

# Može li prelazak sa standardnog na biorazgradivi materijal utjecati na način lova jednostrukih mreža stajaćica?

---

Crkorić, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:908164>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA  
DIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO**

**Petar Crmarić**

**MOŽE LI PRELAZAK SA STANDARDNOG NA  
BIORAZGRADIVI MATERIJAL UTJECATI NA NAČIN  
LOVA JEDNOSTRUKIH MREŽA STAJAĆICA?**

**Diplomski rad**

**Split, srpanj 2024.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA**  
**DIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO**

**MOŽE LI PRELAZAK SA STANDARDNOG NA  
BIORAZGRADIVI MATERIJAL UTJECATI NA NAČIN  
LOVA JEDNOSTRUKIH MREŽA STAJAĆICA?**

**Diplomski rad**

**Predmet:** Lovnost i selektivnost ribolovnih alata

**Mentor:**

Izv. prof. dr. sc. Jure Brčić

**Student:**

Petar Crmarić

**Split, srpanj 2024.**

## **ZAHVALA**

*Ovim putem želim se iskreno zahvaliti svima koji su me podržali tijekom izvođenja ovog diplomskog rada.*

*Ponajprije se želim zahvaliti svom mentoru, profesoru Juri Brčiću, bez čijeg stručnog usmjerenja uspješno izvođenje ovog rada ne bi bilo moguće. Vaša radna etika i nesebična pristupačnost, kao profesora i mentora, bili su inspiracija i motivacija tijekom cijelog istraživanja, ali i kroz sve godine studiranja. Hvala Vam!*

*Posebnu zahvalu dugujem i ribaru Daniele Turkovichu i posadi broda 150-UM, čiji su profesionalnost i vještina omogućili nesmetano i sigurno obavljanje ribolova. Također se želim zahvaliti kolegama Nikoli Rajčiću (Sveučilišni odjel za studije mora) i Kristine Cerbule (UiT Norwegian Arctic University in Tromsø) na zanimljivim diskusijama i dijeljenju svog znanja i iskustva tijekom rada na ovom istraživanju.*

*Naposljedku, želim se zahvaliti obitelji i prijateljima na podršci i razumjevanju kroz cijelo razdoblje istraživanja i pripreme diplomskog rada.*

*Diplomski rad je izrađen u sklopu projekta Dsolve - Centre for the development of biodegradable plastics in marine applications - Innovations for fisheries and aquaculture, financiran od strane The Research Council of Norway (<https://dsolve-sfi.no/en>).*

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

Diplomski rad

## MOŽE LI PRELAZAK SA STANDARDNOG NA BIORAZGRADIVI MATERIJAL UTJECATI NA NAČIN LOVA JEDNOSTRUKIH MREŽA STAJAĆICA?

**Petar Crmarić**

### **Sažetak**

U ovom diplomskom radu predstavljeni su rezultati testiranja jednostrukih mreža stajaćica izrađenih od standardnog najlonskog mrežnog materijala i jednostrukih mreža stajaćica izrađenih od biorazgradivog mrežnog materijala. Istraživanje je provedeno na sjeveroistočnom području Jadranskog mora. Provedena je kvalitativno-kvantitativna analiza sastava ulova različitih konfiguracija jednostrukih mreža stajaćica te je ustanovljeno da je najzastupljenija vrsta u ulovu ciljane vrsta *Sparus aurata*. Zabilježeni su svi načini ulova ciljane vrste ribolova u oka jednostrukih mreža stajaćica različitih konfiguracija. Ukupno je zabilježeno pet načina ulova, četiri zaglavljivanjem i jedan zaplitanjem: zaplitanjem mrežnog tega u i oko usta ribe, zaglavljivanjem za predio glave između usta i škržnog poklopca, zaglavljivanjem neposredno iza škržnog poklopca, zaglavljivanjem za početak dorzalne peraje i predjela od početka trbušne peraje do analnog otvora i zaplitanjem u mrežni teg. U prosjeku se u većini slučajeva ciljane vrsta lovila zaglavljivanjem za predio glave između usta i škržnog poklopca te zaglavljivanjem za početak dorzalne peraje i predjela od početka trbušne peraje do analnog otvora. Nije ustanovljena statistički značajna razlika vjerojatnosti zaglavljivanja i/ili zaplitanja ciljane vrste u oka mreža izrađenih od standardnog i biorazgradivog materijala.

(33 stranice, 17 slika, 4 tablice, 37 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

**Ključne riječi:** jednostruke mreže stajaćice, način ulova, *Sparus aurata*, Jadransko more

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Jure Brčić

**Ocjenjivači:** 1. Prof. dr. sc. Svjetlana Krstulović Šifner

2. Izv. prof. dr. sc. Vedrana Nerlović

3. Izv. prof. dr. sc. Jure Brčić

University of Split  
Department of Marine Studies  
Graduate study Marine Fishery

MSc Thesis

**CAN THE TRANSITION FROM STANDARD TO BIODEGRADABLE MATERIAL  
INFLUENCE CAPTURE MODES IN GILLNET FISHERY?**

**Petar Crmarić**

**Abstract**

This thesis presents the results of testing gillnets made of conventional and biodegradable materials. The tests were carried out in the North-eastern Adriatic Sea. The qualitative and quantitative analysis of the fish caught with gillnets showed that the target species gilthead seabream *Sparus aurata* was the most abundant species in the catches. The different ways in which the target species are caught in the gillnets have been recorded. A total of five different capture modes were identified: catch with the teeth or mouth, catch with the head (between the mouth and operculum), catch behind the operculum, catch between the beginning of the dorsal fin and the area between the beginning of the pelvic fin and the anus, and by entanglement. On average, the target species was caught behind the operculum or between the beginning of the dorsal fin and the area between the beginning of the pelvic fin and the anus. No statistically significant difference in capture probability was found between the standard and the biodegradable gillnets.

(33 pages, 17 figures, 4 tables, 37 references, original in: Croatian)

**Keywords:** gillnets, capture modes, *Sparus aurata*, Adriatic Sea, biodegradable materials.

**Supervisor:** Jure Brčić, PhD / Associate Professor

**Reviewers:**

1. Svjetlana Krstulović Šifner, PhD / Full Professor
2. Vedrana Nerlović, PhD / Associate Professor
3. Jure Brčić, PhD / Associate Professor

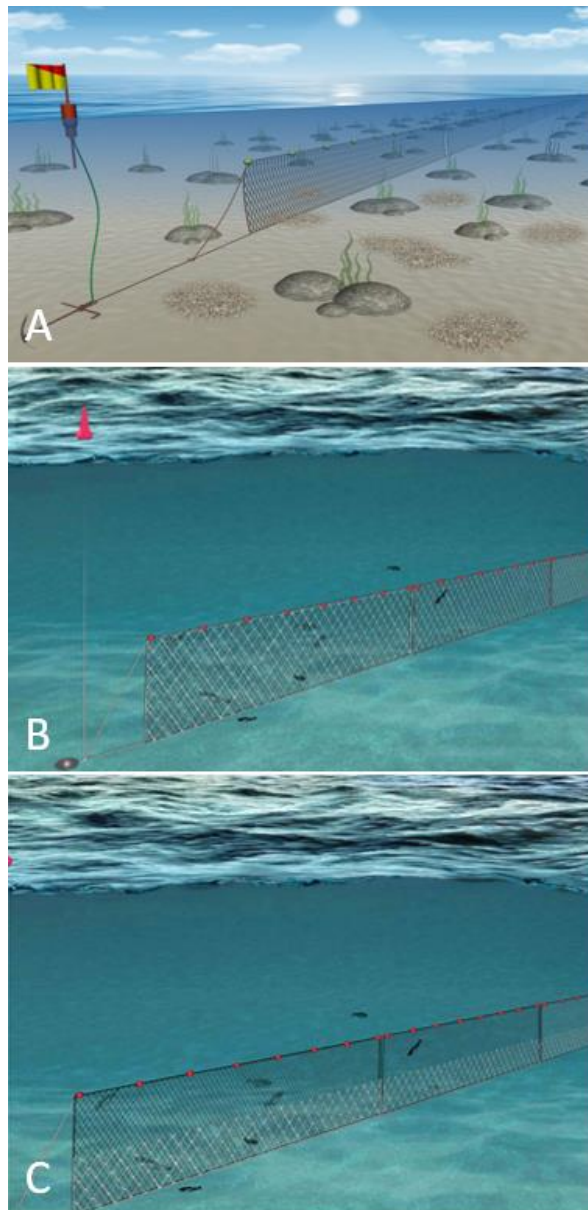
## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
1.1. Mreže stajaćice.....	1
1.2. Materijali od kojih se izrađuje mrežni teg mreža stajaćica .....	4
1.2.1. Prirodni materijali.....	4
1.2.2. Sintetička vlakna.....	4
1.2.3. Nedostaci sintetičkih materijala .....	4
1.3. Dosadašnja istraživanja .....	6
1.4. Svrha i ciljevi rada .....	8
2. MATERIJALI I METODE.....	9
2.1. Uzorkovanje.....	9
2.2. Obrada prikupljenih podataka.....	10
3. REZULTATI.....	12
3.1. Mreže izrađene od poliamidnog mrežnog tega veličine oka 40 mm (PA 40) .....	13
3.2. Mreže izrađene od poliamidnog mrežnog tega veličine oka 42 mm (PA 42) .....	16
3.3. Mreže izrađene od biorazgradivog mrežnog tega veličine oka 40 mm (PBSA 40).....	19
3.4. Mreže izrađene od biorazgradivog mrežnog tega veličine oka 42 mm (PBSA 42).....	22
3.5. Usporedba poliamidnih (PA) i biorazgradivih (PBSA) mreža .....	25
4. RASPRAVA .....	27
5. ZAKLJUČCI.....	29
6. LITERATURA.....	30

# 1. UVOD

## 1.1. Mreže stajaćice

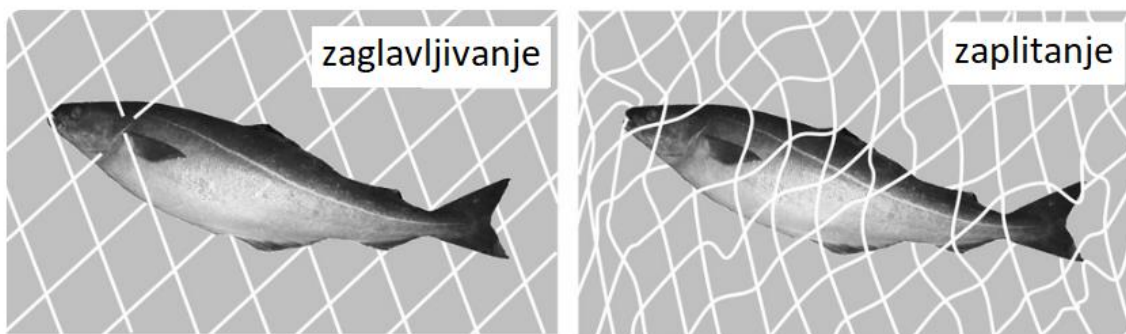
Mreže stajaćice spadaju u pasivne ribolovne alate (Cetinić i Swiniarski, 1980). Izrađene su od jednog ili više zastora mrežnog tega razapetog između olovnje i plutnje te se stoga dijele na zaglavljujuće, zaplićuće i zaglavljujuće-zaplićuće ribolovne alate (Cetinić i Swiniarski, 1980) (Slika 1).



**Slika 1.** Zaglavljujući (A), zaplićući (B) te zaglavljujuće-zaplićući (C) ribolovni alati (izvor: He i sur., 2021).

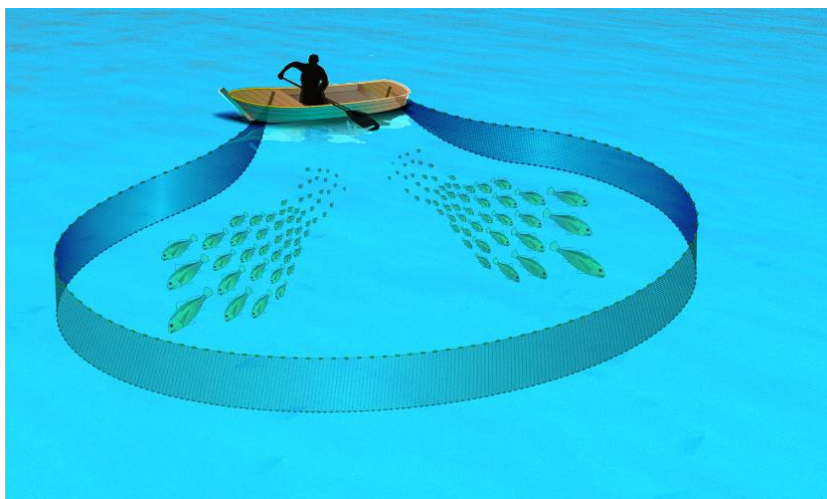


Zaglavljujuće alate karakterizira jedan, a zaplićuće tri mrežna zastora razapeta između obrubne užadi. Zaglavljajući ribolovni alati se još nazivaju i jednostruke mreže stajaćice, a zaplićući trostruke mreže stajaćice. Kod trostrukih mreža stajaćica središnji mrežni teg je obično manje veličine oka u odnosu na dva vanjska (Cetinić i Swiniarski, 1985). Zaglavljujuće-zaplićuće alate obično dijelimo na dvopodne i tropodne. Dvopodni se sastoje od trostrukog mrežnog tega iznad kojeg se postavlja jednostruki mrežni teg, dok se kod tropodnog mrežnog tega jednostruki mrežni teg nalazi između dva trostruka (Cetinić i Swiniarski, 1985). Kod zaglavljujućih ribolovnih alata objekti ulova se pretežno love zaglavljivanjem u oka mrežnog tega (Slika 2.), kod zaplićućih zaplitanjem u mrežni teg (Slika 2.), a kod zaglavljujuće-zaplićućih kombinacijom zaplitanja i zaglavljivanja (Cetinić i Swiniarski, 1985; Savina i sur., 2022).



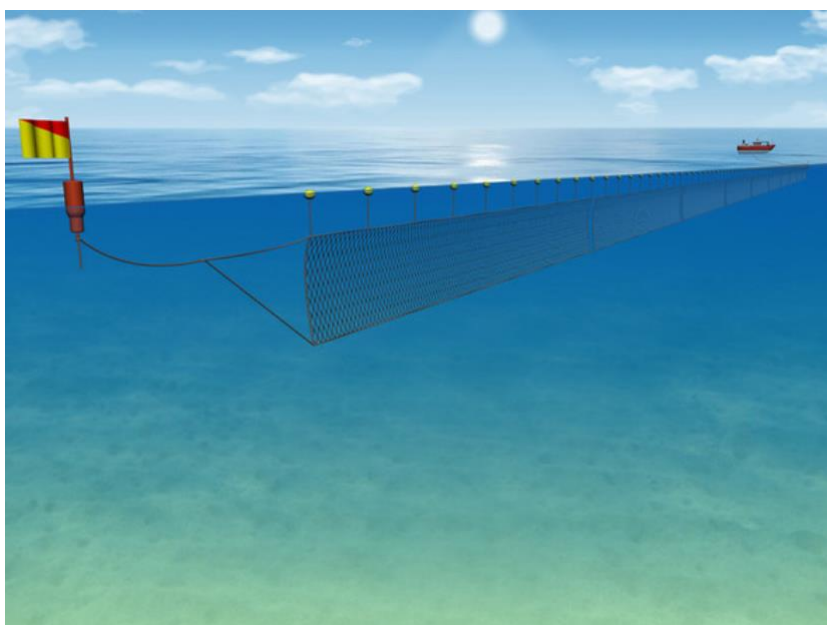
**Slika 2.** Ilustracija zaglavljivanja i zaplitanja ribe u mrežni teg (izvor: [https://www.fao.org/fishery/services/storage/fs/fishery/images/geartype/219\\_07.1\\_img3.jpg](https://www.fao.org/fishery/services/storage/fs/fishery/images/geartype/219_07.1_img3.jpg)).

Prema Pravilniku o obavljanju gospodarskog ribolova na moru mrežama stajaćicama, klopkastim, udičarskim i probodnim ribolovnim alatima te o ribolovu tramatom (NN 110/2023), razlikujemo ribolov topljenjem mreža na doček i topljenjem mreža na zapas. Lov na doček podrazumijeva postavljanje mreže na morsko dno određeni vremenski period u nadi da će prepriječiti put kretanja objekta ulova, zbog čega će objekt ulova biti prisiljen doći u kontakt s mrežnim tegom te se naposljetku uloviti. Topljenjem na zapas se zapasuje određeni akvatorij, nakon čega se plašenjem prisiljava ribu da dođe u kontakt s mrežnim tegom i ulovi se (NN 110/2023) (Slika 3).



**Slika 3.** Ribolov topljenjem mreža na zapas (izvor: He i sur., 2021).

U Republici Hrvatskoj dozvoljen je samo ribolov pridnenim mrežama stajaćicama (NN 110/2023). Obzirom na mjesto polaganja, postoje još plutajuće mreže stajaćice (Slika 4), koje se ne pričvršćuju za morsko dno, već plutaju nošene morskom strujom (He i sur., 2021).



**Slika 4.** Plutajuće mreže stajaćice (izvor: He i sur., 2021).

## **1.2. Materijali od kojih se izrađuje mrežni teg mreža stajaćica**

### **1.2.1. Prirodni materijali**

Najveći značaj u mrežarstvu nekad su imala biljna vlakna, odnosno ona izrađena od celuloze (Cetinić i Swiniarski, 1985). Obzirom da je celuloza podložna razvoju bakterija i plijesni, mreže su se često morale konzervirati sušenjem, dezinficiranjem ili tretiranjem taninom ili smolama (Cetinić i Swiniarski, 1985). Generalno, prirodni materijali su uglavnom krući, ne posjeduju adekvatna elastična svojstva i vrlo su vidljivi u moru, što utječe na lovnost (Potter i Pawson, 1991; Gabriel i sur., 2005; He i sur., 2021). Prirodni materijali su se koristili uglavnom prije otkrića sintetičkih materijala 50-ih i 60-ih godina prošloga stoljeća.

### **1.2.2. Sintetička vlakna**

Sintetička vlakna se dobivaju od jednostavnih spojeva koji se povezuju u duge lančane molekule te se potom preoblikuju u vlakna (Cetinić i Swiniarski, 1985). Navedene molekule koje čine lance nazivaju se monomeri, a procesom polimerizacije daju jedinstvene veće molekule – polimere (Cetinić i Swiniarski, 1985). Polimeri povezani u lance, odnosno lančani polimeri, daju potreban oblik vlakana za izradu mrežnog tega. Najveći značaj u mrežarstvu imaju: poliamid (PA), poliester (PES), polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinil klorid (PVC), polivinil alkohol (PVA) i polivinilid klorid (PVD) (Cetinić i Swiniarski, 1985).

Upotreba sintetičkih materijala donijela je velike promjene u mrežarstvu. U usporedbi s mrežama izrađenim od prirodnih materijala, mreže izrađene od sintetičkih materijala su bile znatno lovnije, jednostavnije za korištenje te su zahtijevale minimalno održavanje (Potter i Pawson, 1991), što je zajedno s postupnim smanjenjem proizvodne cijene rezultiralo gotovo potpunom zamjenom prirodnih materijala sintetičkim (Carr i sur., 1992; Gabriel i sur., 2005; He, 2006).

### **1.2.3. Nedostaci sintetičkih materijala**

Korištenje mreža stajaćica obično podrazumijeva ostavljanje mreža bez nadzora, odnosno bez nazočnosti plovila tijekom ribolova. Stoga su navedeni tipovi alata mnogo skloniji gubljenju u usporedbi s ostalim alatima (He i sur., 2021). To su i pokazali Gilman i sur. (2021),

koji su ovu skupinu alata klasificirali kao alate s najvećim rizikom gubljenja u usporedbi s drugim alatima.

Gubitak alata može biti slučajan ili namjieran. Slučajni gubici alata se obično događaju uslijed vremenskih nepogoda, zapinjanja za morsko dno ili interakcije s drugim alatima ili plovilima, dok se namjerno gubljenje alata smatra namjernim odbacivanjem alata u more (Brown i Macfadyen, 2007; Macfadyen i sur., 2009). Prelaskom s prirodnih na sintetičke materijale, izgubljeni i odbačeni alati imaju puno duži i potencijalno štetniji utjecaj na okoliš (Brown i Macfadyen, 2007). Postepenim raspadom, štetne tvari koje se nalaze u sastavu sintetičkih materijala mogu se akumulirati unutar hranidbenih lanaca te na taj način negativno utjecati na morski ekosustav (Derraik, 2002; Gilman i sur., 2016). Jednom izgubljeni, alati mogu nastaviti loviti i ubijati organizme koji dolaze u kontakt s njima (Breen, 1990; Gilman, 2016; Lively i Good, 2019). Navedena pojava poznata je kao „ghost fishing“. Prema Gilman i sur. (2016), „ghost fishing“ u nekim ribarstvima može umanjiti ulove ciljanih vrsta za čak 30% te ugroziti populacije ugroženih i zaštićenih vrsta. Iako je broj znanstvenih radova koji se bave problematikom napuštenih, izgubljenih ili odbačenih ribolovnih alata (NIORA) u posljednjih nekoliko godina u porastu, problematika nije nova (Do i Armstrong, 2023). Primjerice u Kodeksu odgovornog ribolova je navedeno (FAO, 1995; Adriamed, 2000):

- *„zagađenje, otpad, prilov, ulov izgubljenim ili napuštenim ribolovnim alatom, ulov neciljanih vrsta, ribe ili neribljih vrsta i utjecaj na povezane ili ovisne vrste minimaliziran, kroz mjere uključujući, široku praksu razvoja i korištenja selektivnih, za okoliš sigurnih i isplativih ribolovnih alata i tehnika.“* (FAO, 1995; Adriamed, 2000)“;
- *„Države trebaju poduzeti odgovarajuće mjere da minimaliziraju otpad, prilov, ulov izgubljenim ili napuštenim ribolovnim alatom, ulov neciljanih vrsta, ribe i neribljih vrsta, negativan utjecaj na povezane ili ovisne vrste, te posebno utjecaj na ugrožene vrste.“* (FAO, 1995; Adriamed, 2000)“;
- *„Ribolovni alat treba biti obilježen u skladu s nacionalnim zakonodavstvom kako bi se vlasnik alata mogao identificirati. Propisi o označavanju alata trebaju voditi računa o jedinstvenosti i međunarodnoj prepoznatljivosti sustava označavanja alata“* (FAO, 1995; Adriamed, 2000)“.

Poduzimanjem koraka kao što su označavanje opreme i korištenje manje količine alata kojom se može efektivnije rukovati, može se značajno smanjiti slučajne gubitke (Brown i

Macfadyen, 2007). Također, korištenjem GPS-a i dubinomjera može se prepoznati potencijalne strukture koje mogu prouzročiti zapinjanje alata za morsko dno (Lively i Good, 2019). Određivanjem i odvajanjem plovnih puteva od ribolovnih područja moguće je izbjeći interakciju alata s plovilima, odnosno kidanja signalnih plutača propelerom povila (Arthur i sur., 2014). Omogućavanjem lakog pristupa odlagalištima otpada za istrošene ribolovne alate uvelike se može spriječiti namjerno odbacivanje alata u more (Lively i Good, 2019).

Ipak, ponekad je nemoguće izbjeći gubitke na moru. Kako bi se umanjio utjecaj „ghost fishing“-a, potrebno je preinačiti alate na način da izgube sposobnost nastavka lova nakon što je alat izgubljen (Lively i Good, 2019), a jedan od načina za to je korištenje biorazgradivih materijala. Biorazgradiva plastika ima slična svojstva kao i obična plastika, s razlikom što se može potpuno razgraditi biološkom aktivnošću mikroorganizama (Tokiwa i sur., 2009). Kako bi ribari prihvatili biorazgradive mreže, njihova lovnost, ali i princip lova trebao bi biti sličan kao i kod najlonskih mreža (Cerbule i sur., 2022). Upravo zbog toga se provode različita istraživanja u svrhu pronalaska adekvatnog biorazgradivog materijala koji će zadovoljiti uvjete koje postavljaju ribari te postepeno zamijeniti standardni najlonski materijal.

### **1.3. Dosadašnja istraživanja**

Kim i sur. (2016) istražili su fizička svojstva i razgradivost biorazgradivog materijala u usporedbi sa standardnim najlonskim materijalom. Također, terenskim testiranjem na području jugozapadne obale Koreje u lovu na vrstu *Larimichthys polyactis* usporedili su lovnost biorazgradivih jednostrukih plutajućih mreža s istim napravljenim od najlona. Testiranjem biorazgradivog materijala u suhim i mokrim uvjetima doznali su kako je biorazgradivi materijal slabiji i krući u odnosu na standardni najlon. Dobiveni nalaz u teoriji je upućivao na slabiju lovnost biorazgradivog materijala, no prilikom terenskog testiranja dokazali su kako nema značajne razlike u ulovima između dvaju tipa mreža. Biorazgradiva mreža se počela razgrađivati u morskom mediju nakon 24 mjeseca pod utjecajem mikroorganizama. Grimaldo i sur. (2018) su testirali jednostruke pridnene biorazgradive mreže (PBSAT) u lovu na grenlandskog halibuta (*Reinhardtius hippoglossoides*) na području sjeverne Norveške. Navedeni autori su usporedivši lovnost sa mrežama načinjenim od standardnog poliamida (PA) zaključili kako mreže od biorazgradivog materijala imaju manju lovnost. Daljnja analiza ulova pokazala je kako se lovnost biorazgradive mreže smanjuje porastom veličine lovine. Autori smatraju kako je manja lovnost većih jedinki povezana s manjom nosivosti i elastičnosti

biorazgradivog materijala. Prilikom usporednog testiranja lovnosti biorazgradivih (PBSAT) i najlonskih (PA) jednostrukih pridnenih mreža u komercijalnom lovu bakalara (*Gadus morhua*), Grimaldo i sur. (2019) su analizirali ulove cijele zimske ribolovne sezone. Analiza Grimaldo i sur. (2019) je pokazala kako su najlonske mreže ulovile 21% više jedinki naspram biorazgradivih mreža te su pokazale veću lovnost za gotovo sve duljinske razrede riba. Najveća razlika u lovnosti pokazala se za najmanje i najveće duljinske razrede riba, što autori prepisuju boljim fizičkim svojstvima najlonskog materijala kao što su elastičnost i nosivost. Tijekom sezone, svakim novim korištenjem primjetan je pad lovnosti biorazgradivih mreža naspram najlonskih. Grimaldo i sur. (2020a) navode kako dugotrajno korištenje istih biorazgradivih (PBSAT) mreža značajno utječe na njihovu lovnost. Testiranjem kroz tri ribolovne sezone na bakalara (*Gadus morhua*) u Norveškoj, dokazali su kako svake sezone lovnost istih biorazgradivih mreža opada. Prve sezone biorazgradive mreže lovile su 18,4% manje jedinki naprema najlonskim mrežama, dok su druge i treće sezone ulovile 40,2% i 4,4% manje jedinki. Laboratorijskom analizom dokazano je kako biorazgradive mreže, za razliku od najlonskih, znatno brže degradiraju i mijenjaju kemijsku strukturu. U drugom istraživanju, Grimaldo i sur. (2020b) usporedno su testirali lovnost biorazgradivih (PBSA) i standardnih najlonskih (PA) jednostrukih pridnenih mreža u jesenskoj sezoni za lov vrsta *Gadus morhua* i *Pollachius virens*. Kako je u prethodnim istraživanjima ukazano na to da biorazgradivi materijal ima manju nosivost u odnosu na najlonski (Kim i sur., 2016; Grimaldo i sur., 2018; Grimaldo i sur., 2019; Grimaldo i sur., 2020a), Grimaldo i sur. (2020b) su uz testiranje mreža dvaju materijala istih promjera, koristili i biorazgradive mreže većeg promjera mrežnog tega koji je odgovarao istoj nosivosti tanjeg, najlonskog materijala. Analizom ulova je pokazano da su biorazgradive mreže oba promjera ulovile znatno manji broj jedinki u odnosu na najlonske mreže. Cerbule i sur. (2022) su u svom istraživanju usporedili lovnost novih i korištenih biorazgradivih (PBSAT) mreža s novim i korištenim najlonskim (PA) mrežama u uvjetima komercijalnog ribolova vrste *G. morhua* jednostrukim pridnenim mrežama na sjeveru Norveške. Uz lovnost, istraženi su i načini zaglavlivanja, odnosno zaplitanja bakalara u mrežni teg. Analiza podataka je pokazala kako nove i korištene biorazgradive mreže imaju 25%, odnosno 21% manju lovnost naspram novih i korištenih najlonskih mreža. Oba tipa najlonskih mreža podjednako su lovile ribu svih duljinskih razreda, dok su oba tipa biorazgradivih mreža pokazale manju lovnost prema ribama većih duljinskih razreda. U oba tipa mrežnih materijala najučestaliji načini zaglavlivanja jedinke je bio za škrge i najširi dio tijela, no najlonske mreže su pokazale znatno veću vjerojatnost zadržavanja ribe u mrežnom tegu prema biorazgradivim mrežama. Na temelju toga, autori pretpostavljaju kako su načini zaglavlivanja, odnosno zaplitanja, usko povezani s tipom

mrežnog tega i njegovim svojstvima. Prilikom istraživanja na Žutom moru u Kini, Yu i sur. (2023) istražili su fizička svojstva i lovnost biorazgradivih (PLA) mreža u usporedbi sa standardnim najlonskim (PA) mrežama. Ciljana vrsta bili su *Mugil cephalus* i *Liza haematocheila*, dok je testiranje obavljeno koristeći zaplićuće pridnene mreže. Iako je najlonski mrežni materijal pokazao bolja fizička svojstva, analiza ulova pokazala je kako nema značajne razlike u lovnosti između biorazgradivih i najlonskih mreža. Prilikom testiranja korišteno je više mreža različitih promjera mrežnog tega, no nije dokazana značajna razlika u lovnosti između njih.

#### **1.4. Svrha i ciljevi rada**

Svrha ovog istraživanja je ustanoviti da li se organizmi na različite načine love u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica izrađenih od biorazgradivog PBSA i standardnog poliamidnog PA mrežnog materijala.

Ciljevi ovog istraživanja su:

- provesti kvalitativno-kvantitativnu analizu sastava ulova jednostrukih mreža stajaćica različitih veličina oka i materijala izrade na širem području Umaga,
- odrediti na koje sve načine se organizmi zaglavljaju u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica različitih veličina oka i materijala izrade,
- ustanoviti da li se organizmi love isključivo zaglavljivanjem ili se mogu uloviti i zaplitanjem u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica različitih veličina oka i materijala izrade,
- kvantificirati vjerojatnost ulova sa svakim načinom zaglavljivanja i/ili zaplitanja u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica različitih veličina oka i materijala izrade,
- usporediti vjerojatnost zaglavljivanja i/ili zaplitanja organizama u mrežni teg jednostrukih mreža iste veličine mrežnog oka, ali različitog materijala izrade.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Uzorkovanje

Uzorkovanje je provedeno u akvatoriju Umaga u periodu od 31. listopada do 20. studenog 2022. godine, pri čemu je odrađeno 6 ribolovnih izlazaka. Ribolov je obavljan s plovilom duljine 12,5 m te snage motora 183,75 kW (Slika 5).

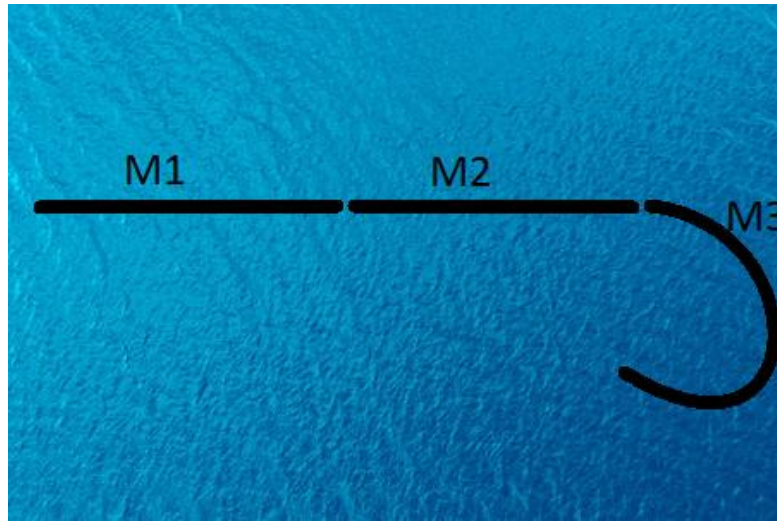


**Slika 5.** Plovilo s kojim se obavljao eksperimentalni ribolov (izvor: Petar Crmarić).

Eksperimentalni ribolov se obavljao jednostrukim mrežama stajaćicama izrađenim od poliamida (PA) i biorazgradivog poly(butylene succinate-co-butylene adipate) (PBSA) materijala. Ukupno su testirane četiri različite konfiguracije: mreže stajaćice izrađene od poliamidnog mrežnog tega veličine oka 40 mm (dalje u tekstu PA 40), mreže stajaćice izrađene od poliamidnog mrežnog tega veličine oka 42 mm (dalje u tekstu PA 42), mreže stajaćice izrađene od biorazgradivog mrežnog tega veličine oka 40 mm (dalje u tekstu PBSA 40), mreže stajaćice izrađene od biorazgradivog mrežnog tega veličine oka 42 mm (dalje u tekstu PBSA 42). Svaka mreža je bila visoka 100 oka i duga 6000 oka. U more su se postavljale u setovima,



a svaki set se sastojao od tri mreže istog materijala i veličine oka. Prve dvije mreže u setu su razvučene ravno (M1 i M2, slika 6), dok je treća mreža bila zavijena (M3, Slika 6).



**Slika 6.** Skica načina polaganja tri mreže u setu: M1, M2 i M3 (izvor: Petar Crmarić).

Bacanje mreža odvijalo se preko krmenog dijela broda, prilikom čega su zabilježeni datum i vrijeme bacanja, koordinate mjesta bacanja te materijal i veličina oka seta mreža. Mreže su se uglavnom polagale u popodnevnim satima, dok je dizanje istih obavljano sljedeći dan ujutro. Dizanje mreža obavljalo se pomoću hidrauličnog vitla s pramčanog dijela broda (Slika 5). Prilikom dizanja zabilježeni su datum i vrijeme dizanja kako bi se utvrdio vremenski period boravka mreža u moru. Nakon što su mreže izvučene na palubu broda, popisane su sve ulovljene vrste pojedinih mreža te je izmjerena duljina i masa svake ulovljene jedinke. Također, zapisan je i način ulova, tj. način na koji su se jedinke zaglavile, odnosno zaplele u mrežni teg. Za određivanje ulovljenih vrsta korišten je ključ za determinaciju (Jardas, 1996).

## **2.2. Obrada prikupljenih podataka**

Za svaki tip mreže napravljen je kvalitativno-kvantitativni sastav ulova te su rezultati prikazani tablično. Izračunata je brojčana zastupljenost ciljane vrste u ukupnom ulovu, a dužinske učestalosti ciljane vrste su prikazane histogramom. Tijekom ribolova, zabilježen je i način na koji su se jedinke ciljane vrste lovile u mrežni teg određene mreže. Kvantificiranje vjerojatnosti ulova svakog pojedinog načina se odredila koristeći metodu iz Savina i sur. (2022).

Analiza je izvršena za svaki način ulova zasebno. Vjerojatnost ulova specifičnim načinom  $q$ , organizma duljine  $l$  određena je na sljedeći način (Savina i sur., 2022):

$$NU_{ql} = \frac{\sum_{j=1}^h n_{qlj}}{\sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^Q n_{qlj}} \quad (1)$$

gdje  $n_{qlj}$  predstavlja broj ulovljenih organizama duljine  $l$ , načinom  $q$  u svakoj mreži  $j$ ,  $h$  ukupan broj analiziranih mreža određene konfiguracije, a  $Q$  ukupan broj različitih načina ulova organizama u mrežni teg različitih mreža.

Vjerojatnost ulova je modelirana sljedećom funkcijom (Savina i sur., 2022):

$$NU_q(l, \mathbf{v}) = \frac{e^{f(l, v_1, \dots, v_k)}}{1 + e^{f(l, v_1, \dots, v_k)}} \quad (2)$$

gdje je  $f$  polinom  $k$ -tog stupnja, a  $v_1, \dots, v_k$  parametri dobiveni minimalizacijom sljedećeg izraza (Savina i sur., 2022):

$$- \sum_{j=1}^h \sum_l \left\{ n_{qlj} \times \ln \left[ NU_q(l, \mathbf{v}) + [-n_{qlj} + \sum_{i=1}^Q n_{ilj}] \times \ln[1 - NU_q(l, \mathbf{v})] \right] \right\} \quad (3)$$

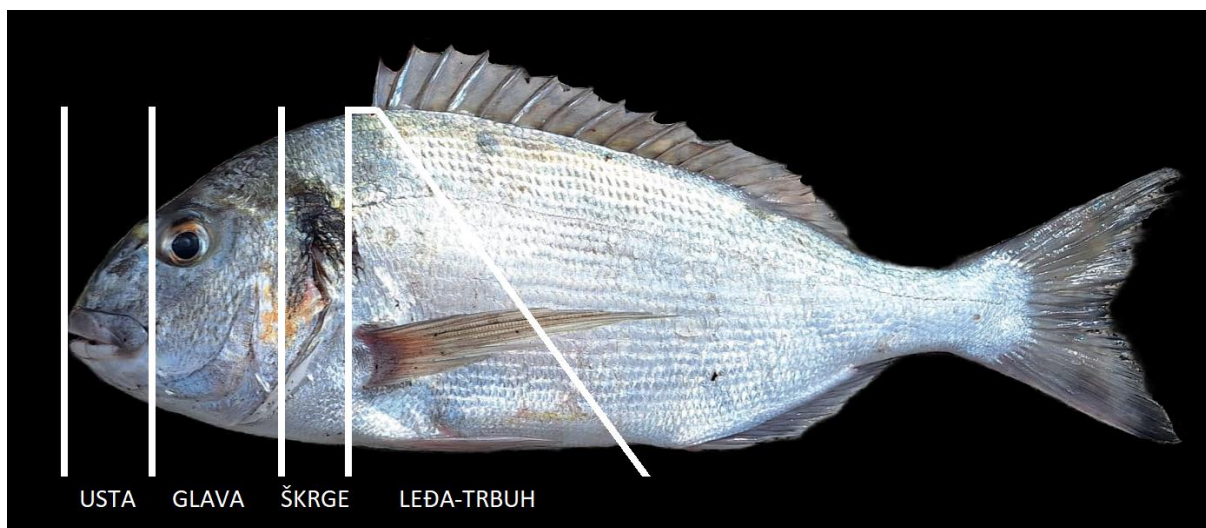
Prosječna vjerojatnost ulova specifičnim načinom određena je direktno iz eksperimentalnih podataka na sljedeći način (Savina i sur., 2022):

$$NU_{qprosijek} = \frac{\sum_l \sum_{j=1}^h n_{qlj}}{\sum_l \sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^Q n_{qlj}} \quad (4)$$

Dvostrukom bootstrap metodom određeni su 95-postotni Efronovi intervali povjerenja (Efron, 1982; Chernick, 2007) za  $NU_q(l, \mathbf{v})$  i  $NU_{qprosijek}$ . Za svaku analiziranu vrstu napravljeno je 1000 bootstrap iteracija. Vrijednosti  $NU_{qprosijek}$  specifične su za populaciju koja se za vrijeme ribolova nalazila na lovištu i rezultati se ne mogu ekstrapolirati na druga lovišta. Analiza je izvršena korištenjem SELNET programa (Herrmann i sur., 2012) i R-a (R Core Team, 2023).

### 3. REZULTATI

Tijekom istraživanja analiziran je ulov od ukupno 65 različitih mreža, od čega 14 konfiguracija PBSA 40 i 17 konfiguracija PA 40, PA 42 i PBSA 42. Ukupno su ulovljene 383 jedinke koje su grupirane u 35 vrsta. Poliamidnim mrežama ukupno je ulovljeno 207 jedinki, dok je s PBSA mrežama ulovljeno 176 jedinki. Najbrojnija vrsta u ulovu bila je ciljane vrsta *Sparus aurata* (komarča). Sveukupno je ulovljeno 111 (53,6% ) jedinki vrste *S. aurata* s PA mrežama, dok je 123 (69,9%) jedinki ulovljeno s PBSA mrežama. Obzirom da je *S. aurata* bila najdominantnija vrsta u ulovu, za nju je detaljno analiziran način na koji se lovila u mrežni teg svake testirane konfiguracije. Ukupno je zabilježeno pet načina ulova, četiri zaglavljivanjem i jedan zaplitanjem i to slijedom: zaplitanjem mrežnog tega u i oko usta ribe (dalje u tekstu „usta“), zaglavljivanjem za glavu, odnosno za predio glave između usta i škržnog poklopca (dalje u tekstu „glava“), zaglavljivanjem neposredno iza škržnog poklopca (dalje u tekstu „škrge“), zaglavljivanjem za početak dorzalne peraje i predjela od početka trbušne peraje do analnog otvora (dalje u tekstu „leđa-trbuh“) i zaplitanjem u mrežni teg (dalje u tekstu „zaplitanje“). Mjesta zaglavljivanja u mrežni teg načinima „usta“, „glava“, „škrge“ i „leđa-trbuh“ ilustrirana su slikom 7.



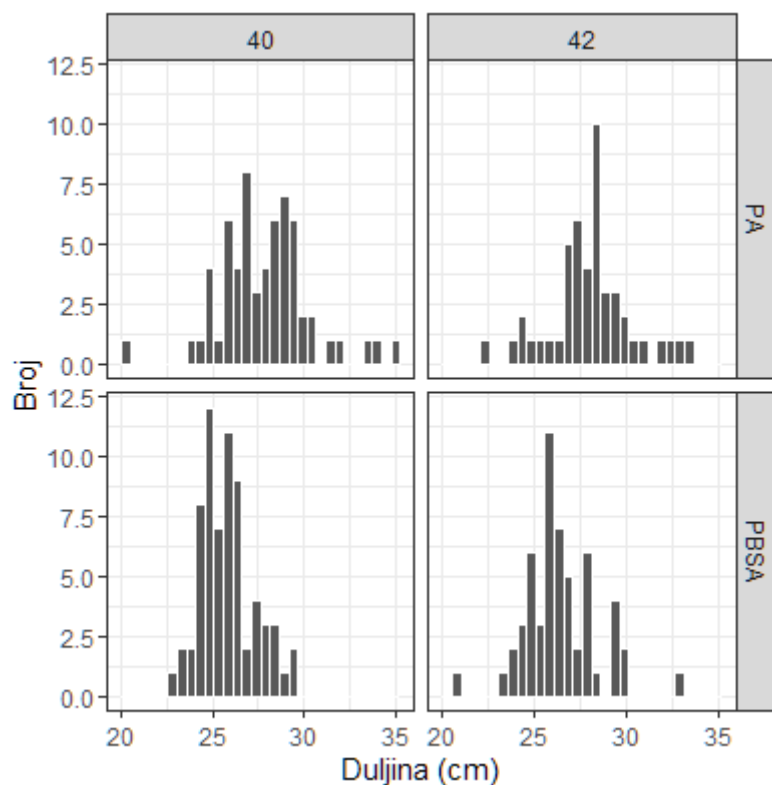
**Slika 7.** Mjesta zaglavljivanja u mrežni teg načinima „usta“, „glava“, „škrge“ i „leđa-trbuh“ (izvor: Petar Crmarić).

### 3.1. Mreže izrađene od poliamidnog mrežnog tega veličine oka 40 mm (PA 40)

Mrežama izrađenih od poliamida veličine oka mrežnog tega 40 mm (PA 40) ulovljene su 102 jedinke, grupirane u 20 različitih vrsta. Kvantitativno-kvalitativni sastav ulova ovom mrežom prikazan je u tablici 1. Dominantna vrsta u ulovu bila je komarča s 61 ulovljenim primjerkom (59,8 %) (Tablica 1). Dužinski raspon komarče ulovljene s PA 40 mrežama kretao se od 20,3 do 35 cm (Slika 8).

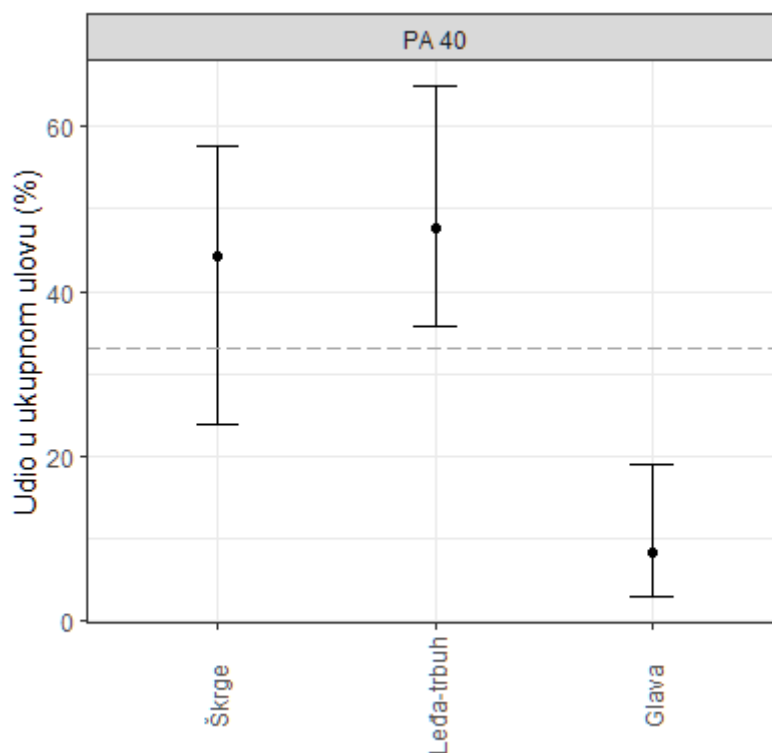
**Tablica 1.** Kvantitativno-kvalitativni sastav ulova mrežama stajaćicama izrađenim od poliamidnih vlakana veličine jedne stranice oka 40 mm.

<b>Vrsta</b>	<b>Broj jedinki</b>
<i>Sparus aurata</i>	61
<i>Chelon ramada</i>	6
<i>Scomber scombrus</i>	4
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	3
<i>Chelon labrosus</i>	3
<i>Diplodus puntazzo</i>	3
<i>Diplodus vulgaris</i>	3
<i>Diplodus sargus</i>	2
<i>Eledone moschata</i>	2
<i>Mustelus punctulatus</i>	2
<i>Pagellus acarne</i>	2
<i>Sciaena umbra</i>	2
<i>Seriola dumerili</i>	2
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1
<i>Euthynnus alletteratus</i>	1
<i>Mullus surmuletus</i>	1
<i>Sardina pilchardus</i>	1
<i>Solea solea</i>	1
<i>Squilla mantis</i>	1
<i>Uranoscopus scaber</i>	1



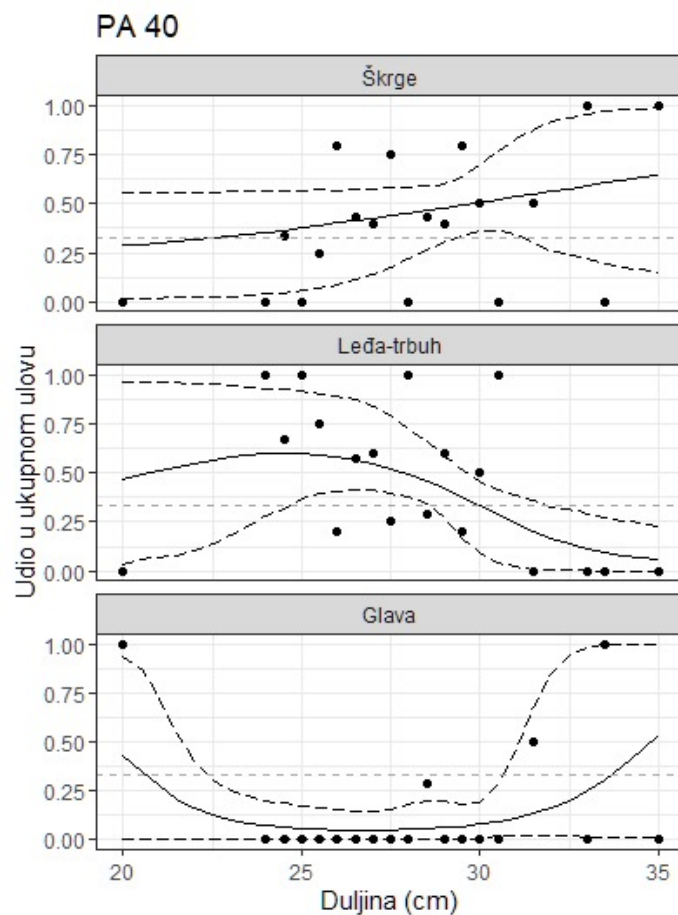
**Slika 8.** Dužinska učestalost komarče u ulovu mrežama PA 40, PA 42, PBSA 40 i PBSA 42 (objašnjenja kratica nalaze se poglavlju 2.1.).

Ciljana vrsta se u mrežna oka PA 40 mreže lovila na tri različita načina: „škrge“, „leđa-trbuh“ i „glava“. Način „leđa-trbuh“ je bio u prosjeku najdominantniji način ulova, a ovim načinom se lovilo statistički značajno više komarči od očekivanih 33% (Slika 9). Slično je zabilježeno i za način lova „škrge“. Međutim, zbog širokih 95-postotnih intervala povjerenja koji obuhvaćaju liniju 33%, ne možemo reći da se ovim načinom lovilo statistički značajno više komarči od očekivanog. Zaglavljivanjem za glavu se u prosjeku lovilo statistički značajno manje komarči od očekivanog (Slika 9).



**Slika 9.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja u mrežni teg: „škrge“, „leđa-trbuh“ i „glava“, poliamidne mreže veličine oka 40 mm (PA 40) neovisno o dužini ribe.

Ako promotrimo učestalost ulova različitih dužinskih razreda komarče svakim specifičnim načinom zaglavljivanja, možemo primijetiti da se dužinski razredi od ~25 do ~28 cm statistički značajno više love načinom „leđa-trbuh“ od očekivanog, dok se dužinski razredi veći od ~32 cm statistički značajno manje love ovim načinom zaglavljivanja od očekivanog (Slika 10). Na slici 10 se da naslutiti da se vjerojatnost ulova načinom „škrge“ povećava s dužinom ribe, međutim statistički je značajno veća od očekivane samo za dužinske razrede od 29 do 31 cm. Vjerojatnost zaglavljivanja „glavom“ je za većinu dužinskih razreda bila statistički značajno manja od očekivane.



**Slika 10.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja u mrežni teg: „škrge“, „leđa-trbuh“ i „glava“, poliamidne mreže veličine oka 40 mm (PA 40) u ovisnosti o dužini ribe.

### 3.2. Mreže izradene od poliamidnog mrežnog tega veličine oka 42 mm (PA 42)

Poliamidnom mrežom oka 42 mm se ulovilo ukupno 105 jedinki, grupiranih u 24 različite vrste. Dominantna vrsta u ulovu bila je komarča s 50 ulovljenih primjeraka (47,6 %) (Tablica 2). Dužinski raspon komarče ulovljene s PA 42 mrežama se kretao od 22,5 do 33,4 cm (Slika 8).

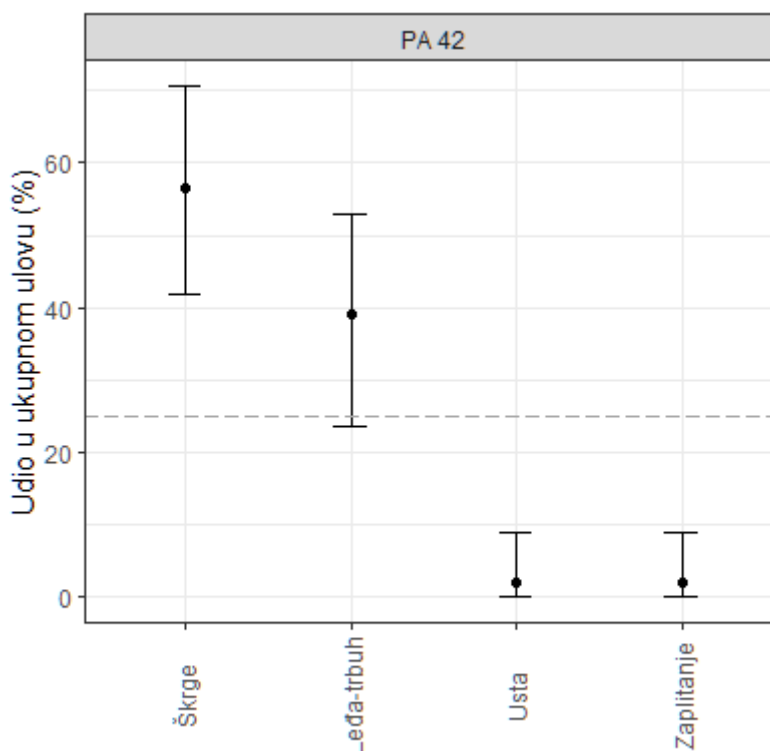
**Tablica 2.** Kvantitativno-kvalitativni sastav ulova mrežama stajaćicama izrađenim od poliamidnih vlakana veličine jedne stranice oka 42 mm.

<b>Vrsta</b>	<b>Broj jedinki</b>
<i>Sparus aurata</i>	50
<i>Euthynnus</i>	15
<i>Diplodus vulgaris</i>	8
<i>Chelon ramada</i>	5
<i>Merlangius</i>	3
<i>Solea solea</i>	3
<i>Pagellus acarne</i>	2
<i>Sciaena umbra</i>	2
<i>Squilla mantis</i>	2
<i>Chelon auratus</i>	1
<i>Chelon labrosus</i>	1
<i>Dicentrarchus</i>	1
<i>Eledone moschata</i>	1
<i>Mullus barbatus</i>	1
<i>Mullus surmuletus</i>	1
<i>Mustelus</i>	1
<i>Oblada melanura</i>	1
<i>Pagellus</i>	1
<i>Raja sp.</i>	1
<i>Sarda sarda</i>	1
<i>Seriola dumerili</i>	1
<i>Torpedo</i>	1
<i>Uranoscopus</i>	1
<i>Zeus faber</i>	1

Uz „zaplitanje“, zabilježena su tri različita načina zaglavljivanja kojima se komarča lovila u mrežni teg PA 42 mreže, a to su redom: „škrge“, „leđa-trbuh“ i „usta“ (Slika 11). „Škrge“ su s 56,5 % bile dominantan način zaglavljivanja, a vjerojatnost zaglavljivanja na ovaj način je bila statistički značajno veća od očekivanog (25%). Drugi po redu način zaglavljivanja je bio „leđa-trbuh“. Vjerojatnost zaglavljivanja „leđa-trbuh“ se nije statistički značajno razlikovala od načina ulova „škrge“, niti se statistički značajno razlikovala od očekivanog.

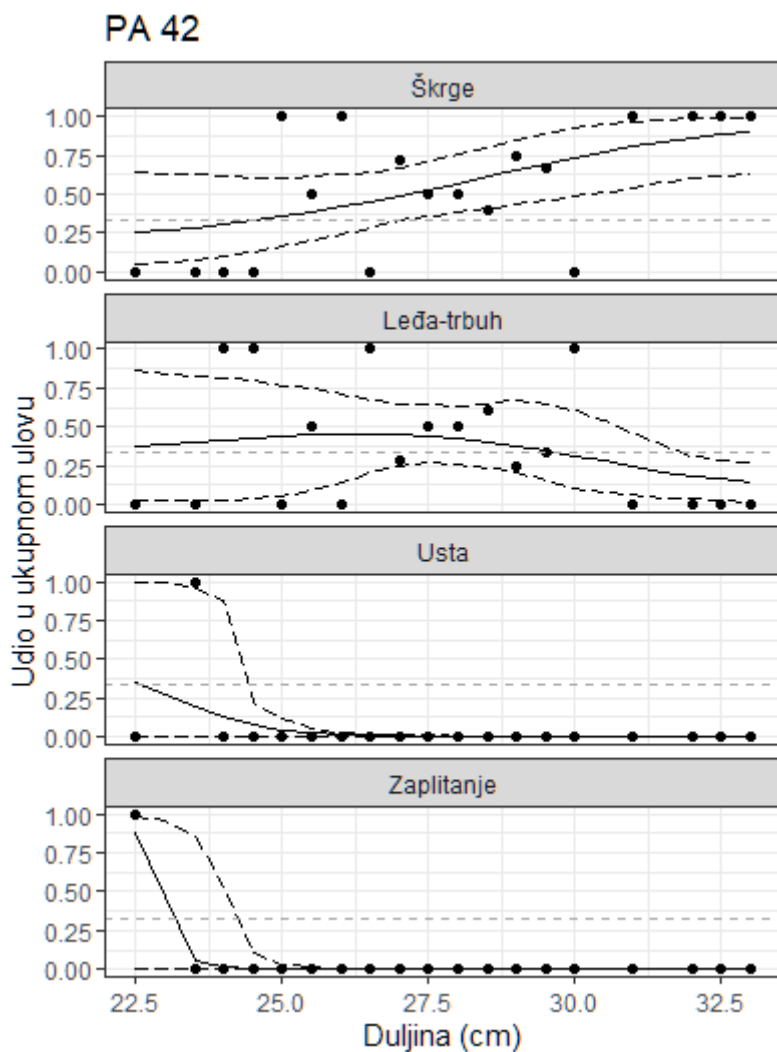


Vjerojatnost zaglavljivanja ustima („usta“) i zaplitanjem („zaplitanje“) je bila podjednaka te je u oba slučaja bila statistički značajno manja od očekivanog (Slika 11).



**Slika 11.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja: „škrge“, „leđa-trbuh“, „usta“ i zaplitanjem u mrežni teg poliamidne mreže veličine oka 42 mm (PA 42) neovisno o dužini ribe.

Ako pogledamo vjerojatnost zaglavljivanja različitih dužinskih razreda komarče u oka PA 42 mreže (Slika 12), možemo primijetiti da se vjerojatnost zaglavljivanja dominantnim načinom „škrge“ povećava s dužinom ribe, a i navedeni način je statistički značajno veći od očekivanog iznad 27.5 cm duljine. Kod načina zaglavljivanja „leđa-trbuh“ nema statistički značajne razlike od očekivanog za sve dužinske razrede do ~32 cm, dok je za razrede iznad ~32 cm vjerojatnost zaglavljivanja ovim načinom statistički značajno manja od očekivanog. Za preostala dva načina „usta“ i „škrge“ je evidentno da je vjerojatnost ulova gotovo svih dužinskih razreda statistički značajno manja od očekivanog, osim za najmanje jedinke, za koje, zbog širokih 95-postotnih intervala povjerenja ne možemo donijeti nikakav zaključak.



**Slika 12.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja: „škrge“, „leđa-trbuh“, „usta“ i zaplitanjem u mrežni teg poliamidne mreže oka 42 mm (PA 42) u ovisnosti o dužini ribe.

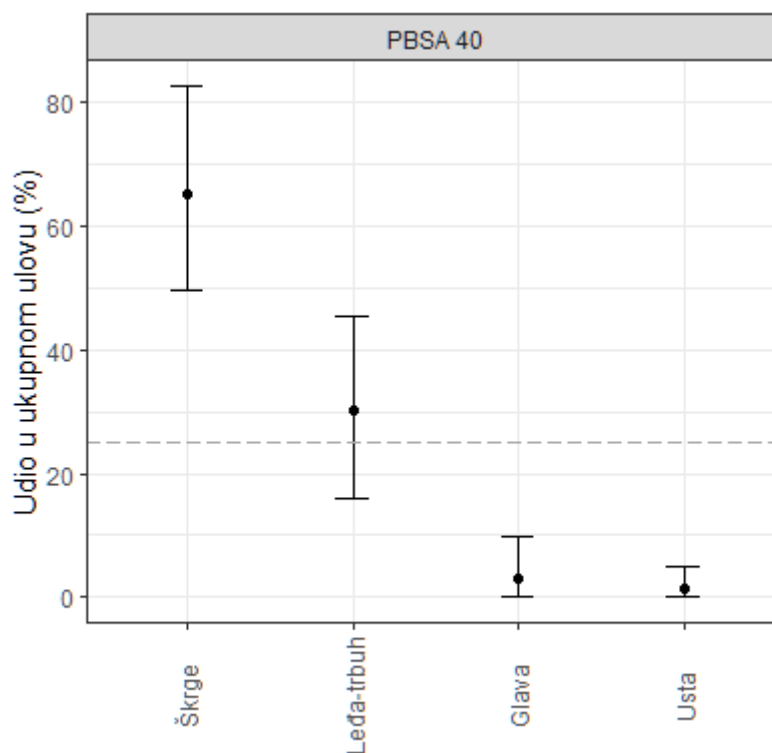
### 3.3. Mreže izradene od biorazgradivog mrežnog teга veličine oka 40 mm (PBSA 40)

Biorazgradivim mrežama oka 40 mm (PBSA 40) ulovilo se ukupno 86 jedinki, koje su grupirane u 11 različitih vrsta. Dominantna vrsta u ulovu bila je komarča s 67 ulovljenih primjeraka (77,9 %) (Tablica 3). Dužinski raspon komarče ulovljene PBSA 40 mrežama kretao se od 23 do 29,4 cm (Slika 8).

**Tablica 3.** Kvantitativno-kvalitativni sastav ulova mrežama stajaćicama izrađenim od PBSA vlakana veličine jedne stranice oka 40 mm.

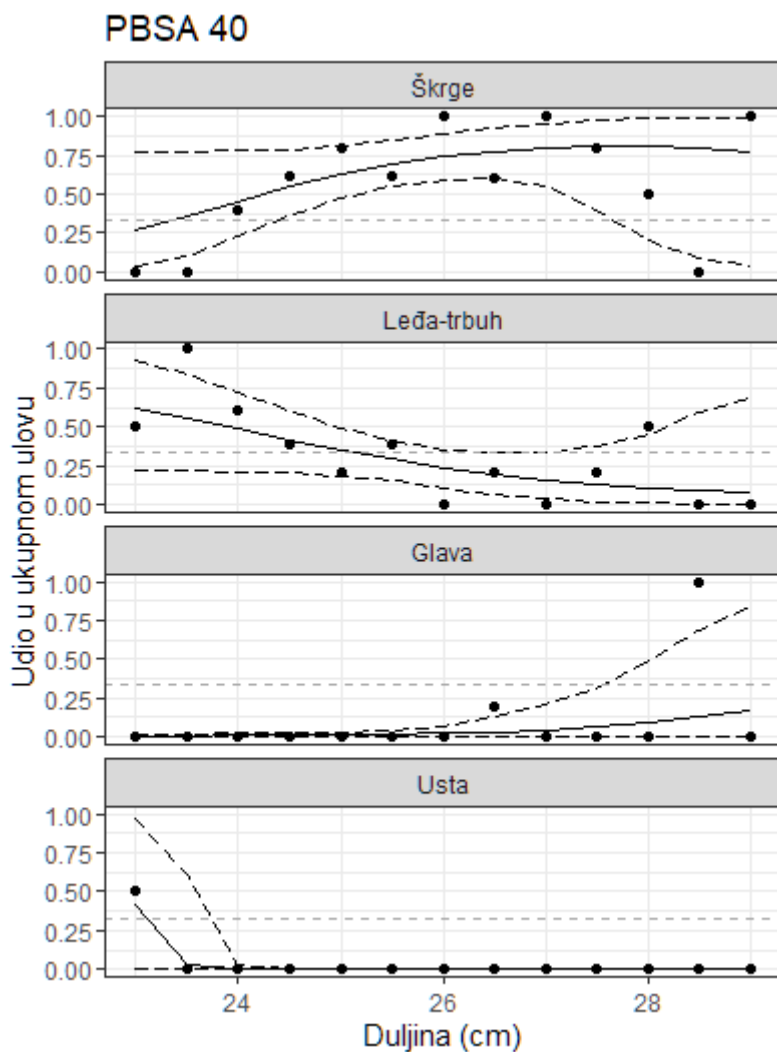
<b>Vrsta</b>	<b>Broj jedinki</b>
<i>Sparus aurata</i>	67
<i>Diplodus puntazzo</i>	5
<i>Diplodus vulgaris</i>	3
<i>Squilla mantis</i>	3
<i>Chelon ramada</i>	2
<i>Dentex dentex</i>	1
<i>Dicentrarchus labrax</i>	1
<i>Pagellus erythrinus</i>	1
<i>Sarpa salpa</i>	1
<i>Trachurus sp</i>	1
<i>Uranoscopus scaber</i>	1

Ciljana vrsta se u oka PBSA 40 mreže lovila na četiri načina: „škrge“, „leđa-trbuh“, „glava“ i „usta“ (Slika 13). „Škrge“ su bile dominantan način zaglavljivanja, a vjerojatnost zaglavljivanja na ovaj način je bila statistički značajno veća od očekivanog (25%). Drugi po redu način zaglavljivanja je bio „leđa-trbuh“. Vjerojatnost zaglavljivanja načinom „leđa-trbuh“ je bila statistički značajno manja od načina „škrge“ i nije bila statistički značajno različita od očekivanog. Vjerojatnost zaglavljivanja komarče glavom („glava“) ili ustima („usta“) u mrežni teg PBSA 40 mreže je bila statistički značajno manja od očekivane, a obje vjerojatnosti su bile statistički značajno manje od vjerojatnost ulova načinom „škrge“ i „leđa-trbuh“ (Slika 13).



**Slika 13.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja u mrežni teg: „škrge“, „leđa-trbuh“, „glava“ i „usta“, biorazgradive mreže oka 40 mm (PBSA 40) neovisno o dužini ribe.

Rezultati su vrlo slični i kad analiziramo vjerojatnost zaglavljivanja različitih dužinskih razreda komarče u oka mreže PBSA 40 (Slika 14). „Škrge“ su dominantan način, gdje vjerojatnost zaglavljivanja škragama raste s porastom dužine i statistički je značajno veća od očekivanog u rasponu od ~24,5 cm do ~27,5 cm duljine. Kod načina zaglavljivanja „leđa-trbuh“ nema statistički značajne razlike od očekivanog za sve dužinske razrede. Za preostala dva moda („glava“ i „usta“) je evidentno da je vjerojatnost ulova gotovo svih dužinskih razreda statistički značajno manja od očekivanog, osim za najveće jedinke kod načina „glava“ te najmanjih jedinki kod moda „usta“, gdje zbog širokih 95-postotnih intervala povjerenja ne možemo donijeti nikakav zaključak.



**Slika 14.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja u mrežni teg: „škrge“, „leđa-trbuh“, „glava“ i „usta“, biorazgradive mreže oka 40 mm (PBSA 40) u ovisnosti o dužini ribe.

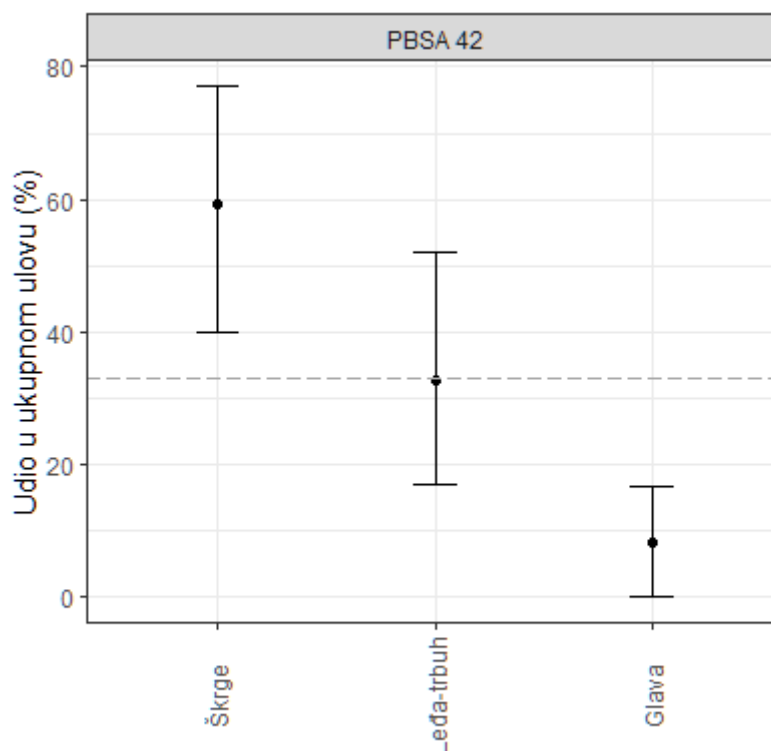
### 3.4. Mreže izradene od biorazgradivog mrežnog teга veličine oka 42 mm (PBSA 42)

Biorazgradivim mrežama oka 42 mm ulovilo se ukupno 90 jedinki, grupiranih u 13 različitih vrsta. Dominantna vrsta u ulovu bila je komarča s 56 ulovljenih primjeraka (62,2 %) (Tablica 4). Dužinski raspon komarče ulovljene PBSA 42 mrežama kretao se od 20,7 do 33 cm (Slika 8).

**Tablica 4.** Kvantitativno-kvalitativni sastav ulova mrežama stajaćicama izrađenim od PBSA vlakana veličine jedne stranice oka 42 mm.

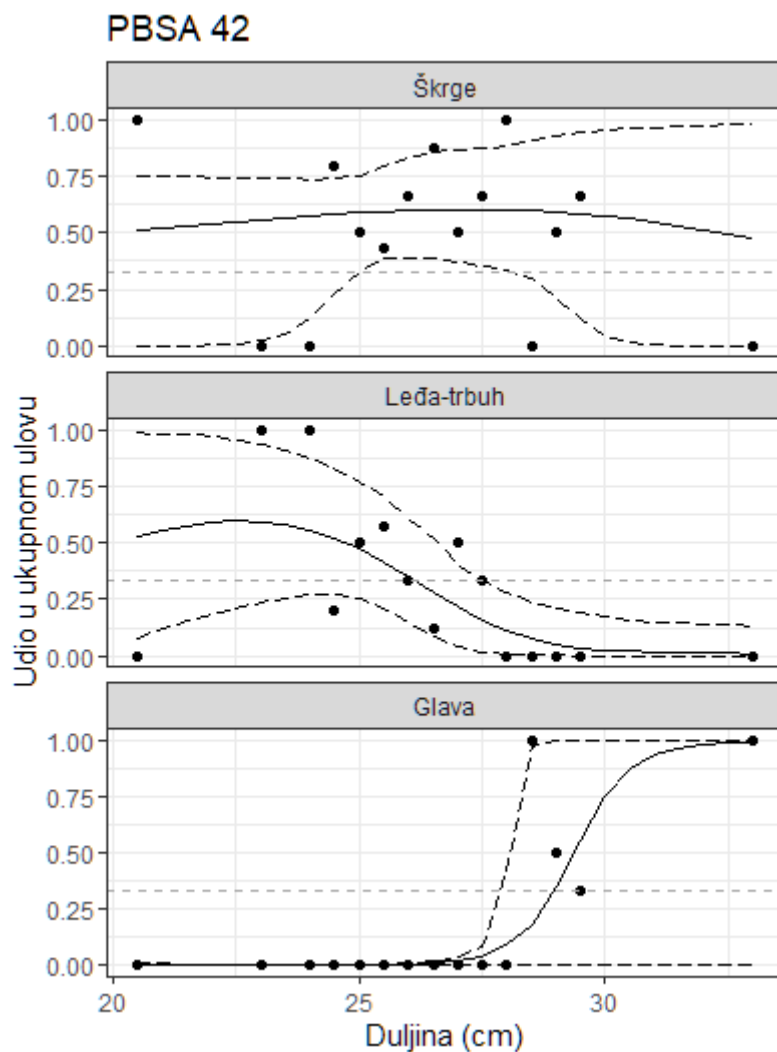
<b>Vrsta</b>	<b>Broj jedinki</b>
<i>Sparus aurata</i>	56
<i>Diplodus vulgaris</i>	12
<i>Diplodus sargus</i>	4
<i>Chelon labrosus</i>	3
<i>Chelon ramada</i>	3
<i>Diplodus puntazzo</i>	3
<i>Sarpa salpa</i>	2
<i>Sciaena umbra</i>	2
<i>Chelon auratus</i>	1
<i>Conger conger</i>	1
<i>Pagellus erythrinus</i>	1
<i>Scorpaena porcus</i>	1
<i>Solea solea</i>	1

Komarča se u oka ove mreže lovila na tri načina: „škrge“, „leđa-trbuh“ i „glava“ (Slika 15). „Škrge“ su bile dominantan način zaglavljivanja (59,2%), a vjerojatnost zaglavljivanja škrigama je bila statistički značajno veća od očekivanog. Vjerojatnost zaglavljivanja načinom „leđa-trbuh“ nije bila statistički značajno manja od načina „škrge“ niti statistički značajno različita od očekivanog. Vjerojatnost zaglavljivanja komarče glavom („glava“) je bila statistički značajno manja od očekivane i statistički značajno manja od vjerojatnost ulova načinom „škrge“ i „leđa-trbuh“ (Slika 15).



**Slika 15.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja u mrežni teg: „škrge“, „leđa-trbuh“ i „glava“, biorazgradive mreže veličine oka 42 mm (PBSA 42) neovisno o dužini ribe.

Ako uzimamo u obzir dužinu jedinki, vjerojatnost zaglavljivanja načinom „škrge“ je bila statistički značajno veća od očekivanog samo za dužinske razrede od ~25 do ~27,5 cm (Slika 16). U ovom slučaju ne postoji indikacija da se vjerojatnost ulova ovim načinom povećava s dužinom ribe. Kod načina zaglavljivanja „leđa-trbuh“ nema statistički značajne razlike od očekivanog do dužine od ~27,5 cm, nakon čega je vjerojatnost zaglavljivanja ovim načinom statistički značajno manja od očekivane. Vjerojatnost zaglavljivanja komarče glavom („glava“) u mrežni teg PBSA 42 mreže je bila statistički značajno manja od očekivane za jedinke manje od ~27,5 cm, dok za jedinke veće od ~27,5 cm, zbog širokih 95-postotnih intervala povjerenja ne možemo donijeti nikakav zaključak.

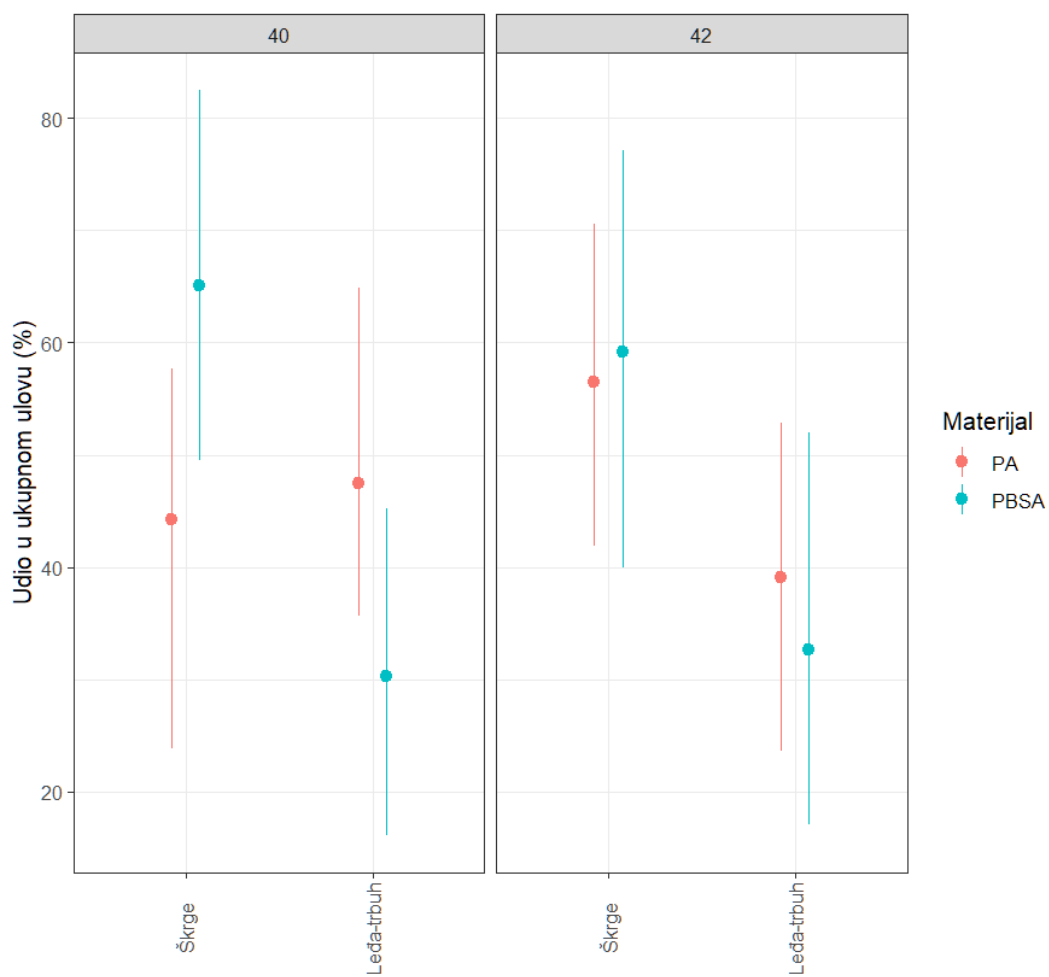


**Slika 16.** Vjerojatnost ulova komarče različitim načinima zaglavljivanja u mrežni teg biorazgradive mreže veličine oka 42 mm (PBSA 42) u ovisnosti o dužini ribe.

### 3.5. Usporedba poliamidnih (PA) i biorazgradivih (PBSA) mreža

Usporedba prosječne vjerojatnosti ulova komarče načinom „škrge“ i „leđa-trbuh“ mrežama izrađenim od poliamidnog, odnosno standardnog (PA) i biorazgradivog (PBSA) materijala prikazana je na slici 17. Sa slike je vidljivo da se 95-postotni intervali preklapaju u svim slučajevima, što sugerira da ne postoji statistički značajna razlika u prosječnoj vjerojatnosti ulova komarče načinima „škrge“ i „leđa trbuh“ između standardnog (PA) i biorazgradivog (PBSA) materijala.





**Slika 17.** Usporedba vjerojatnosti ulova komarče načinom „škrge“ i „leđa trbuh“ mrežama izrađenim od standardnog (PA) i biorazgradivog (PBSA) materijala.

## 4. RASPRAVA

U ovom radu predstavljeni su rezultati analize ulova jednostrukih mreža stajaćica izrađenih od standardnog i biorazgradivog mrežnog materijala. Uzimajući u obzir brojnosti ulovljenih organizama u oba tipa mreža najzastupljenija je bila komarča (*Sparus aurata*), što i ne čudi obzirom da je to bila ciljana vrsta ribolova. Provedenim istraživanjem prvi puta su identificirani različiti načini na koje se komarča lovi u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica, a za svaku testiranu konfiguraciju je izračunata vjerojatnost ulova svakim od zabilježenih načina.

Razumijevanje načina na koji se riba lovi u mrežni teg može dati značajan uvid o lovnosti alata i veličini potencijalne lovine (Savina i sur., 2022). U literaturi se najčešće definiraju četiri načina na koji se organizmi love u jednostruke mreže stajaćice: zaglavljivanje za usta, škržni poklopac (operkulum), zaglavljivanje za najširi dio tijela te zaplitanje (Hovgard i Larssen, 2000; He, 2006). Međutim, Savina i sur. (2022) su identificirali čak šest različitih načina i naveli da se jedan organizam ne mora nužno uloviti samo jednim načinom. U ovom radu je identificirano ukupno pet različitih načina na koji se ciljana vrsta lovi u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica („usta“, „glava“, „škrge“, „leđa-trbuh“ i „zaplitanje“). U većini testiranih konfiguracija (PA 42, PBSA 40 i PBSA 42), ciljana vrsta se u prosjeku najčešće lovila zaglavljivanjem za predio glave između usta i škržnog poklopca („škrge“), što je i bilo očekivano. Vjerojatnost zaglavljivanja u oka mrežnog tega jednostrukih mreža stajaćica na način „leđa-trbuh“ je kod većine testiranih konfiguracija bio u prosjeku drugi po zastupljenosti, osim kod konfiguracije PA 40, gdje se ciljana vrsta u prosjeku najčešće lovila na ovaj način. Međutim, važno je naglasiti da se vjerojatnost ulova načinom „leđa-trbuh“ nije statistički značajno razlikovala od vjerojatnosti ulova načinom „škrge“ u navedenoj konfiguraciji. Cerbule i sur. (2022) su zabilježili da je ulov za operkulum („škrge“) najčešći način na koji se bakalar zaglavljuje u mrežna oka jednostrukih mreža stajaćica, no autori također navode da način ulova ovisi i o veličini ribe. U ovom radu je također zabilježeno da vjerojatnost ulova određenim načinom ovisi o veličini organizma. Primjerice, vjerojatnost ulova načinom „škrge“ je rasla s porastom veličine komarče kod svih konfiguracija osim PBSA 42, dok je vjerojatnost ulova komarče načinom „leđa-trbuh“ opadala s porastom veličine organizma. Za razliku od ove studije, Cerbule i sur. (2022) bilježe da se veće jedinke (>110 cm) najčešće love za usta dok se manje najčešće love za operkulum ili za najširi dio tijela. Način ulova „leđa-trbuh“ zabilježen u ovom radu nije do sad specifično izdvojen u dostupnoj znanstvenoj literaturi, a razlog tome je specifičan način na koji je definiran. Navedeni način ulova „leđa-trbuh“, je u biti uključivao

više drugih načina ulova koji su, zbog malog broja uzoraka, grupirani zajedno. Način je karakterističan po tome što se gornja točka „zaglavljivanja“ u mrežno oko uvijek nalazi na početku dorzalne peraje, dok se donja točka „zaglavljivanja“ nalazi na potezu od početka trbušne peraje (što otprilike odgovara najširem dijelu tijela komarče) do anusa. Moguće je da bi veći broj prikupljenih podataka omogućio raspodjelu načina „leđa–trbuh“ u više različitih načina te pokazao da učestalost zaglavljivanja tim načinima ovisi o dužinskoj raspodjeli ciljane vrste na lovištu. Unatoč tome što nije ustanovljena statistički značajna razlika u vjerojatnosti ulova načinima „škrge“ i „leđa-trbuh“ između mreža izrađenih od standardnih najlonskih i biorazgradivih vlakana, primijećeno je da su mreže izrađene od biorazgradivog materijala češće pucale tijekom manipulacije, pogotovo prilikom vađenja lovine iz mreže.

Obzirom da je ispitivanje na terenu trajalo relativno kratko, moguće je da bi s vremenom biorazgradive mreže brže gubile na čvrstoći u odnosu na standardne mreže i tako bile manje lovne, što su pokazali Grimaldo i sur. (2019). Potencijalno smanjenje lovnosti mreža izrađenih od biorazgradivih materijala sigurno negativno utječe na vjerojatnost da će ribari prihvatiti novi materijal te kompletno prijeći na novi biorazgradivi (Cerbule i sur., 2022). Međutim, pozitivno je što u slučajevima gubitka u moru, ovakve mreže imaju smanjenu lovnost i brže se raspadaju. Plastični materijali od kojih se standardno izrađuju ribolovni alati su vrlo robusni, ne raspadaju se brzo u moru te nastavljaju izlovljavati organizme dugo nakon inicijalnog gubitka (Kim i sur., 2016), a i kad se jednom počnu raspadati, ne nestaju u potpunosti iz okoliša, već se raspadaju na manje čestice plastike (Li i sur., 2016). Kim i sur. (2014), su pokazali da se biorazgradivi materijal korišten u njihovom eksperimentu razgrađuje na CO<sub>2</sub>, metan i vodu te da nije štetan za okoliš, međutim Hawke i sur. (2024) naglašavaju da unatoč tome što su neki biorazgradivi materijali manje opasni za okoliš, mali broj istraživanja na ovu temu trenutno postoji kako bi se točno utvrdilo na koji sve način biorazgradivi materijali utječu na okoliš. Iako su potrebna daljnja istraživanja, testiranje provedeno za potrebe ovog rada je pokazalo da, bar kratkoročno, biorazgradivi materijali imaju potencijal za zamjenu standardnog materijala u ribolovu. Osim toga, rezultati rada pružaju značajan uvid u funkcionalnost biorazgradivog materijala u ribolovu te time doprinose promicanju biorazgradivih materijala kao bolje alternative u očuvanju okoliša i održivog ribolova.

## 5. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja jednostrukim mrežama stajaćicama izrađenih od biorazgradivog (PBSA) i standardnog poliamidnog (PA) mrežnog materijala na širem području Umaga možemo zaključiti:

- Najbrojnija vrsta u ulovu bila je ciljana vrsta komarča, *Sparus aurata*,
- Analizom ulova zabilježeno je pet različitih načina na koji se vrsta *S. aurata* lovi u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica različitih veličina oka i materijala izrade,
- Ciljana vrsta se ne lovi samo zaglavljivanjem, već i zaplitanjem u mrežni teg jednostrukih mreža stajaćica,
- Najčešći načini na koji se ciljana vrsta zaglavљуje u oka mrežnog tega su modovima „škrge“ i „leđa-trbuh“,
- Nije zabilježena statistički značajna razlika u prosječnoj vjerojatnosti ulova komarče načinima „škrge“ i „leđa trbuh“ između standardnog (PA) i biorazgradivog (PBSA) materijala.

## 6. LITERATURA

- Adriamed. 2000. Hrvatski prijevod FAO Kodeks Odgovornog Ribarstva. GCP/RER/010/ITA/AT-02 38str. Dostupno sa: <https://www.fao.org/3/v9878hr/V9878HR.pdf>, pristupljeno: svibanj 2024.
- Arthur C, Sutton-Grier AE, Murphy P, Bamford H. 2014. Out of sight but not out of mind: Harmful effects of derelict traps in selected US coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 1: 19–28.
- Breen PA. 1990. A review of host fishing by traps and gillnets. U: Proceeding of the second international conference on marine debris. International Conference on Marine Debris. Shomura R.S., Godfrey, ML. (ur.), Hawaii. NOAA Tech. Memo str. 571-599. Dostupno sa: [https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/6012/noaa\\_6012\\_DS1.pdf](https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/6012/noaa_6012_DS1.pdf), pristupljeno: lipanj 2024.
- Brown J, Macfadyen G. 2007. Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. *Marine Policy*, 4: 488–504.
- Carr HA, Blott AJ, Caruso PG. 1992. A study of ghost gillnets in the inshore waters of southern New England. Proceedings of MTS '92 Conference. Marine Technology Society, str. 361-367.
- Cerbule K, Herrmann B, Grimaldo E, Larsen RB, Savina E, Vollstad J. 2022. Comparison of the efficiency and modes of capture of biodegradable versus nylon gillnets in the Northeast Atlantic cod (*Gadus morhua*) fishery. *Marine Pollution Bulletin*, 178:113618.
- Cetinić P, Swiniarski J. 1985. Alati i tehnika ribolova. Logos, Split, 655 str.
- Chernick MR. 2007. Bootstrap methods: A guide for practitioners and researchers. John Wiley & Sons, New York, 400 str.
- Derraik J. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 842–852.
- Do HL, Armstrong CW. 2023. Ghost fishing gear and their effect on ecosystem services – Identification and knowledge gaps. *Marine Policy*, 150: 105528.
- Efron B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. SIAM Monograph No. 38, CBSM-NSF. Dostupno sa: <https://epubs.siam.org/doi/pdf/10.1137/1.9781611970319.fm>, pristupljeno: svibanj 2024.

- FAO. 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome, 41. str. Dostupno sa: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4a456053-db08-4362-875a-2fdc723c1346/content>, pristupljeno: svibanj 2024.
- Gabriel O, Lange K, Dahm E, Wendt T. 2005. Fish Catching Methods of the World. Fourth edition. Blackwell Publishing, Oxford, 523 str.
- Gilman E. 2016. Biodegradable fishing gear: part of the solution to ghost fishing and marine pollution. *Animal Conservation*, 19: 320-321.
- Gilman E, Chopin F, Suuronen P, Kuemlangan B. 2016. Abandoned, lost and discarded gillnets and trammel nets: methods to estimate ghost fishing mortality, and status of regional monitoring and management. Dostupno sa: <http://www.fao.org/3/a-i5051e.pdf>, pristupljeno: svibanj 2024.
- Gilman E, Musyl M, Suuronen P, Chaloupka M, Gorgin S, Wilson J, Kuczenski B. 2021. Highest risk abandoned, lost and discarded fishing gear. *Scientific Reports*, 11: 7195.
- Grimaldo E, Herrmann B, Tveit GM, Vollstad J, Schei M. 2018. Effect of using biodegradable gill nets on the catch efficiency of Greenland halibut. *Marine and Coastal Fisheries*, 10: 619-629.
- Grimaldo E, Herrmann B, Su B, Føre HM, Vollstad J, Olsen L, Larsen RB, Tatone I. 2019. Comparison of fishing efficiency between biodegradable gillnets and conventional nylon gillnets. *Fisheries Research*, 213: 67-74.
- Grimaldo E, Herrmann B, Jacques N, Kubowicz S, Cerbule K, Su B, Larsen R, Vollstad J. 2020a. The effect of long-term use on the catch efficiency of biodegradable gillnets. *Marine Pollution Bulletin*, 161: 111823.
- Grimaldo E, Herrmann B, Jacques N, Vollstad J, Su B. 2020b. Effect of mechanical properties of monofilament twines on the catch efficiency of biodegradable gillnets. *PLoS ONE* 15: e0234224.
- Hawke AM, Trujillo JE, Oey I, Giteru SG, Allan BJM. 2024. Exposure to petroleum-derived and biopolymer microplastics affect fast start escape performance and aerobic metabolism in a marine fish. *Science of The Total Environment*, 906: 167423.
- He P. 2006. Gillnets: gear design, fishing performance and conservation challenges. *Marine Technology Society Journal*, 40: 12-19.
- He P, Chopin F, Suuronen P, Ferro RS, Lansley J. 2021. Classification and illustrated definition of fishing gears. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 672. Rome, FAO.

- Herrmann B, Sistiaga M, Nielsen KN, Larsen RB. 2012. Understanding the size selectivity of redfish (*Sebastes* spp.) in North Atlantic trawl codends. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 44: 1–13.
- Hovgard H, Larssen H. 2000. Manual on estimation of selectivity for gill net and long line gears in abundance surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, 397: 1-84.
- Jardas I. 1996. *Jadranska ihtiofauna*. Školska knjiga, Zagreb, 533 str.
- Kim S, Park S, Lee K. 2014. Fishing performance of an *Octopus minor* net pot made of biodegradable twines. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 14: 21–30.
- Kim S, Kim P, Lim J, An H, Suuronen P. 2016. Use of biodegradable driftnets to prevent ghost fishing: physical properties and fishing performance for yellow croaker. *Animal Conservation*, 19: 309-319.
- Li WC, Tse HF, Fok L. 2016. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, 566: 333-349.
- Lively JA, Good TP. 2019. Ghost Fishing. U: Sheppard C (ur.). *World Seas: An Environmental Evaluation (Second Edition) Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*. Elsevier Ltd, str. 183-196.
- Macfadyen G, Huntington T, Cappel R. 2009. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. *FAO and UNEP, Rome*. 115 str. Dostupno sa: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4bf2eed-b47b-463c-a461-85861e726ce5/content>, pristupljeno: rujan, 2023.
- Potter ECE, Pawson MG. 1991. Gill netting. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft*, 34 str.
- Savina E, Herrmann B, Frandsen RP, Krag LA. 2022. A new method for estimating length-dependent capture modes in gillnets: a case study in the Danish cod (*Gadus morhua*) fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 79: 373–381.
- NN 110/2023. *Pravilnik o obavljanju gospodarskog ribolova na moru mrežama stajaćicama, klopkastim, udičarskim i probodnim ribolovnim alatima te o ribolovu tramatom*. 2023. *Narodne novine 110*, Zagreb.
- R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupno sa: <https://www.R-project.org/>.
- Tokiwa Y, Calabia BP, Ugwu CU, Aiba S. 2009. Biodegradability of plastics. *International Journal of Molecular Science*, 10: 3722–3742.

Yu M, Tang Y, Min M, Herrmann B, Cerbule K, Liu C, Dou Y, Zhang L. 2023. Comparison of physical properties and fishing performance between biodegradable PLA and conventional PA trammel nets in grey mullet (*Mugil cephalus*) and red-lip mullet (*Liza haematocheila*) fishery. *Marine Pollution Bulletin*, 195: 115545.