Preživljavanje riba nakon bijega iz ribolovnih alata

Stanić, Lovre

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:226:588206

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of University Department of Marine Studies

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PREDDIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

Lovre Stanić

PREŽIVLJAVANJE RIBA NAKON BIJEGA IZ RIBOLOVNIH ALATA

Završni rad

Split, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PREDDIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

PREŽIVLJAVANJE RIBA NAKON BIJEGA IZ RIBOLOVNIH ALATA

Završni rad

Predmet: Gospodarenje živim bogatstvima mora

Mentor:
Doc. dr. sc. Frane Škeljo

Student:
Lovre Stanić

Split, rujan 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Splitu
Sveučilišni odjel za studije mora
Preddiplomski studij Morsko ribarstvo

Završni rad

PREŽIVLJAVANJE RIBA NAKON BIJEGA IZ RIBOLOVNIH ALATA

Lovre Stanić

Sažetak

U ovom radu analizirani su glavni čimbenici koji uzrokuju stres, ozljede i smrtnost riba nakon bijega iz ribolovnih alata, a ponajviše iz povlačne mreže koće. Glavni obrađeni čimbenici su: utjecaj veličine i oblika mrežnih oka, veličina ribe, iscrpljujuće plivanje, vremenski uvjeti na moru, temperatura mora, trajanja potega i posljedice ozljeda kože. Objašnjeni su i čimbenici koji uzrokuju smrtnost ribe ulovljene koćom nakon odbacivanja s palube, poput prisutnosti plivaćeg mjehura, vremena izloženosti na palubi, temperature mora i zraka te trajanja potega i količine ulova. Iako se rad većim dijelom bavi povlačnom mrežom koćom, obrađena je i smrtnost nakon bijega iz zaglavljujućih mreža, vrša, mreža plivarica te s udičarskih alata. Na samom kraju rada opisani su standarni postupci istraživanja smrtnosti odnosno preživljavanje riba nakon bijega iz koće, gdje je neophodno sakupiti 'pobjegle' jedinke, transportirati ih do kaveza za promatranje te kroz određeni period promatrati njihovu smrtnost.

(25 stranica, 7 slika, 65 literaturni navod, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: Smrtnost riba, preživljavanje riba, odbačeni ulov, ribolovni alati, koća

Mentor: Doc. dr. sc. Frane Škeljo

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Frane Škeljo
Doc. dr. sc. Jure Brčić
Doc. dr. sc. Marin Ordulj

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Split
Department of Marine Studies
Undergraduate study Marine Fishery

BSc Thesis

FISH SURVIVAL AFTER ESCAPEMENT FROM THE FISHING GEARS

Lovre Stanić

Abstract

In this paper the main factors that cause stress, injury and mortality of the fish after escaping from the fishing gears, mainly trawl nets, have been analysed. The main covered factors are: mesh size and shape, fish size, swimming exhaustion, weather conditions at sea, sea temperature, duration of the tow and the consequences of skin injuries. Factors that cause death of discarded fish (caught by the trawl and discarded from the deck of the vessel) have been explained, such as the presence of a swim bladder, exposure time on the deck, sea and air temperature, duration of the tow and total catch amount. Although the main focus of the paper is trawl induced mortality, the mortality related to other fishing gears (gillnets, pots, purse sines, hook and line gears) has also been described. In the last chapter, the standard research methods used to estimate survival of fish after the escape from the trawl codend are described, with basic steps of collecting 'escaped' individuals, transporting them to the observation cages and observing their mortality for a certain period of time.

(25 pages, 7 figures, 65 references, original in: Croatian)

Keywords: Escape mortality, escape survival, discard, fishing gears, trawl

Supervisor: Frane Škeljo, PhD / Assistant Professor

Reviewers: Frane Škeljo, PhD / Assistant Professor
Jure Brčić, PhD / Assistant Professor
Marin Ordulj, PhD / Assistant Professor

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. RAZRADA TEME 3
2.1. Glavni čimbenici koji uzrokuju stres, ozljedu i smrtnost riba nakon bijega iz vreće povlačne mreže koće 3
2.1.1. Utjecaj veličine i oblika mrežnih oka 3
2.1.2. Utjecaj veličine ribe 5
2.1.3. Uzroci i posljedice ozljeda kože 5
2.1.4. Utjecaj iscrpljujućeg plivanja 6
2.1.5. Utjecaj vremenskih uvjeta na moru 7
2.1.6. Utjecaj temperature mora 7
2.1.7. Utjecaj trajanja potega 8
2.1.8. Utjecaj spola i smrtnost predacije 8
2.2. Glavni čimbenici koji uzrokuju smrtnost ribe odbačene nakon ulova koćom 9
2.2.1. Prisutnost plivaćeg mjehura 9
2.2.2. Vrijeme izloženosti na palubi i temperature zraka 10
2.2.3. Temperature vode 10
2.2.4. Trajanje potega i količina ulova 11
2.3. Smrtnost povezana s ostalim vrstama ribolova 12
2.3.1. Smrtnost povezana s hvatanjem na udicu i puštanjem 12
2.3.2. Smrtnost povezana sa zaglavljujućim mrežama 13
2.3.3. Smrtnost urokovana izgubljenim vršama 13
2.3.4. Smrtnost povezana s ribolovom mrežom plivaricom 14
2.4. Metodologije i tehnike korištene u istraživanjima preživljavanja riba nakon bijega iz koće 15
2.4.1. Utjecaj pokrovne vreće i trajanje uzorkovanja 15
2.4.2. Metode za prikupljanje pobjeglih riba 16
2.4.3. Transport pobjeglih jedinki do kaveza za promatranje 18
2.4.4. Trajanje promatranja 18
3. ZAKLJUČAK 19
4. LITERATURA 20

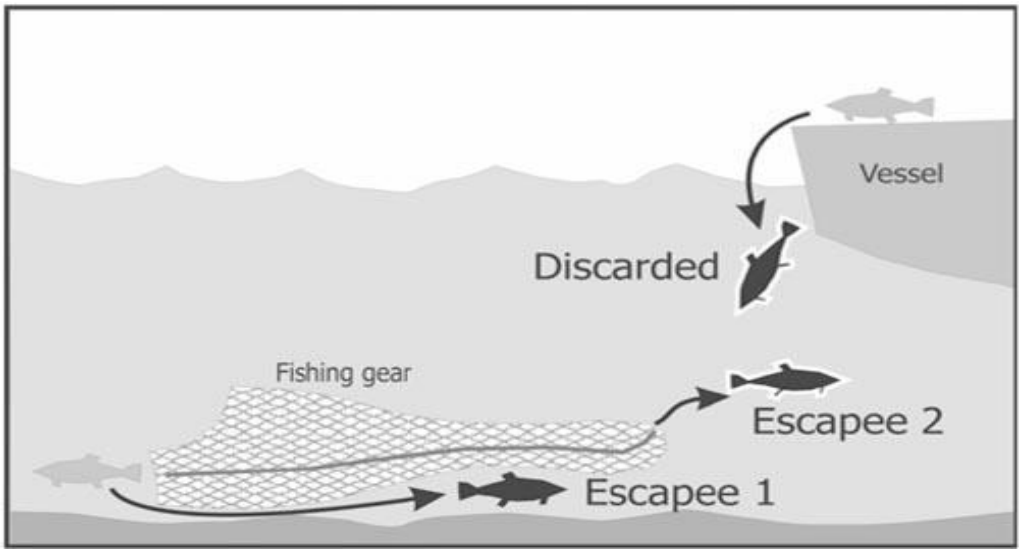
1. UVOD

Da bi se smanjio problem prekomjernog izlova juvenilnih i neciljanih vrsta u komercijalnom ribolovu, izvršena su opsežna istraživanja s ciljem unaprjeđenja selektivnosti ribolovnih alata (prema veličini i prema vrsti), osobito za povlačne alate (Kennelly, 1995; Wileman i sur., 1996; Broadhurst, 2000; van Marlen, 2000; Walsh i sur., 2002; Valdemarsen i Suuronen, 2003; Graham i Ferro, 2004). Međutim, selektivni ribolovni alat može biti opravdan samo ako značajan broj pobjeglih riba ili drugih organizama preživi. Ako većina riba pobjeglih iz povlačne mreže ugine, mjere koje određuju minimalnu veličinu oka mreže ili selektivnih panela bit će od male koristi.

Rezultati istraživanja mortaliteta nakon selekcije, odnosno smrtnosti nakon bijega, sugerira da smrtnost povezana s hvatanjem i bijegom može biti relativno niska za mnoge vrste, točnije za tovarke i plosnatice. Međutim, također se zna da sve ribe ne prežive proces bijega. Preživljavanje riba nakon bijega je sve važnija problematika, upravo zbog jakih tendencija u upravljanju ribarstvom za poboljšanjem selektivnosti ribolovnih alata (Halliday i Pinhorn, 2002).

Studije o smrtnosti riba nakon ulova u komercijalnom ribolovu klasificiraju se u dvije široke kategorije prema postupku hvatanja i puštanja:

(a) preživljavanje riba koje bježe iz ribolovnih alata tijekom procesa ribolova; i
(b) preživljavanje riba odbačenih s palube nakon ulova (Slika 1).



Slika 1. Riba može izbjeći povlačni ribolovni alat primjerice ronjenjem ispod mreže (Escapee 1) ili plivajući kroz mrežu (Escapee 2). Riba koja nije uspjela pobjeći tijekom ribolova može se odbaciti s palube broda nakon što je ulovljena (Discarded) (izvor: http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/y6981e/y6981e01.pdf).

2. RAZRADA TEME

2.1. Glavni čimbenici koji uzrokuju stres, ozljede i smrtnost riba nakon bijega iz vreće povlačne mreže koće

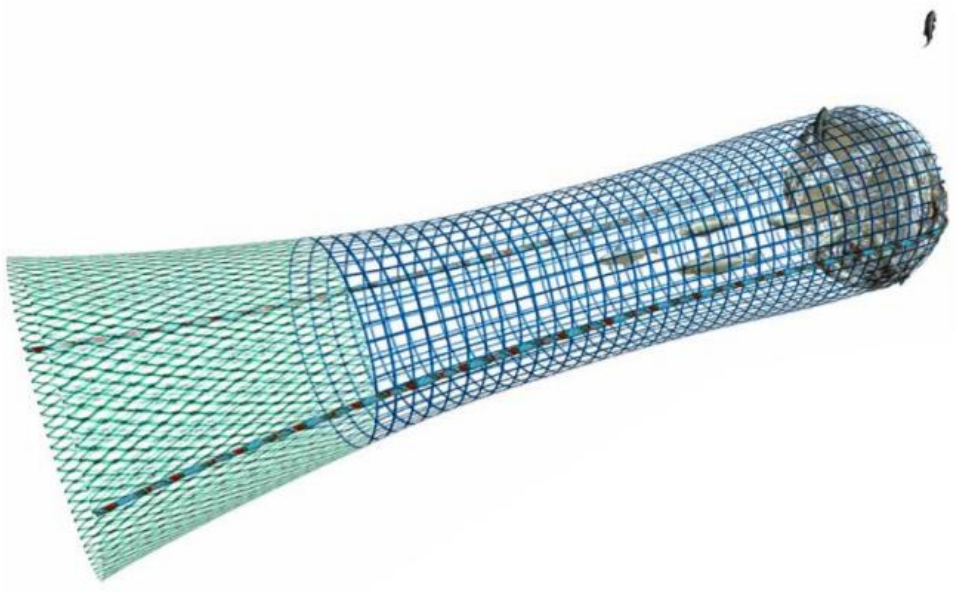
Kod povlačnih ribolovnih alata, riba obično bježi iz vreće (Wileman i sur., 1996) pa je većina studija preživljavanja usredotočena na smrtnost nakon bijega kroz mrežni teg vreće. Međutim, zona utjecaja ribolovnog alata nije ograničena samo na mjesto gdje se riba zadržava i gdje bježi; ona također uključuje i dijelove alata koji plaše ribu. Vrlo malo se zna o sudbini riba koje bježe iz tih područja, ali očito je da su izazvani stres, ozljede i smrtnost znatno manji nego kod onih riba koje bježe iz vreće.

2.1.1. Utjecaj veličine i oblika mrežnih oka

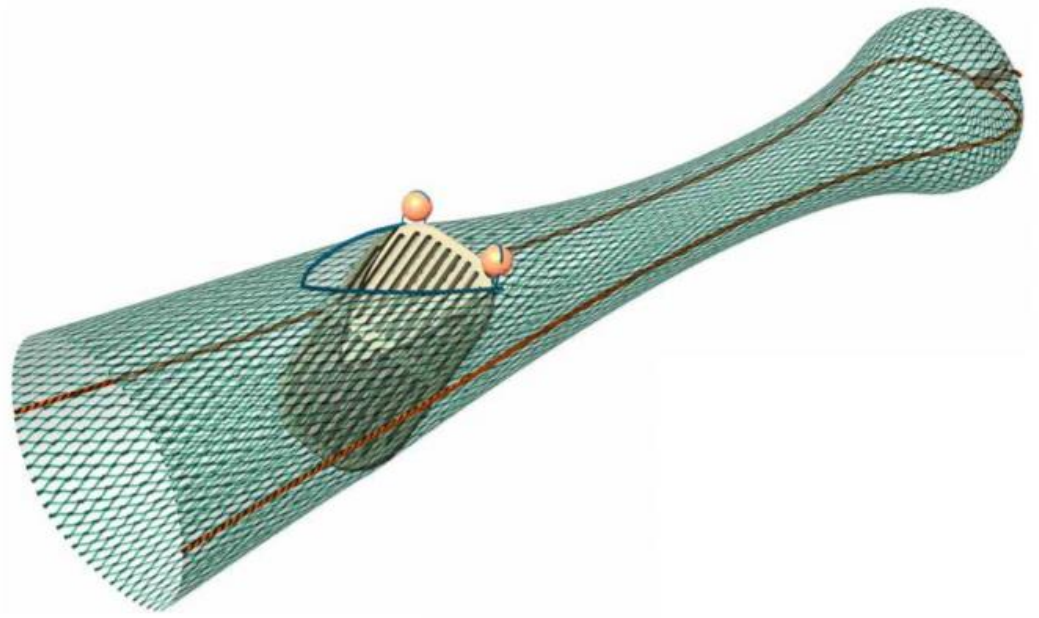
Smatra se da će se povećanjem veličine oka u vreći koće automatski smanjiti ozljede i smrtnost riba tijekom bijega iz vreće, budući da će jedinka lakše proći kroz veće oko pa će se samim time i manje oštetiti. Negativna korelacija između stopa smrtnosti i povećanja veličine mrežnih oka zabilježena je u nekoliko istraživanja. Lowry i sur. (1996) pokazali su da kod riba koje bježe kroz veće mrežno oko dolazi do manjih oštećenja kože i ljusaka, u odnosu na ribe koje bježe kroz mrežu s manjim otvorom oka. S druge strane, neka istraživanja su pokazala da veličina oka vreće ima manji utjecaj na preživljavanje ribe (Suuronen i sur., 1996b; Wileman i sur., 1999).

Postoje naznake da oblik oka mreže može igrati važniju ulogu od veličine oka kod smanjenja smrtnosti nakon bijega. Primjerice, zabilježeno je da jedinke bakalara (*Gadus morhua*) i pišmolja (*Merlangius merlangus*) nakon bijega iz vreće s kvadratnim okom (Slika 2) imaju nižu smrtnost od jedinki koje su pobjegle kroz vreću s tradicionalnim romboidnim oblikom oka iste veličine (Main i Sangster, 1990;). Razlog što mnoge ribe mogu pobjeći kroz kvadratno oko mreže s manje ozljeda je što romboidno oko može postati gotovo zatvoreno uslijed napetosti mreže tijekom povlačenja. U nekim istraživanjima pokazalo se da bijeg putem posebnog uređaja za sortiranje, kao što je rešetka (Slika 3), rezultira nižom smrtnošću od bijega kroz mrežna oka (Suuronen i sur., 1996b; Ingolfsson i sur., 2002), no to još nije u potpunosti dokazano. Potencijalna prednost panela izrađenih od kvadratnih oka i posebnih uređaja za sortiranje je to što se mogu postaviti ispred same vreće, tako da ribe koje bježe ne moraju ući u stražnji dio vreće, koji je vjerojatno zona za bijeg s najvišom smrtnošću.

Međutim, ozljede i smrtnost do kojih dolazi uslijed bijega kroz selektivne naprave, bilo da je riječ o panelu s kvadratnim okom ili rešetci za sortiranje, još uvijek nisu dovoljno istražene.



Slika 2. Vreća koće izrađena od kvadratnih oka (izvor: http://www.discardless.eu)



Slika 3. Sortirna rešetka postavljena ispred vreće (izvor: http://www.discardless.eu)

2.1.2. Utjecaj veličine ribe

Istraživanja još uvijek nisu dala uvjerljive rezultate u pogledu odnosa između smrtnosti nakon bijega i veličine ribe, ali uočeno je da se smrtnost smanjuje s povećanjem duljine ribe. Na primjer, Wileman i sur. (1999) primijetili su da je srednja duljina jedinki bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) uginulih nakon bijega iz vreće bila znatno niža od duljine preživjelih jedinki, tj. preživljavanje se povećalo s povećanjem dužine ribe. Slični rezultati opisani su u mnogim istraživanjima provedenim na vrstama reda Gadiformes (Lowry i sur., 1996; Sangster i sur., 1996; Pikitch i sur., 2002; Ingolfsson i sur., 2002) te na baltičkoj haringi (*Clupea harengus*) (Suuronen i sur., 1996). Mnoga istraživanja pokazala su negativnu korelaciju između ozljeda kože tijekom bijega i veličine ribe, odnosno najveće ozljede zabilježene su kod najmanjih jedinki (Soldal i sur., 1991; Soldal i sur., 1993; Soldal i Isaksen, 1993; Suuronen i sur., 1996; Ingolfsson i sur., 2002), vjerojatno zbog toga što su manje jedinke slabiji plivači pa teže mogu izbjeći kontakt s mrežnim tegom dok plivaju unutar samog alata. Manje jedinke također mogu imati manje tjelesne snage za aktivni bijeg iz alata te mogu provesti dulji period u mreži prije bijega, a samim time njihova visoka ranjivost može biti rezultat kombinacije iscrpljenosti i ozljeda. Međutim, treba naglasiti da u nekim istraživanjima nije pronađena povezanost između ozljeda kože nakon bijega i veličine ribe (Lowry i sur., 1996; Sangster i sur., 1996; Suuronen i sur., 1996a; 1996b; Suuronen i sur., 2005; Pikitch i sur., 2002). Smrtnost riba nakon bijega također može biti barem djelomično ovisna i o starosti i kondiciji jedinki.

Iz svega navedenoga možemo zaključiti da postoje složeni odnosi između veličine ribe i njihovih ozljeda i smrtnosti zbog hvatanja i bijega. Općenito možemo reći da veće jedinke imaju manje ozljeda i manju smrtnost, ali ovo može biti i posljedica metoda korištenih tijekom istraživanja, budući da manje jedinke mogu biti vrlo osjetljive na sakupljanje i rukovanje (Suuronen i sur., 1996b; Breen i sur., 2002). Dakle, rezultate koji opisuju odnos između veličine riba, njihovih ozljeda i smrtnosti treba uzeti s oprezom.

2.1.3. Uzroci i posljedice ozljeda kože

Poznato je da koža riba obavlja niz funkcija koje su važne za njihov opstanak i zdravlje. To uključuje mehaničku zaštitu, osmoregulacijsku kontrolu, zaštitu od patogena, komunikaciju, osjetilni prijem, hvatanje i izbjegavanje predatora. Ovisno o težini oštećenja, može doći do gubitka jedne ili svih vitalnih funkcija kože. Zbog svojih abrazivnih svojstava,

mrežni materijali mogu uzrokovati ozbiljne ozljede tijekom povlačenja koće, osobito u vreći gdje su jedinke iscrpljene i pretrpane zajedno. U brojnim istraživanjima zabilježene su ozljede uzrokovane ribolovnim alatom kod riba koja su pobjegla iz vreće koće (Borisov i Efanov, 1981; Main i Sangster, 1990; Suuronen i sur., 1996a; 1996b, Wileman i sur., 1999.). Do ozljeda može doći i prije nego riba dospije u vreću; pomoću videozapisa, Suuronen i sur. (1996b) opazili su da baltička haringa ne može izbjeći kontakt s grlom koće, odnosno 'struže' po mrežnom tegu, što rezultira velikim gubitkom ljusaka i ozljedama kože.

Iako su mnoga istraživanja pokazala da je oštećenje kože, osobito gubitak ljuske, prevladavajuća ozljeda među ribama koje su pobjegle iz koće, još uvijek nije sa sigurnošću dokazano da je to glavni uzrok smrtnosti. Međutim, iako se ozljede kože ne mogu smatrati jedinim uzrokom smrtnosti u prvom danu nakon bijega, one mogu uzrokovati sekundarne infekcije koje značajno povećavaju smrtnost u narednim danima.

2.1.4. Utjecaj iscrpljujućeg plivanja

Vrsta stresa kojem je riba podvrgnuta tijekom lova komercijalnim ribolovnim alatima ovisi o načinu ribolova. U slučaju povlačnih ribolovnih alata, stres uključuje boravak u zatvorenom i pretrpanom prostoru te dugotrajno iscrpljujuće plivanje unutar mreže. Suuronen i sur. (1996a) i Tschernij i Suuronen (2002) promatrali su baltičke bakalare (*Gadus morhua*) koji plivaju ispred pridnene koće dok se ne iscrpe, nakon čega se okrenu i budu uhvaćeni u mrežu. Xu i sur. (1993) pokazali su da male jedinke bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) postaju izrazito iscrpljene tijekom procesa hvatanja u koću, a Beamish (1966) je naglasio da i sam mišićni umor može uzrokovati smrtnost. Isto tako, dramatično smanjenje količine glikogena u jetri malih baltičkih haringi (*Clupea harengus*) (7 do 11 cm) pobjeglih nakon prisilnog plivanja u mreži može povećati njihovu osjetljivost na stres, što može uvelike doprinijeti visokoj smrtnosti (Suuronen i sur., 1996).

Iscrpljenost uslijed intenzivnog ili dugotrajnog plivanja može biti važan faktor koji doprinosi smrtnosti, iako za sada postoji malo izravnih znanstvenih dokaza. Treba naglasiti i da je bakalar (*Gadus morhua*) preživio tešku iscrpljenost mišića tijekom plivanja u eksperimentalnim uvjetima (Soldal i sur., 1993). Iako je vjerojatno da brzina povlačenja ima utjecaj na sposobnost plivanja ribe tijekom bježanja od mreže, a time i na smrtnost, nema objavljenih podataka o utjecaju brzine povlačenja na preživljavanje jedinki.

2.1.5. Utjecaj vremenskih uvjeta na moru

Općenito je poznato da stanje mora utječe na selektivnost u vreći koće (Wileman i sur., 1996; O'Neill i sur., 2003) pa možemo pretpostaviti da povećana valovitost mora i pomicanje plovila utječu i na preživljavanje ribe koja bježi iz vreće. 'Ljuljanjem' mreže uslijed valova može se promijeniti protok vode unutar alata i otežati ribama da se orijentiraju prema selektivnim panelima ili sortirnim rešetkama. Međutim, iako pri valovitijem moru ribe mogu doživjeti stres i ozljedu, isto tako može doći i do povećanog bijega tijekom povlačenja i izvlačenja mreže (Engås i sur., 1999). Wileman i sur. (1999) pokazali su da se preživljavanje pišmolja (*Merlangius merlangus*) nakon bijega iz vreće koće smanjilo s povećanom valovitosti mora. Međutim, sličan utjecaj nije zabilježen u drugim istraživanjima slične vrste te je potreban dodatan istaživački rad u ovom području.

2.1.6. Utjecaj temperature mora

Temperatura mora utječe na fiziološke procese i ponašanje ribe (He i Wardle, 1988; Özbilgin i Wardle, 2002), a tako vjerojatno utječu i na njihov bijeg i naknadno preživljavanje. Suuronen i sur. (2005) uočili su nisku smrtnost baltičkog bakalara (*Gadus morhua*) (oko 3%) pri temperaturama mora manjim od 10°C. Pri višim temperaturama (> 15°C) zabilježena je bitno veća smrtnost (do 75%), ali je ipak postojala velika razlika između pojedinih potega koćom. Ribe koje su uhvaćene povlačnim ribolovnim alatima na većim dubinama ili u hladnijim vodama mogu biti izložene znatno višim temperaturama prilikom izvlačenja mreže na manju dubinu ili na plovilo. Ako se bijeg događa na relativno manjoj dubini, a povlačenje je počelo na većoj dubini, stres, ozljeda i smrtnosti nakon bijega mogu se povećati uslijed promjena temperature mora. U laboratorijskim istraživanjima, stopa smrtnosti povećala se s povećanjem temperature morske vode za jedinke vrsta *Anoplopoma fimbria*, huj (*Ophioidn elongatus*) i pacifičkog halibuta (*Hippoglossus stenolepis*), koje su prvo bile povlačene u mreži, a zatim izložene povišenoj temperaturi, i to na 100% smrtnosti pri 16°C za *A. fimbria*, 18°C za pacifičkog halibuta i 20°C za huja (Davis i sur., 2001; Davis i Olla, 2001; 2002). Iako su postojale znatne razlike u stopama smrtnosti među ovim vrstama, rezultati ukazuju na značajan utjecaj temperature mora na preživljavanje.

2.1.7. Utjecaj trajanja potega

Može se pretpostaviti da vrijeme povlačenja ima jak utjecaj na stres, ozljede i smrtnost, jer će dulje povlačenje vjerojatno dovesti do većeg ulova, gomilanja jedinki, abrazije zbog kontakta s mrežom i drugim jedinkama i iscrpljenosti uslijed dugotrajnog plivanja. Duljina vremena koje riba provede u mreži prije bijega uglavnom nije poznata, a moguće je da postoje znatne varijacija ovisno o kondiciji, vrsti i veličini ribe. Opće pravilo moglo bi biti da riba koja pobjegne, to uglavnom uradi vrlo brzo nakon što stigne u vreću koće, i za te jedinke trajanje potega nije nužno najvažniji čimbenik koji utječe na preživljavanje. One ribe koje ne uspiju brzo pobjeći uskoro postaju iscrpljene i nagomilane u vreći s ostalom ribom. Neke od tih riba mogu pobjeći kasnije, osobito tijekom izvlačenja koće kada je smanjena napetost mrežnog tega u vreći, ali vrlo je vjerojatno da će ove jedinke imati drugačiju stopu smrtnosti od jedinki koje pobjegnu odmah nakon ulaska u vreću.

2.1.8. Utjecaj spola i smrtnost predacije

Malo je istraživanja o utjecaju spola na smrtnost ribe nakon bijega. Wileman i sur. (1999) pokazali su da spol nije imao utjecaja na preživljavanje spolno nezrelog bakalara (*Gadus morhua*) i pišmolja (*Merlangius merlangus*). Međutim, spol može biti važan faktor za odrasle jedinke, barem tijekom perioda mrijesta, kada ženke imaju veći opseg poprečnog presjeka tijela od mužjaka iste duljine.

Poznato je da brodski grabežljivci poput dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) prate plovila tijekom povlačenja mreže i hrane se ribom koja pobjegne iz vreće (Broadhurst, 1998). U laboratorijskim uvjetima, Ryer (2002) je pokazao da jedinke bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) podvrgnute hvatanju i stresu bijega imaju veću vjerojatnost susreta s predatorima od jedinki u kontrolnoj skupini. Ryer i sur. (2004) naglašavaju da čak i relativno male promjene u otkrivanju i izbjegavanju predatora ili traženju skloništa mogu imati veliki utjecaj na preživljavanje. Štoviše, riba može biti prebačena na znatnu udaljenosti tijekom bijega od mreže i boravka u mreži. Nakon bijega, riba se može naći u vrlo drugačijem okolišu, što može dodatno smanjiti učinkovitost urođenih reakcija ponašanja prema grabežljivcima te im otežava pronalazak skloništa i hrane.

2.2. Glavni čimbenici koji uzrokuju smrtnost ribe odbačene nakon ulova koćom

Mnogi od čimbenika koji utječu na preživljavanje odbačenih riba slični su onima koji utječu na ribe koje pobjegnu iz vreće koće, s tim da odbačene ribe imaju dodatni stres i ozljede nastale uslijed podizanja na palubu broda, rukovanje na palubi i izlaganje zraku te sam proces odbacivanja. Odbacivanje dijela ulova je široko rasprostranjena praksa u komercijalnom ribolovu, a smrtnost uslijed odbacivanja predstavlja veliki izvor nesigurnosti u procjeni ukupnih stopa smrtnosti riba te je važno pitanje u svjetskom ribarstvu. Većina radova o smrtnosti nakon odbacivanja koncentrirala se na preživljavanje ribe uhvaćene povlačnim alatima (pridnene koće, koće s gredom, koće za lov kozica). Nekoliko studija uključuju druge alate kao što su parangali, zaglavljujuće mreže i klopkasti alati. Davis (2002) je istaknuo važnu ulogu okolišnih čimbenika, različitu osjetljivost na stres među različitim vrstama i veličinama jedinki, kao i interakcije među stresovima, što također utječe na smrtnost odbacivanja.

2.2.1. Prisutnost plivaćeg mjehura

Vrste i opseg ozljeda uzrokovanih odbacivanjem specifične su za svaku vrstu (Davis, 2002). Dok su neke vrste vrlo osjetljive na hvatanje i odbacivanje, druge su sposobne preživjeti taj stres. Ribe s plivaćim mjehurom ili drugim organima koji se nakon ulova napuhuju zbog promjene tlaka mogu lako ostati "zarobljene" u blizini površine nakon odbacivanja, što može uzrokovati smrtnost. Stoga nije iznenađujuće da pridnene ribe poput bakalara (*Gadus morhua*), bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) i crne kolje *(Pollachius virens)* ne prežive proces odbacivanja (Davis, 2002). Treba napomenuti da ove ribe mogu imati barem tri vrste reakcija na dekompresiju:

(a) plivaći mjehur može postati prenapuhan, ali ostaje netaknut,
(b) plivaći mjehur može puknuti, ali plin ostane u trbušnoj šupljini,
(c) plivaći mjehur može puknuti i plin se oslobađa kroz trbušni zid.

Bez obzira na vrstu oštećenja organa ispunjenih plinom, najučinkovitiji način smanjenja smrtnosti takvih vrsta bio bi odabir mjere koja im omogućuje da pobjegnu prije podizanja na površinu vode ili blizu površine. Kod vrsta riba koje nemaju plivaći mjehur, kao što su crni bakalar (*Anoplopoma fimbria*), huj (*Ophiodon elongatus*) i plosnatice, smrtnost

nakon puštanja pokazuje veće varijacije nego kod vrsta s plivaćim mjehurom (Alverson i sur., 1994; Erickson i Pikitch, 1999; Davis, 2002).

Za nekoliko vrsta plosnatica pojedina istraživanja pokazala su relativno dobre šanse za preživljavanje (Kelle, 1976; 1977; Pikitch i sur., 1996), dok su u drugim istraživanjima primijećene relativno velike smrtnosti (Lindeboom i de Groot, 1998). Očito je da se poboljšanjem mjera za rukovanje ulovom na palubi može smanjiti smrtnost odbačenih jedinki.

2.2.2. Vrijeme izloženosti na palubi i temperatura zraka

Vrijeme rukovanja ulovom na palubi i temperatura zraka su među najvažnijim čimbenicima koji utječu na preživljavanje odbačene ribe. Izloženost zraku gotovo je neizbježna kada se ulov prenese na palubu. Vrijeme izlaganja može biti u rasponu od nekoliko minuta, kada su ulovi mali, do nekoliko sati za velike ulove. Veće preživljavanje odbačenih jedinki povezano je s kratkim periodom izloženosti zraku i s niskom temperaturom zraka na palubi. Izravno sunčevo svjetlo na palubi može značajno povećati smrtnost odbačene ribe (Kelle, 1976; Pikitch i sur., 1996). Bilo koje promjene u ribarskoj praksi koje smanjuju vrijeme rukovanja ulovom i izloženosti ribe na zraku smanjit će smrtnost odbačenih jedinki. Treba napomenuti i da jako niska temperatura (ispod točke smrzavanja) na palubi također može pridonijeti smrtnosti odbačenog ulova.

Iako su vrijeme rukovanja ulovom i izloženost zraku nesumnjivo vrlo važni čimbenici pri preživljavanju odbačenog ulova, važno je i u kakvom stanju je riba došla na palubu. Na primjer, odbačene ribe provedu više vremena u mreži nego ribe koje pobjegnu za vrijeme samog ribolova pa i trajanje samog potega može biti važan faktor u smrtnosti jedinki nakon odbacivanja.

2.2.3. Temperatura mora

Temperatura mora utječe na preživljavanje odbačene ribe, iako se osjetljivost na temperaturu razlikuje među vrstama. Erickson i sur. (1997) zabilježili su vrlo visoku smrtnost (> 95%) za jedinke vrste *Anoplopoma fimbria* uhvaćene koćom i odbačene kada je površinska temperatura mora bila visoka (18 - 20°C). Smrtnost je bila znatno niža kada je površinska temperatura mora bila u rasponu 12 - 15°C (Erickson i Pikitch, 1999). Laboratorijske studije pokazale su slične rezultate za ovu vrstu – držanje ribe na temperaturi od 5°C, a zatim njeno

izlaganje temperaturama morske vode između 12 i 16°C rezultiralo je smanjenim hranjenjem, povećanim fiziološkim stresom i mortalitetom.

2.2.4. Trajanje potega i količina ulova

Pacifički halibut *(Hippoglossus hippoglossus)* je čest prilov u pridnenim koćama u ribolovnom moru Aljaske te kao neciljani ulov mora biti pušten (odbačen) natrag u more (Slika 4). Pikitch i sur. (1996) procijenili su smrtnost i fiziološko stanje halibuta ulovljenih koćom u Aljaškom zaljevu i odbačenih u more nakon ulova. Trajanje potega (od jednog do tri sata) bilo je među čimbenicima koji značajno doprinose smrtnosti halibuta. Slične rezultate dobili su i Erickson i Pikitch (1999), u čijem se istraživanju smrtnost vrste *Anoplopoma fimbria* nakon odbacivanja povečavala s vremenom trajanja potega. Ova istraživanja pokazuju da trajanje povlačenja može biti značajan faktor koji utječe na preživljavanje odbačene ribe. S druge strane, uglavnom nije poznato koliko dugo je odbačena riba provela u mreži. Neka istraživanja ukazuju da učinak trajanja potega na preživljavanje može biti povezan s količinom i sastavom ulova, kao i brzinom povlačenja.



Slika 4. Pacifički halibut *(Hippoglossus hippoglossus)* je čest prilov u pridnenim koćama u ribolovnom moru Aljaske. Propisi ne dopuštaju zadržavanje pacifičkog halibuta ulovljenog koćom, umjesto toga mora biti pušten (odbačen) natrag u more (izvor: http:// www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/y6981e/y6981e01.pdf).

2.3. Smrtnost povezana s ostalim vrstama ribolova

Svi osnovni ribolovni alati dovode do neke vrste ozljede ribe, kao što je vanjsko ili unutarnje ranjavanje, gnječenje, gubitak ljuski i različiti hidrostatski efekti, s tim da težina ozljeda varira među različitim ribolovnim alatima i tehnikama.

2.3.1. Smrtnost povezana s hvatanjem na udicu i puštanjem

Postoji nekoliko istraživanja o preživljavanju riba oslobođenih s udica različitih vrsta parangala. Općenito, izgleda da dubina penetracije udice, mjesto hvatanja i tehnika koja se koristi za uklanjanje udice iz ribe, imaju veliki utjecaj na naknadno preživljavanje. Progutana udica može uzrokovati znatno veću ozljedu od udice zadržane u ustima (npr. zabodene u čeljust, usnice ili operkulum). Riba koja se automatski uklanja s udice ima znatno veću smrtnost od riba kojima se udica uklanja ručno. Huse i Soldal (2002) pokazali su da je smrtnost nedoraslih jedinki bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) oslobođenih s udice pomoću automatske skidalice znatno veća (53%), od onih koje su skinute ručno (39%). Smrtnost hvatanja na udicu je promjenjiva i na nju utječu mnogi čimbenici, kao na primjer veličina i oblik udice. Trumble i sur. (2000) proveli su istraživanje u kojem su markirali pacifičke halibute (*Hippoglossus hippoglossus)* puštene s parangala s različitim vrstama i veličinama udica. Jedinke puštene s malih okruglih ili standardnih udica imale su manju smrtnost od jedinki puštenih s velikih okruglih udica.

Wertheimer (1988) odredio je smrtnost lososa (*Oncorhynchus tshawytscha*) oslobođenih nakon ulova panulom u komercijalnom ribolovu. Duljina ribe, mjesto ozljeda i vrsta mamca su tri faktora koja su utjecala na smrtnost nakon oslobađanja (smrtnost je bila u rasponu 9 - 32 %).

Na temelju dostupnih istraživanja možemo zaključiti da riba ulovljena na udicu može pretrpjeti niz ozljeda, naprezanja i smrtnosti ovisno o njenoj vrsti i veličini, temperaturi vode, dubini hvatanja, tipu i veličini udice, vrsti i veličini mamca, položaju i dubini prodiranja udice te postupka puštanja ribe.

2.3.2. Smrtnost povezana sa zaglavljujućim mrežama

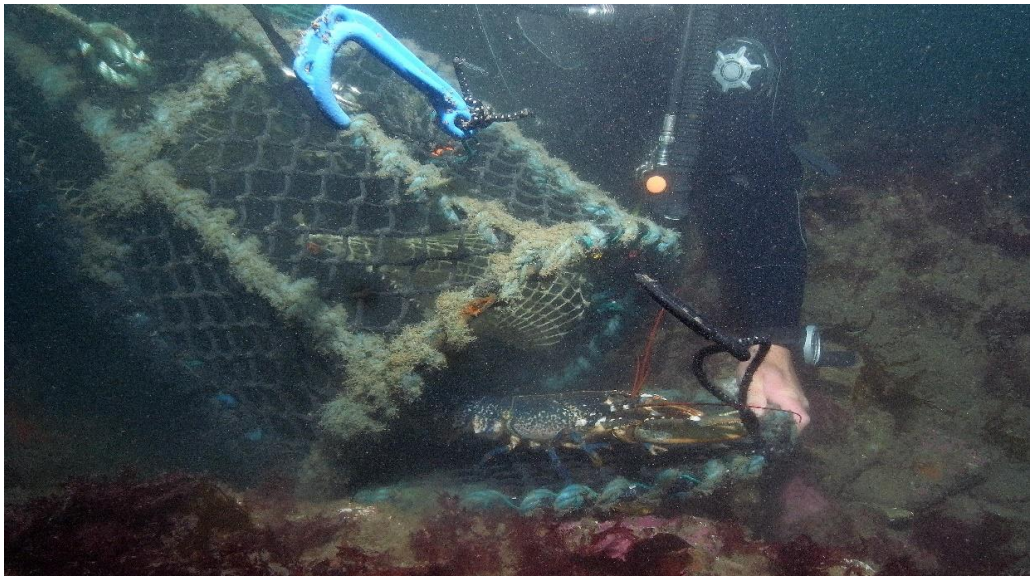
Mnoge vrste koje predstavljaju prilov u zaglavljujućim mrežama mogu se ozlijediti i uginuti tijekom samog procesa hvatanja ili neposredno nakon puštanja iz mreže. Thompson i sur. (1971) zabilježili su smrtnost od 80 do 100 posto za dvije vrste lososa (*Oncorhynchus tshawytscha* i *Oncorhynchus kisutch*) nakon bijega iz zaglavljujućih mreža. Materijal od kojeg je izrađen mrežni teg vjerojatno ima značajan utjecaj na ozljedu i naknadno preživljavanje (Van der Haegen i sur., 2004). Općenito se čini da ribolov zaglavljujućim mrežama uzrokuje znatna oštećenja ribe, koje nakon puštanja iz mreže doživljavaju visoku smrtnost. Ostali čimbenici koji bi mogli utjecati na smrtnost riba nakon puštanja iz zaglavljujućih mreža uključuju temperaturu vode, veličinu i kondiciju ribe.

Poznato je da zaglavljujuće mreže mogu nastaviti hvatati ribu i dugo nakon završetka sezone ribolova. Mreže se često izgube za vrijeme ribolova i ostanu na morskom dnu. Ovisno o uvjetima, izgubljene mreže mogu nastaviti hvatati ribu i nekoliko mjeseci ili godina prije nego što se potpuno raspadnu (Tschernij i Larsson, 2003). Smrtnost uzrokovana izgubljenim mrežama važno je pitanje u mnogim ribolovnim područjima. Ovaj problem djelomično se može riješiti upotrebom biorazgradivog mrežnog tega.

2.3.3. Smrtnost uzrokovana izgubljenim vršama

Ribolov vršama uglavnom rezultira ulovom živih i neozlijeđeni jedinki pa se u većini slučajevi neželjeni organizmi mogu osloboditi s dobrim izgledima za preživljavanje, iako čimbenici kao što su ozljede tijekom rukovanja na palubi, izloženost zraku, dekompresija ili termički šok mogu ugroziti njihovo preživljavanje. Međutim, pri lovu rakova i jastoga vrše često ostanu izgubljene u moru (Slika 5) (Smolowitz, 1978; Breen, 1987; Godoy i sur., 2003); konopac za izvlačenje vrše iz mora može puknuti tijekom povlačenja, propeler broda može odrezati konopac od plutače ili jake struje mogu potopiti plutaču ispod površine mora. Budući da tradicionalni materijali koji se koriste za izradu vrša ne propadaju brzo, postoji zabrinutost da izgubljene vrše i dalje love komercijalne i nekomercijalne vrste, čime pridonose neuračunatoj smrtnosti. Vienneau i Moriyasu (1994) i Hebert i sur. (2001) otkrili su visoku smrtnost među snježnim rakovima (*Chionoecetes opilio*) uhvaćenim u konusnim vršama, dok su Godoy i sur. (2003) s druge strane uočili relativno nisku smrtnost kod kraljevskih rakovica (*Paralithodes camtschaticus*), koje su relativno lako bježale iz izgubljenih vrša.

Općenito, dizajn vrše te veličina i oblik vršnjaka utječu na mogućnost bijega, a samim time i na smrtnost koju uzrokuju izgubljene vrše. Kako bi se spriječio ovakav oblik lova izgubljenim vršama (eng. '*ghost fishing*'), reguliraju se brojne konstrukcijske karakteristike vrša, na primjer korištenje biorazgradivog materijala (barem na dijelu vrše) koji lako propada nakon produženog boravka u moru i time omogućava zarobljenim organizmima da pobjegnu.



Slika 5. Izgubljena vrša za jastoge koja je postala *'ghost fishing'* alat (izvor: http://www.ghostgear.org).

2.3.4. Smrtnost povezana s ribolovom mrežom plivaricom

Lov plivaricom je općenito poznat kao selektivna tehnika ribolova. Ponekad se ulov ili dio ulova oslobađa iz mreže tijekom izvlačenja. Lockwood i sur. (1983) istražili su učinak gomilanja u mreži za skuše *(Scomber scombrus)* tijekom ribolova plivaricom. Otkrili su da je stopa smrtnosti povezana s gustoćom ribe i vremenom boravka u mreži prije puštanja. Bilo je pokušaja da se selektivnost plivarice poveća korištenjeim sortirnih rešetki. Međutim, relativno visoka smrtnost (> 40%) izmjerena je za skuše koje su pobjegle kroz sortirnu rešetku s razmakom među šipkama od 40 mm. Jedinke skuše pretrpjele su težak stres i ozljede kože tijekom postupka bijega (Beltestad iMisund, 1996; Misund i Beltestad, 2000). Misund i Beltestad (2000) zaključili su da navedeni proces selekcije uzrokuje previsoku stopu smrtnosti skuše da bi se mogao preporučiti u komercijalnom ribolovu.

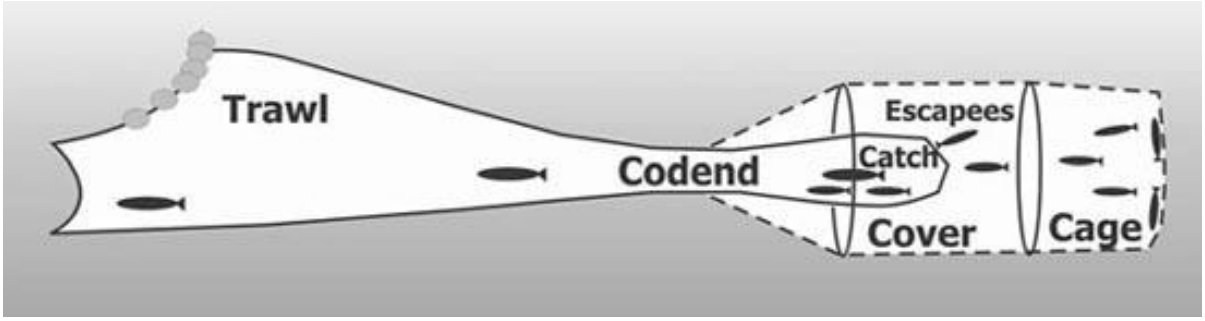
2.4. Metodologije i tehnike korištene u istraživanjima preživljavanja riba nakon bijega iz koće

Prilikom istraživanja preživljavanja riba nakon bijega iz koće, neophodno je sakupiti 'pobjegle' jedinke i nakon toga ih držati zatočene određeni vremenski period ili ih markirati i pustiti (po mogućnosti na dubinu gdje su bile i uhvaćene). Najčešće se koristi drugi pristup, u kojem se jedinke nakon bijega drže zatočene u kavezima za promatranje, uglavnom u blizini mjesta ulova. Važno je naglasiti da većina ovakvih istraživanja za sada nije u potpunosti simulirala stvarne uvjete komercijalnog ribolova u pogledu trajanja potega, dubine, količine ulova i sezone. Stoga rezultati istraživanja možda ne prikazuju sve moguće izvore ozljeda i smrtnosti s kojima se susreću ribe pri bijegu iz povlačnih ribolovnih alata.

2.4.1. Utjecaj pokrovne vreće i trajanja uzorkovanja

Prvi zadatak u istraživanju preživljavanja ribe nakon bijega iz koće je pronaći (ili razviti) metodu za prikupljanje riba koje bježe kroz vreću ili druge selektivne naprave. Skupljanje se treba obaviti bez ikakvog dodatnog stresa i ozljede ribe. Do ranih 1990-ih, najčešće je korištena metoda s tradicionalnom pokrovnom vrećom u kojoj je stražnji dio bio konstruiran kao kavez za držanje 'pobjeglih' jedinki (Slika 6). Pokrovna vreća bi se zatvorila na početku povlačenja i otvorila na kraju, kada je vreća već bila na površini, što znači da su pobjegle ribe uzorkovane tijekom cijelog potega. Kako bi se smanjio utjecaj pokrovne vreće na ribe koje su pobjegle kroz mrežni teg vreće, vrijeme povlačenja često je bilo znatno kraće od standardne ribarske prakse (Suuronen i sur., 1996b). Međutim, u većini slučajeva i to je bilo predugo za pobjegle ribe, jer bi najmanje jedinke već nekoliko minuta nakon bijega došle u kontakt sa stražnjim dijelom pokrovne vreće (Soldal i sur., 1993; Suuronen i sur., 1996b). Breen i sur. (2002) pokazali su da razdoblje u kojem jedinke plivaju u pokrovnoj vreći (ili u kavezu pričvršćenom za pokrovnu vreću) može imati značajan utjecaj na njihovo kasnije preživljavanje. Ova 'smrtnost uzrokovana pokrovnom vrećom' povezana je s mnogim čimbenicima koji uzrokuju stres, među kojima je plivačka sposobnost ribe jako važna. Upravo zbog toga visoka smrtnost zabilježena u nekim istraživanjima, osobito među najmanjim jedinkama (Suuronen i sur., 1996) može biti barem djelomično rezultat stresa uzrokovanog iscrpljujućim plivanjem u pokrovnoj vreći. Kako bi smanjili smrtnost uzrokovanu pokrovnom vrećom na mladim pobjeglim baltičkim haringama (*Clupea harengus*), Suuronen i sur. (1996b) smanjili su vrijeme uzorkovanja (povlačenja) na samo

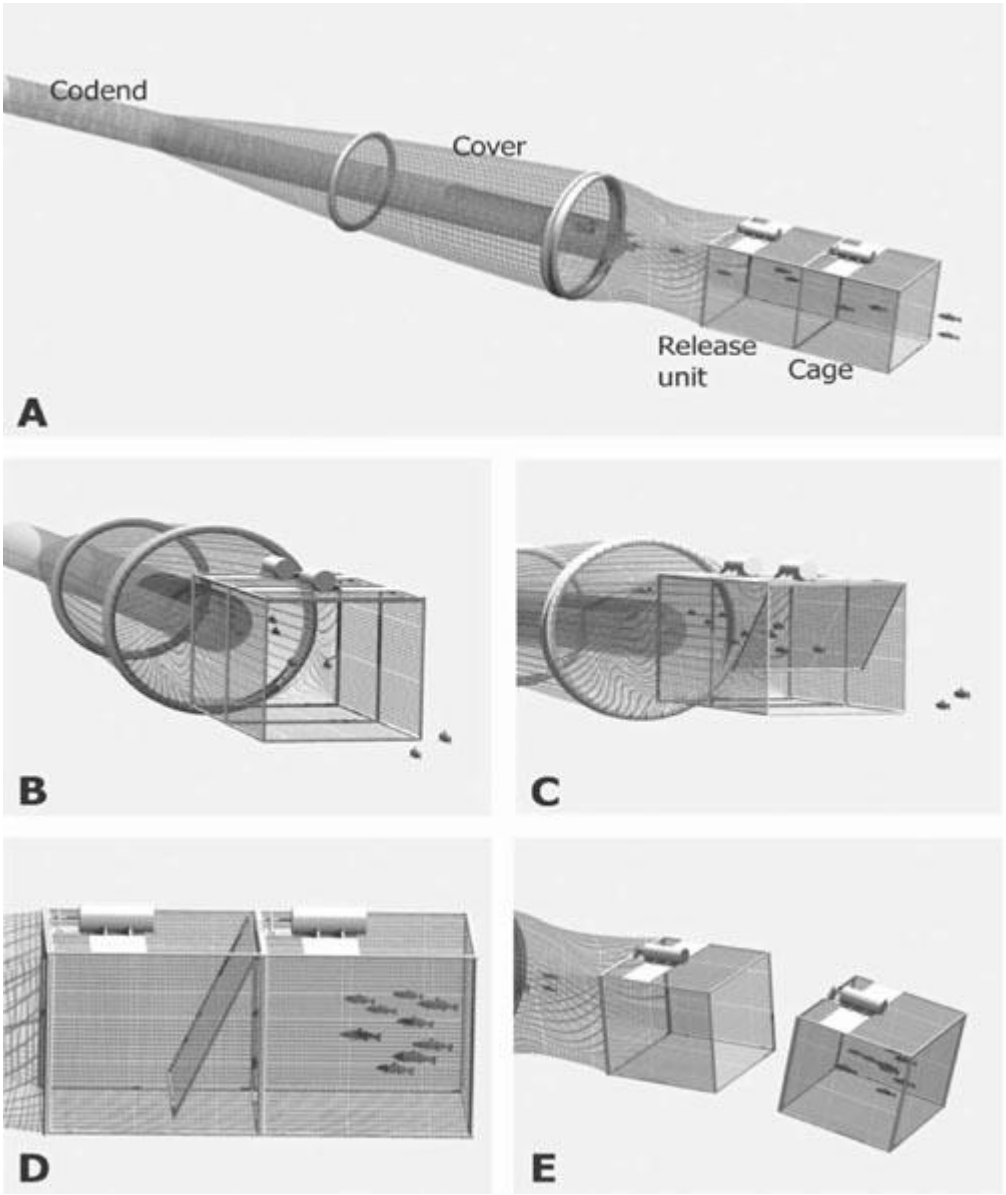
nekoliko minuta. Međutim, takav pristup je upitan jer ne odgovara uvjetima u standardnoj ribarskoj praksi. Štoviše, zbog smanjenog vremena uzorkovanja, često se u uzorku prikupi nedovoljan broj jedinki ciljanih vrsta, osobito kada se radi o pridnenim vrstama. Jasno je da takvi pristupi i tehnike nisu prikladni za ocjenjivanje preživljavanja bijega ribe u uobičajenoj ribolovnoj praksi.



Slika 6. Tradicionalna tehnika za sakupljanje pobjeglih riba u kavez povezan sa stražnjim dijelom pokrovne vreće (izvor: http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/y6981e/y6981e01.pdf:).

2.4.2. Metode za prikupljanje pobjeglih riba

Kako bi izbjegli dekompresijske ozljede i temperaturne šokove pobjeglih riba, Soldal i sur. (1993) koristili su akustični, a Suuronen i sur. (1996a; 1996b) mehanički uređaj za daljinsko oslobađanje kaveza s pokrovne vreće na dubini hvatanja. Lehtonen i sur. (1998) razvili su sustav gdje kavez za prikupljanje (pričvršćen na pokrovnu vreću) ima dvoja vrata koja se mogu zasebno zatvoriti za vrijeme uzorkovanja (princip rada opisan je na slici 7). Ovom tehnikom uzorkovanje se može provoditi u bilo kojem trenutku povlačenja, a razdoblje uzorkovanja može se točno kontrolirati. Dakle, trajanje uzorkovanja ne ovisi o trajanju potega. Preživljavanje se može procijeniti za kratko i dugo povlačenje te za male i velike količine ulova. Vrijeme uzorkovanja može biti dovoljno kratko da se izbjegnu ozljede uzrokovane pokrovnom vrećom/kavezom, ali dovoljno dugo da se uzorkuje odgovarajući broj pobjeglih jedinki.



Slika 7. Sustav za prikupljanje u kojim se uzorak pobjegle ribe može sakupiti u bilo kojem trenutku povlačenja. Na početku potega otvorena su oba vrata kaveza za prikupljanje, tako da riba nakon prolaska kroz vreću može slobodno otplivati u more (A i B). Nakon odgovarajućeg vremena zadnja vrata se zatvaraju pa jedinke nakon bijega iz vreće ostaju zarobljene u kavezu (C). Kada se prikupi dovoljan uzorak, prednja vrata se također zatvaraju (D), a kavez se odvaja od mreže (E) i zasebno se može transportirati na željenu lokaciju (izvor: http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/y6981e/y6981e01.pdf.)

2.4.3. Transport pobjeglih jedinki do kaveza za promatranje

Nakon što se uzorci prikupe u pokrovnoj vreći ili kavezu za sakupljanje, moraju se prebaciti u zaštićeno i stabilno okruženje, gdje će se jedinke držati bez većih rizika i učinkovito će se pratiti njihovo stanje. Međutim, sam proces prijenosa može biti rizičan (Lowry i sur., 1996; Erickson i sur,. 1999). Transport bi trebao uključivati minimalne promjene u okolišu i stres za uhvaćene ribe. Nagle promjene temperature mora, hidrostatskog tlaka, saliniteta, protoka mora ili raznih drugih aspekata, mogu utjecati na stres i kasniji opstanak jedinki (Olla i sur., 1998; Wileman i sur., 1999). Kako bi se prevladali neki od osnovnih problema transporta riba, pokrovna vreća ili kavez za sakupljane mogu se staviti u zaštitni kontejner tijekom transporta (Lowry i sur., 1996; Sangster i sur., 1996). Kruti kontejneri se mogu lakše i brže vući do određene lokacije, dok je riba u njima zaštićena od prekomjernog protoka mora.

2.4.4. Trajanje promatranja

Kada riba koja je pobjegla iz vreće koće preživi određeni period u kavezu za praćenje, očito se oporavila od traumatičnog iskustva. Ako riba ugine tijekom praćenja, često se ne zna točan razlog smrti. Pokazalo se da smrtnost uglavnom nastupa u prva dva do tri dana nakon bijega, a najveća smrtnost se obično javlja tijekom prvog dana (Wassenberg i Hill, 1993; Chopin i sur., 1996a; Sangster i sur., 1996; Suuronen i sur., 1995; 1996b; Wileman i sur., 1999). Stopa smrtnosti opada s vremenom i obično doseže minimum nakon jednog ili dva tjedna. Monitoring od samo nekoliko sati ne može biti adekvatan za mjerenje smrtnosti izazvane zarobljavanjem i bijegom, dok s druge strane razdoblje promatranja dulje od jednog ili dva tjedna neće biti korisno zbog moguće sekundarne infekcije i samog stresa vezanog uz zatočeništvo.

3. ZAKLJUČAK

Iz svih do sada provedenih istraživanja preživljavanja riba nakon bijega iz ribolovnih alata, možemo zaključiti da je za mnoge vrste smrtnost relativno mala, iako kod pojedinih vrsta i manjih veličinskih kategorija smrtnost može biti visoka (npr. male pelagičke vrste). Brojni su mehanizmi koji mogu uzrokovat ozljedu, stres ili smrtnost riba nakon bijega iz ribolovnog alata ili selektivnih uređaja. Sudbina ribe nakon višestrukih susreta s ribolovnim alatima uglavnom je nepoznata. Štoviše, kumulativni učinci svih stresova vjerojatno imaju snažan utjecaj na vjerojatnost dugoročnog preživljavanja.

Smrtnost odbacivanja također znatno varira o vrsti, veličini i uvjetima okoline, kao i postupcima tijekom ribolova i rukovanja. Izlaganje zraka na palubi uvelike utječe na stres i smrtnost, a veće stope preživljavanja povezane su s kratkom izloženosti zraku i niskom temperaturom zraka na palubi. Vrijeme izlaganja ovisi o vremenu rukovanja na palubi i može biti u rasponu od nekoliko minuta do nekoliko sati. U svakom slučaju, vjerojatnost preživljavanja znatno bi se povećala kada bi ulovljene jedinke uspjele pobjeći prije nego što se izvuku na palubu broda, po mogućnosti na istoj dubini na kojoj su i uhvaćene.

Zbog svijesti o problemu preživljavanja razvile su se mnoge tehnike kako smanjiti smrtnost riba nakon bijega, ponajviše u pogledu sortirnih rešetki koje se postavljaju ispred vreće ili korištenja kvadratnih oka u samoj vreći. Razvoju ovih tehnika znatno je doprinijela i zakonska regulativa u ribarstvu.

4. LITERATURA

Alverson DL, Freeberg MH, Pope JG, Murawski SA. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. No. 339. Rome, FAO, 233 str.

Beamish FWH. 1966. Muscular fatigue and mortality in haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, caught by otter trawl. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 23: 1507–1519.

Beltestad A, Misund OA. 1996. Survival of mackerel and saithe escaping through sorting grids in purse seines. ICES CM 1996/B: 24.

Borisov VM, Efanov SF. 1981. To the problem of natural and traumatical mortality of Baltic herring. ICES CM 1981/J: 13.

Breen M, Sangster G, O'Neill B, Kynoch R, Jones E, Soldal AV. 2002. Evidence of sampling induced biases in mortality estimates from experiments investigating mortality in fish escaping from towed fishing gears. ICES CM 2002/V: 25.

Breen PA. 1987. Mortality of Dungeness crabs caused by lost traps in the Frazer River Estuary, British Colombia. North American Journal of Fisheries Management, 7: 429–435.

Broadhurst MK. 1998. Bottlenose dolphins, *Tursiops truncates*, removing by-catch from prawn-trawl codends during fishing in New South Wales, Australia. Marine Fisheries Review, 60: 9–14.

Broadhurst MK. 2000. Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: a review and framework for development. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10: 27–60.

Chopin FS, Inoue Y, Arimoto T. 1996. Development of a catch mortality model. Fisheries Research, 21: 315–327.

Davis MW, Olla BL, Schreck CB. 2001. Stress induced by hooking, net towing, elevated sea water temperature and air in sablefish: lack of concordance between mortality and physiological measures of stress. Journal of Fish Biology, 58: 1–15.

Davis MW, Olla BL. 2001. Stress and delayed mortality induced in Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* by exposure to hooking, net towing, elevated sea water temperature and air: implications for management of bycatch. North American Journal of Fisheries Management, 21: 725–732.

Davis MW, Olla BL. 2002. Mortality of lingcod towed in a net is related to fish length, seawater temperature and air exposure: a laboratory bycatch study. North American Journal of Fisheries Management, 22: 1095–1104.

Davis MW. 2002. Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59: 1834–1843.

Engås A, Foster D, Hataway BD, Watson JW, Workman I. 1999. The behavioral response of juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) to shrimp trawls that utilize water flow modifications to induce escapement. Marine Technology Society Journal, 33: 43-50.

Erickson D, Pikitch E, Babcock E, Wallace J. 1997. Survival of trawl-caught and discarded sablefish (*Anoplopoma fimbria*) during summer trials. Cruise Report. National Marine Fisheries Service, Northwest Fisheries Science Center, Fishery Resource Analysis and Monitoring Division, Newport, Oregon, USA, 22 December 1997.

Erickson D, Pikitch E, Suuronen P, Lehtonen E, Bublitz C, Klinkert C, Mitchell C. 1999. The great escape – selectivity and mortality of walleye pollock escaping from the codend and intermediate (extension) section of a pelagic trawl. Final report submitted to National Marine Fisheries Service, Alaska Fisheries Science Center. Anchorage, Alaska, USA, Alaska Fisheries Development Foundation, 68 str.

Erickson D, Pikitch E. 1999. Survival of trawl-caught and discarded sablefish. Newport, Oregon USA, National Marine Fisheries Service, Northwest Fisheries Science Center, 21 str.

Godoy H, Furevik DM, Stiansen S. 2003. Unaccounted mortality of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in deliberately lost pots off Northern Norway Fisheries Research, 64: 171–177

Graham N, Ferro RST. 2004. The Nephrops fisheries of the NE Atlantic and Mediterranean – A review and assessment of fishing gear design. ICES Cooperative Research Report. 270, 38 str.

Halliday RG, Pinhorn AT. 2002. A review of the scientific and technical bases for policies on the capture of small fish in North Atlantic groundfish fisheries. Fisheries Research, 57: 211-222.

Hebert M, Miron G, Moriyasu M, Vienneau R, DeGrace P. 2001. Efficiency and ghost fishing of snow crab (*Chionoecetes opilio*) traps in the Gulf of St. Lawrence. Fisheries Research, 52: 143–153.

He P, Wardle CS. 1988. Endurance at intermediate swimming speeds of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., herring, *Clupea harengus* L., and saithe, *Pollachius virens* L. Journal of Fish Biology, 33: 348–360.

Huse I, Soldal AV. 2002. Mortality and injuries of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) that are caught by pelagic longline. ICES CM 2002/V: 31, 10 str.

Ingolfsson O, Soldal AV, Huse I. 2002. Mortality and injuries of haddock, cod and saithe escaping through codend meshes and sorting grids. ICES CM 2002/V: 32, 22 str.

Kelle VW**.** 1976. Survival rate of undersized flatfish in the German shrimp fishery (mortality rate of discarded flatfish). Meeresforschung, 25: 77–89.

Kelle VW. 1977. Injuries of undersized flatfish caused by the shrimp fishery. Aalbewirtschaftungsplan, 28: 157–171.

Kennelly SJ. 1995. The issue of bycatch in Australia's demersal trawl fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 5: 13–21.

Lehtonen E, Tschernij V, Suuronen P. 1998. An improved method for studying survival of fish that escape trawl-codend meshes. Fisheries Research, 38: 303–306.

Lindeboom HJ, de Groot SJ. 1998. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. IMPACT II. NIOZ-Rapport 1998 – 1, RIVO-DLO Report C003/98, 404 str.

Lockwood SJ, Pawson MG, Eaton DR. 1983. The effect of crowding on mackerel (*Scomber scombrus* L.) – physical condition and mortality. Fisheries Research, 2: 129–147.

Lowry N, Sangster GI, Breen M. 1996. Codend selectivity and fish mortality. PROJECT Nº 1994/005. Dostupno sa: https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/1309r03b94005.pdf

Main J, Sangster GI. 1990. An assessment of the scale damage to and survival rates of young fish escaping from the codend of a demersal trawl. Scottish Fisheries Research Report, 46/90, 28 str.

Misund OA, Beltestad AK. 2000. Survival of mackerel and saithe that escapes through sorting grids in purse seines. Fisheries Research, 48: 31-41.

O´Neill FG, McKay SJ, Ward JN, Strickland A, Kynoch RJ, Zuur AF. 2003. An investigation of the relationship between sea state induced vessel motion and codend. Fisheries Research, 60: 107-130.

Olla BL, Davis MW, Schreck CB. 1998. Temperature magnified postcapture mortality in adult sablefish after simulated trawling. Journal of Fish Biology, 53: 743–751.

Özbilgin H, Wardle CS. 2002. Effect of seasonal temperature changes on the escape behaviour of haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, from the codend. Fisheries Research, 58: 323–331.

Pikitch E, Erickson D, Suuronen P, Lehtonen E, Rose G, Bublitz C. 2002. Selectivity and mortality of walleye pollock escaping from the codend and intermediate (extension) section of a pelagic trawl. ICES CM 2002/V: 15, 29 str.

Pikitch EK, Erickson D, Oddson G, Wallace J, Babcock E. 1996. Mortality of trawl caught and discarded Pacific halibut *(Hippoglossus stenolepis)*. ICES CM 1996/B: 16, 17 str.

Ryer CF, Ottmar ML, Sturm, EA. 2004. Behavioural impairment after escape from trawl codends may not be limited to fragile fish species. Fisheries Research, 66: 261–269.

Ryer CF. 2002. Trawl stress and escapee vulnerability to predation in juvenile walleye pollock: Is there an unobserved bycatch of behaviourally impaired escapees? Marine Ecology Progress Series, 232: 269–279.

Sangster GI, Lehmann KM, Breen M. 1996. Commercial fishing experiments to assess the survival of haddock and whiting after escape from four sizes of diamond mesh codends. Fisheries Research, 25: 323–346.

Smolowitz RJ. 1978. Trap design and ghost fishing: an overview. Marine Fisheries Review, 40: 2-8.

Soldal AV, Isaksen B, Engås A. 1993. Survival of gadoids that escape from demersal trawl. ICES Marine Science Symposia, 196: 122–127.

Soldal AV, Isaksen B, Marteinsson JE, Engås A. 1991. Scale damage and survival of cod and haddock escaping from a demersal trawl. ICES CM/B: 44, 7 str.

Soldal AV, Isaksen B. 1993. Survival of cod *(Gadus morhua)* and haddock *(Melanogrammus aeglefinus)* escaping from a Danish seine at the sea surface. Paper presented at the ICES Fishing Technology and Fish Behaviour Working Group (FTFB) meeting, Gothenburg, 19–20 April 1993, 8 str.

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

Suuronen P, Lehtonen E, Jounela P. 2005. Escape mortality of trawl-caught Baltic cod (*Gadus morhua*) – the effect of water temperature, fish size and codend catch. Fisheries Research, 71: 151-163.

Suuronen P, Lehtonen E, Tschernij V, Larsson P-O. 1996a. Skin injury and mortality of Baltic cod escaping from two codends equipped with exit windows. Archive of Fishery and Marine Research, 44: 165–178.

Suuronen P, Perez-Comas JA, Lehtonen E, Tschernij V. 1996b. Size-related mortality of herring (*Clupea harengus* L.) escaping through sorting grids in purse seines. Fisheries Research, 48: 31-41.

Suuronen P, Turunen T, Kiviniemi M, Karjalainen J. 1995. Survival of vendace (*Coregonus albula L.*) escaping from a trawl codend. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52: 2527–2533.

Thompson RB, Hunter CJ, Pattern BG. 1971. Studies of live and dead salmon that unmesh from gillnets. International North pacific Fisheries Commisions Annual Report 1969: 108–112. Dostupno sa: https://www.nwfsc.noaa.gov/assets/4/7847_08262014 _164108_Thompson.et.al.1971-INPFC-report-1969.pdf, pristupljeno: kolovoz, 2018.

Trumble RJ, Kaimmer SM, Williams GH. 2000. Estimation of discard mortality rates for Pacific halibut bycatch in groundfish longline fisheries. North American Journal of Fisheries Management, 20: 931–939.

Tschernij V, Larsson P-O. 2003. Ghost fishing by lost gill nets in the Baltic Sea. Fisheries Research, 64: 151–162.

Tschernij V, Suuronen P. 2002. Improving trawl selectivity in the Baltic – Utökning av trålselektion i Östersjön. TemaNord 2002, 56 str.

Turunen T, Suuronen P, Hyvärinen H, Rouvinen J. 1996. Physiological status of vendace (*Coregonus albula* L.) escaping from a trawl codend. Nordic Journal of Freshwater Research, 72: 39–44.

Valdemarsen JW, Suuronen P. 2003. Modifying fishing gear to achieve ecosystem objectives. In M. Sinclair and G. Valdimarsson, eds. Responsible fisheries in the marine ecosystem, str. 321-341. FAO and CABI International Publishing, 426 str.

Van der Haegen GE, Ashbrook CE, Yi KW, Dixon JF. 2004. Survival of spring chinook salmon captured and released in a selective commercial fishery using gill nets and tangle nets. Fisheries Research, 68: 123–133.

Van Marlen B. 2000. Technical modifications to reduce the by-catches and impacts of bottom-fishing gears. U: Kaiser MJ, de Groot SJ (ur.). The effects of fishing on nontarget species and habitats: biological conservation and socio-economic issues. Oxford, UK, Blackwell Science, str. 253–268.

Vienneau R, Moriyasu M. 1994. Study of the impact of ghost fishing on snow crab, *Chionoecetes opilio*, by conventional conical traps. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1984. 9 str.

Walsh SJ, Engås A, Ferro R, Fonteyne R, van Marlen R. 2002. Improving fishing technology to catch (or conserve) more fish: the evolution of the ICES Fishing Technology and Fish Behaviour Working Group during the past century. ICES Marine Science Symposia, 215: 493-503.

Wardle CS. 1993. Fish behavior and fishing gear. U: Pitcher TJ (ur.), The behaviour of teleost fishes. London, Chapman and Hall, str. 606-641.

Wassenberg TJ, Hill BJ. 1993. Selection of the appropriate duration of experiments to measure the survival of animals discarded from trawlers. Fisheries Research, 17: 343–352.

Wertheimer A. 1988. Hooking mortality of chinook salmon released by commercial trollers. North American Journal of Fisheries Management, 8: 346–355.

Wileman DA, Ferro RST, Fonteyne R, Millar RB. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Cooperative Research Report 215, Copenhagen, 126 str.

Wileman DA, Sangster GI, Breen M, Ulmestrand M, Soldal AV, Harris RR. 1999. Roundfish and Nephrops survival after escape from commercial fishing gear. Final report. EC Contract FAIR-CT95-0753. Brussels, EC. 247 str.

Xu G, Arimoto T, Inoue Y. 1993. The measurement of muscle fatigue in walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) captured by trawl. ICES Marine Science Symposia, 196: 117–121.