61,7 m, 2760 kW) og MS "Røttingøy" (52,04 m, 2355 kW) leigde inn. To nye merdar (med tre ringar i ramma som gjorde det enklare/tryggare å stå på merden) vart innkjøpt, og daudfiskpose (Figur 2) vart montert på alle fire merdane. Dette vart gjort av di LiftUp systemet for tømning av daudfisk viste seg å fungere dårleg i så grov sjø som ein hadde i 2006. Det vart lånt inn argos-sendarar som ein festa til merdane slik at ein kunne posisjonere dei frå notfartøya medan dei dreiv i sjøen. I dei nye merdane vart det brukt eit svart/kvitt kamerasystem som kunne panorere i eitt plan. Metoden for overføring av fisk frå not til merd og for tørking av makrell var den same som i 2006, men tørketida vart redusert frå 15 til 10 minutt. Veret var særst dårleg medan forsøka vart utført (29.08.-14.09.07), og ein lykkast berre å gjennomføre tre parallellar i perioden. Desse vert kalla 2007A, 2007B og 2007C vidare i teksten. Det dårlege veret gjorde også at obeservasjonstida for merdene i 2007A og 2007B vart nesten seks og fem døger, og merdane drifta mykje lengre enn i 2006 (Figur 6).



**Figur 6.** Argosposisjonar for 2007A (gul), 2007B (raud) og 2007C (blå) [Argos positions for 2007A (yellow), 2007B (red) and 2007C (blue)].

## Resultat

### Forsøk med låssett makrell i 2005

I dei innleiande forsøka som vart gjort i august-september 2005 inne på kysten, der låssett makrell vart trengd til koking i 5 minutt og så sleppt igjen, vart dei to merdane tømd etter eit og to døger. Det var om lag 8.000 fisk i den eine merden og om lag 20.000 fisk i den andre. Mortaliteten etter trenging var i begge forsøka under 1 %. Resultata av desse trengingane samsvara med det som vart gjort med låssett makrell av Misund og Beltestad (2000), men det vart reist tvil om slike resultat reflekterer det som skjer på sjøen under vanlege fangstsituasjonar. Difor vart det bestemt at dei vidare overlevingsforsøka skulle gjerast til havs, under tilhøve så nær opptil det kommersielle som mogleg.

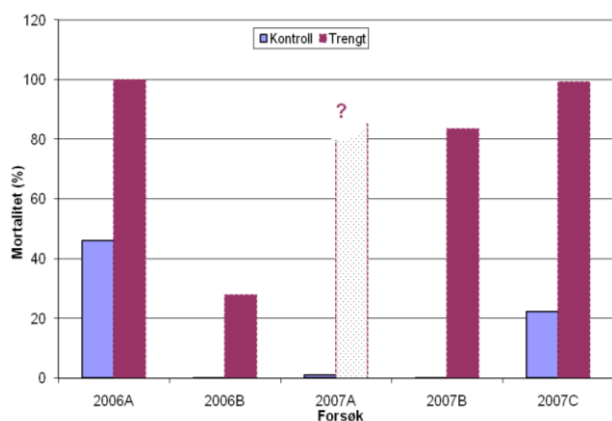
### Forsøk i ope hav 2006 og 2007

Til saman i 2006 og 2007 vart det gjennomført 5 parallelle forsøk som kvar hadde ein kontrollmerd og ein forsøksmerd. Når ein ikkje nådde å gjennomføre fleire parallelar, til trass for at den nytvikla metoden i store trekk fungerte godt, skuldast det i første rekke at begge sesongane var prega av dårleg vær. Metoden gjorde det naudsynt å arbeide på merdane medan dei låg på sjøen under samansying av not og merd og under overføring og trenging av fisk. For å ha trygge tilhøve under dette arbeidet, kunne ein ikkje ha for høg og krapp sjøgang.

Resultata frå forsøka går fram av Tabell 1 og Figur 8. I forsøk 2007B fekk ein berre data frå kontrollmerden og ikkje frå forsøksmerden. I kontrollmerden vart berre 1% av makrellen funnen daud etter mest 6 døger på drift i særskildt dårleg vær, medan forsøksmerden rakna på grunn av mykje daud fisk og stor sjø. I dei fire andre forsøka fekk ein data både frå kontroll- og forsøksgruppa. Sjølv om det av ulike årsaker var noko variasjon mellom parallelane, såg ein klart høgare mortalitet i forsøksmerdane enn i kontrollmerdane i alle forsøka. Det er heilt klart at trenginga som makrellen vart utsett for verka sterkt inn på evna til å overleva.

**Tabell 1.** Mortalitet i forsøka utførd i 2006 og 2007 [*Mortality of the experiments done in 2006 and 2007*].

År	Forsøk	Trengetid (min)	Lengde observasjonsfase	Totalt antall fisk	Mortalitet (%)	Kommentar
2006	A	0	3 døger 13 timer	28684	46	Kontroll stressa, samanbundne merdar
		15		71294	100	
	B	0	3 døger 1 time	17678	0,2	
		15		10651	27,9	
2007	A	0	5 døger 23 timer	11887	1	Merd vart tømnd forsiktig for ca. 10 tonn makrell
		10		?	Merd rakna i uver på grunn av mykje daud fisk	
	B	0	4 døger 20 timer	15231	0,1	
		10		19740	83,5	
	C	0	2 døger 15 timer	14543	22,2	15 min stopp i kavinga, not klappa saman, flå ned
		10		31234	99,2	15 min stopp i kavinga, not klappa saman, flå ned



**Figur 8.** Parvis samanlikning av mortaliteten i dei to merdane frå kvart forsøk. I forsøk 2007A fekk me ikkje data frå trengd gruppe av di merden revna i høg sjø på grunn av tyngda av mykje daud fisk [*Pairwise comparison of the mortality of the two netpens from each experiment. In 2007A no data was obtained from crowded group because the pen burst from the weight of dead fish in heavy waves*].

Forsøka, særskild i 2006, var prega av metodeutvikling, og dei misstaka som vart gjort har truleg påverka mortaliteten i nokre av forsøka. I den fyrste parallellen som blei sett ut (2006A), var kontroll- og forsøksmerd knytt saman. Det samla seg raskt mykje daud fisk i botnen av merden med trengt fisk. LiftUp-systemet viste seg å vere lite effektivt i den grove sjøen. Det tok meir enn 13 timar fordelt på 2 døger å tømme daudfisk frå forsøksmerden, noko som sjølvstg stressa fisken i begge merdane og påverka overlevinga. Stressnivået vart ytterlegare forsterka av at båten drifta meir enn merdane under pumping. Båten drog med seg den øvre ramma av merden medan bussen vart lagt flat, noko som førde til redusert volum å symje i og høgare stressnivå for fisken. For at merda ikkje skulle søkke vart det også naudsynt

å tømme den etter at det var blitt mørkt, og dette auka nok mortaliteten mykje. Mortaliteten vart 100% i forsøksmerden, men den vart også urimeleg høg (46%) i kontrollmerden (Figur 8).

I den andre parallellen (2006B) i pilotforsøket var det ikkje tilstrekkeleg høgd i løftet under trenging, og dermed vart berre om lag ein tredel av merden (målt i overflateareal) tørka tilstrekkeleg (Figur 9), slik at det ikkje vart full 'koking' av all fisken. I denne parallellen vart merdane lagt på rek kvar for seg, og det vart ikkje pumpa daud fisk i observasjonstida. Mortaliteten i kontrollgruppa vart dermed låg (0,2 %), medan han vart noko høgare i den trengde merden (27,9 %). Sidan trenginga ikkje vart fullstendig, er mortaliteten truleg underestimert (Tabell 1).



**Figur 9.** Delvis tørking av merd i parallell 2006B [Uncomplete drying of net pen in experiment 2006].

I den tredje parallellen i 2007 (2007C) vart det stopp i kavinga i 15 min. Nota klappa saman før ein fekk overført fisken, noko som nok har påført all fisken, også kontrollgruppa, ein del skader. I dette kastet var det ca. 200 tonn makrell, og presset vart så stort at flåa vart dregen under. Alt dette medførte ekstra stress og høg mortalitet blant fisken, også i kontrollgruppa (22% i kontrollmerd mot 99% i forsøksmerd).

Det einaste forsøket som vart gjennomført heilt utan problem, var 2007B. Her var det så godt som ingen mortalitet i kontrollgruppa (0,1%) mot 85% i forsøksgruppa.

Det var liten variasjon i vasstemperaturen under forsøka, han varierte mellom 14,9 og 15,8° C. Veret gjorde at observasjonstida ikkje vart den same for alle forsøka, men varierte frå ca. 2 til 6 døgn (Tabell 1). Det vart også noko ulik mengd med fisk i dei ulike merdane. Ein streva etter å få ca. 10 tonn i kvar merd, men det viste seg vanskeleg taksere mengda fisk som sumde over frå not til merd. Teljinga i slutten av forsøka viste at talet varierte frå 10.651 til 71.294 fisk i merdane.

Merdane fekk driva fritt i sjøen etter at trengingsforsøket var gjort. I 2006 var avdriften liten, og ikkje noko døger vart netto drift meir enn to nm (Figur 5). Dette trass i til dels frisk bris og

liten kuling nesten heile perioden. Avdrifta i 2007 var mykje større. Merdeparet 2007A hadde ei drift på heile 698 km, noko som tilsvarar heile 116 km i døgeret, medan merdeparet 2007B hadde ei avdrift på 312 km, noko som tilsvarar over 64 km (35 nm) i døgeret. For 2007C var den 69 km, det vil seie 26,3 km (14 nm) i døgeret. Den store forskjellen mellom avdrift i 2006 og 2007 skuldast nok både dei dårlege verforhalda og at oppløysinga på dataene (ein posisjon kvar time) er mykje høgare i 2007 enn i 2006 (to observasjonar per døgn).

Forskjell i individvekt og lengde på makrellen frå dei ulike gruppene går fram av Tabell 2. Alle desse prøvane er tekne av levande fisk i dei ulike gruppene, og dermed vil eventuell storleiksavhengig mortalitet berre kunne lesast indirekte. Samfengt lengde og vekt er teke frå prøvar frå nota etter at merdane er fylt opp. Gjennomsnittslengde i kvart kast viser at den minste fisken dør, medan den større fisken overlever og utgjer gruppa som vert målt som levande ved forsøkslutt i alle forsøk unntateke 2007C. Vekta på den som er levande ved forsøkslutt er meir varierende, noko som gjer det vanskeleg å sjå nokon direkte vektavhengig mortalitet.

**Tabell 2.** Individvekt og lengd av fisken i dei ulike parallellane. "Samfengt" er teke frå prøver frå nota etter at merdane er fylt opp, medan dei andre måla er gjort ved forsøkslutt [*Weight and length of fish from the different parallels*].

År	Forsøk	Trengetid	Individvekt (kg)		Lengd (cm)	
		(min)	Samfengt	Levande	Levande	
2006	A	0	0,493	0,497	34,1	
		15		0,477	35,4	
	B	0	0,465	0,466	35,6	
		15		0,469	36,3	
	2007	A	0	0,462	0,521	36,9
			10			
B		0	0,468	0,473	36,2	
		10		0,504	36,6	
C		0	0,495	0,457	35,8	
		10		0,405	35,1	

Tabell 3 viser gjennomsnittslengde for død og levande makrell i 2006B. Rigor mortis kan påverke målt lengde på makrell, likeins som desse målingane kan verte påverka av kor lenge fisken har vore død. Lengdemålingane må difor vurderast etter dette. Som ein kan sjå av tabellen, er det ingen forskjell i gjennomsnittslengde i kontrollmerdene, mens det kan sjå ut som om fisken som dør i forsøksgruppa i gjennomsnitt er mindre enn han som overlever.

**Tabell 3.** Lengdefordeling og gjennomsnittslengde (cm) av makrell i forsøk 2006B [*Length distribution and average body length (cm) of mackerel from experiment 2006*]).

Lengd (cm)	Kontroll		Trengd	
	Levande	Daud	Levande	Daud
28	1			
29				
30				
31			1	1
32	3	3	1	5
33	9	5	1	9
34	16	6	6	20
35	31	3	10	10
36	20	5	5	10
37	11	3	8	3
38	11	2	4	1
39	6	2	2	4
40	2	1	3	
41		2	1	1
42		1		1
43	1		1	
Snitt (cm)	35,6	35,7	36,3	34,9

## Diskusjon

Den overordna konklusjonen frå desse forsøka er at makrellen tåler særst lite stress, og at det skal lite til før det oppstår høg mortalitet etter handsaming. I alle dei fem forsøka der ein samanlikna ei merd med trengd fisk mot ei kontrollmerd, var mortaliteten mykje høgare i dei trengde merdane enn i kontrollane. Sjølv om berre eitt av forsøka vart gjennomført heilt utan at nokon av gruppene vart ekstra stressa, fekk me klare indikasjonar på kva som påverkar overlevinga til makrell i fiske med not. Det er heilt klårt at trenging opp mot ein slik grad som skal til for å pumpe eller fangstregulere effektivt, vil medføre stor mortalitet, og trenger ein så hardt at fisken tar til å koke, må ein rekne med mest 100% mortalitet.

Tidlegare forsøk har vist at mortaliteten etter trenging i første rekke er ein funksjon av fisketettleik og trengetid (Lockwood, 1983). I våre forsøk vart fisken, med eitt unnatak (forsøk 2006B), trengt inntil han tok til å koke i heile overflata. Me kan ikkje talfeste nøyaktig kor stor tettleiken var ved dette høve, avdi me ikkje har nøyaktige tal for volumet av vatn i merden i denne fasen. For å få eit omtrentleg tettleiksmål har me antatt at vatnvolumet som er att i merden og som makrellen er fordelt i etter at botn av merden vart heist opp i krana, har



form som ein halv smultring. Volumet (V) og nettoverflate (S) kan då bereknast etter følgjande formlar:

$$(1) \quad V = (a-b)(\pi b)^2$$

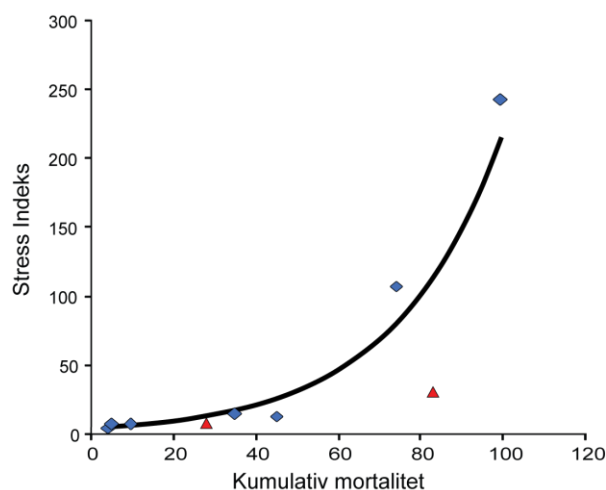
$$(2) \quad S = 2b(a-b) \pi^2$$

der  $a$  = radius i merden og  $b$  = halve breidda på den opne vannsona langs merdkanten.

Breidda på ringen idet fisken tok til å koka ( $2 \cdot b$ ) kunne berre målast i eitt forsøk, nemlig 2007B. Då var det tilnærma 2 m oppe vatn igjen langs ytterkanten av merden. Dette gjev eit vatnvolum på  $49 \text{ m}^3$  og ein tettleik på  $395 \text{ fisk/m}^3$  eller  $185 \text{ kg/m}^3$ . I forsøk 2006B var fisken ikkje trengt like mykje. Sona med vatn var om lag dobbelt så brei (ca. 4 m). Dette gjev eit vatnvolum på  $158 \text{ m}^3$  og ein tettleik på  $67 \text{ fisk/m}^3$  eller  $31 \text{ kg/m}^3$ . I Lockwood *et al.* (1983) sine forsøk fikk ein høg mortalitet ved tettleiker på frå 130 individ eller  $30 \text{ kg/m}^3$ , men trengetida spela også ein viktig rolle for kor mykje fisk som døyde.

Trengetida i våre forsøk vart sett til 15 min i 2006 og 10 min i 2007. Valet av denne tida er basert på observasjonar av Lockwood *et al.* (1983) og egne observasjonar om bord på notfartøy av kor lang tid det tek å ta ut ei prøve av fisk i eit notkast, samt på videodokumentasjon ein har fått frå kystvakta. Våre forsøk viste at også 10 minutt trengetid er drepende for makrellen dersom han vert trengd så hardt at han kokar (Tabell 1).

For å kunne sjå trengetid og tettleik under eitt, laga Lockwood *et al.* (1983) ein Stress-Indeks (SI) utrekna som produktet av fisketettleik og trengetid. Samanhengen dei fann mellom SI og kumulativ mortalitet går fram av Figur 10. For å sjå om våre resultat stemmer overeins med Lockwood sine funn, har me rekna ut tilsvarende indeksar for to av våre forsøk: 2007B (det einaste fullt ut vellukka forsøket) og 2006B (merden som ikkje vart trengt i same grad som dei andre). Dei tre andre forsøka var ikkje eigna til slike utrekningar avdi fisken vart stressa utilsikta av ymse årsaker i tillegg til trenginga (merd klappa saman eller fisken vart stressa under pumping av daud fisk, sjå Resultat-kapitlet) eller forsøket vart mislukka (merd revna). For å kunne samanlikne Lockwoods data med våre, er deira SI omrekna frå antall fisk/ $\text{m}^3$  til  $\text{kg/m}^3$  av di fisken i våre forsøk var større enn i deira (465 g mot 216 g).



**Figur 10.** Utrekna stress-indeksar rekalkulert etter Lockwood *et al.* (1983) (blå firkantar). Estimerte stress-indeksar frå våre forsøk er sett inn i figuren som raude trekantar [*Stress index recalculated after Lockwood et al. (1983) are shown as blue squares, while estimates of indices from our experiments are illustrated by red triangle*].

Dei utrekna Stress-indeksane frå våre forsøk må sjåast på med stor varsemd. Figur 10 viser at dataene frå forsøk 2006B ligg på same nivå som i forsøka til Lockwood *et al.*, medan dei frå 2007B ligg godt under dei skotske forsøka. Dette kan bety at mortaliteten i våre forsøk var høgare i høve til trengetid og/eller tettleik enn i Lockwood sine. Ei anna forklaring er at den utrekna tettleiken i våre forsøk er for låg, dvs. at me har overestimert trengjevolumet. Dette er ikkje urimeleg å tru, avdi ein som allereie nemnt, ikkje har gode tal for vatnvolumet i merden under trenging.

I Lockwood sine forsøk vart det brukt særst små merdar, slik at fisken vart utsett for skader i huda ved kontakt mot nettet. Dei fann ein 50 % mortalitet for makrell som vart halden i to døger ved ein tettleik på ca. 30 fisk/m<sup>3</sup> (6,5 kg/m<sup>3</sup>) i nettbur med volum på 0.5 og 1 m<sup>3</sup>. I merdane som vart brukt i våre forsøk var volum sett i høve til overflate av nett større, om enn mindre enn i ei fullskala not. Den ca. 2 m breie halve smultringen som fisken vart tørka i, tilsvara eit volum på ca. 49 m<sup>3</sup> og hadde eit nettareal på ca. 98 m<sup>2</sup>, dvs. ein brøk mellom vatnvolum og nettverflate på 1/2. Ei idealisert snurpenot under tørking vil sjå mest ut som ei kule. I eit særst stort kast kan brøken mellom volum/overflate komme opp i 5/1, og dermed vil lite fisk ha direkte kontakt med nota. Det er likevel klart at store kast medfører eit enormt press på den fisken som er midt i nota frå dei andre individa i stimen. I det aller siste kastet i forsøka våre vart det fanga ca. 200 tonn makrell. Her vart det stopp i kavinga i 15 minutt og presset vart så stort i nota at flåen gjekk ned. I dette forsøket fekk me høg mortalitet også i kontrollgruppa (22 %). Dette skuldast nok både storleiken på kastet og tida fisken var i nota før han vart overført til merden. Dette viser igjen kor sårbar makrellen er for slik påkjenning.

Storleiken på fisk kan ofte vere avgjerande for om han overlever kontakt med reiskap eller ikkje (Davis, 2002; Suuronen *et al.* 1996). Små fisk vert lettare utmatta og kan også verta utsett for temperaturstress. Dersom små makrell dør først i merdane, vil gjennomsnittsvekta av overlevande fisk gå opp. Dette er ikkje eintydig i våre forsøk, men med omsyn til lengd er det ein tendens i fire av fem forsøk. Dette tyder i så fall at fisken som oftast vert sleppt er han som tåler det minst.

Dei innleiande forsøka i 2005 vart utført med låssett makrell i ein våg utanfor Bergen. I desse forsøka var mortaliteten mykje lågare enn i forsøka som vart gjennomført i ope hav. Det er ikkje enkelt å forklara desse skilnadene. Den same trenden vart funne i forsøk der ein skulle sortere notfanga makrell med sorteringsrist (Misund og Beltestad, 2000). I dei første forsøka, der ein brukte låssett makrell, fann ein mest ingen mortalitet, medan ein i fullskala forsøk som vart utført seinare i ope hav om bord på ringnotfartøy fekk ein massiv mortalitet. Det er uvisst kva som er orsaka til desse skilnadene, men det kan sjå ut som at makrell som har gått ei tid i merd tåler handsaming betre. Han utviklar kanskje ei anna åtferd (domestisering) og vert mindre uroa ved handtering enn nyfanga fisk.

Våre forsøk viser klart at det er avgjerande korleis makrellen vert handsama under kaving og slepping dersom han skal kunne settast fri og overleve. Om fisken vert halden lenge i halvkava not eller om han ikkje får symje fritt ut av nota, må ein rekne med høg mortalitet. Heilt klart er det at dersom makrellen vert trengt slik at han byrjar å koka, vert mortaliteten

uakseptabelt høg (nesten 100 %). Tilsvarende problem er dokumentert for sardin (Mitchell *et al.*, 2002).

Alle trengingsforsøka som er omtala her, er gjort om dagen, medan ein del av makrellfiskeria i Noreg skjer om natta. Kor stor del av fangsten som vert tatt på natt-tid vil til dømes variere med endringar i marknadssituasjonen, makrellens utbreiings- eller vandringsmønster. Når makrellen utpå hausten (i slutten av september) vert meir tilgjengeleg om natta, vil han gjerne opptre i større flak og det er lett å få for mykje makrell inn i nota, noko som gjer behovet for fangstregulering gjennom slepping høgare. I mørkret løyser makrellen si stimåtferd seg opp, han sym ustrukturert og greier ikkje orientera seg i høve til nota. Dermed oppstår det lettare kollisjonar mellom fisk og nett, og risikoen for skader i huda vert større (Cui *et al.* 1991, Blaxter and Parrish, 1965). Det er dermed ikkje usannsynleg at mortaliteten til makrell vert enno høgare om han vert trengt og sloppen under nattkasting enn ved fangsting om dagen (Olla *et al.* 2000). Dette bør undersøkast i vidare forsøk.

## Referansar

Blaxter, J.H.S. and B.B. Parrish, 1965. The importance of light in shoaling, avoidance of nets and vertical migration by herring. *Journal du Conseil* 1965 30(1): 40-57.

Cui, G., Wardle, C.S., Glass, C.W., Johnstone, A.D.F., Mojsiewicz, W.R. 1991. Light level thresholds for visual reaction of mackerel, *Scomber scombrus* L., to a coloured monofilament nylon netting materials. *Fisheries Research*, 10: 255-263.

Davis, M.W. 2002. Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 59: 1834-1843.

Holeton, G., Pawson, M.G., Shelton, G. 1982. Gill ventilation and gas exchange in the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.). *Canadian Journal of Zoology*, 60: 1141-1147.

Lockwood, S.J., Pawson, M.G., Eaton, D.R. 1983. The effects of crowding on mackerel (*Scomber scombrus* L.): physical conditions on mortality. *Fisheries Research*, 2: 129-147.

Misund, O.A., Beltestad, A.K. 1995. Survival of herring after simulated net bursts and conventional storage in net pens. *Fisheries Research*, 22: 293-297.

Misund, O.A., Beltestad, A.K. 2000. Survival of mackerel and saithe that escape through sorting grids in purse seines. *Fisheries Research*, 48: 31-41.

Mitchell, R.W., Blight, S.J., Gaughan, D.J., Wright, I.W. 2002. Does the mortality of released *Sardinops sagax* increase if rolled over the headline of a purse seine net? *Fisheries Research*, 57: 279-285.

Simmonds, J., 2007. Are reported catches sufficient to account for biomass in the NE Atlantic mackerel stock. Manuscript in prep.

Suuronen, P. 2005. Mortality of fish escaping trawl gears. FAO Fisheries Technical Paper no 478, 70 pp.

Suuronen, P., Erickson, D., Orrensalo, A. 1996a. Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. Fisheries Research 25: 305-321.

Suuronen, P., Perez-Comas, J.A., Lehtonen, E., Tschernij, V. 1996b. Size-related mortality of herring (*Clupea harengus* L.) escaping through a rigid sorting grid and trawl codend meshes. ICES Journal of Marine Science, 33: 691-700.



Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

**Institute of Marine Research**

Nordnesgaten 50 - Postboks 1870 Nordnes  
NO-5817 Bergen  
Tel.: 55 23 85 00 – Faks: 55 23 85 31

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

**AVDELING TROMSØ**

Sykehusveien 23, Postboks 6404  
NO-9294 Tromsø  
Tlf.: 77 60 97 00 – Faks: 77 60 97 01

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

**FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN**

Nye Flødevigveien 20  
NO-4817 His  
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 37 05 90 01

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

**FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL**

NO-5392 Storebø  
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 56 18 22 22

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET,  
FORSKNINGSSTASJONEN MATRE**

NO-5984 Matredal  
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 56 36 75 85

**SAMFUNNSKONTAKT OG KOMMUNIKASJON  
PUBLIC RELATIONS AND COMMUNICATIONS**

Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 55 23 85 55  
E-post: [informasjonen@imr.no](mailto:informasjonen@imr.no)

**[www.imr.no](http://www.imr.no)**

