



INSTITUT ZA OCEANOLOGIJU I RIBARSTVO

***Biološki odgovor plavoperajne tune
(*Thunnus thynnus*) na sportsko rekreacijski
ribolov metodom ulovi i pusti***



Split, siječnja 2018

Institut za oceanografiju i ribarstvo - Split

**Biološki odgovor plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) na sportsko
rekreacijski ribolov metodom ulovi i pusti**

Završno izvješće

Voditelj projekta. Dr.sc. Leon Grubišić

Autori: prof.dr.sc. Ivan Katavić
dr.sc. Tanja Šegvić Bubić
dr.sc. Vjekoslav Tičina
mr.sc. Iva Žužul
mr.sc. Igor Talijančić
mr.sc. Josip Maleš
Tonći Luketa
Bepo Šoša
Petar Ugarković

Ravnatelj Instituta:

Prof.dr.sc. Nedo Vrgoč

1. Uvod

“Ulovi i pusti” (U i P) je jedan od brojnih oblika ribolova koji je odnedavna postao veoma popularan u sportskoj i rekreacijskoj ribolovnoj praksi. Visoki postotak puštene ribe nakon ulova preživljava (Cooke i Schramm, 2007). S obzirom na očekivano preživljavanje dijela ulovljene i puštane populacije vjeruje se da U i P, za razliku od tradicionalnog ribolova, smanjuje negativni učinak na prirodne resurse.

U i P je u suštini proces ulova ribe pomoću udice pričvršćene na najlonsku nit koja se operativno naslanja na štap i koloturnik, a zatim se vraća, po mogućnosti neoštećena na mjesto ulova. Prednje može biti dobrovoljno vraćanje ulova, ili pak rezultat propisanih regulacijskih mjera. To znači da ribolovac može nastaviti s ulovnom praksom unatoč činjenici da je alocirana kvota potrošena. S gledišta upravljanja ribolovom, prevladava mišljenje da U i P praksa unapređuje biološke, ekonomske i socijalne osnove rekreacijskog ribolova i ribarskog menadžmenta (Policansky, 2002).

U povijesnom kontekstu, različiti oblici udičarskog ribolova prakticiraju se gotovo 50,000 godina, prvotno gotovo isključivo za prehranu (Shrange i Lundbeck, 1992). Prvi znaci udičarenja kao rekreacijske aktivnosti koja dakle nije bila motivirana prehranom ili prodajom, datiraju preko 3,000 godina unazad u Egiptu. Grci i Rimljani su također prakticirali različite forme rekreacijskog ribolova, nerijetko motivirani religioznim razlozima (Pitcher i Hollingworth, 2002). Ipak, nema naznaka po kojima se u Mediteranu toga vremena prakticirao princip U i P. Međutim, u Srednjem vijeku u Europi, uključivo Engleskoj, unatoč oskudnoj dokumentaciji, po svemu sudeći rekreacijski je ribolov ponekad uključivao puštanje dijela ulova o čemu svjedoče umjetničke slike i raznolika ribolovna oprema. Kasnije, tijekom 18. stoljeća ovaj vid ribolova je konotiran kao oblik rekreacijskog ribolova motiviran natjecateljskim porivom, što bi bilo ekvivalentno modernom športsko ribolovnom natjecanju. Nema naznaka u kojoj mjeri je prakticiran sistem U i P, ali je izvjesno da su mjere zaštite juvenilnih jedinki, te prostorno-vremenska regulacija nalagale puštanje dijela ulova (Aas i sur. 2002). Osim povijesnih, postoje brojni etički, socijalni, ekonomski i biološki aspekti ove ribolovne prakse koji potvrđuju svu kompleksnost rješavanja ključnih pitanja upravljanja i zaštite ribljih populacija.

Izvorno su U i P istraživanja bila primarno fokusirana na slatkovodne vrste riba, poglavito salmonidne. Tek je 70-tih godina prošlog stoljeća, s prvim naznakama globalne krize u morskom ribarstvu, rekreacijski ribolov također doveden u vezu s rastućim smanjenjem ribljih populacija uslijed prelova. Posljedično je krajem 90-tih godina započeo veliki uzlet u istraživanjima U i P u moru. Međutim, znanstveni fond informacija relevantnih za morske vrste je još uvijek tek jedna četvrtina od ukupnog (Arlinghaus i sur. 2017).

Biološki aspekti U i P su najviše istraživani. Najveći broj istraživanja se fokusira na mortalitet uslijed ranjavanja. Drugi subletalni efekti, poput ponašanja/migracije, reprodukcije i rasta su tek sporadično istraživani. Budući da se riba lovi na udicu, a ova uzrokuje neizbježno ranjavanje povezano sa stresom, nameće se potreba za istraživanjima kojima će se dovesti do smanjenja ovih negativnih posljedica po ciljane vrste riba, njihove populacije, i naposljetku, ukupni ekosustav (Cooke i Cowx, 2006). Malo je poznato koliko U i P praksa utječe na ponašanje, rast, reprodukciju, a time i mogući negativni populacijski učinak. Također je izvjesno da postoje znatne razlike u biološkoj osjetljivosti i fiziološkom odgovoru tretiranih individua na razini vrste, uzrasne kategorije, spola ili u odnosu na prevladavajuće okolišne uvjete.

Ribolovne metode i tehnike, mamci te druge okolnosti mogu znatno utjecati na ozljede i posljedično mortalitet riba (Schill, 1996; Grover i sur. 2002), Mjesto i intenzitet ranjavanja, a time i izglednost letalnih, odnosno subletalnih posljedica je čini se izravna posljedica oblikovanja udice (kružna, ravna, s ili bez bodlje i sl.). Čak i orijentacija mamca prema gore ili dolje u mnogome utječe na mortalitet (Grover i sur. 2002). Vrijeme od zagriža do privlačenja ulova (vrijeme umaranja) rezultira neizbježnim stresom, fiziološkim i metabioičkim poremećajima koji se reflektiraju na kasniji oporavak (Thompson i sur. 2002; Cooke i Suski, 2005).

Praksa U i P je u novije vrijeme prisutna u sportskom ribolovu na plavoperajnu tunu, (*Thunus thynnus*) kao oblik “*big game fishing*”. Riječ je o visokomigratornoj vrsti pučinske ribe koja dostiže masu preko 650 kg. Međunarodna komisija (ICCAT) provodi mjere zaštite i upravljanja istočnim i zapadnim stokom sjevernoatlantske plavoperajne tune. Istočni stok se mrijesti u Mediteranu, a zapadni u Meksičkom zaljevu. Nakon jasnih indikatora prelova krajem 20. i početkom 21. stoljeća, te pokušaja stavljanja na CITES listu ugroženih vrsta (prijedlog nije prihvaćen) uslijedio je niz restriktivnih mjera koje su rezultirale nedvojbenim

indikatorima oporavka. Malo je informacija o mortalitetu ulovljenih pa puštenih tuna s obzirom na njenu migratornu prirodu i biološku osjetljivost (Donaldson i sur. 2008). Markirane i puštene tune uključene u GBYP program markiranja pokazale su visoku stopu preživljavanja (Tičina i sur. 2004; Katavić i sur. 2014;).

Provedena istraživanja upućuju na poveznicu između preživljavanja sa stupnjem fiziološkog stresa i fizičkim traumama prvotno ulovljenih i puštenih tuna (Michael i sur. 2011). Opće je mišljenje da tip udice, npr. kružna (C-oblik) ili ravna (J-oblik) imaju presudnu ulogu na mjesto zadjeva, i posljedično oštećenja usnog aparata, ždrijela, odnosno gornjeg dijela probavila. S obzirom na činjenicu da oblik udice značajno utječe na mjesto i dubinu zadjeva, a time i fizičko oštećenje ulovljene ribe, odlučili smo provesti komparativna istraživanja njihovog utjecaja na preživljavanje U i P tuna.

Gospodarski ribolov na plavoperajnu tunu u R. Hrvatskoj obavlja se okružujućom mrežom plivaricom (tunara), primarno za potrebe kaveznog uzgoja, i tek manjim dijelom udičarskim alatima u gospodarskom i športsko rekreacijskom ribolovu. Tradicionana komponenta tunolova je športski i rekreacijski ribolov tijekom ljetnog razdoblja. Relativno mala kvota tuna (3 tone), minimalne mase ulovljene jedinke od +50 kg, dijeli se na razmjerno veliki broj plovila koja su uključena u športski i rekreacijski ribolov. Od 2011. do 2018. u Hrvatskoj je organizirano ukupno 50 "big game fishing" natjecanja duž cijele obalne linije, uključivo i pučinske otoke. Natjecalo se 1036 ekipa na istom broju plovila. Na natjecanjima je ulovljeno i izvučeno ukupno 175 primjeraka tuna mase preko 50 kilograma. Tijekom borbe s udice je otpalo 186 jedinki. Međutim, svakako impresionira podatak da je tijekom tih natjecanja ulovljeno i pušteno 1157 primjeraka tuna. Podatci o broju natjecanja, natjecateljskih ekipa, broju ulovljenih, otpalih i puštenih tuna u minulom sedmogodišnjem razdoblju predstavljeni su u tablici 1. (HRŠRM – osobna komunikacija). Razmjerno mala biomasa alocirana ovoj kategoriji ribara, kao i uvođenje restriktivnih mjera u ribolovu na tune s ciljem njihove zaštite rezultirali su posljednjih godina znatnim pritiskom na daljnje reduciranje ribolovnog pritiska na ovaj resurs. Rastuća zabrinutost za opstojnost prirodnih stokova plavoperajne tune traži odgovore na brojna pitanja, među ostalima i pitanje preživljavanja nakon ulova puštenih tuna.

Tablica 1. Podatci o broju natjecanja, natjecateljskih ekipa, broju ulovljenih, otpalih i puštenih tuna od 2011. do 2017. godine.

Godina	Broj natjecanja	Broj natjecateljskih ekipa	Broj ulovljenih tuna	Broj tuna koje su spale tijekom umaranja	Broj puštenih tuna
2011	4	122	26	11	259
2012	4	99	17	26	81
2013	6	139	31	38	140
2014	6	114	21	37	307
2015	11	180	14	30	181
2016	9	180	27	29	127
2017	10	202	39	15	62
UKUPNO	50	1036	175	186	1157

1.1. Ciljevi istraživanja

Ovaj studij je poduzet s ciljem utvrđivanja smrtnosti, ponašanja i subletalnih oštećenja ulovljenih juvenilnih tuna različitim tipovima udičarskih alata i puštenih tuna u kontrolirane kavezne uvjete poradi promatranja njihovog oporavka i ponašanja tijekom 29 dana intenzivnog hranjenja. Na temelju prikupljenih, analiziranih i interpretiranih rezultata istraživanja biti će definiran niz preporuka za sportske i rekreacijske ribolovce te organizatore “big game fishing” natjecanja kako bi ideja U i P ribolova tuna polučila željeni efekt preživljavanje puštene ribe.

2. Materijali i metode

2.1. Prikupljanje biološkog materijala

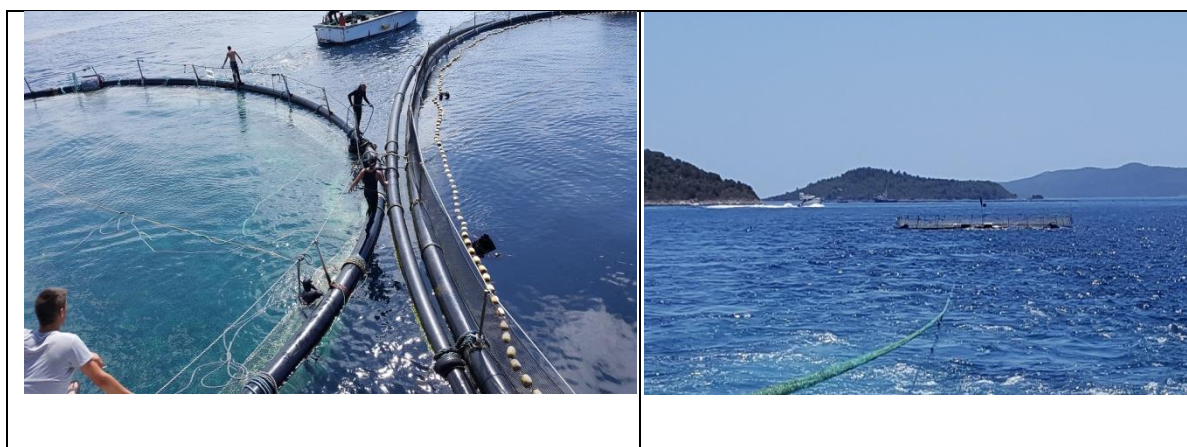
Za potrebe provedbe projekta trebalo je osigurati dostanu količinu biološkog materijala, žive jedinke plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*). Preduvjet za realizaciju projekta i dobivanje tuna je bila alokacija “znanstvene” kvote od Istraživačkog odbora SCRS u okviru istraživačkog programa GBYP međunarodne organizacije za zaštitu tuna ICCAT koji je prepoznao važnost očekivanih rezultata. RMA (*Research Mortality Allowances*) je kvota za tune koje će biti žrtvovane radi uzorkovanja i one koje će eventualno uginuti tijekom provedbe eksperimentalnog U i P ribolova. Tune su ulovljene u južnom akvatoriju Jabučke kotline u drugoj polovini lipnja 2017. godine. Korištene su okružujuće mreže plivarice – tunolovke.

Ribolov tunolovkama jedina je metoda koja omogućava manipulaciju živom pelagičkom ribom i njen prebačaj u pučinske kaveze u kojima se transportira do uzgajališta. Prebačaj ulovljenih tuna u transportni kavez obavljen je na mjestu ulova spajanjem mreže plivarice i mreže transportnog kaveza. Izvlačenjem mreže plivarice na palubu ribolovnog broda prostor okružen potopljenim dijelom mreže se smanjuje. Smanjenje volumena mreže plivarice u moru motivira ribu da prepliva u transportni kavez (slika 1.). Prebačaj svih ulova na moru se snima podvodnom kamerom. Na svakom od ulovnih brodova nalaze se međunarodni regionalni promatrači koji pregledavaju snimke s ronionicima tvrtki za uzgoj i zapovjednikom broda, procijenjuju broj riba iz ribolovne operacije, te u situaciji kada postignu suglasnost o procijenjenom broju i veličini ribe autoriziraju dozvolu za prebačaj ribe. Tegalj transportnog kaveza s tri prikupljena ulova iz plivarica TULJAN DVA, KALI i TACOMA završio je na uzgajalištu koje se nalazi u akvatoriju otoka Balabra. Nakon zadnjeg prebačaja transport kaveza na uzgajalište trajao je dva dana. U stacionarni kavez broj 1. tvrtke Pelagos Net Farm ukupno je prebačeno 6627 komada tuna. Dana 29.6.2017. iz kaveza broj 1 tvrtke Pelagos Net Farm, za potrebe predmetnog projekta je u kavez broj 32 tvrtke Kali tuna prebačena 241 tuna. Kavezi su spojeni na način da su se prsteni naslonili na sebe, nakon čega su ronionci na kaveznim mrežama otvorili prolaz, a rubove otvora privremeno zašili konopcima (slika 2.). Na formirani otvor ronionci pričvršćuju pravokutni okvir s nosačem za kamere kojima je sniman prebačaj tuna iz kaveza donora. Tune su u prazan kavez namamljene

pomoću hrane – svježe srdele. Nakon prebačaja kavez broj 32 s ribom je istog dana brod FULIJA odvuкао na uzgajalište tuna tvrtke Kali tuna d.o.o. koje se nalazi s južne strane otoka Ugljana.



Slika 1. Operacija prebačaja živih tuna iz mreže tunare u transportni kavez na moru



Slika 2. Spajanje plutajućih kaveza prije prebačaja tuna (lijevo) i tegljenje vučnog kaveza na destinaciju uzgajališta (desno)

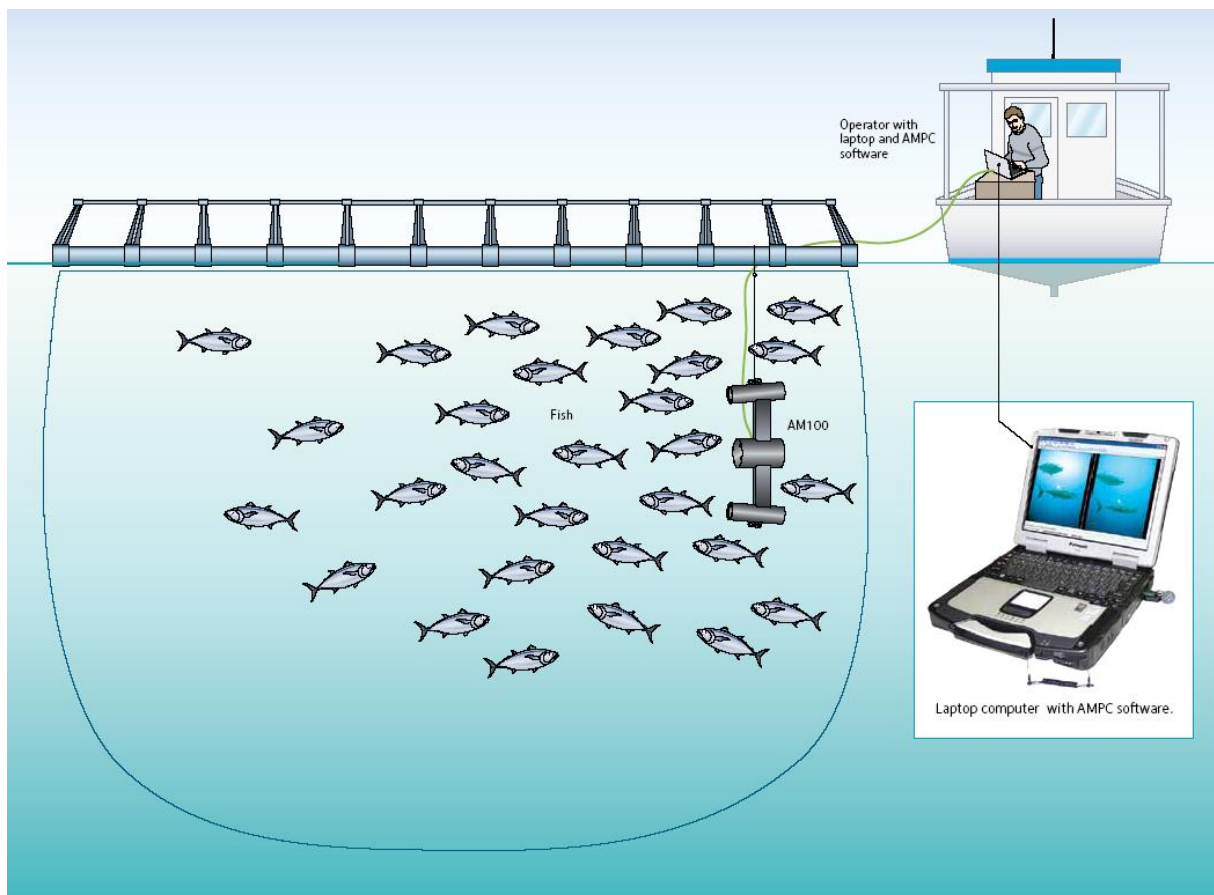
Radi procjene veličine i broja prebačenih živih tuna neinvazivnom metodom korištena je stereoskopska kamera proizvođača AQ1 SYSTEMS. Stereoskopska kamera AQ100 za

mjerenje i brojanje riba inovativan je pristup neinvazivnog a ipak brzog uzorkovanja veličine riba i drugih morskih organizama. Najvažnije sastavnice ove sofisticirane opreme su: stereoskopska kamera koja se sastoji od dva digitalna stereo fotoaparata visoke rezolucije (1,4 M) koji su radi zaštite od utjecaja morske vode, vibracija i mehaničkih oštećenja smješteni u robusnom kućištu. Specijalnim vodonepropusnim priključkom kamere su spojene 30 metara dugim poliuretanom zaštićenim kabelom s računalom. Prijenosno računalo Pannasonic (IP-54) je također robusne izvedbe za rad na otvorenom s vodoopornim kućištem i tipkovnicom. Računalo je opremljeno AQ100 analitičkim programskim paketom baziranim na platformi Windows XP. Podaci mjerenja, analize i interpretacije s računala mogu biti tiskani ili eksportirani, ali samo u *.csv formatu. Kompletna oprema AQ100 stereoskopske kamere je prikazana na slici 3.



Slika 3. Glavne komponente sustava stereoskopske kamere AQ1 SYSTEMS za procjenu broja i veličine ulovljenih tuna

Radni proces s opisanom stereoskopskom kamerom uglavnom se sastoji od rutinskih radnji koje imaju za cilj zaštitu opreme od prodora morske vode, fiksiranja kamere, aktiviranje kamere, spremanja digitaliziranog zapisa snimke na memoriju računala, demontažu i konzervaciju opreme nakon snimanja. Shematski prikaz rada sa stereoskopskom kamerom prikazan je na slici broj 4.



Slika 4. Shematski prikaz rada sustava stereoskopskih kamera AQ1 SYSTEMS

Mjerenja duljine riba na zapisu se vrši pomoću programskog paketa. Zahvaljujući specifičnom kutu snimanja, razmaku između kamera i vremenu snimanja (10 snimaka po sekundi) program je u mogućnosti izvršiti mjerenje tri vektora. Udaljenosti objekta od stereoskopske kamere, duljine i visine snimanog objekta. Programom se najpreciznije mjeri duljina i visina objekata koji su od objektiva udaljeni od 2 do 5 metara. Objekte koji ne prolaze okomito u odnosu na objektivne stereoskopske kamere program često sam označi kao neupotrebljiv uzorak i ne uzima ih u obzir kod analiziranja, ili signalizira da rezultati mjerenja takvog objekta budu zanemareni kod interpretacije dobivenih rezultata. Programski paket za analizu od korisnika zahtijeva kreiranje ili unošenje gotovog algoritma za veličinu ribe prije

no što se počme koristiti način rada 'sizing' (mjerjenje). Algoritam je definiran kao skup točaka, pravaca i formula koje (po izboru) mogu ekstrapolirati riblju masu na temelju duljina.

Određivanje duljine nasadenih riba potrebno je zbog procjene pojedinačne mase ribe. Procjena mase uzorkovanih riba temelji se na matematičkom modelu dužinsko masenog odnosa kod riba. Alometrijski odnos dužine tijela izražen u centimetrima i mase izražene u gramima se predstavlja GM funkcionalnom regresijom (Ricker, 1975), prema izrazu:

$$\log W = \log a + b \times L_t$$

odnosno pomoću eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a \times L_t^b$$

U kojoj je W - masa tijela (g), L_F – vilična dužina tijela (cm), dok a i b predstavljaju konstante koje se izračunavaju prema izrazima:

$$\log a = \frac{\sum \log W \times \sum (\log L_t)^2 - \sum \log L_t \times \sum (\log L_t \times \log W)}{N \times \sum (\log L_t)^2 - (\sum \log L_t)^2}$$

$$\log b = \frac{\sum \log W - N \log a}{\sum \log L_t}$$

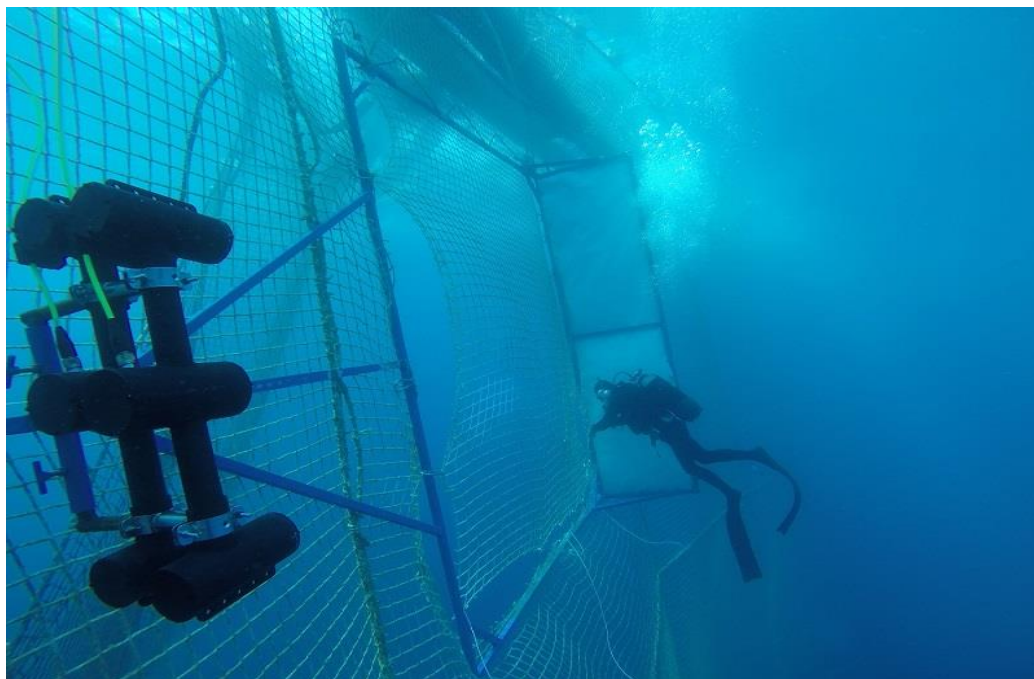
Sastavni dio opreme AQ100 stereoskopske kamere je softverski paket za analize s mogućnošću korištenja matematičkih modela koje unese korisnik. U ovom slučaju korišten je model za procjenu mase na temelju dužinsko masenog-indeksa ICCAT MEDITERAN.

ICCAT MEDITERAN za plavoperajne juvenilne tune uzorkovane u Mediteranu:

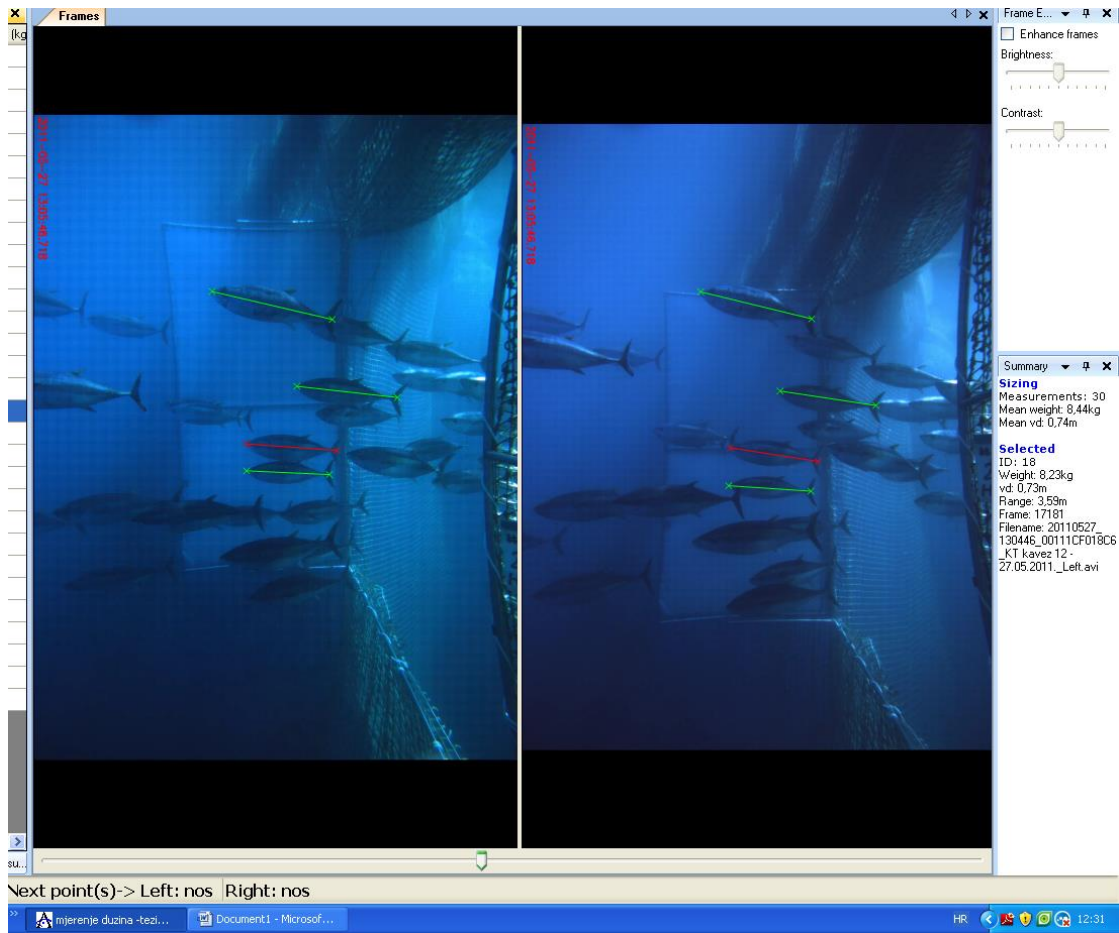
$$W = 2,95 \times 10^{-5} \times (100 \times L_t)^{2,899}$$

Kod prebačaja tuna iz kaveza s ribom u prazni kavez broj 32 na mjestu spajanja kaveznih mreža pričvršćen je pravokutni okvir koji s jedne strane ima svijetlu površinu, a nasuprot nje se nalazi postolje za montiranje stereoskopske kamere (slika 5). Stereoskopskom kamerom su snimljene ribe prilikom prebačaja i prilikom puštanja ribe iz kaveza u more (slika 6). Kavez u koji su stavljene tune je pučinskog tipa, promjera 30 metara s dubinom mrežnog tega od 20 metara. Konstrukciju takvog kaveza čine elementi različitih funkcija. Uzgon i oblik osigurava prsten od polietilenske cijevi promjera 50 cm ispunjen poliuretanskom pjenu. Na prsten je obješen mrežni teg čije dno ima stožasti oblik. Mreža ima zadaću da zadrži ribu u kavezu istodobno omogućujući slobodno strujanje mora kroz kavez. Na mrežnom tegu su

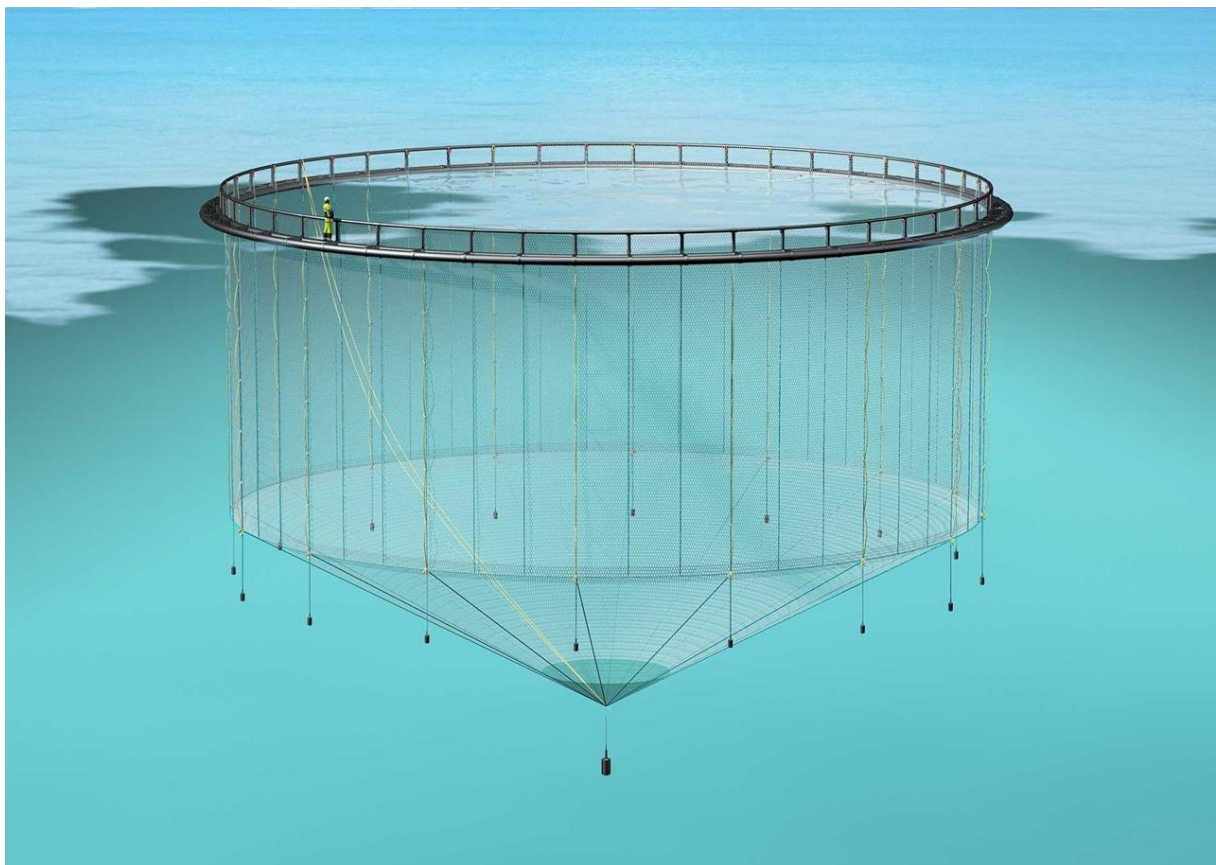
obješeni utezi čija je funkcija održavanja oblika i volumena kaveza. Sastavni dio kaveza su i sidrene instalacije koje se sastoje od sidara, plutača, sidrenih lanaca i konopa (slika 7).



Slika 5. Okvir za snimanje tuna stereoskopskim kamerama (lijevo) tijekom prebačaja tuna.



Slika 6. Mjerenje vilične dužine tuna pomoću sustava stereoskopske kamere AQ1



Slika 7. Shematski prikaz pučinskog kaveza u kakvom se uzgajaju tune.

Za potrebe eksperimentalnog ribolova i kasnijeg praćenja ponašanja riba tijekom hranjenja, u kavez s promatranim tunama, je montirana radna platforma na kojoj su montirani nosači za dvije podvodne “GO PRO 4 black” kamere.

2.2. Ribolovna oprema

Oprema koja je korištena u eksperimentalnom ribolovu odabrana je na način da svojim parametrima, a uzimajući u obzir veličinu dostupne žive ribe, simulira karakteristike opreme koja se koristi u natjecateljskom športskom ribolovu gdje je određena veličina od 50+ kilograma prema propozicijama natjecanja. Korišteni su štapovi za *big game fishing* PENN VS 3080 ARD 56 International Stand Up 5’6” 30-80 lb. Na štapovima su montirane role PENN 50V SW nominalne snage 50 libri. Na roli je montirana osnovna monofilamentna uzica Normic red Strike nominalne nosivosti 80 libri. Osnovna uzica je s monofilamentnim predvezom povezana preko vrtlice Olympus nominalne nosivosti 85 kilograma. Vrtlica je s osnovnom uzicom i predvezom spojena pomoću aluminijskih stopica Jinkai veličinskih razreda K i J. Na mjestu spoja radi zaštite od habanja uzica je zaštićena silikonskom navlakom Stonfo unutrašnjeg promjera 1 milimetra. Predvezi duljine 150 centimetara su izrađeni od fluorokarbonske monofilne uzice M&W international promjera 0,615 milimetara, deklarirane nosivosti 23,59 kilograma ili 52 libri (slika 8).





Slika 8. Oprema korištena za eksperimentalni ribolov





Uzimajući u obzir ciljeve istraživanja za potrebe ribolova tuna odabrane su četiri vrste udica: ravna udica J – oblika s bodljom (**J**), kružna udica C – oblika s bodljom vezana preko prstena (**Cp**), kružna udica s bodljom bez prstena -natjecateljska (**Cn**), i kružna udica bez bodlje (**Cbb**). Odabrane su udice japanskog proizvođača OWNER: ravne udice tržišnog naziva Gorilla veličine 6, okrugle udice s prstenom Ringed Super Mutu veličine 5, natjecateljske udice Tournament Mutu light circle veličine 5 (slika 9).




Slika 9. Udice korištene u eksperimentu, (s lijeva na desno) ravna udica J – oblika s bodljom (**J**), kružna udica s bodljom C-oblika vezana preko prstena (**Cp**), kružna udica bez bodlje (**Cbb**), kružna udica s bodljom bez prstena -natjecateljska (**Cn**).

Sve su udice umjesto vezivanjem s fluokarbonskim monofilnim predvezom spajane pomoću aluminijskih stopica japanske tvrtke *Jinkai* veličinske kategorije J, koje su stiskane kliještima istog proizvođača. Na mjestu na kojemu se dodiruje prsten udice s predvezom radi zaštite od habanja fluokarbonski predvez je zaštićen silikonskom navlakom *Stonfo* unutrašnjeg promjera 0,7 milimetra. Kako bi se moglo promatrati ponašanje tuna nakon eksperimentalnog ribolova i prepoznavanja ulovljenih i puštenih tuna različitim tipom udica, na svakom predvezu su postavljene oznake od silikonskih mamaca, perlica, te najčešće poliamidnih vlakana različitih boja i kombinacija (tablica 2).

Tablica 2. Kombinacije korištenih udica i boja oznaka za kasnije prepoznavanje ulovljenih tuna

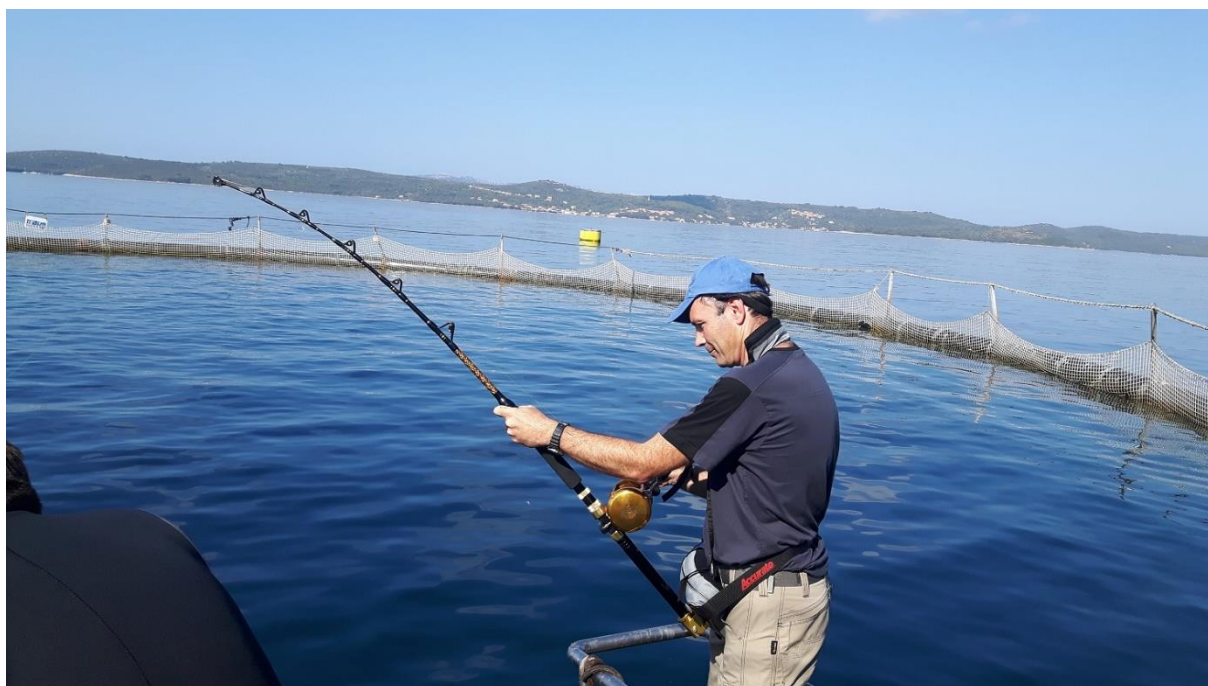
Rb./oblik udice	Ravne (R) 	Okrugle prsten (C) 	Natjecateljske leg (TL) 	Bez jezika (BL) 
1.	--- OO	€	€	X
2.	--- OO	€ Xoo	€	X X
3.	X ug	X€	X	X X
4.	X X	X X	X X	X X
5.	X X X	X	X X	X X
6.	X X	X€	X X	X X X
7.	X X	X X	X X	X X ug
8.	X X	X X	X X	X X
9.	X X	X X X	X X	X X X
10.	X X X	X X	X X X ug	X X X
11.	X X X	X X X	X X X	X X X
12.	X X X	X X X	X X X	X X X
13.	X	X X X	X X X	X X X
14.	X X X	X X X	X X X	X X X
15.	X X X	X X X	X X X ug	X X X
16.	X X X	X X X	X X X	X X X
17.	X X X	X X X	X X X	X X X ug
18.	X X X	X X X	X X X	X X X
19.	X X X X ug	X X X	X X X	X X X
20.	X X X	X X X	X X X	X X X



2.2. Metodološki pristup eksperimentalnom ribolovu U i P

Nakon teglja kavez s tunama za potrebe eksperimenta je 29. lipnja 2017. godine usidren na uzgajalištu tvrtke Kali tuna d.o.o. s južne strane otoka Ugljana. Poslije ulova, prebačaja u vučni kavez i teglja tune su uznemirene, ne primaju ponuđenu hranu. Aklimatizacijski period u kojemu tuna nije dobivala hranu trajao je ukupno 15 dana, što podrazumijeva tjedan dana vučenja od mjesta ulova do lokacije uzgajališta i približno isto vrijeme za aklimatizaciju na kavezne uvjete. Nakon toga je izvršeno uzorkovanje radi utvrđivanja biometrijskih parametara (dužina, masa i kondicija), a sa svrhom usklađenja ribolovne opreme, metode praćenja ponašanja riba nakon puštanja i provjere vidljivosti različitih vrsta oznaka koje su korištene. Dana 5. i 6. srpnja uzorkovano je i analizirano ukupno 36 jedinki, plus dvije jedinke koje su uginule u danima nakon probnog ribolova.

Daljnji aklimatizacijski period je trajao do 18. srpnja tj. do vremena u kojem se najveći dio promatrane populacije aktivno hranio kako bi se moglo pristupiti eksperimentalnom ribolovu. Ribolov je obavljan s radne platforme na način koji se najčešće koristi u športskom „*big game fishing*” ribolovu kod umaranja tuna („*stand up*“ ribolov). To znači da ribolovac stoji na nogama, ribolovni štap je zataknut u visini bedara u borbeni pojas. Rola je posebnim kopčama zakačena za naramenice borbenog pojasa (slika 10).



Slika 10. Ribolovac na radnoj platformi s opremom za uzorkovanje tuna

Uzimajući u obzir podatke o veličini ribe i prosječnoj duljini trajanja umaranja ribe ulovljenih tijekom više natjecanja u akvatoriju Kvarnera, Kvarnerića i Istre zadnjih godina, te dubinu kaveza, određeno je vrijeme trajanje umaranja ribe od 15 minuta. S ciljem simuliranja umaranja tuna u športskom ribolovu, uzimajući u obzir veličinu ribe, te nosivost ribolovne uzice, vrtilice i predveza pomoću dinamometra je regulirana snaga kočnice role na 15 kilograma. Kao mamac su korištene svježe srdele, šaruni i lokarde. Za vrijeme umaranja tuna ronioc je pomoću "GO PRO black 4" kamere i fotoaparata OLYMPUS prikupljao foto i videomaterijal za daljnje analize. Bilježeno je mjesto zadijeva udice. Mjesta zadijeva tuna udicom opisana su simbolima kao: duboko u usnoj šupljini (D), za rub gornje ili donje vilice (R) i područje čeljusnog zgloba (Z). Nakon umaranja od 15 minuta, ronioc ili ribolovac je rezao predvez iza zadnje oznake. Tijekom eksperimentalnog ribolova ulovljeno je i pušteno 80 jedinki plavoperajnih tuna. Sa svakom vrstom odabranih udica je ulovljeno i pušteno ukupno 20 jedinki. Eksperimentalni ribolov je trajao tri dana u razdoblju od 18. do 20. srpnja 2017 godine. Nakon eksperimentalnog ribolova uspostavljen je protokol snimanja tuna podvodnom kamerom GO PRO 4 Black prilikom hranjenja i svakodnevnog pregleda kaveza od strane ronioca radi prikupljanja eventualno uginulih riba. Od ukupno snimljenog video zapisa u jednom danu pregledavana su po dva fragmenta od 15 minuta. Bilježena je učestalost pojavljivnja na snimci riba s udicama i oznakama.

Vrijednosti indeksa kondicije između tretmanskih skupina i veličinske strukture kontrolne skupine i tuna u starvaciji su testirani analizom varijance s razinom 95% značajnosti (ANOVA - test)

Nakon perioda promatranja riba tijekom hranjenja, a prije puštanja riba, izvršeno je uzorkovanje svih riba s udicama i oznakama. Podizanjem mrežnog tega smanjen je volumen kaveza. Ronioci su podvodnim puškama ulovili ribe s udicama i oznakama. Na uzorkovanim ribama izmjerena je vilična duljina i ukupna masa. Određeno je mjesto kačenja ribe udicom, te je izrađena fotodokumentacija tipičnih ozljeda (slika 11).

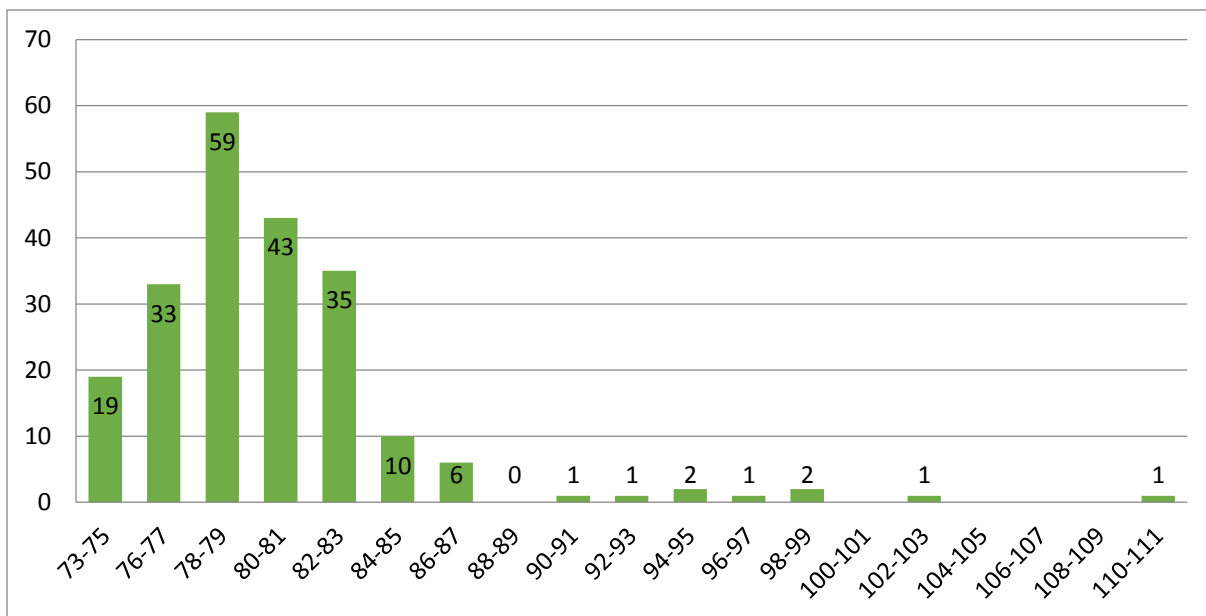


Slika 11. Tuna iz eksperimentalnog ulova s letalnim ozljedama škrge, škržnog poklopca i kože

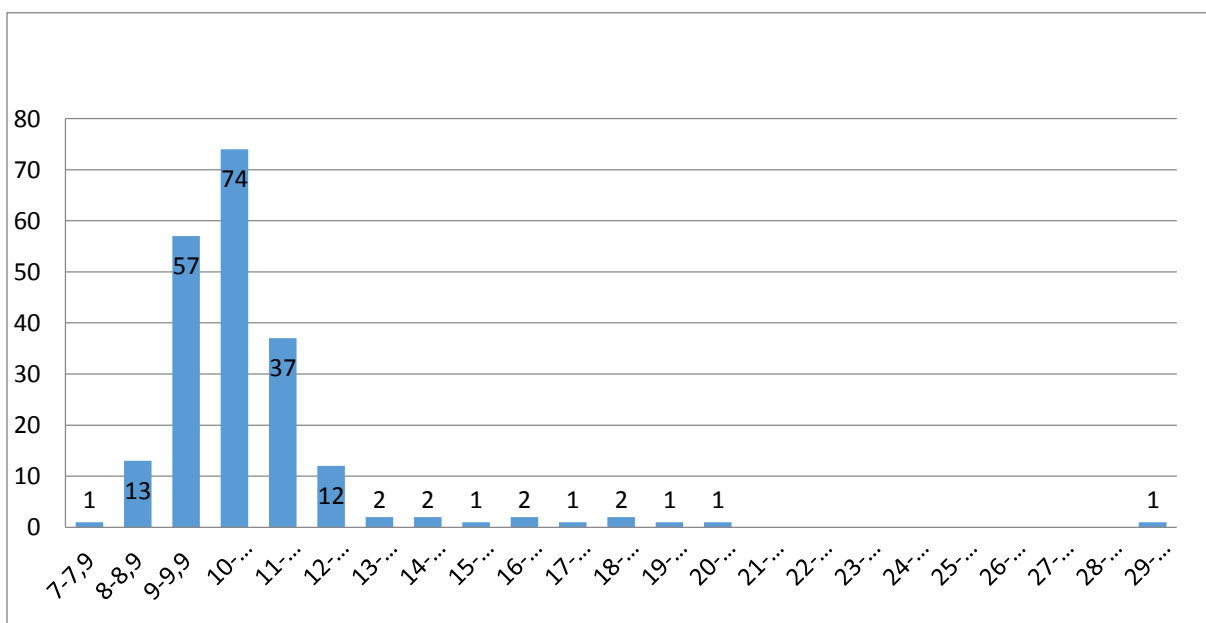
3. Rezultati i rasprava

3.1. Veličinska struktura tuna

Prilikom prebačaja iz kaveza broj 1 na farmi Pelagos Net farm u kavez broj 32 tvrtke Kali tuna d.o.o., koja je bila angažirana za logističku podršku eksperimentalnim aktivnostima, tune su snimane stereoskopskom kamerom AQ SC 100. Prilikom prebačaja izbrojeno je ukupno 241 primjerak tuna. Stereoskopskom kamerom je također određena ravna vilična dužina, dužina od vrha gornje čeljusti do račvanja na repnoj peraji (cm), te pojedinačna masa tuna (kg). Prosječna vilična duljina u uzorku od 107 jedinki se kretala u rasponu od 73 do 110 centimetara s prosjekom od $78,5 \pm 3,7$ cm. Ukupna masa pojedinog primjerka analiziranih tuna dobivena na temelju korištenog algoritma kretala se od 7,5 do 29,0 kilograma s prosječnom vrijednošću od $10,1 \pm 0,95$ kilograma. Distribucija dužinskih i masenih razreda stereoskopskom kamerom uzorkovanih tuna (N = 107) je prikazani u slikama 12 i 13.



Slika 12. Distribucija dužinskih razreda (cm) tuna uzorkovanih AQ SC 100 kamerom







Slika 13. Distribucija masenih razreda (kg) tuna uzorkovanih AQ SC 100 kamerom

Nakon eksperimentalnog ribolova i provedenog pokusa hranjenja, iz kaveza u otvoreno more puštene su 152 tune. Stereoskopskom kamerom je utvrđena prosječna masa od $12,7 \pm 1,7$ kilograma i prosječna vilična duljina tijela od $83,1 \pm 4,3$ centimetra prilikom puštanja.

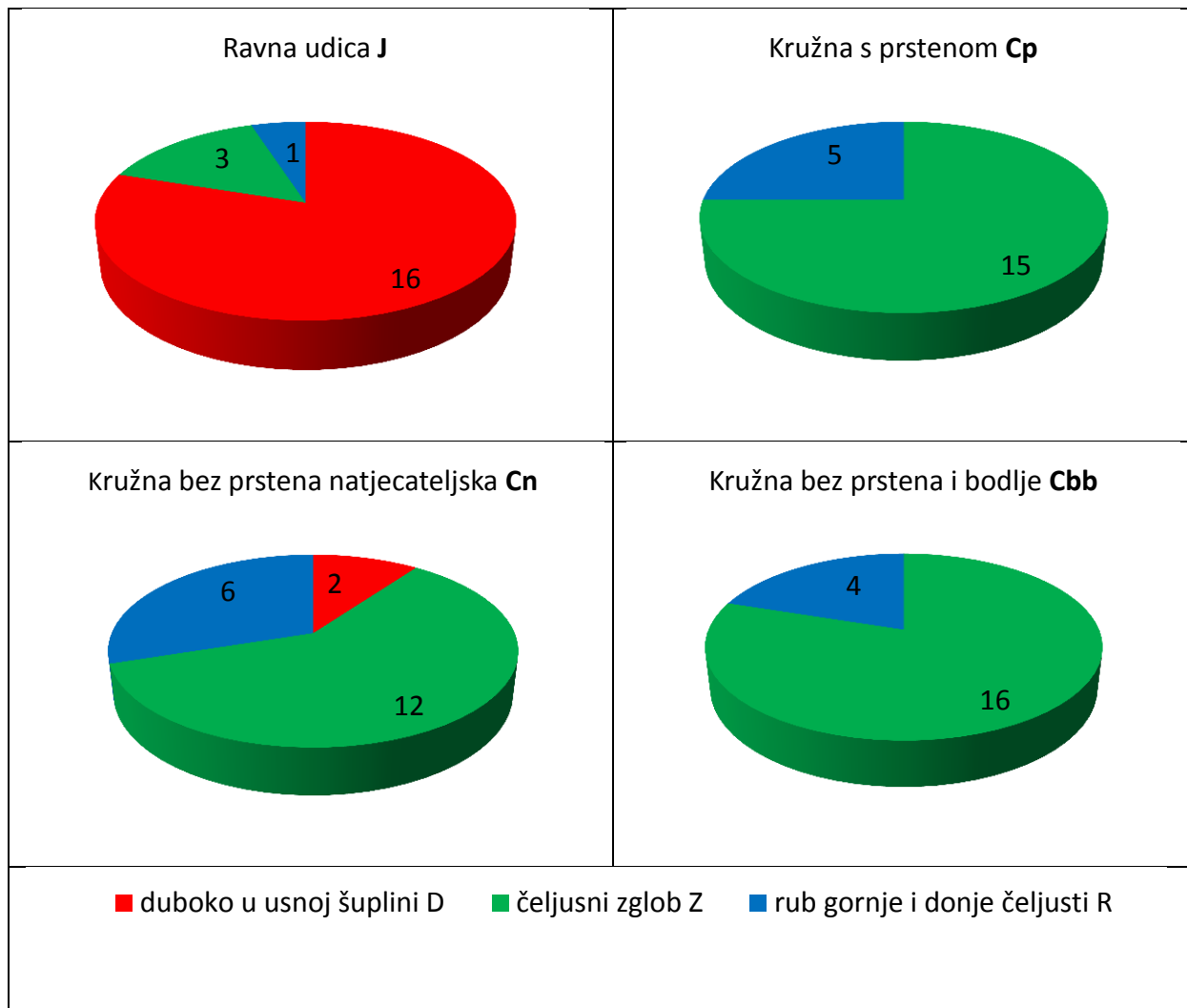
3.2 Mjesto zadijeva u odnosu na tip udice

Provedeno istraživanje je pokazalo da posljedice udičarskog lova tuna rezultiraju u rasponu od površinskih ozljeda, najčešće rubnih dijelova čeljusti, kože i operkuluma (škržni poklopac) do teških i krvavih ozljeda. Vjeruje se da su upravo mjesta zadjeva primarni čimbenik koji utječe na mortalitet zakačene ribe (Aalbers i sur. 2004; Arlinghaus i sur. 2017).

Tablica 3. Mjesto zadijeva korištenih udica u eksperimentalnom U i P ribolovu.

Mjesto zadijeva/oblik udice	Ravne udice J 	Kružna s prstenom Cp 	Kružna bez prstena Cn 	Kružna bez bodlje i prstena Cbb 
Rub gornje i donje vilice R	1	5	6	4
Čeljusni zglob Z	3	15	12	16
Nepce	4			
Ždrijelo	4		2	
Jednjak	3			
Škrge	3			
Oko	2			
Ukupno	20	20	20	20





Utvrđena je jasna relacija između tipa i specifičnih karakteristika testiranih udica u odnosu na letalne i subletalne ozljede kod tuna (tablica 4). Ravna udica J-oblika kod koje je točka zadjeva (vrh) paralelna s drškom udice dovodi do veće smrtnosti uslijed teških letalnih i subletalnih ozljeda. Najveći broj ovih je duboko u usnoj šupljini (slika 14).

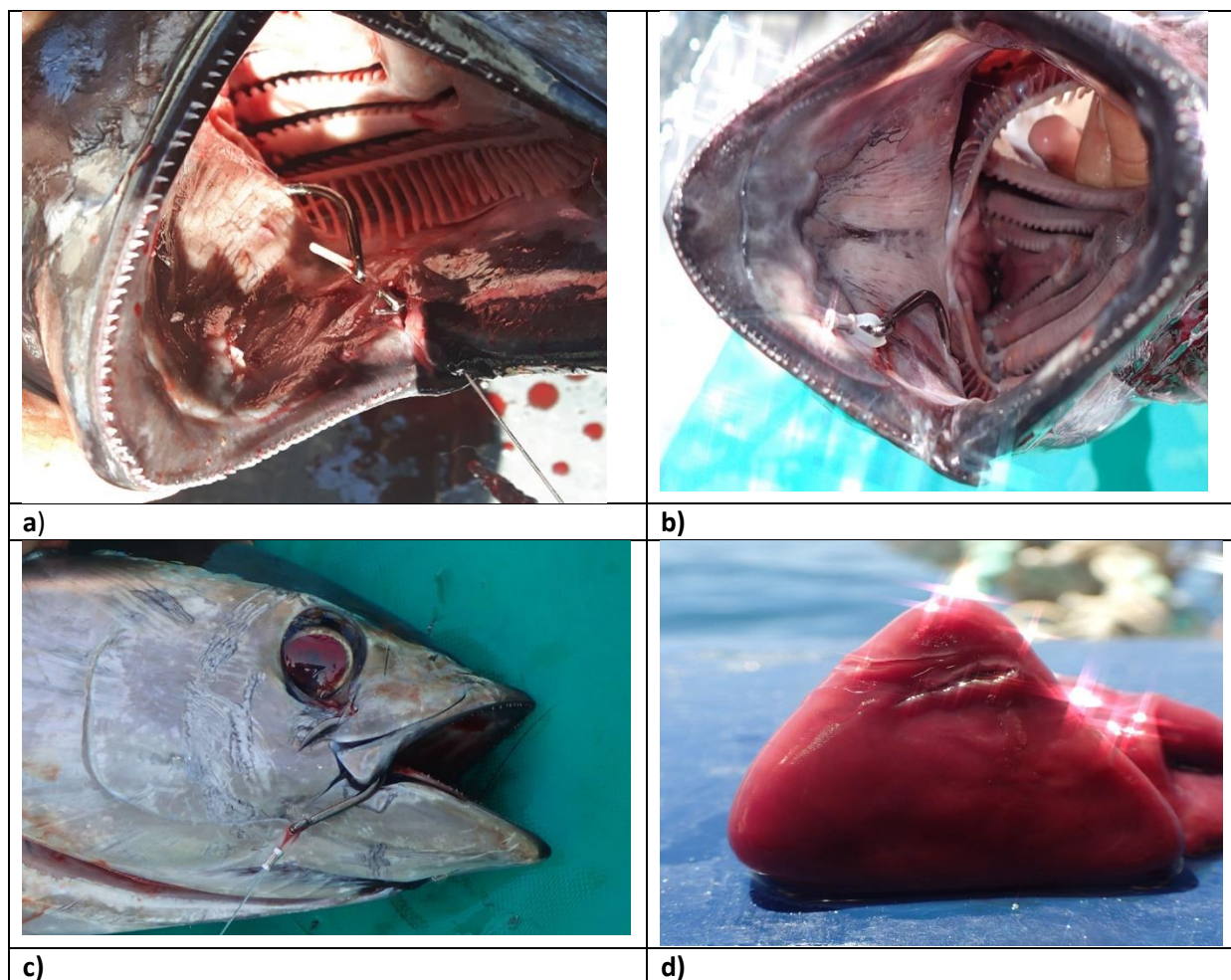


Slika 14. Zbirni pokazatelji korištenja različitih tipova udica u odnosu na potencijalne ozljede ulovljenih tuna.

Ozljede abdominalne šupljine, ždrijela, jednjaka i posebno oštećenje škržnih lamela najčešće su praćene obilnim krvarenjem koje može privući predatore na ovako ulovljene i puštene jedinke, što smanjuje izgleda za njihovo preživljavanje. Zabilježena je i ruptura srčanog mišića s nešto većom učestalošću kod udice J-oblika (slika 15).

Tablica 4. Kumulativne ozljede koje su dovele do uginuća tijekom prva 72 sata u odnosu na tip udice.

	Ravne udice oblika - J 	Kružna s prstenom Cp 	Kružna bez prstena Cn 	Kružna bez bodlje i prstena Cbb 
Škrge	+++		+	
Oko	++			
Srce	+++	+	+	+
Čeljust	+	++++	++++	+++++
Nepce	++			
Ždrijelo	++		+	
Koža	+++++++	++++	++++	+++++
Repna peraja	++	+	+	+
Škržni poklopac	+++++++	+	++++	+++++
Zabiranje u mrežu		+		++
Nepoznato		+	+	++
Broj uginulih riba nakon 72 sata	8	4	4	5



Slika 15. Tipične “teške”ozljede tuna ulovljenih udicom oblika –J: (a) ozljeda jednjaka; (b) ozljeda nepca i škrge; (c) ozljeda oka; (d) ruptуре srčanog mišića

U pokusima s juvenilnom pacifičkom tunom utvrđene su najtraumatičnije ozljede između ždrijela i piloričkih nastavaka želuca. Povreda krvnih žila i jetra mogu izazvati obilno unutarnje krvarenje i uginuće (Skomal i sur. 2002).

Naprotiv, rezultati s kružnim udicama C-oblika s točkom zadjeva okomito na dršku udice uzrokuju znatno pliće ozljede usnog aparata, i tako smanjuju rizike ozljeda važnih organa poput jednjaka, srca, jetra. U stvari, kružne udice rezultiraju s najvećim brojem čeljusnih zadjeva i površinskih oštećenja kože i škržnog poklopca (slika 16; tablica 3). Ovime su potvrđeni raniji nalazi po kojima kružna udica ima važnu ulogu u zaštiti riba, uključivo i plavoperajnog tunja.



Slika 16. Kategorija “lakših” ozljeda tuna na rubovima usnog aparata i čeljusnom zglobu ulovljenih kružnom udicom C-oblika

Razlike u mortalitetima udicom ulovljenih riba u odnosu na ravne i kružne udice demonstrirane su kod američkog prugastog lubina (Lucakovic i Uphoff, 2002), kalifornijske pastrve (Jenkins, 2003). U brojnim radovima Cooke i Suskin (2004) navode da su slični rezultati dobiveni kod niza drugih slatkovodnih i morskih vrsta riba. U pokusnom U i P rekreacijskom ribolovu zapadnoatlantske tune u odnosu na kvantitativnu procjenu mortaliteta kružna udica je rezultirala znano većim brojem lakih ozljeda uslijed zadijeva na rubove usana i zglob čeljusti, i u konačnici s razmjerno visokim postotkom preživljavanja (slika 16).

Vrijeme umaranja

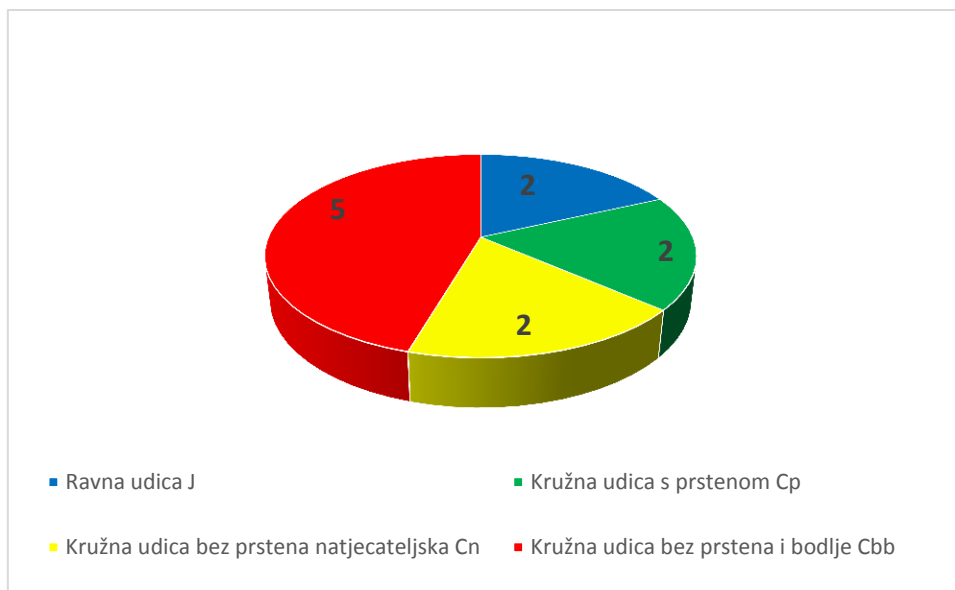
S obzirom na veličinu ribe (prevladavaju juvenilne faze) i opremu, te u skladu s prethodnim iskustvima za vrijeme pokusa markiranja (Katavić i sur., 2014) odlučili smo se za jedinstveno vrijeme umaranja s trajanjem 15 minuta. Brojni studiji su ukazali na fiziološke i metaboličke poremećaje vezane za vremensko trajanje umaranja. Promjene u pH krvne plazme, povećanje razine kortizola, povećanje mliječne kiseline u krvi i mišićima, kao i ionsko/osmotska ravnoteža su u izravnoj korelaciji s vremenskim trajanjem umaranja (Kieffer i sur. 1995; Thompson i sur. 2002; Meka i McCormick, 2005; Thorstad i sur., 2003). Ovo je po svemu sudeći posljedica hormona stresa što rezultira gubitkom iona Na^+ i Cl^- i posljedično dehidracijom morskih vrsta riba (Avella i sur. 1991).

Kružne udice sa i bez bodlje

U našim pokusima nije utvrđena značajna razlika u smrtnosti, jednako tako i učestalosti lakih i teških ozljeda između kružnih udica sa i bez zadjeva. Unatoč činjenici da u našem pokusu nije utvrđena razlika u mortalitetu između kružnih udica sa i bez bodlje, pouzdano je da ove posljednje rezultiraju ozljedama manjeg intenziteta i ribe ih izvjesno lakše odbacuju. Na slatkovodnim vrstama provedeni eksperimenti tijekom rekreacijskog ribolova su pokazali povezanost s nešto manjim oštećenjem tkiva na točki zadjeva i znatno lakšim skidanjem (Cooke i sur., 2001; Jenkins, 3003; Meka, 2004; Cooke i Suski, 2005). Slijedom prednjih utvrđenja, kružne udice bez bodlje imaju izvjesne komparativne prednosti u zaštiti riba pri U i P udičarskom ribolovu.

Rukovanje i otkaćivanje udice

Čini se da tip udice utječe na učestalost “samoskdanja”, odnosno otkaćivanja ulovljene tune tijekom faze umaranja. U slučaju kružne udice bez bodlje svaka četvrta riba je spala s udice (25%), dok je pri uporabi ostalih tipova udice učestalost skidanja bila 10% (slika 17).



Slika 17. Učestalost otkačivanja tuna s različitih tipova udica tijekom faze umaranja; broj tuna u svakoj tretmanskoj skupini (N = 4x20 primjeraka).

Vrijeme izloženosti ribe zraku (izvan vode) s ciljem presjecanja krene, otkačivanja, odnosno fotografiranja dovodi do dramatičnog pada kisika u krvi. Naime, tune su „ram ventilators“ tj. moraju se gibati kroz vodu da bi ekstrahirale kisik. Ovo ima za posljedicu povećanje anaerobnog metabolizma poremećajem acido-bazne ravnoteže i proizvodnje mliječne kiseline u krvi i tkivima. Dakako, intenzitet fiziološkog poremećaja je proporcionalan vremenu boravka izvan vode (Killen i sur. 2006). Čini se da je produženo ostajanje na zraku izravno korelirano s mortalitetom ribe nakon vraćanja u ambijentalnu vodu pri U i P ribolovu.

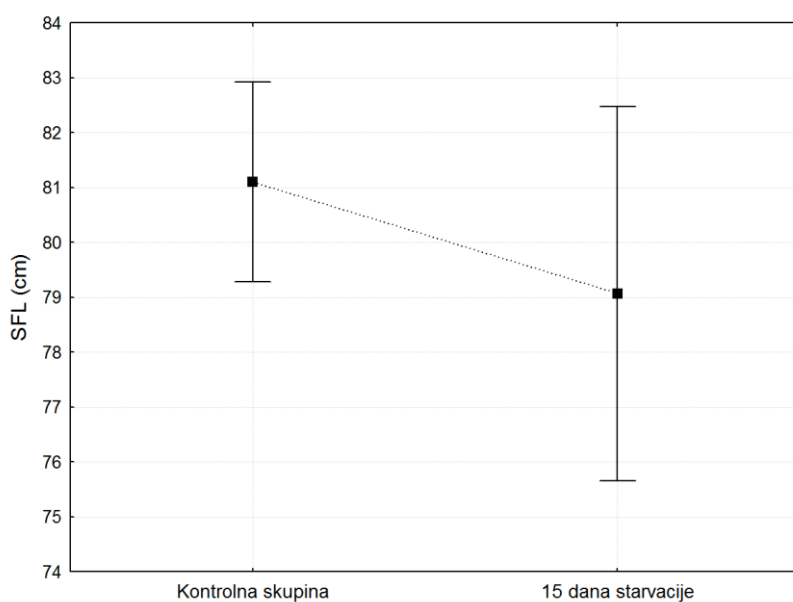
Kontakt s izlovnom mrežom (špurtil) ili dodirivanje ribe, osobito suhim rukama rezultira dermalnim abrazijama i posljedično mortalitetom uslijed bakterijsko-gljivične infekcije. Naime, skidanjem zaštitnog sloja sluzi (mukus) bitno se narušava imuna funkcija zaštitnog pokrova ribe te je pritom izvjesno oboljevanje uslijed napada patogena (Rice i Arkoosh, 2002). Proliferacija patogena može zaraziti i uvjetno zdrave ribe u populaciji. Čini se također da mortalitet u rekreacijskom i športskom ribolovu s U i P praksom umnogome ovisi o iskustvu ribara (Meka, 2004).

Bihevioristički odgovor U i P tuna (ponašanje)

Primjetne su promjene u ponašanju na udicu ulovljene i puštene tune. Neposredni odgovor jeste naglo zaranjanje u dubinu i ostajanje izvan homogene populacijske plove. Prvo okupljanje na ubačenu svježu srdelu zabilježeno je tek nakon četvrtog odnosno petog dana kada je 25% preživjele populacije počelo pozitivno reagirati na ponuđenu hranu. Učestalost pojavljivanja monitorirana GO PRO podvodnom kamerom u zoni hranjenja postupno se povećavala i gotovo stabilizirala, te nakon deset dana približno 50% preživjelih uzima hranu.

Utjecaj U i P prakse na kondiciju tuna

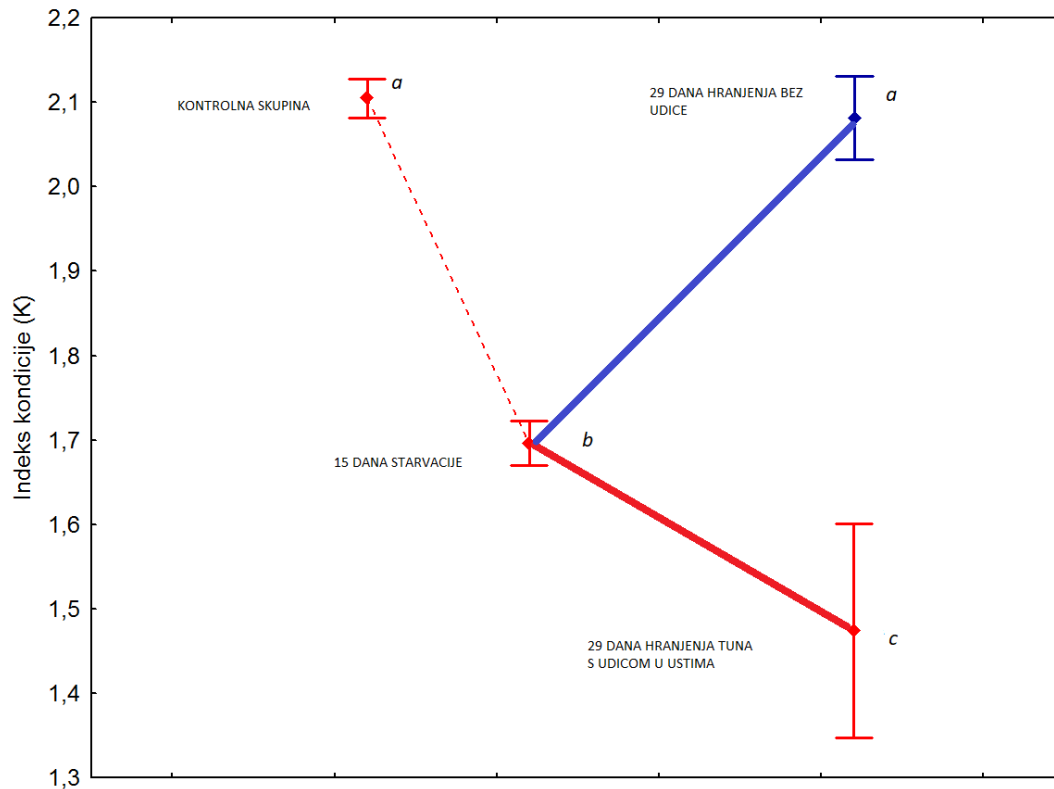
Analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika između duljine tuna iz kontrolne skupine i skupine nakon 15 dana starvacije (ANOVA, $p < 0.05$, slika 18).



Slika 18. Prosječna duljina tuna u kontrolnoj skupini i nakon 15 dana starvacije. Raspon od srednje vrijednosti predstavlja 0.95 interval pouzdanosti.

Različite subletalne ozljede kao posljedica primjene različitih ribolovnih pomagala (ravna udica, okrugla s alkom, zatim udica s i bez bodlje) upućuju da nisu sve preživjele tune bile

jednako izložene patnji. Tijekom transporta (1. tjedan) i aklimatizacije na kavezne uvjete (2. tjedan), indeks kondicije tuna značajno pada, s $K=2.1$, što je indeks kondicije netom ulovljenih tuna, na $K=1.7$ nakon 15-dnevnog gladovanja (slika 19).



Slika 19. Indeks kondicije (K) netom ulovljenih tuna (kontrolna skupina) i tuna nakon 15 dana gladovanja, u odnosu na hranjene tune tijekom 29 dana uzgoja u kavezima. Prosječni indeks kondicije tuna s udicom (crveno obojeno) i bez udice (plavo obojeno) nakon 29 dana pokusnog hranjenja. Raspon od srednje vrijednosti predstavlja 0.95 interval pouzdanosti. Različita slova (*a*, *b*, *c*) kraj prosječnih vrijednosti indeksa kondicije (K) sa standarnom devijacijom ($SD \pm$) ukazuju na statistički značajne razlike indeksa kondicije (Tukey HSD test, $p < 0.05$).

Uočeno je da se najveći dio tuna ulovljenih kružnom udicom „uspjeva“ osloboditi iste i ponovo postići zavidni indeks kondicije tijekom 29 dana hranjenja ($K > 2$). Drastično reduciranu kondiciju su imale tune sa zadržanom udicom u tijelu s indeksom kondicije ispod 1.5. Iako su preživjele tijekom 1.5 mjeseci, ovako mršave tune će definitivno imati reducirani prirast, i posve znatno smanjene izgleda za kompletiranje gametogeneze (reprodukcija).

Selektivnost udičarskog ribolova u U i P praksi

Nakon ulova, 15-dnevnog gladovanja tijekom transporta i aklimatizacije na kavezne uvjete uočene su značajne razlike u veličinskoj strukturi jedinki lovljenih udičarskim alatima. Prvog dana dominirala je veličinom mala tuna starosti 2 godine (cca 8+ kg). Drugoga i trećeg dana eksperimentalnog ribolova postupno se povećavao udjel veće pecature i starosti (godište 3 & >). Ovaj nalaz može naći svoju praktičnu primjenu u mjerama regulacije i upravljanja u športskom i rekreacijskom ribolovu. Prvo, potvrđuje da je športski i rekreacijski ribolov tuna kao predatorske vrste tipično selektivan u odnosu na veličinu i starost ribe. Nadalje, praksa U i P bi slijedom narečenog zahvaćala veće i starije, reproduktivno sposobne jedinke, a što ima određeno značenje u zaštiti stokova plavoperajne tune koji su pod velikim ribolovnim pritiskom. Drugačije rečeno U i P praksa idealno shvaćena i primijenjena, unatoč povećanju ribolovnog pritiska ne bi značajnije ugrožavala ciljani stock. Naime, ne smijemo smetnuti s uma da se plivaričarski ribolov najvećim dijelom, izuzev plivaričarskog tunolova u Jadranu i nekih oblika ribolova na Atlantskoj obali Španjolske temelji na izlovu agregiranih, spolno pobuđenih jedinki tijekom njihove reprodukcije. Treba također imati u vidu da se udičarskim ribolovom izuzimaju genetski agresivnije i dominantnije jedinke, te je njihovo vraćanje kroz U i P praksu svojevrsni doprinos očuvanju ekološkog i genetičkog integriteta populacija ciljanih vrsta (Levin i sur. 2006). Iz svega proizlazi da U i P ribolov treba integrirati u populacijske modele zajedno s tradicionalnim ribolovnim segmentima kod donošenja mjera čiji je cilj održivo upravljanje i zaštita ribljih populacija.

Zaključci i preporuke

Ulovi i pusti praksa športsko-rekreacijskog ribolova nije u osnovi pogrešna ukoliko se provodi u okvirima pozitivnih i na znanstvenim osnovama utvrđenih regulacijskih mjera. Ovim istraživanjima, kao i u literaturi dostupnim podacima već sada je moguće unapređenje U i P prakse kroz slijedeće:

- spolno nezrele, juvenilne jedinke je moguće ponovno vratiti sa zavidnim stupnjem preživljavanja;
- korištenjem adekvatne ribolovne opreme smanjiti vrijeme umaranja kod U i P ribolova;

- izbjeći, odnosno maksimalno reducirati vrijeme izlaganja zraku (izvan vode);
- koristiti kružne udice;
- izbjegavati ribolov za vrijeme reproduksijskog razdoblja;
- prilagoditi veličinu udice i mamca ciljanoj pecaturi;
- edukacija ribiča s posebnim obzirom na posljedice „dubokog zagriža“ praćenog obilnim krvarenjem (privlači predatore) i oštećenjima vitalnih organa (jetra, srce i dr.) s trenutnim ili neposrednim uginućima.

Također bi preporučili u nastupnoj fazi izradu specifičnih vodiča fokusiranih na pojedine ciljane vrste i ribolovna područja.

Brojne sukobljenosti u i oko ove vrste ribolovne aktivnosti mogu se prevladavati samo u najtješnjoj suradnji s ribičima, njihovim udruženjima, ribarskim sektorom uključivo administrativni i znanstveni segment. Sukobljenosti između U i P protagonista sa zaštitarskim i upravno-regulacijskim tijelima u pravilu eskalira kada je predmet zajedničkog interesa ugrožena vrsta, ili je u pitanju prostorno-vremenska ograničenja, što je upravo slučaj s plavoperajnom tunom. Pritom je potrebno respektirati lokalne ekološke, ekonomske i socijalne specifičnosti, jednako tako i posebna bio-ekološka obilježja ciljanih vrsta. Društvena korisnost ove aktivnosti se ogleda u unapređenju života, zadovoljstva i društvene svijesti o nužnosti respektiranja prirodnih zakonitosti i smanjenja negativnog antropogenog djelovanja na morski ekosustav. Potencijalne ekonomske koristi ima lokalna i šira društvena zajednica kroz ekoturizam, i u cjelini protok ljudi, dobara i financijskog kapitala. Ribarska znanost u suradnji s ribolovnim udruženjima dolazi u prigodu da bolje prouči biologiju i ekologiju ciljanih vrsta, što su znanja koja imaju praktičnu primjenu u upravljanju prirodnim biozalihama komercijalno važnih vrsta riba i eventualnoj kontroliranoj proizvodnji (marikultura). Primijenjena istraživanja ovakvoga tipa objedinjavaju interese brojnih sudionika s ciljem unapređenja kvalitete života uz brojne općekorisne pozitivne učinke.

Korištenje znanstvenih podataka u praksi zahtjeva partnerstvo i suradnju akademske zajednice, vladinih tijela, industrije, ribolovnih udruženja i iznad svega djelatnu suradnju ribiča. Istraživanja u ribarstvu mogu biti znatno unapređena ovakvom suradnjom s obzirom na proširenje biološke i ekološke osnove istraživanih vrsta. Jednako tako, socijalna i ekonomska dimenzija suradnje ogleda se u senzibiliziranju ribiča na ključna ekološka pitanja zaštite živih bogatstava i morskog okoliša, a koja urbani svijet umnogome relativizira. Socijalna korist U i P ogleda se u unapređenju kvalitete života sudionika, podupiruće industrije i

udruženja u okviru kojih se odvija ova aktivnost. Udičarski eko-turizam je potencijalno značajan socio-ekonomski aspekt ove aktivnosti s brojnim izravnim i neizravnim koristima.

Literatura:

Aalabers, S. A., Stutzer, G.M. and Drawbridge, M.A. 2004. The effects of catch-and-release angling on the growth and survival of juvenile white seabass captured on offset cyrcle and J-type hooks. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 24:793-800.

Aas O. 2002. The next chapter: multicultural and cross-multidisciplinary progres sin evaluating recreational fisheries, pp. 252-263. In: *Recreational Fisherie:Ecological, Economc and Social Evaluation* (Pitcher, T. J. and C.E. Hollingworth, Eds.) Oxford, Blackwell Science

Aas, O, Thailing, C.E. Ditton, R.B. 2002. Controversa over catch-and release recreational fishing in Europe. Pp. 95.106. In: *Recreational Fisheries. Ecological, Economic and Social Evaluation* (Pitcher, T.J. and Hollingworthh, C.E., Eds.). Oxford: Blackwell Science.

Arlinghaus, R., Cooke, S.J., Lyman, J., Policansky, D., Schwab, A., Suski, C.D., Sutton, S.G., Thorstad, E.B., 2017. Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: an integrative synthesis of global knowledge fro historical, ethical, social, and biological perspectives. *Rev. Fish. Sci.* 15: 75–167.

- Avella, M., Schreck, C.B. and Prunet, P. 1991. Plasma prolactin and cortisol concentration of stressed coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, in fresh or salt water. *Den. Com. Endocr.*, 81: 21-27.
- Cooke, S.J., Philipp, D.P., Dunmall, K.M., Schreer, J.F., 2001. The influence of terminal tackle on injury, handling time, and cardiac disturbance of rock bass. *N. Am. J. Fish. Manage.* 21, 333–342.
- Cooke S, Suski C., 2004 Are circular hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? *Aquat Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 14:299–326
- Cooke, S.J., Suski, C.D., 2005. Do we need species-specific guidelines for catch and release recreational angling to effectively conserve diverse fishery resources? *Biol. Conserv.* 14, 1195–1209.
- Donaldson, M.R., Arlinghaus, R., Hanson, K., Cooke, S.J., 2008. Enhancing catch-and-release science with biotelemetry. *Fish. Fish.* 9, 79–105.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241–253.
- Grover, A.M., Mohr, M.S. and Palmer-Zwahlen. 2002. hook and release mortality of Chinook salmon from drift mooching with circle hooks: Management implications for California's ocean sport fishery. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 30:39-56.
- Jenkins, T.M. 2003. Evaluation recent innovations in bait fishing tackle and technique for catch-and-release of rainbow trout. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 23:1098-1107.
- Katavić, I., Cinoti, N., Grubišić, L., Tičina V. 2014. Tagging of the tuna in the Adriatic (TAGAT) *Atlantico-Wilde Research Program on Bluefin Tuna* (ICCAT/GBYP 01/2013 – Phase 4

Kieffer, J.D., Kubacki, M.R. Phelan, F.J.S. Philipp, D.P. and Tufts, B.L., 1995. Effects of catch

and release angling on nesting male smallmouth bass. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 124:70-76.

Levin, W. C., Arlinghaus, R. and Mehner, T. 2006. Documented and potential biological impacts of recreational angling. Insights of conservation and management. *Rev. Fish. Sci.*, 14:305-367.

Lucakovic, R. and Uphoff, J.H. Jr. 2002. Hook location, fish size, and season as factors influencing catch-and-release mortality of striped bass caught with bait in Chesapeake Bay. In: Lucy, J.A., Studholme, A.L. 2002 (eds.), *Catch and Release, Symposium in Marine Recreational Fisheries. American Fisheries Society Symposium.*, 30, Bethesda, MD, pp. 97–100.

Meka, J.M. 2004. The influence of hook type, angler experience, and fish size on injury rate and the duration of capture in an Alaskan catch-and-release angling rainbow trout fishery. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 24:1299-1311.

Meka, J. M. and McCormick, S.D. 2005. Physiological response of wild rainbow trout tangling: impact of angling duration, fish size, body condition, and temperature. *Fish. Res.*, 72: 311-322.

Policansky, D. 2002. Catch-and-release recreational fishing: A historical perspective. pp.74-93. In: *Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation*. (Pitcher, T.J. and C.E. Hollingworth, Eds.) Oxford: Blackwell Science.

Pitcher, T. J. and Worth (Eds), 2002. *Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation*. Oxford: Blackwell Science.

Rice, C.D. and Arkoosh, M.R. 2002. Immunological indicators of environmental stress and disease susceptibility in fish. Pp. 187-220- In: *Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress*.

(Adams, S.M., Eds.). Bethesda, MD:American Fisheries Society.

Schrange, D. and Lundbeck, J. 1992. A History of Fishing. Berlin: Springer

Schramm, H.L., Armstrong, M.L., Funicelli, N.A., Greem, D.M., Lee, D.P., Mans, R.E., Taubert, B.D. and Waters, S.J. 1991. The status of competitive sport fishing in North America. *Fisheries*, 16(3):4-12-

Stokesbury, M.J.W., Neilson, J.D., Susko, E. and Cooke, S. J. 2011. Estimating mortality of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in an experimental recreational catch-and-release fishery. *Biol. Cons.* 144:2684-2691.

Skomal, G.B., Chase, B.C. and Prince, E.D. 2002. A comparison of circle hooks and straight hook performance in recreational fisheries for juvenile Atlantic bluefin tuna. In: Lucy, J.A., Studholme, A.L. (eds.), *Catch and Release Symposium in Marine Recreational Fisheries*. American Fisheries Society Symposium. 30, Bethesda, MD, pp. 57–65.

Schill, D.J. 1996. Hooking mortality of bait-caught Rainbow Trout in an Idaho trout stream and a hatchery: implications for special-regulation management. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 16: 348–356.

Thompson, J.A., Hughes, S.G., May, E.B. and Harrel, R.M. 2002. Effects of catch-and-release on physiological response and acute mortality of striped bass. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 30: 139-143.

Thorstad, E.B. Naesje, T.F., Fiske, F. and Finstad, B. 2003. Effects of hook and release on Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. *Fish. Res.* 60: 293-307.

Tičina, V. Grubišić, L. Katavić, I. 2004. Sampling and tagging of live bluefin tuna in growth-out floating cages. *Aquaculture Research*, 2004, 35: 307-310

Meka, J. M. and McCormick, S.D. 2005. Physiological response of wild rainbow trout tangling: impact of angling duration, fish size, body condition, and temperature. *Fish. Res.*,

72: 311-322.

Pitcher, T. J. and Worth (Eds), 2002. *Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation*. Oxford: Blackwell Science.

Rice, C.D. and Arkoosh, M.R. 2002. Immunological indicators of environmental stress and disease susceptibility in fish. Pp. 187-220- In: *Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress*. (Adams, S.M., Ed.). Bethesda, MD: American Fisheries Society.

Schrange, D. and Lundbeck, J. 1992. *A History of Fishing*. Berlin: Springer

Schramm, H.L., Armstrong, M.L., Funicelli, N.A., Greem, D.M., Lee, D.P., Mans, R.E., Taubert, B.D. and Waters, S.J. 1991. The status of competitive sport fishing in North America. *Fisheries*, 16(3):4-12-

Stokesbury, M.J.W., Neilson, J.D., Susko, E. and Cooke, S. J. 2011. Estimating mortality of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in an experimental recreational catch-and-release fishery. *Biol. Cons.* 144:2684-2691.

Skomal, G.B., Chase, B.C. and Prince, E.D. (2002) A comparison of circle hooks and straight hook performance in recreational fisheries for juvenile Atlantic bluefin tuna. In: Lucy, J.A., Studholme, A.L. (eds.), *Catch and Release Symposium in Marine Recreational Fisheries*. American Fisheries Society Symposium. 30, Bethesda, MD, pp. 57–65.

Schill, D.J. (1996) Hooking mortality of bait-caught Rainbow Trout in an Idaho trout stream and a hatchery: implications for special-regulation management. *N. Am. J. Fish. Manage.* 16: 348–356.

Thompson, J.A., Hughes, S.G., May, E.B. and Harrel, R.M. 2002. Effects of catch-and-release on physiological response and acute mortality of striped bass. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 30: 139-143.

Thorstad, E.B. Naesje, T.F., Fiske, F. and Finstad, B. 2003. Effects of hook and release on Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. *Fish. Res.* 60:293-307.

Tičina, V. Grubišić, L. Katavić, I. 2004. Sampling and tagging of live bluefin tuna in growth-out floating cages. *Aquaculture Research*, 2004, 35, 307-310.