



INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO SPLIT

**Praćenje bioloških bogatstava mora u sklopu Nacionalnog plana prikupljanja podataka
u ribarstvu Republike Hrvatske u 2024. godini**

**Znanstveni monitoring ulova plavoperajne tune na ribolovnim
natjecanjima i ulovu trofejnih primjeraka (BGF)**

Izvešće o provedenim aktivnostima i rezultatima znanstvene studije BGF u 2024. godini



Split, veljača 2025. godine



Sufinancira
Europska unija



Program
ZA RIBARSTVO
I AKVAKULTURU



PROGRAM
PRIKUPLJANJA
PODATAKA U
RIBARSTVU RH



**Naručitelj: Ministarstvo poljoprivrede
Izvršitelj: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split**

Sukladno Ugovoru Ev. br. 94/2023/IZU Praćenje bioloških bogatstava mora u sklopu Nacionalnog plana prikupljanja podataka u ribarstvu Republike Hrvatske u 2024. godini (KLASA: 406-01/23-01/2221, URBROJ: 525-05/159-23-1 od 4.siječnja 2024. godine)

15.02.2025. godine, Split

Voditelj istraživanja: dr.sc. Leon Grubišić

**Suradnici: dr. sc. Tanja Šegvić Bubić
dr. sc. Igor Talijančić
dr. sc. Jerko Hrabar
Luka Žuvić
Josip Maleš
Mario Perišić
Klara Bakarić
Petra Jakelić
Tonći Luketa (HSSRM)**

**Ravnateljica Instituta:
dr. sc. Živana Ninčević Gladan**

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Metodologija.....	2
3. Rezultati	6
3.1. BGF natjecanje u Orebiću.....	7
3.2. BGF natjecanje u Komiži.....	9
3.3. BGF natjecanje u šibenskoj Rogoznici	11
3.4. BGF natjecanje u Jezerima	12
3.5. BGF natjecanje u Marini Frapa Rogoznica.....	14
3.6. BGF natjecanje u Omišlju.....	15
3.7. BGF natjecanje u Poreču	16
3.8. BGF natjecanje na Silbi	18
3.9. Dužinsko-maseni odnos	19
3.10. Odnos spolova tuna.....	20
3.11. Starost tuna.....	21
3.12. Morfometrijska obilježja tuna	22
3.13. Osjetljive i druge vrste	24
4. Rasprava.....	26
5. Zaključci	34
6. Preporuke za upravljanje.....	36
6.1. Upravljačke preporuke.....	36
6.2. Primarne upravljačke preporuke	36
6.3. Sekundarne upravljačke preporuke.....	37
6.4. Kontinuirani monitoring kao temelj adaptivnog upravljanja	37
7. Literatura.....	39

1. Uvod

Sportski i rekreacijski ribolov na moru uključuje i sportska natjecanja u lovu na veliku ribu (engl. Big Game Fishing – BGF) te zasebno uređen rekreacijski ribolov trofejnih primjeraka plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*), u okviru kojih je plavoperajna tuna ciljna vrsta. Oba oblika ribolova regulirana su Zakonom o morskom ribarstvu („Narodne novine“, br. 62/17, 14/19, 30/23 i 14/24) te posebnim podzakonskim propisima.

Sukladno Pravilniku o rekreacijskom ribolovu trofejnih primjeraka tune (*Thunnus thynnus*) („Narodne novine“, br. 53/22) i Pravilniku o ribolovnim mogućnostima i raspodjeli državne kvote u 2024. godini za ribolov plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) („Narodne novine“, br. 16/24 i 101/24) u Republici Hrvatskoj dodjeljuje se posebna godišnja kvota. Svako plovilo s dodijeljenom kvotom smije tijekom natjecateljskog dana zadržati jednu jedinku, dok se ostale ulovljene jedinke puštaju sukladno pravilima „ulovi i pusti“. Svaki zadržani ulov podliježe službenom vaganju i evidentiranju od strane glavnog suca Hrvatskog saveza za sportski ribolov na moru (u daljnjem tekstu: HSSRM) i organizatora natjecanja, a podaci se dostavljaju Upravi ribarstva Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva.

U suradnji s HSSRM-om i organizatorima BGF natjecanja, te u okviru Nacionalnog plana prikupljanja podataka u ribarstvu Republike Hrvatske, provedeno je sustavno prikupljanje podataka o ulovu plavoperajne tune udičarskim alatima, uključujući uzorkovanje bioloških parametara (duljina, masa, spol i starost jedinki).

Cilj predmetnog monitoringa jest osigurati znanstveno utemeljene podatke za procjenu bioloških karakteristika populacije plavoperajne tune u Jadranskom moru te doprinijeti unapređenju nacionalnog i međunarodnog sustava upravljanja ovom visoko migratornom vrstom.

Prisutnost ovlaštenih znanstvenih promatrača Instituta za oceanografiju i ribarstvo (u daljnjem tekstu: IOR) na BGF natjecanjima u skladu je s člankom 12. Pravilnika o sportskom i rekreacijskom ribolovu na moru („Narodne novine“, br. 122/17, 12/18, 54/18, 69/20, 125/20, 87/21, 64/23).

2. Metodologija

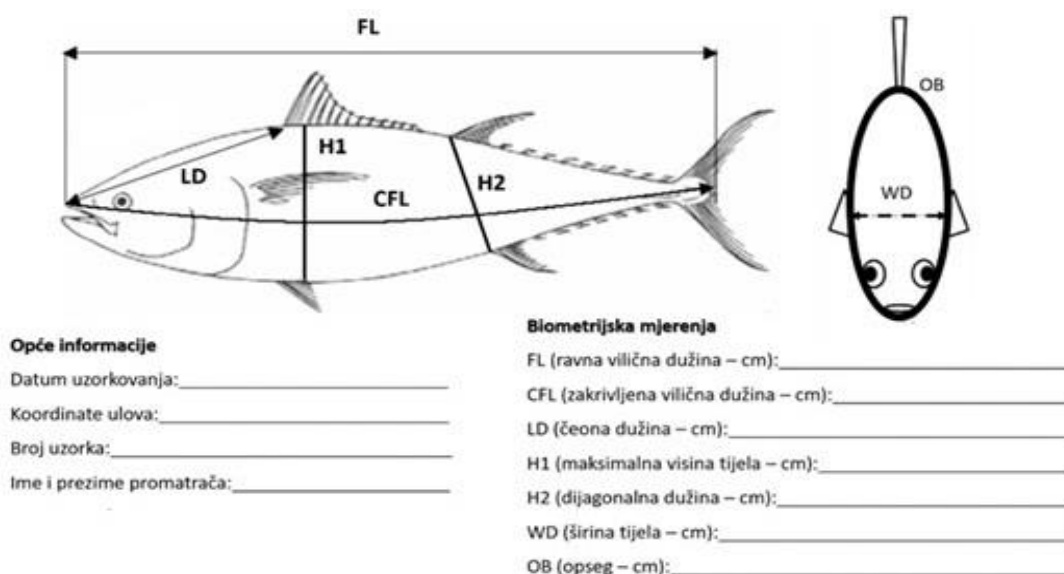
Sukladno Nacionalnom planu prikupljanja podataka u ribarstvu Republike Hrvatske, za 2024. godinu planirano je sudjelovanje na deset BGF natjecanja, što predstavlja uobičajeni godišnji broj održanih natjecanja u Republici Hrvatskoj. Cilj je bio osigurati uzorkovanje na svim planiranim događajima, uzimajući u obzir moguće promjene rasporeda uslijed vremenskih uvjeta ili organizacijskih ograničenja. Uzorkovanje je obuhvaćalo prisutnost dva ovlaštena znanstvena promatrača tijekom svih ribolovnih dana pojedinog natjecanja te prikupljanje podataka o svakom ulovljenom i na vaganje dostavljenom primjerku plavoperajne tune.

Prema Pravilniku o ribolovnim mogućnostima i raspodjeli državne kvote za ribolov plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) svake se godine dodjeljuje određena kvota za negospodarski ribolov u sportske svrhe tj. za natjecanja u lovu na veliku ribu. Za 2024. godinu odobrena kvota plavoperajne tune za BGF natjecanja je iznosila 5000 kg („Narodne novine“, br. 16/2024) te je bila raspoređena na međunarodna kvalifikacijska natjecanja za „Offshore World Challenge“ i na županijska natjecanja u svrhu promocije lova na veliku ribu.



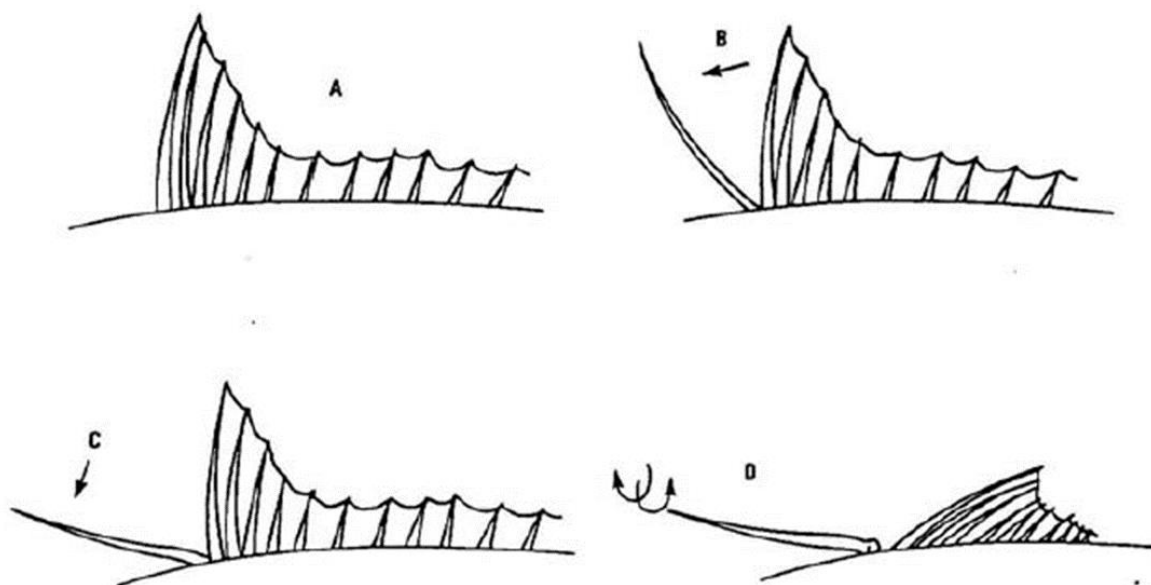
Slika 1. Vaganje trofejnog ulova plavoperajne tune na natjecanju u lovu na veliku ribu

Za svaki trofejni ulov na kraju ribolovnog dana, znanstveni promatrači na natjecanju bilježe masu ribe tijekom službenog vaganja. Masa može biti zabilježena kao “cijela” – ukupna masa neočišćene otkrvene ribe ili kao “GUG” tj. “GG” – masa ribe bez utrobe, gonada i škrge. Nakon vaganja promatrači provode detaljno mjerenje dužine gdje se, kao i kod vaganja, dužina može zabilježiti sa dvije vrijednosti - kao ravna (FL) ili zakrivljena (CFL) vilična dužina, što ovisi o uvjetima pri uzorkovanju. Primarno se prakticira uzimanje ravne vilične dužine, međutim u slučaju prevelike ribe ili zakrivljenosti zbog rigiditeta može se uzeti i zakrivljena vilična dužina. Kod ovih prikupljenih vrijednosti vaganja i mjerenja dužine se prilikom unosa u bazu koristi utvrđena konverzija da bi se svi podaci prikazali u istoj standardnoj veličini (Rodríguez-Marín i sur., 2015).



Slika 2. Određivanje ravne (FL) i zakrivljene (CFL) vilične dužine, čeaone dužine (LD), maksimalne visine tijela (H1), dijagonalne dužine (H2), širine tijela (WD), opsega tijela (OB) i položaja prve dorzalne šipčice za uzimanje uzorka.

Nakon uzimanja biometrijskih podataka promatrač pristupa odstranjivanju prve dorzalne šipčice s leđne peraje plavoperajne tune, koja se mora zakretanjem i povlačenjem postupno odvojiti od mišićnog i vezivnog tkiva, a da pritom šipčica ostane cijela te da ne dođe do pucanja kondilne baze. Potom se šipčica obilježava i sprema za daljnju laboratorijsku obradu kojom se određuje starost te jedinke.



Slika 3. Postupak odvajanja prve dorzalne šipčice leđne peraje.

Zadnji korak u uzorkovanju je određivanje spola ulovljenih jedinki vizualnom opservacijom gonada.

U suradnji s organizatorima natjecanja prikupljaju se i svi ostali relevantni podaci u obliku dokumentacije, koji su ključni za potpunu informaciju o uzorkovanom trofejnem ulovu. To uključuje podatke poput lokacije i vremena ulova, ulovnog plovila i slično, a prikupljanje se provodi u svrhu omogućavanja daljnjih analiza – prostornih, vremenskih ili sezonskih. Takve analize, u kombinaciji s prikupljenim biološkim podacima, mogu pružiti primjenjive i korisne rezultate. Ovi podaci također uključuju i informacije o svim ulovima na natjecanju koji su pušteni s udice, bilo da se radi o tunama, drugim trofejnim vrstama koji se boduju na natjecanju ili vrstama u slučajnom ulovu (Prilog 1).

Primarna obrada prikupljenih bioloških uzoraka se obavlja u Laboratoriju za akvakulturu IOR-a u Splitu. Prvi korak je pažljivo čišćenje organskog materijala s izuzete prve šipčice dorzalne peraje plavoperajne tune. Zatim se precizno mjeri njezina dužina i maksimalni promjer šipčice blizu kondilne baze (D_{max}). Ove mjere koriste se za određivanje optimalnih mjesta za rezanje, označavajući pozicije na 0.5 i 1.5 D_{max} vrijednosti od točke maksimalnog promjera šipčice. Za rezanje se koristi Buehler Isomet spororezajuća pila s dijamantnim listovima, proizvodeći sekcije debljine između 0.6 i 0.8 mm. Rezani uzorci potom se konzerviraju u alkoholnoj otopini i promatraju pod digitalnim mikroskopom Dino-Lite Edge 5.

Ako je kvaliteta uzorka zadovoljavajuća i omogućava precizno određivanje starosti jedinke, uzorci se digitaliziraju i pohranjuju za daljnju analizu. Dva stručna znanstvenika zatim ih neovisno pregledavaju i bilježe rezultate koji se naknadno uspoređuju. U slučaju nepodudaranja rezultata, uzorak se dodatno pregledava, nakon čega se utvrđuje konačna vrijednost starosti. Cijeli postupak prati rad autora Rodríguez-Marín i sur. (2011) i knjigu Carbonara i Follesa (2019). Svi podaci i aktivnosti provedeni tijekom studije, uključujući detaljne biometrijske mjere, spol, starost i digitalizirane slike prereza šipčica koje su korištene za određivanje starosti, sistematično su pohranjeni u bazu podataka IOR-a u Splitu te se za ovlaštene osobe mogu naći na: <https://vrtlac.izor.hr/ords/riba/>.



Slika 4. Laboratorijska oprema za obradu i očitavanja šipčica - Buehler Isomet spororezajuća pila i digitalni mikroskop Dino-Lite Edge 5.

3. Rezultati

Tijekom 2024. godine održano je ukupno osam natjecanja u BGF i to:

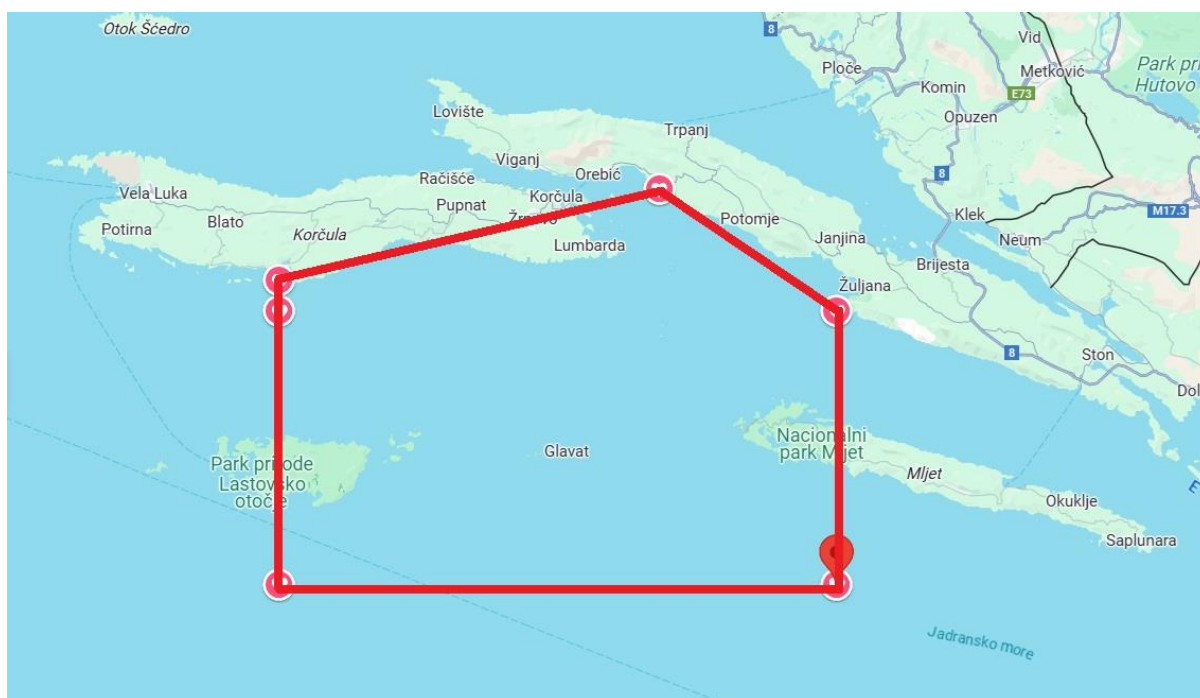
1. od 15. do 18. svibnja u organizaciji Pomorsko Športske udruge “Peliška jedra” u Orebiću sa ukupno 24 natjecateljske posade;
2. od 24. do 27. srpnja u organizaciji SRK „Komiža“ u Komiži s ukupno 22 natjecateljske posade i plovila;
3. od 6. do 9. kolovoza u organizaciji Ribolovno sportskog kluba “Giričić” u šibenskoj Rogoznici s ukupno 33 natjecateljske posade;
4. od 14. do 17. kolovoza u organizaciji Športskog ribolovnog društva “Punta Rata” u Jezerima s ukupno 25 natjecateljskih posada;
5. od 28. do 31. kolovoza u organizaciji Big Game Croatia TUNA FEVER u Marini Frapa u šibenskoj Rogoznici s ukupno 18 natjecateljskih posada;
6. od 28. do 31. kolovoza u organizaciji Kluba za sportski ribolov na moru “BIG-OM” u Omišlju sa ukupno 33 natjecateljske posade;
7. od 12. do 14. rujna u organizaciji kluba ŠRK BigGame 4tuna u Poreču s ukupno 38 natjecateljske posade i plovila;
8. od 27. do 28. rujna u organizaciji Športskog ribolovnog društva “Galeb” u Silbi s ukupno 15 prijavljenih natjecateljskih posada i plovila.

Tablica 1. Natjecanja u Big Game ribolovu u Hrvatskoj, s kvotom za izlov, brojem ribolovnih dana i brojem natjecateljskih posada/plovila u 2024. godini.

Lokacija natjecanja	Datum	Ribolovni dani	Broj plovila	Kvota (kg)
Orebić	15.-18.05.2024.	2	24	610
Komiža	24.-27.07.2024.	3	22	560
Rogoznica	06.-09.08.2024.	3	33	410
Jezerca	14.-17.08.2024.	3	25	420
Marina Frapa, Rogoznica	28.-31.08.2024.	3	18	450
Omišalj	28.-31.08.2024.	3	33	790
Poreč	12.-15.09.2024.	2	38	960
Silba	26.-28.09.2024.	2	15	200

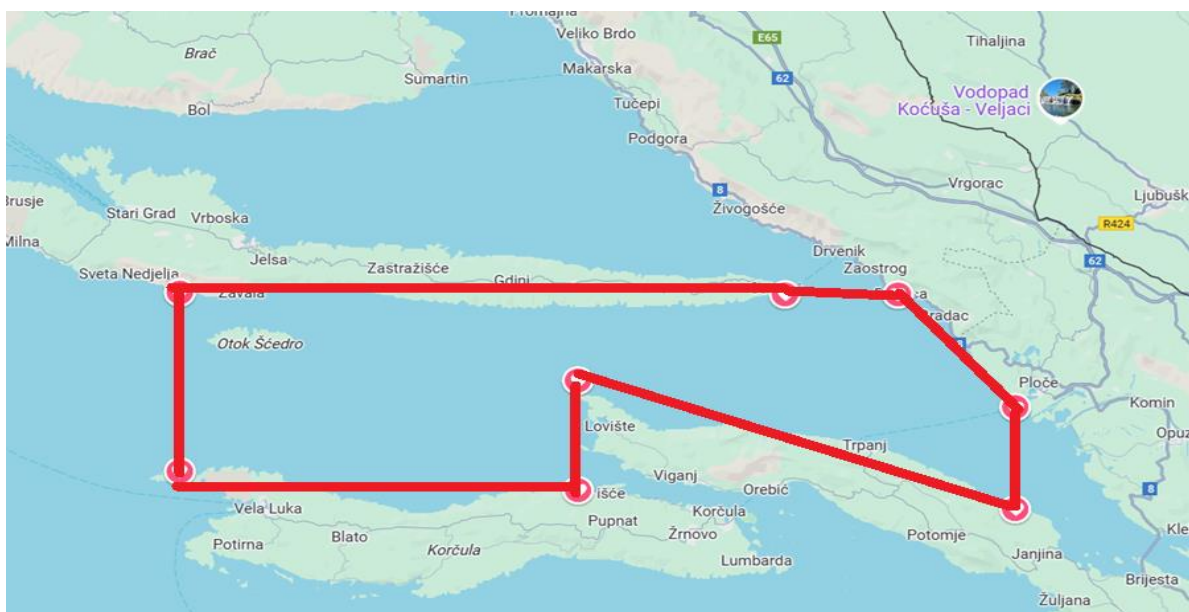
3.1. BGF natjecanje u Orebiću

Tijekom BGF natjecanja u Orebiću koje je organizirano od strane ŠRD „Peliška jedra“ i na kojemu su se natjecale 24 posade s istim brojem plovila uspješno su završena dva ribolovna dana. Rješenjem Uprave ribarstva određena je ribolovna zona koja se nalazi u Mljetskom i Lastovskom kanalu (Slika 5), a odobrena kvota za plavoperajnu tunu je iznosila 610 kilograma.



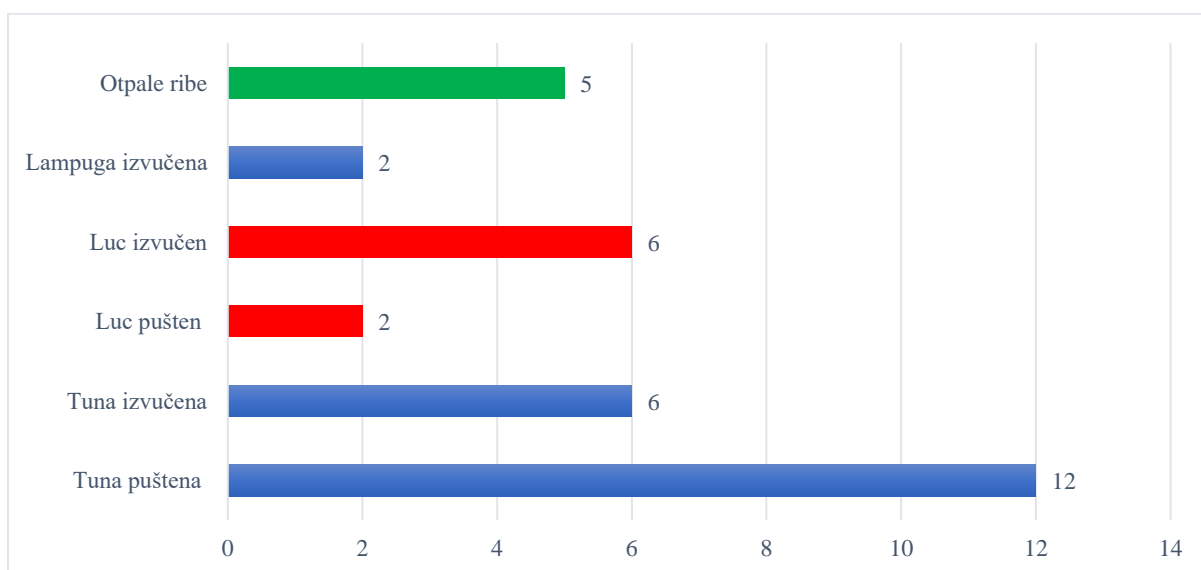
Slika 5. Ribolovna zona za BGF natjecanje u Orebiću.

Budući da je prvi ribolovni dan od ukupno planirana tri, uslijed nepovoljnih vremenskih prilika i prognoze za naredne dane, bio otkazan, temeljem Rješenja Uprave ribarstva za nastavak natjecanja odobren je ribolov u rezervnoj zoni zaštićenoj od dominantnih vjetrova (Slika 6).

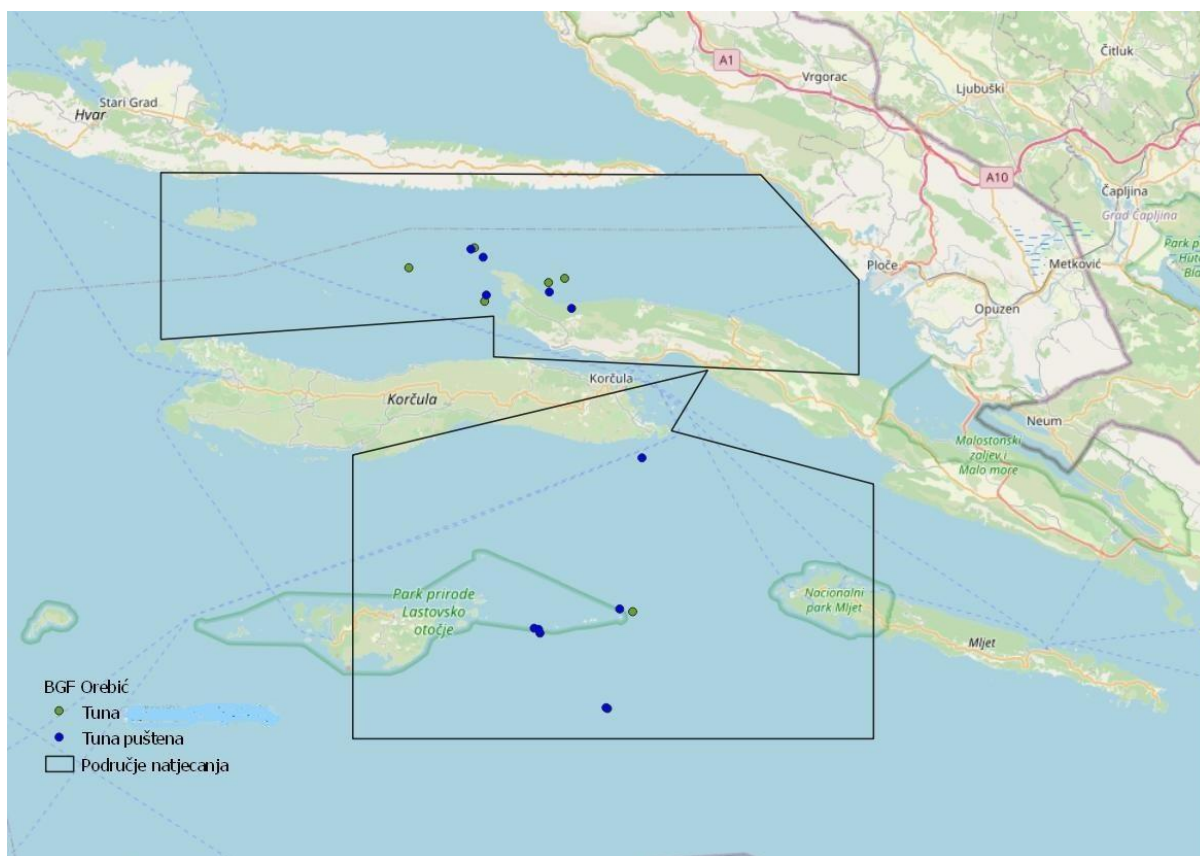


Slika 6. Rezervna ribolovna zona BGF natjecanja u Orebiću.

Kroz dva ribolovna dana natjecatelji su imali ukupno 33 interakcije s ulovom, a vezano za ciljano lovina plavoperajnu tunu ukupno je zabilježeno 18 ulova od čega je 6 jedinki izvučeno, a 12 jedinki je pušteno. Ulovljene tune imale su masu u rasponu od 47 do 66 kilograma. Od drugih lovina natjecatelji su ulovili i zadržali šest luceva (*Euthynnus alletteratus*) mase od 3,8 do 8 kilograma, plus dva predstavnika iste vrste koji su pušteni živi u more. Ulovljene su i zadržane dvije lampuge (*Coryphaena hippurus*) od 2,6 i 3,9 kilograma, a ukupno 5 riba je otpalo s udice tijekom natjecanja (Slika 7).



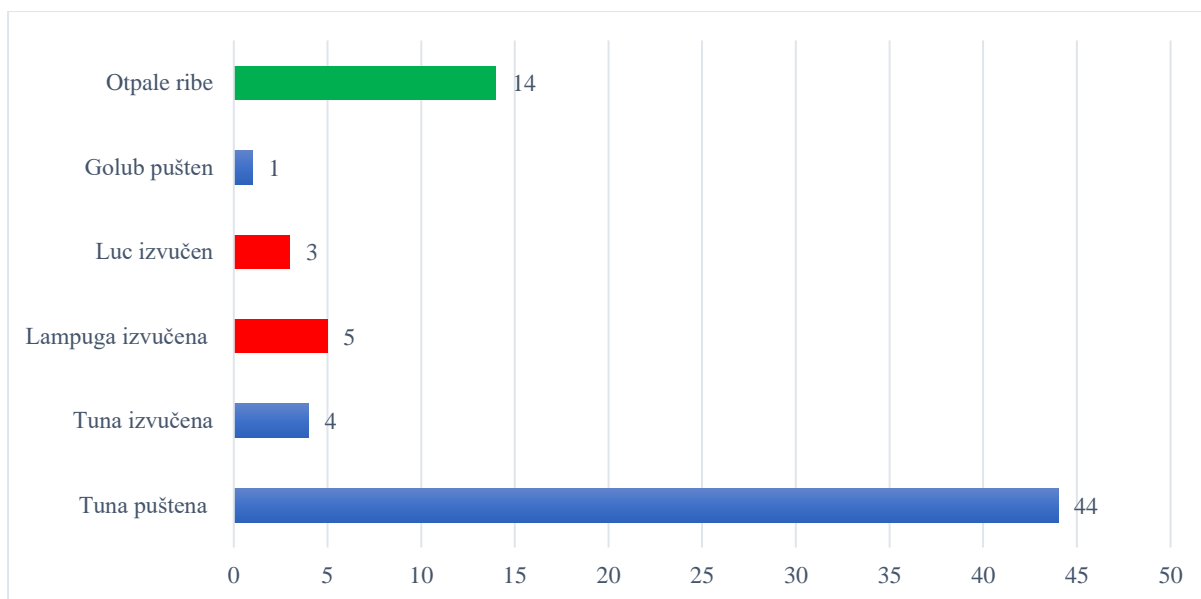
Slika 7. Ulov tuna i drugih vrsta tijekom BGF natjecanja u Orebiću 2024. godine.



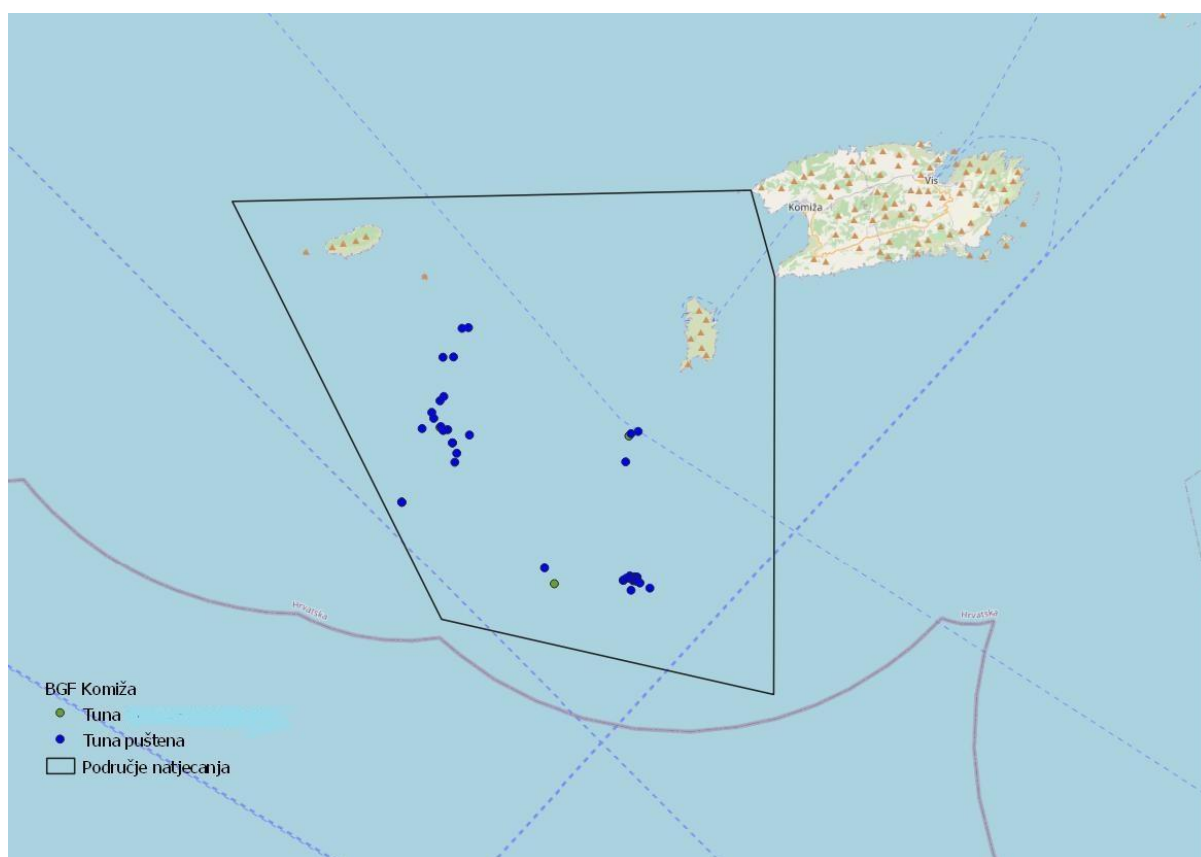
Slika 8. Ribolovno natjecateljska zona i ulovi tuna tijekom natjecanja u Orebiću 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.2. BGF natjecanje u Komiži

Natjecanje BGF u Komiži je organizirano od strane lokalnog sportsko-ribolovnog kluba „Komiža“ od 24. do 27. srpnja 2024. godine. Na natjecanju su sudjelovale 22 posade s istim brojem plovila. Natjecanje je trajalo tri ribolovna dana u ribolovnoj zoni koju su odredili organizatori natjecanja, glavni sudac iz HSSRM, a koja je potvrđena Rješenjem od strane Uprave ribarstva. Uz četiri ulovljene i izvučene plavoperajne tune mase u rasponu od 30,12 do 47,85 kilograma, ukupno su još ulovljene i puštene žive 44 jedinke. Ulovljeno je i izvučeno pet lampuga mase u rasponu 5,9 do 8,2 kilograma, tri luca mase od 9,2 do 10,45 kilograma te golub (*Myliobatis aquila*) koji je pušten. Tijekom natjecanja postojala je interakcija s 14 riba koje su otpale s udice tijekom ribolova (Slika 9). Na slici 10. je prikaz ribolovne zone i postignutih ulova tuna tijekom natjecanja u Komiži 2024. godine.



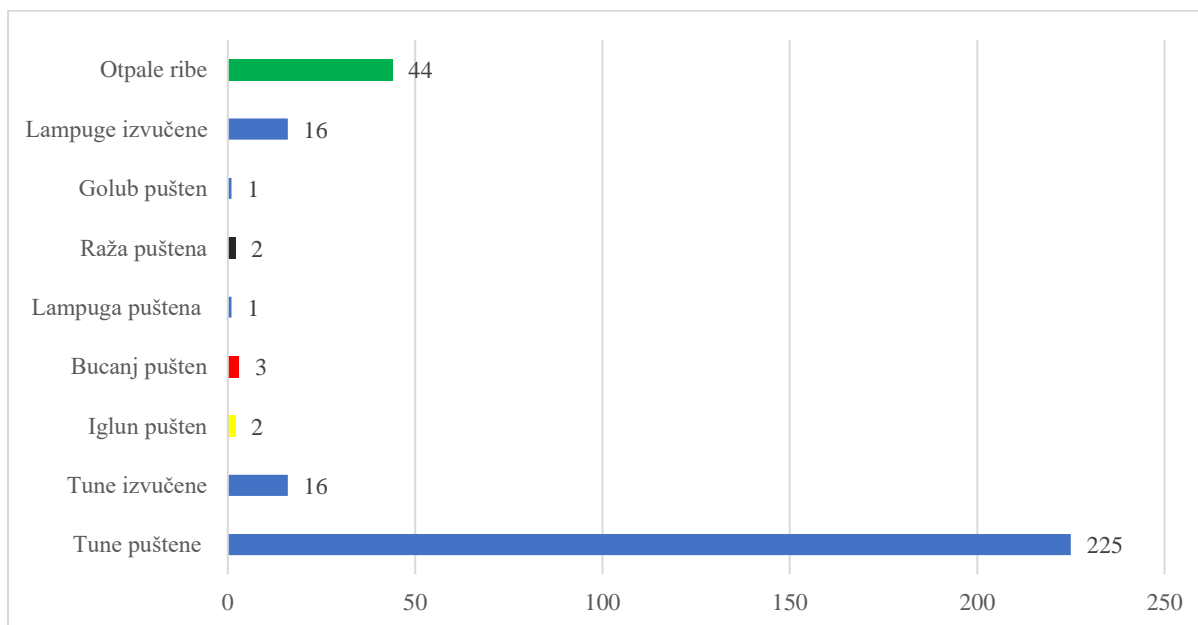
Slika 9. Ulov tuna i drugih vrsta tijekom BGF natjecanja u Komiži 2024. godine.



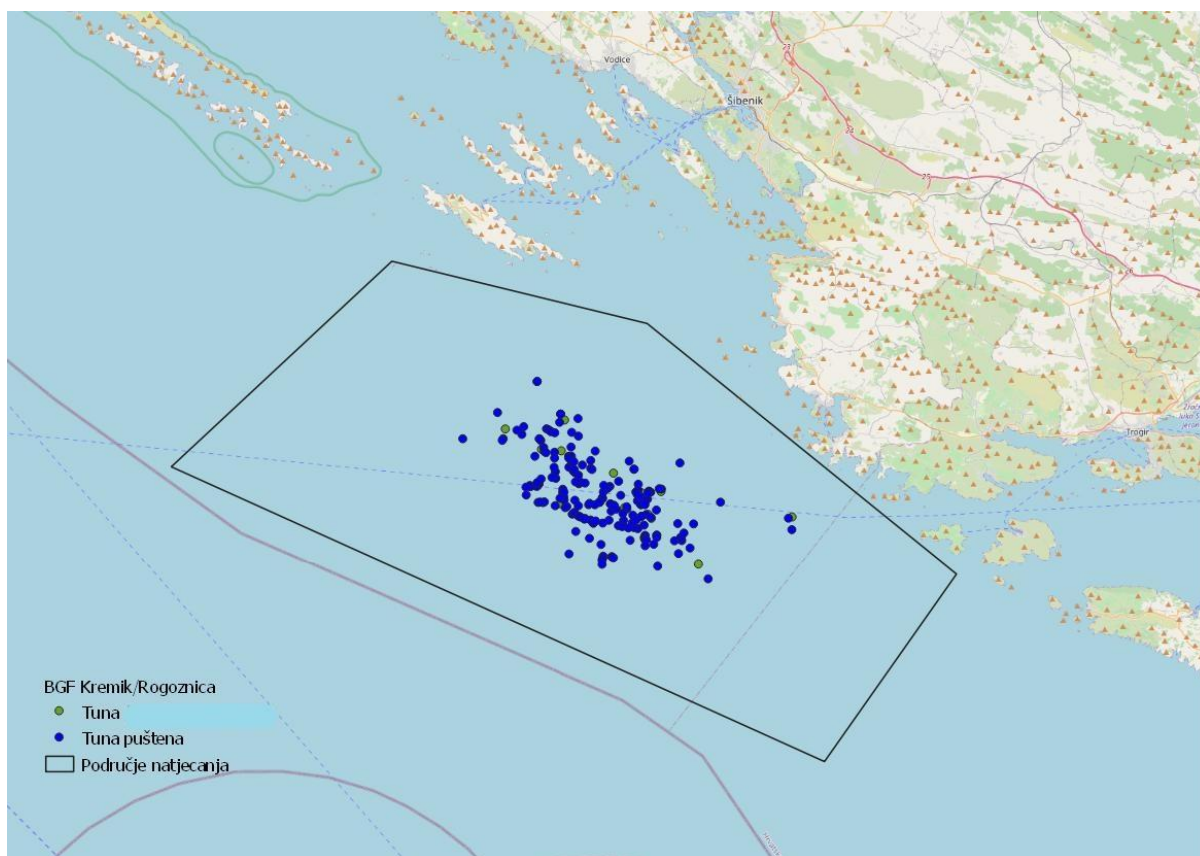
Slika 10. Ribolovno natjecateljska zona i ulovi tuna tijekom natjecanja u Komiži 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.3. BGF natjecanje u šibenskoj Rogoznici

Čak 33 ekipe su se odazvale na poziv organizatora RSK „Giričić“ iz Kaštel Gomilice na natjecanje BGF-Adriatic offshore tuna championship 2024. koje se održalo u šibenskoj Rogoznici, dok se sam natjecateljski ribolov odvijao u akvatoriju otoka Blitvenice i južno od Kornata (Slika 12). Uprava ribarstva je odobrila izlovnu kvotu za ovo natjecanje od ukupno 410 kg, odnosno 1277 kilograma jer se dodaje ostatak neizlovljene kvote s prethodnih natjecanja. Tijekom natjecanja ulovljeno je i pušteno ukupno 225 jedinki plavoperajne tune, a 16 jedinki je izvučeno iz mora. Tijekom sva tri ribolovna dana natjecatelji su imali 312 interakcija s ulovom, od čega se 44 riba oslobodilo tijekom ribolova. Tijekom natjecanja ulovljena su i puštena tri bucnja (*Mola mola*), dvije raže (*Raja sp.*), dva goluba, dva igluna (*Xiphias gladius*) i jedna lampuga. Izvučeno je 13 lampuga mase od 4,8 do 9,1 kilograma (Slika 11.). Zonu ribolova s prikazanim pozicijama ulova tune tijekom BGF natjecanja u Šibenskoj Rogoznici ilustrira Slika 12.



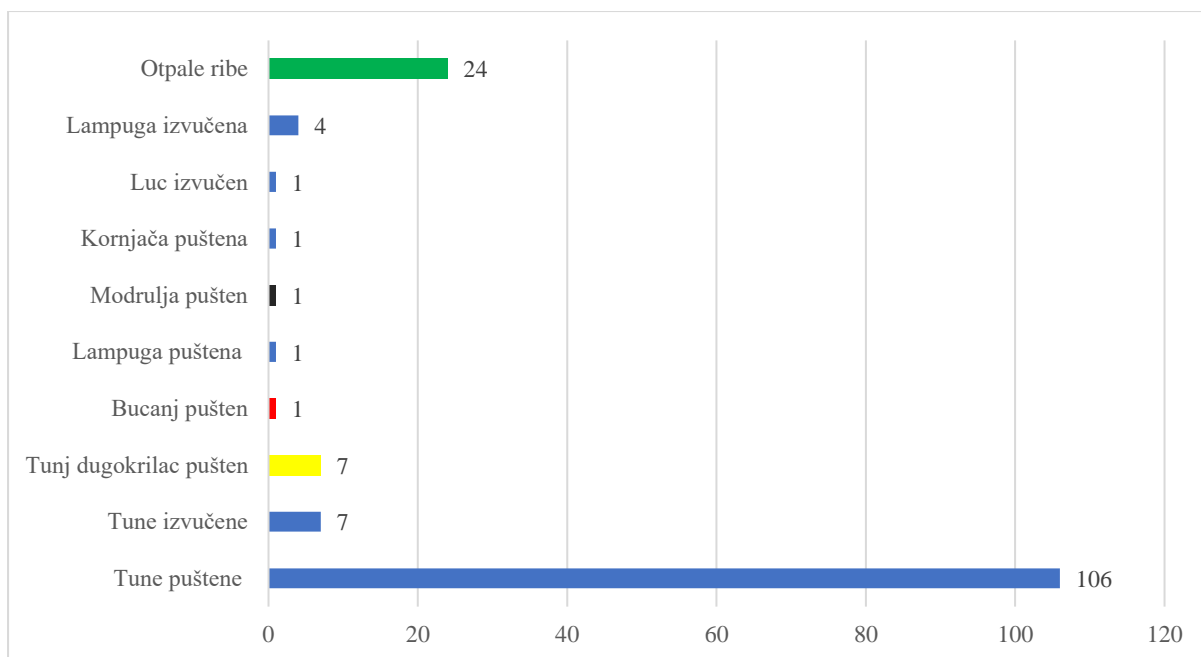
Slika 11. Ulov tuna i drugih vrsta tijekom natjecanja BGF- Adriatic offshore tuna championship 2024.



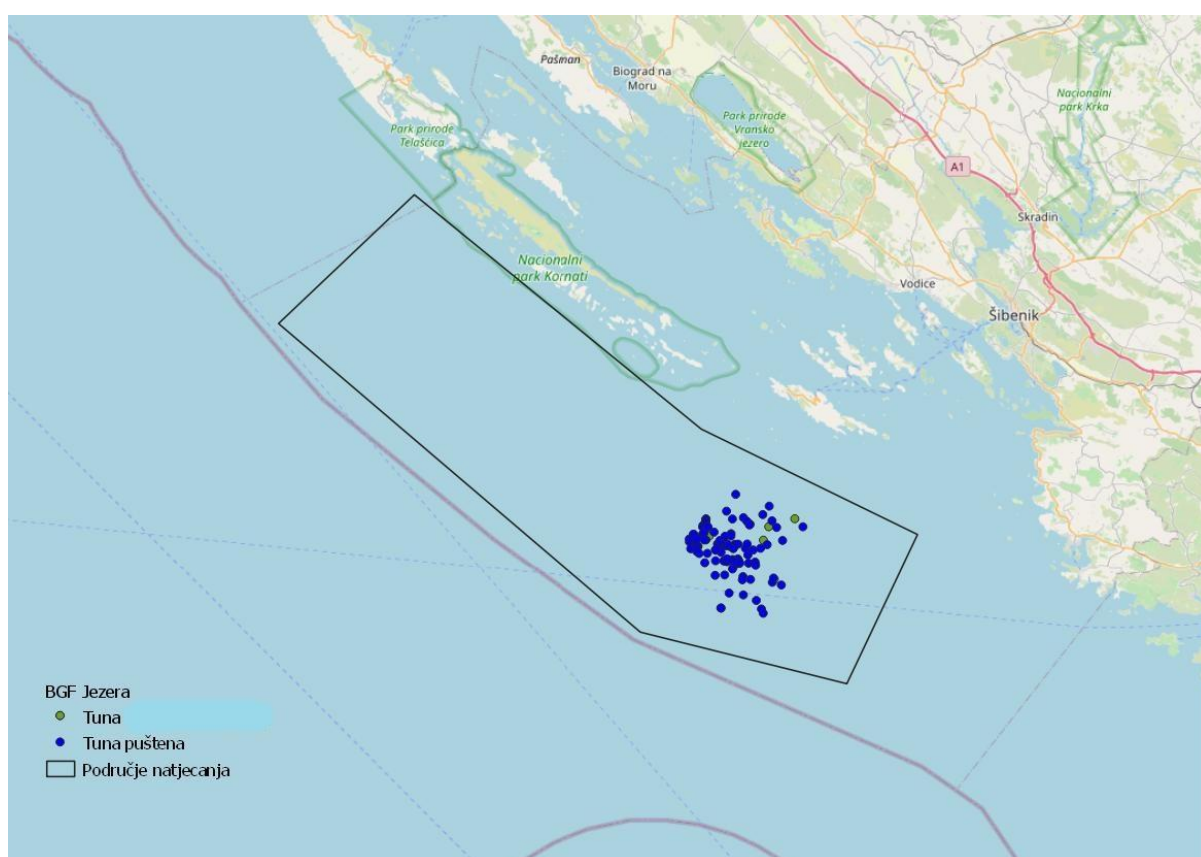
Slika 12. Ribolovno natjecateljska zona i ulovi tuna tijekom natjecanja u šibenskoj Rogoznici tijekom 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.4. BGF natjecanje u Jezerima

BGF natjecanje s najduljom tradicijom u Hrvatskoj organiziralo je ŠRD „Punta Rata“ u Jezerima u razdoblju od 14. do 17.08.2024. godine. Ukupno 25 ekipa s plovilima se odazvalo na 25. INTERNATIONAL OFFSHORE CHALLENGE 2024 JEZERA. Tijekom tri natjecateljska dana posade su zabilježile 154 interakcije s lovinom. Ukupno je ulovljeno i pušteno 106 plavoperajnih tuna, a 7 ih je izvučeno. Također je ulovljeno i pušteno 7 tunja dugokrilaca (*Thunnus alalunga*), pas modrulj (*Prionace glauca*), glavata želva (*Caretta caretta*), bucanj i lampuga. Izvučen je jedan luc i četiri lampuge mase od 5,4 do 10,2 kilograma. Tijekom ribolova s udice se otkačilo 24 ribe. Ukupni pregled ulova na natjecanju ilustrira Slika 13., a Slika 14. ulove tuna u natjecateljsko ribolovnoj zoni tijekom BGF natjecanja u Jezerima 2024. godine.



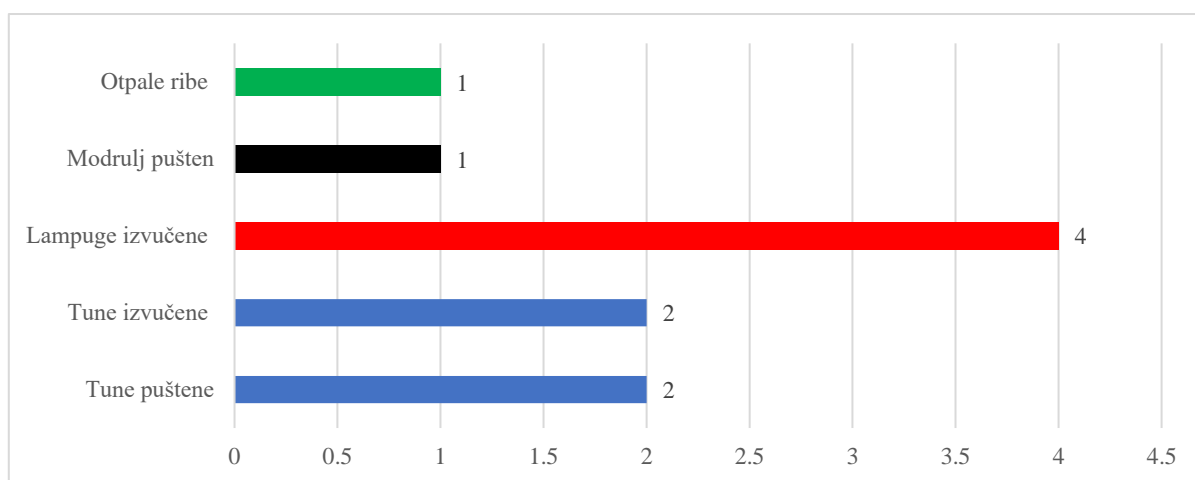
Slika 13. Ulovi postignuti tijekom BGF natjecanja u Jezerima 2024. godine



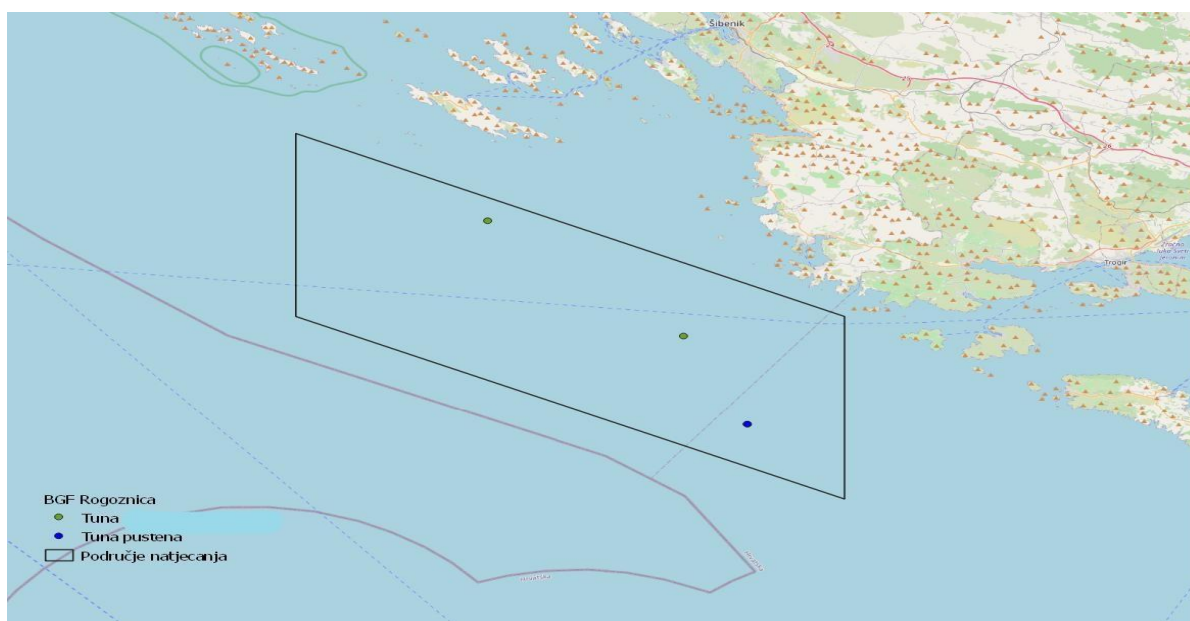
Slika 14. Ribolovna zona i ulovi tuna tijekom BGF natjecanja u Jezerima 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.5. BGF natjecanje u Marini Frapa Rogoznica

Natjecanje u Marini Frapa u šibenskoj Rogoznici je organizirao klub Big Game Fishing Croatia u razdoblju od 28. do 31. kolovoza 2024. godine. Na natjecanje se odazvalo 18 posada s plovilima, a natjecatelji su zabilježili 10 interakcija s lovinama. Ulovljene su i na vaganje donesene četiri lampuge mase od 6,6 do 7,6 kilograma, i dvije plavoperajne tune. Dvije plavoperajne tune su puštene, a jedna riba je otpala tijekom borbe. Jedan modrulj je ulovljen i pušten. Ukupni ulov ilustrira Slika 15. dok Slika 16. prikazuje ribolovnu zonu BGF natjecanja i pozicije ulova tuna.



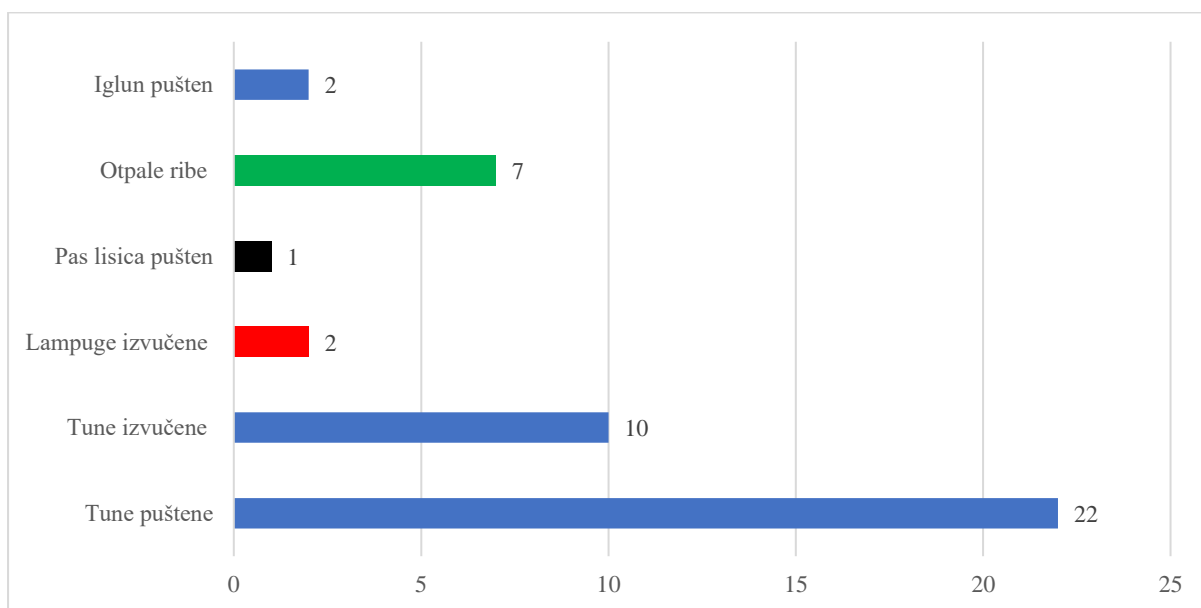
Slika 15. Ulovi postignuti tijekom BGF natjecanja u Marini Frapa u Rogoznici 2024. godine



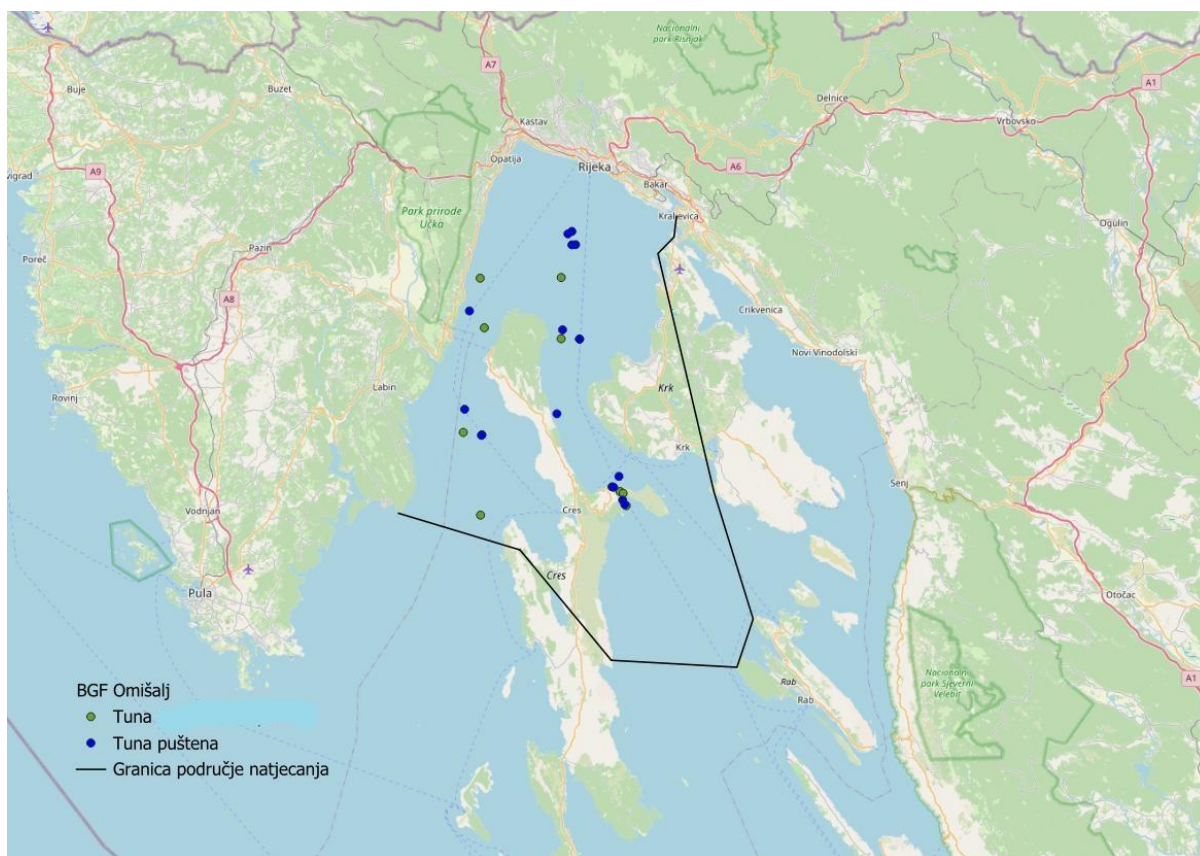
Slika 16. Ribolovna zona i ulovi tuna tijekom natjecanja u Marini Frapa u Rogoznici 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.6. BGF natjecanje u Omišlju

Na otoku Krku u mjestu Omišalj SRD „BIG OM“ je organiziralo BGF natjecanje „19 Big Om“ sa ukupno 33 prijavljene domaće i strane posade koje su lovile u razdoblju od 28. do 31. kolovoza 2024. godine. Ukupno je bilo zabilježeno 44 interakcije s ulovom. Ulovljene su i puštene 22 plavoperajne tune, a 10 je izvučeno. Tijekom ribolova 7 jedinki se otkočilo s udičarskog alata. Tijekom natjecanja ulovljene su i puštene dvije lampuge, dva igluna i jedan pas lisica (*Alopias vulpinus*). Ukupan ulov na natjecanju ilustrira Slika 17. dok Slika 18. prikazuje ribolovnu zonu BGF natjecanja i ulove tuna tijekom samog natjecanja.



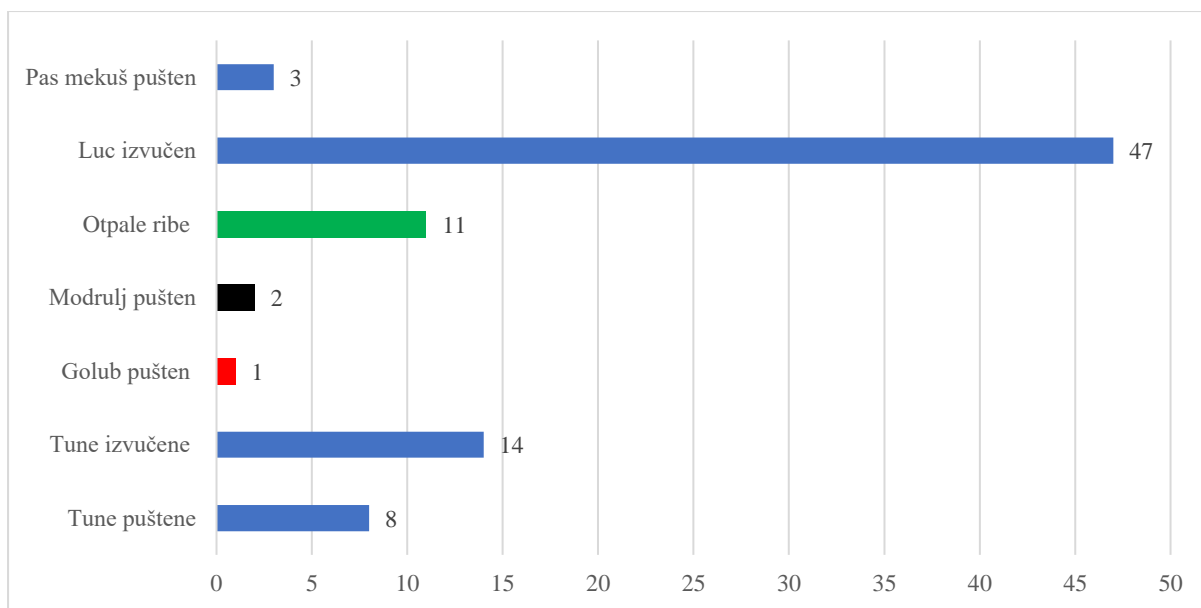
Slika 17. Ulovi ostvareni tijekom BGF natjecanja u Omišlju 2024. godine.



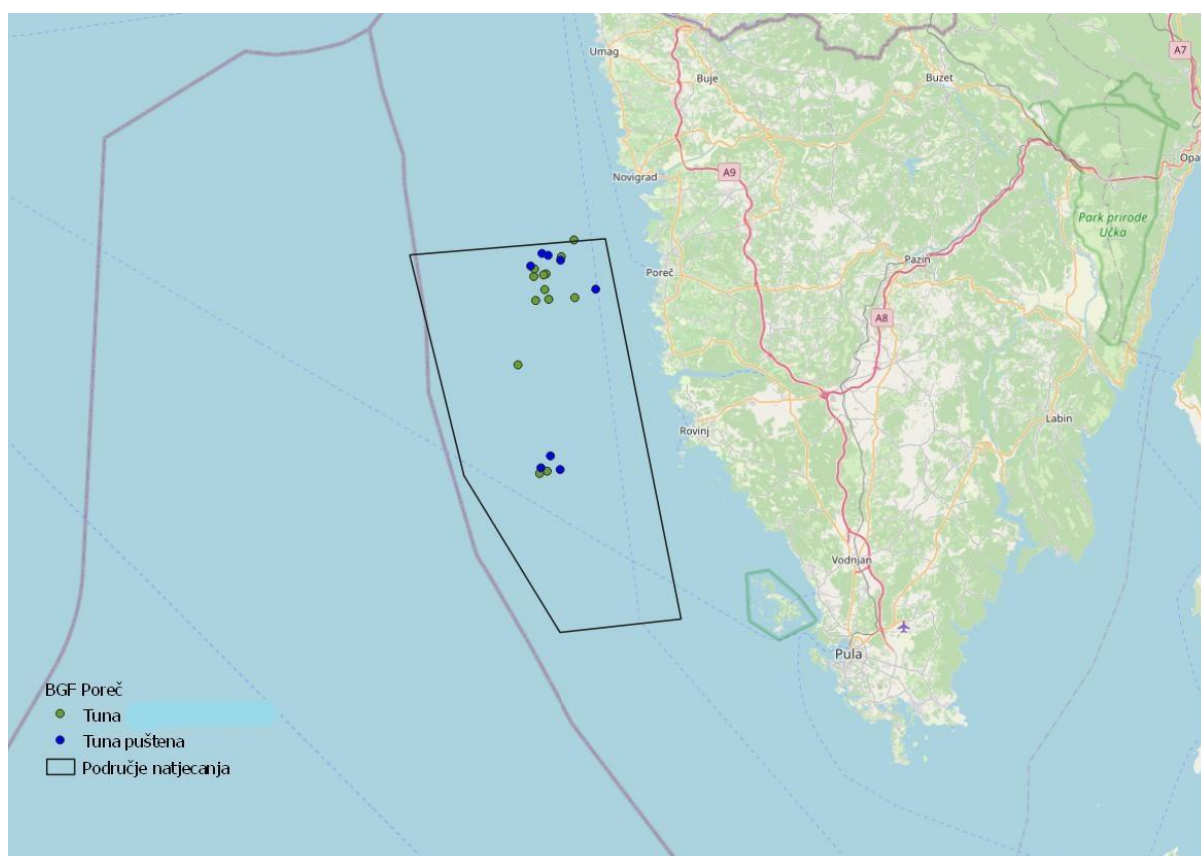
Slika 18. Ribolovna zona i ulovi tuna tijekom BGF natjecanja u Omišlju 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.7. BGF natjecanje u Poreču

Ribolovno društvo „BIG game 4tuna“ iz Medulina je u periodu od 12. do 15. rujna 2024. godine organiziralo međunarodno natjecanje TUNISTRA-OFFSHORE WORLD CHALLENGE POREČ 2024. Na ovom međunarodnom natjecanju okupilo se 38 posada. Zbog jakoga nevremena prvi dan natjecanja je otkazan dok su druga dva dana natjecanja održana. Najveći dio u lovini predstavljaju lucevi od kojih je izvučeno 47 jedinki mase između 7 i 11,7 kilograma. Ulovljena su i tri psa mekušca (*Mustelus mustelus*) koji su pušteni, a od osjetljivih vrsta puštena su dva modrulja i jedan golub. Tijekom natjecanja ulovljeno i pušteno je 8 primjeraka plavoperajne tune, a izvučeno je ukupno 14 jedinki mase od 38 do 144 kilograma. Sastav lovine tijekom dva natjecateljska dana predmetnog događaja ilustrira Slika 19. dok Slika 20. prikazuje ribolovnu zonu i ulov tuna tijekom natjecanja u Poreču.



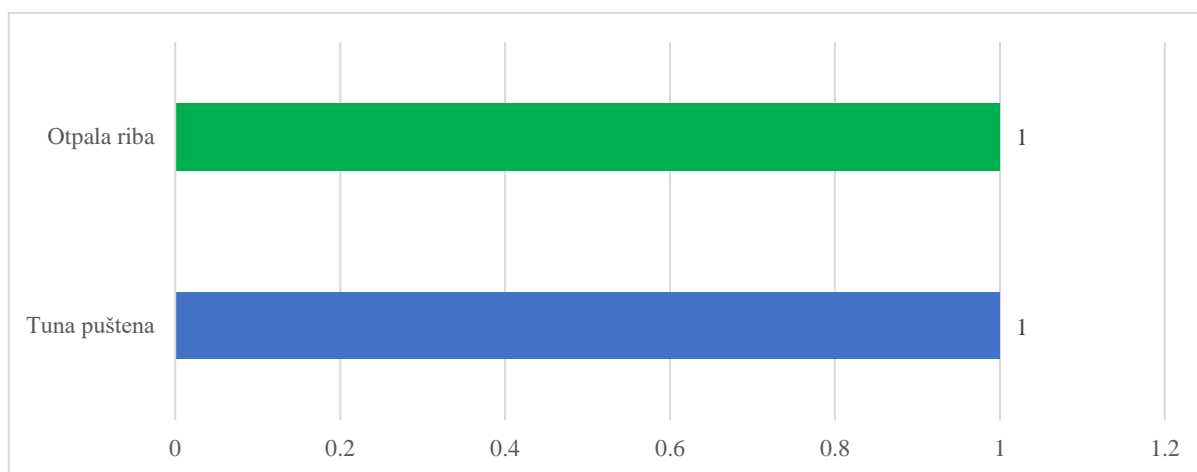
Slika 19. Ulovi ostvareni tijekom BGF natjecanja u Poreču 2024. godine.



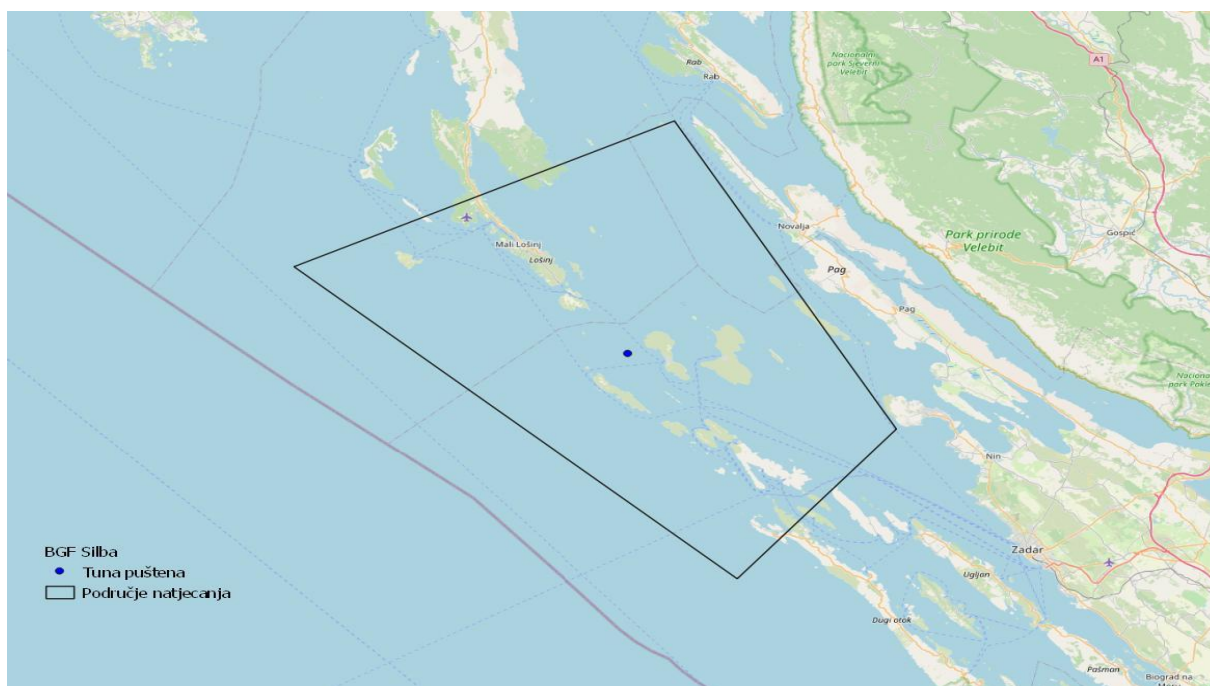
Slika 20. Ribolovna zona i pozicije ulova tuna na BGF natjecanju u Poreču 2024. godine gdje zelene točke predstavljaju izvučene tune.

3.8. BGF natjecanje na Silbi

Natjecanje na otoku Silbi održano je u organizaciji SRD „Silba“ u razdoblju od 26. do 29. rujna 2024. godine. Planirana su dva ribolovna dana no zbog jakog vjetra otkazan je prvi dan natjecanja. Iz istog razloga od 15 najavljenih ekipa stiglo je samo šest i natjecali su se po lošem vremenu i uzburkanom moru samo jedan dan. Tijekom ribolova, jedna je plavoperajna tuna puštena, a jedna riba je otpala s udice (Slika 21). Slika 22. ilustrira ribolovnu zonu i ulov tuna tijekom natjecanja na otoku Silbi.



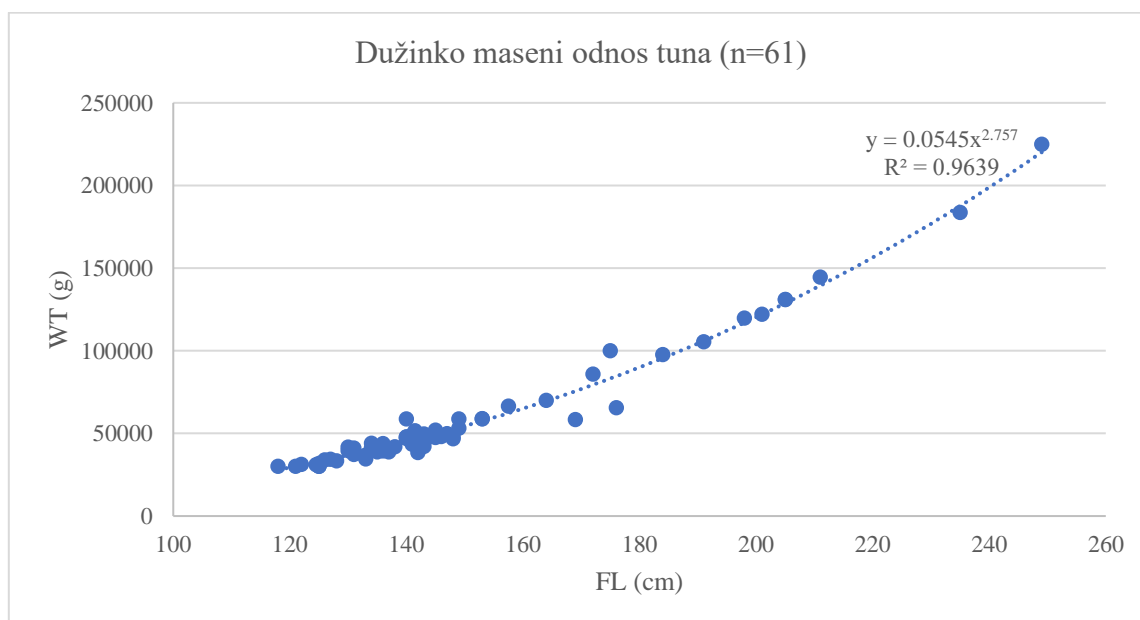
Slika 21. Ulovi ostvareni tijekom BGF natjecanja na Silbi 2024.godine.



Slika 22. Ribolovna zona i pozicije ulova tuna na BGF natjecanju na Silbi 2024. godine.

3.9. Dužinsko-maseni odnos

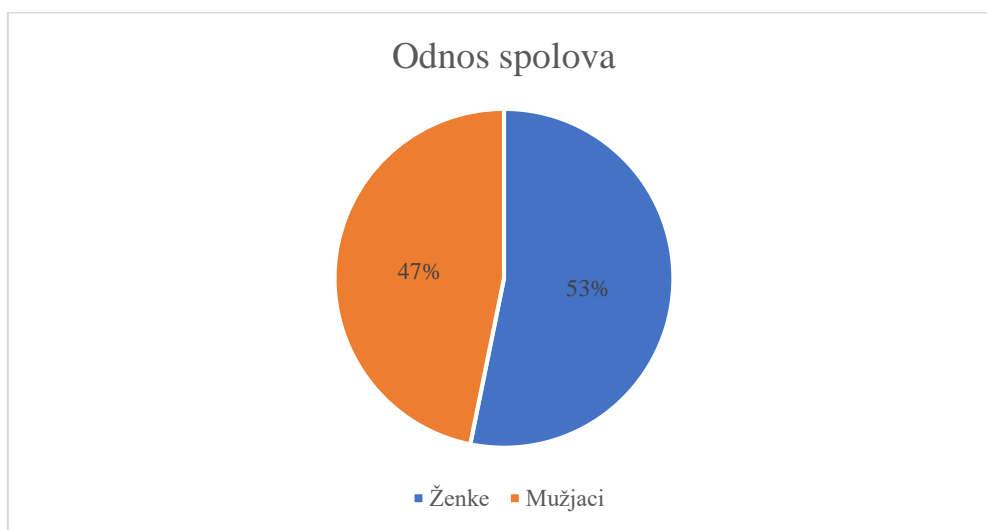
Za potrebe analize dužinsko-masenog odnosa plavoperajnih tuna s BGF natjecanja tijekom 2024. godine analiziran je uzorak od 61 jedinke. Najmanja zabilježena vilična duljina iznosila je 118 cm, a ukupna masa 30 kg što je i najniža moguća masa za zadržavanje sukladno važećim propisima. Najveća zabilježena ravna vilična duljina tuna s BGF natjecanja u 2024. godini je 249 cm, a maksimalna zabilježena masa je bila 225 kg. Prosječna vilična duljina 61 jedinke je iznosila 150 ± 28 cm, a prosječna masa 60 ± 4 kg. Dužinsko-maseni odnos tuna ulovljenih tijekom BGF natjecanja u Jadranu možemo opisati izrazom $WT = 0,0545 \cdot FL^{2,757}$. Iz dobivenih vrijednosti mase (grami) i duljine (centimetri) uzorkovanih jedinki dobiveni su izračunom koeficijent rasta ili alometrijski koeficijent (b), konstanta proporcije ili kondicijski koeficijent (a) te Fultonov faktor kondicije (K). Budući da je vrijednost parametra b manja od 3 ($b = 2,757$), rast plavoperajne tune može se opisati kao negativno alometrijski, što znači da s povećanjem duljine dolazi do relativno sporijeg porasta mase. Prosječni Fultonov faktor kondicije za ukupni uzorak je $1.624 \pm 0,156$, s rasponom od 1,2 do 2,14. Navedeni parametri zajedno daju uvid u rast, razvoj i kondiciju ribe što je važno za samu biologiju populacije. Visoka standardna devijacija kod prosječne mase ukazuje da je kondicija uzorkovanih plavoperajnih tuna neujednačena. Vrijednost koeficijenta determinacije (R^2) ukazuje na razinu objašnjene varijance u modelu dužinsko-masenog odnosa (Slika 23).



Slika 23. Dužinsko-maseni odnos plavoperajnih tuna ulovljenih na BGF natjecanjima tijekom 2024. godine.

3.10. Odnos spolova tuna

Kada je bilo moguće, znanstveni promatrači su uzorkovali gonade na BGF natjecanjima ulovljenih plavoperajnih tuna (Tablica 2.). Naime, nove propozicije, odnosno pravila natjecanja predviđaju evisceraciju ulovljenih plavoperajnih tuna na plovilu. Nažalost tijekom transporta i skladištenja ribe u hladnjačama, a prije uzorkovanja, dio utrobe s gonadama se zametne i ne postoji mogućnost da je se poveže s pripadajućom jedinkom. Kako bi se izbjegla greška nije se određivao spol u takvim slučajevima. Ukupno je zabilježen spol za 47 jedinki, a za samo 20 jedinki su donesene cijele gonade na vaganje kako bi izračunali vrijednosti gonadosomatnog indeksa (GSI). Zabilježene su spolno zrele jedinke oba spola pri ukupnoj masi oko i neznatno višoj od 30 kilograma. Najveći gonadosomatski indeks je zabilježen kod riba ulovljenih sredinom svibnja 2024. godine, odnosno na BGF natjecanju u Orebiću. Većina plavoperajnih tuna ulovljenih u drugoj polovini srpnja već je obavila mrijest. U istraživanoj populaciji utvrđen je gotovo uravnotežen odnos spolova, pri čemu mušjaci čine 53 %, a ženke 47 % jedinki. (Slika 24).



Slika 24. Odnos spolova tuna ulovljenih na BGF natjecanjima u 2024. godini.

Tablica 2. Vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI), ukupne mase i mase gonada plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) uzorkovane tijekom BGF natjecanja u 2024. godini GSI = masa gonada (kg) / ukupna masa ribe (kg) * 100.

Datum ulova	Ukupna masa ribe (kg)	Masa gonada (kg)	Spol	GSI
17.5.2024.	51,641	0,761	Ž	1,473635
17.5.2024.	53,11	0,478	Ž	0,900019
17.5.2024.	49,155	0,418	Ž	0,850371
18.5.2024.	31,188	0,283	M	0,9074
18.5.2024.	66,444	0,747	Ž	1,124255
25.7.2024.	30,12	0,079	Ž	0,262284
7.8.2024.	34,578	0,277	M	0,801087
7.8.2024.	47,686	0,152	M	0,318752
8.8.2024.	47,686	0,129	M	0,27052
8.8.2024.	39,663	0,15	Ž	0,378186
8.8.2024.	39,437	0,297	Ž	0,7531
9.8.2024.	38,759	0,286	Ž	0,737893
9.8.2024.	43,505	0,321	Ž	0,737846
9.8.2024.	47,234	0,093	M	0,196892
15.8.2024.	30,11	0,045	M	0,149452
15.8.2024.	47,51	0,157	Ž	0,330457
16.8.2024.	31,08	0,09	M	0,289575
14.9.2024.	49,72	0,095	M	0,19107
15.9.2024.	70,06	0,465	Ž	0,663717
15.9.2024.	58,32	0,112	Ž	0,192044

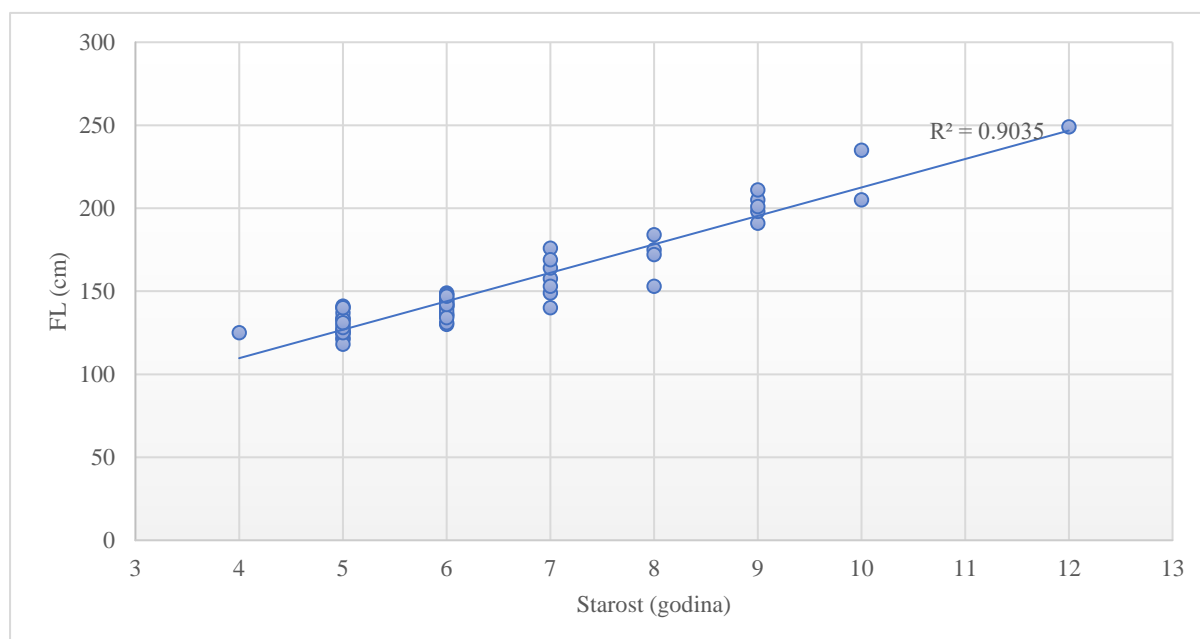
3.11. Starost tuna

Tijekom BGF natjecanja u 2024. godini znanstveni promatrači su obavili uzorkovanje ulovljenih i izvučenih jedinki plavoperajne tune za sve ribolovne dane. Ukupno je provedeno 61 uzorkovanje, od čega su za sve uzorke osim jednog prikupljene dužinske i masene vrijednosti, te je prva leđna šipčica svake jedinke pripremljena za daljnju laboratorijsku obradu. Za sve uzorkovane jedinke uspješno su napravljeni presjeci koji su fotografirani i analizirani te im je određena starost. Starost su procijenila tri stručnjaka s digitalnih fotografija koje su

pohranjene u elektronskom formatu (Slika 25.). Uzorkovane plavoperajne tune tijekom natjecanja su bile stare od 4 do 12 godina. Starosne kohorte u odnosu na ravnu viličnu duljinu uzorkovanih tuna ilustrira Slika 26.



Slika 25. Primjer digitalnih fotografija presjeka prve leđne šipčice s određenim promjerom nukleusa. Određena starosna dob uzorka s lijeve strane je 7 godina, a uzorka s desne strane 4 godine.



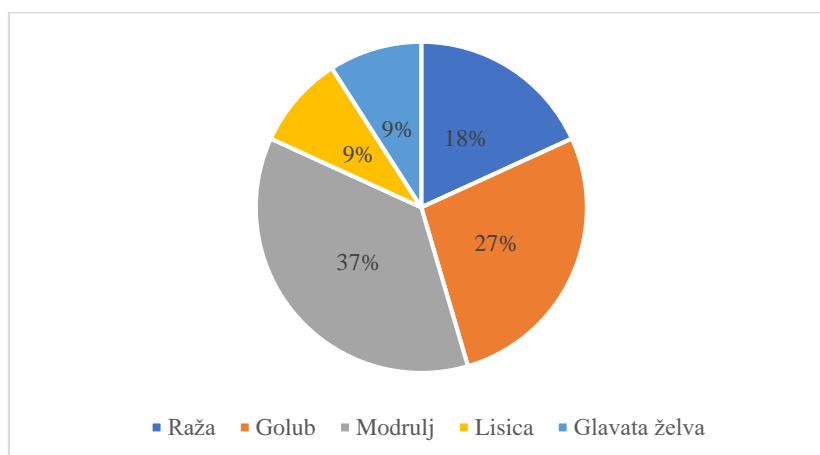
Slika 26. Odnos starosti i duljine plavoperajnih tuna uzorkovanih tijekom BGF natjecanja u 2024. godini.

3.12. Morfometrijska obilježja tuna

Tijekom uzorkovanja plavoperajnih tuna ulovljenih na BGF natjecanjima znanstveni promatrači su uzorkovali i niz morfometrijskih parametara tuna koji će biti korišteni u modeliranju algoritama za procjenu mase divlje i uzgojene plavoperajne tune primjenom

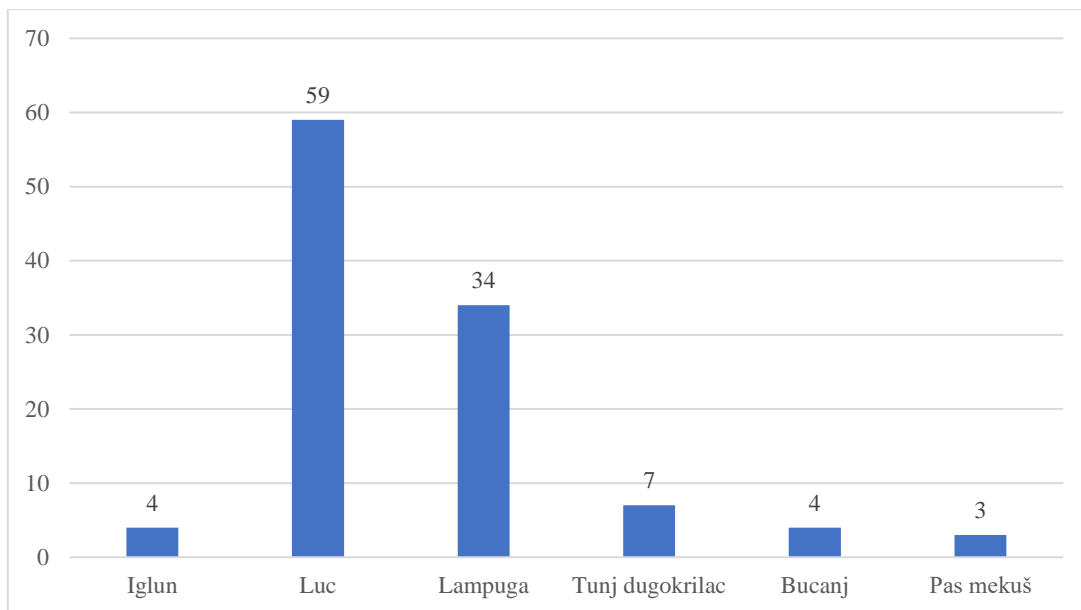
3.13. Osjetljive i druge vrste

Tijekom svih BGF natjecanja u 2024. godini zabilježena je interakcija natjecatelja ulovom osjetljivih vrsta koje su s posebnom pozornošću puštene. Uz ulov jedne kornjače glavate želve većinom su u slučajnom ulovu bile zastupljene hrskavične ribe: pas modrulj (*Prionace glauca*), pas lisica (*Alopias vulpinus*), golub (*Myliobatis aquila*) te raža (*Raja clavata*) koja za Jadran nije klasificirana kao osjetljiva vrsta, ali nalazi se u bazi Opće komisije za ribarstvo Sredozemlja (u daljnjem tekstu: GFCM). Ulav i interakcija s morskim pticama i morskim sisavcima nije zabilježen. Slika 28. ilustrira udio pojedine vrste u ukupnom slučajnom ulovu osjetljivih vrsta.



Slika 28. Broj ulovljenih i puštenih osjetljivih vrsta na BGF natjecanjima tijekom 2024. godine.

Tijekom BGF natjecanja u 2024. godini zabilježeni su brojni ulovi drugih kozmopolitskih pelagičkih vrsta od kojih su najbrojniji bili lucevi i lampuge, nastavno tunj dugokrilac, bucanj, iglun i pas mekuš. Od svih navedenih vrsta tijekom natjecanja izvlačili su se smo lucevi i lampuge prema propozicijama (pravilima) natjecanja validne mase, za koje su natjecatelji dobivali bodove. Slika 29. predstavlja ulov drugih vrsta ulovljenih tijekom natjecanja BGF 2024. godine.



Slika 29. Zastupljenost drugih vrsta u ulovu tijekom BGF natjecanja u 2024. godini.

4. Rasprava

Tijekom BGF natjecanja proveden je znanstveni monitoring u okviru projekta prikupljanja podataka u ribarstvu (DCF) tijekom 2024. godine. Monitoring je obuhvatio uzorkovanje, analizu i interpretaciju podataka za sve ulovljene primjerke plavoperajne tune, kao i evidentiranje interakcija s osjetljivim vrstama te postupanja u slučaju njihova slučajnog ulova. Aktivnosti monitoringa provedene su na svim BGF natjecanjima održanima u Republici Hrvatskoj. U svrhu interpretacije dobivenih rezultata i njihova stavljanja u širi kontekst, u raspravi su korištene relevantne znanstvene reference i objavljene spoznaje drugih autora, obzirom na to da u Jadranskom moru i širem području Sredozemlja ne postoji usporediv, kontinuiran i institucionalno organiziran sustav BGF natjecanja koji bi omogućio izravnu usporedbu podataka. Sudjelovanje stranih natjecateljskih posada iz Slovenije, Crne Gore, i Italije, na natjecanjima u Hrvatskoj koja im služe za odabir nacionalnih reprezentacija ukazuje na širi regionalni značaj.

Dužinsko-maseni odnos (LWR) plavoperajne tune ulovljene tijekom BGF natjecanja u Jadranu 2024. godine ukazuje na negativan alometrijski rast ($b = 2,757$), što upućuje na činjenicu da masa uzorkovanih jedinki nije rasla proporcionalno s rastom jedinki u duljinu. Dobivena vrijednost koeficijenta rasta niža je u odnosu na većinu objavljenih vrijednosti za isto područje i usporediva vremenska razdoblja, gdje se parametar b uglavnom približava izometrijskoj vrijednosti od 3.

U istraživanju Katavić i sur. (2018), provedenom na juvenilnim jedinkama plavoperajne tune u Jadranskom moru tijekom razdoblja svibanj–srpanj, zabilježena je viša vrijednost koeficijenta rasta ($b = 2,863$), dok Deguara i sur. (2017) za sredozemni bazen tijekom sezone ribolova okružujućim mrežama plivaricama izvještavaju još višu vrijednost ($b = 2,9076$). Slično tome, istraživanja provedena u Atlantskom oceanu, uključujući marokansku i portugalsku obalu, također ukazuju na negativnu alometriju, ali s većim vrijednostima b ($\approx 2,88$ – $2,89$) u odnosu na rezultate dobivene kod našeg uzorkovanja (Rodríguez-Marín i sur., 2016; Lino i sur., 2021). Niže vrijednosti koeficijenta rasta, usporedive s rezultatima ovog istraživanja, zabilježene su tek u sjevernijim područjima Atlantskog oceana, primjerice u Kantabrijskom moru ($b = 2,731$; Luque i sur., 2025).

Odstupanja u vrijednostima parametara dužinsko-masenog odnosa mogu se pripisati razlikama u strukturi populacije, prostorno-vremenskim uvjetima uzorkovanja, selektivnosti

ribolovnih alata te fiziološkom stanju jedinki. Uzorkovane jedinke s BGF natjecanja obuhvaćale su širok raspon duljina (118–249 cm) i masa (30–225 kg), pri čemu je donja granica mase bila uvjetovana važećim zakonskim propisima. Takva selekcija može rezultirati podzastupljenošću manjih jedinki te utjecati na oblik regresijske krivulje i procjenu parametara LWR.

Dodatno, sezonalni aspekt uzorkovanja imao je važnu ulogu u interpretaciji dobivenih rezultata. Dio plavoperajnih tuna ulovljen je u razdoblju nakon mrijesta, kada su energetske rezerve iscrpljene, a tjelesna kondicija smanjena. U takvim okolnostima očekivano dolazi do sniženja kondicijskog koeficijenta (a), dok je negativna alometrija rasta izraženija, budući da se masa povećava sporije u odnosu na duljinu. Utjecaj reproduktivnog ciklusa na dužinsko-maseni odnos zabilježen je i u drugim istraživanjima tuna, gdje su niže vrijednosti parametra a i koeficijenta rasta povezane s postmrijesnim razdobljem i smanjenom dostupnošću energetskih resursa (Faizal i sur., 2024).

Za dodatnu procjenu fiziološkog stanja riba u našem uzorku izračunali smo Fultonov faktor kondicije (K). Prosječni K za 61 jedinku iznosio je $1,624 \pm 0,156$, s rasponom od 1,2 do 2,14, što upućuje na neujednačenost kondicije unutar populacije. Visoka varijabilnost potvrđena je i grafički kroz dužinsko-maseni odnos (Slika 23.), gdje se veće jedinke ne podudaraju uvijek s očekivanom masom prema dužini. Ova raznolikost može se pripisati različitim životnim fazama, reproduktivnom statusu i sezonskim fluktuacijama u dostupnosti hrane.

Usporedba s podacima Perçin i Akyol (2009) za plavoperajnu tunu u istočnom Mediteranu pokazuje da se naš prosječni K nalazi u sličnom rasponu. U njihovim uzorcima, K je bio $1,56 \pm 0,12$ za mužjake i $1,69 \pm 0,06$ za ženke, s rasponom od 1,43 do 2,14. Najveće vrijednosti Fultonovog faktora kondicije u Turskoj zabilježene su kod većih jedinki (mužjaci 210 cm, $K = 2,11$; ženke 190 cm, $K = 2,14$), dok su najveće veličine često imale nešto niže vrijednosti K . Ova usporedba sugerira da populacija u našem uzorku ima kondiciju usporedivu s mediteranskom populacijom, iako je varijabilnost kod nas nešto veća, što može biti posljedica sezonskog lova, reproduktivnog statusa ili različitih životnih stadija jedinki.

Sličan sezonalni obrazac opisan je i za žutoperajnu tunu (*Thunnus albacares*) u vodama zapadnog Sabaha (Faizal i sur., 2024), gdje su razdoblja s nižim vrijednostima relativnog kondicijskog faktora (K_n) povezana s reproduktivnom aktivnošću i smanjenom kondicijom

jedinki, što dodatno potvrđuje da sezonalnost i biološki ciklus imaju ključnu ulogu u oblikovanju dužinsko-masениh odnosa i tjelesne kondicije tuna.

Kombinacija negativnog alometrijskog rasta i varijabilnog indeksa kondicije ukazuje na prisutnost jedinki u različitim životnim fazama, uključujući i one u slabijoj kondiciji nakon mrijesta. Takvi podaci su ključni za razumijevanje biologije populacije i planiranje održivog ribarstva, jer omogućuju precizniju procjenu biomase, energetskog stanja i potencijala rasta populacije. Usporedba s mediteranskim rezultatima potvrđuje da, unatoč ekološkim razlikama između populacija, kondicija riba ostaje unutar očekivanog raspona za komercijalno važnu tunu, što je važno za procjenu zdravlja i produktivnosti populacije.

Rezultati predmetne studije ukazuju na varijabilnost u gonadosomatskom indeksu (GSI) plavoperajne tune tijekom sezone mrijesta, što je u skladu s prethodnim literaturnim izvještajima. Prema Corriero i sur. (2019), te istraživanjima u mediteranskim i zapadnoatlantskim populacijama, spolna zrelost plavoperajne tune počinje već od 3–5 godina na istočnim reproduktivnim područjima (poglavito Sredozemno more), dok se na zapadnim područjima (Meksički zaljev) uglavnom zrele jedinke javljaju kod starijih riba ≥ 8 godina.

Naša analiza GSI vrijednosti kod 47 jedinki, ulovljenih na BGF natjecanjima u razdoblju svibanj–rujan 2024., ukazuje kako su spolno zrele jedinke oba spola prisutne već pri ukupnoj masi oko 30 kg, što potvrđuje prisutnost ranih spolno zrelih jedinki u populaciji. Najveće vrijednosti GSI zabilježene su sredinom svibnja, dok su jedinke ulovljene u drugoj polovini srpnja već uglavnom završile mrijest, što ukazuje na jasnu sezonalnu dinamiku reprodukcije.

Kod mužjaka, GSI varira od 0,15 do 0,91, dok kod ženki varira od 0,19 do 1,47. Usporedba s podacima iz akvatorija Barbate u blizini Gibraltara (Medina, 2002) pokazuje sličan obrazac: jedinke su u reproduktivnoj migraciji tijekom prolaska kroz tjesnac imale prosječni GSI od 1,23 kod ženki i 1,1 kod mužjaka, dok su jedinke spremne za mrijest s Balearskih otoka imale GSI od 4,19 i 4,7 što ilustrira intenzivan porast mase gonada neposredno pred mrijest. Naše maksimalne vrijednosti GSI kod ženki ulovljenih u svibnju približavaju se vrijednostima migratornih jedinki iz Barbatea, dok su kasniji ulovi iz srpnja–rujna karakterizirani značajno nižim GSI, što odgovara završetku reproduktivnih aktivnosti, međutim, s obzirom na udaljenost poznatih mrijestilišta na Sredozemlju, postoje naznake moguće reproduktivne aktivnosti unutar Jadranskog mora.

Histološki podaci iz literature pokazuju da većina migratornih ženki (92 % u Barbate) ima spolno zrele jajnike sa vitelogenim oocitima (stadij 3), dok je mali dio (8 %) još bio spolno nezrelih (previtelogeni stadij 1–2). Slična dinamika se očituje i u našim podacima, gdje su spolno zrele ženke prisutne pri relativno niskim ukupnim masama, a maksimalne vrijednosti GSI u svibnju ukazuju na aktivnu vitelogenezu i pripremu za mrijest.

Kod mužjaka, prisutnost spermatogena u svim stadijima spermatogeneze, ali s manjim GSI kod migratornih jedinki u usporedbi sa onima na vrhuncu sezone mrijesta, ukazuje na brz razvoj testisa neposredno pred mrijest, što je konzistentno s podacima od drugih autora (Medina, 2002; Corriero i sur., 2019). Naša opažanja o muškim jedinkama s $GSI < 0,5$ kod kasnijih ulova može upućivati na činjenicu da je većina mužjaka završila s reprodukcijom u praćenoj sezoni.

Sezonalna dinamika GSI u populaciji također potvrđuje literaturne nalaze o većem broju reproduktivnih aktivnosti kroz sezonu, gdje mlađe zrele jedinke sudjeluju u mrijestu ranije u sezoni, dok veće jedinke nastavljaju s mrijestom kasnije. Uravnotežen spolni omjer (M: 53 %, Ž: 47 %) dodatno potvrđuje sposobnost populacije da održava reproduktivni potencijal unatoč sezonskim fluktuacijama.

Dobiveni rezultati, zajedno s literaturnim podacima, sugeriraju da GSI može poslužiti kao pouzdan indikator reproduktivnih faza u različitim trenucima migracije i mrijesta plavoperajne tune. Integracija ovih podataka s informacijama o masi i starosti riba omogućuje detaljnije razumijevanje reproduktivne strategije i sezonalnosti populacije, što je od ključnog značaja za održivo upravljanje ribolovom i planiranje konzervacijskih i upravljačkih mjera.

Dobiveni raspon starosti uzorkovanih plavoperajnih tuna u Jadranskom moru tijekom BGF natjecanja 2024. godine (4–12 godina; $N = 61$) dobro se uklapa u poznate obrasce dobne strukture plavoperajne tune u Sredozemlju dobivene metodama čitanja presjeka prve leđne šipčice. U radu El-Kebir i sur. (2002), temeljenom na uzorcima iz klopki za tune u libijskim vodama prikupljenima tijekom 1999.–2001, procijenjena starost kretala se od 4 do 16 godina, pri čemu je većina ulova pripadala starosnim razredima 5–8 godina. Sličan “pik” dobnih razreda (5–7 godina) u našem uzorku upućuje na to da su subadultne i mlađe adultne kohorte često dominantne u ulovima u Sredozemlju, neovisno o području, iako je zastupljenost starijih jedinki snažno uvjetovana ribolovnim alatom i sezonom uzorkovanja.

U usporedbi s El-Kebir i sur. (2002), naš uzorak pokazuje uži raspon starosti (do 12 godina), što je očekivano obzirom na različit ribolovni kontekst. Klopke za tune uz libijsku obalu prvenstveno ciljaju migrirajuće odrasle jedinke tijekom mrijestne migracije te u pravilu obuhvaćaju širi raspon velikih i starijih tuna, dok BGF, iako može uključiti vrlo velike primjerke, često rezultira većom zastupljenošću srednje velikih jedinki. Ipak, prisutnost tuna duljine veće od 200 cm FL i starosti 9–12 godina u jadranskom uzorku potvrđuje da se u okviru BGF ulova povremeno obuhvaćaju i potpuno odrasle kohorte.

Posebno relevantna usporedba može se napraviti s radom Santamaria i sur. (2009), koji predstavlja jednu od najopsežnijih analiza dobi i rasta plavoperajne tune u središnjem Sredozemlju (N = 504; 1998.–2005.) uz istu osnovnu metodologiju (presjeci prve leđne šipčice i brojanje prstenova). Autori navode raspon duljina od 51 do 255 cm FL te procijenjene starosti do 15 godina kod mužjaka i 14 godina kod ženki. Raspon duljina zabilježen u ovom istraživanju (118–249 cm FL) uklapa se u gornji dio duljinskog spektra opisanog u tom radu, što je očekivano obzirom na selektivnost BGF uzorkovanja prema većim jedinkama, dok Santamaria i sur. (2009) uključuju i vrlo mlade jedinke.

Usporedba srednjih vrijednosti duljina po starosnim razredima pokazuje dobru suglasnost s literaturom, ali i određene razlike. U dobnim razredima 5–7 godina srednje duljine u jadranskom uzorku (≈ 130 cm FL za 5 godina; ≈ 141 cm FL za 6 godina; ≈ 158 cm FL za 7 godina) blago su niže od prosjeka navedenih za središnje Sredozemlje (Santamaria i sur., 2009), gdje se za iste starosti navode vrijednosti približno 135–162 cm FL. Suprotno tome, u starijim dobnim razredima (≥ 9 godina) jadranski uzorak pokazuje više prosječne duljine, pri čemu 9-godišnje jedinke dosežu prosječno oko 201 cm FL, a 12-godišnja jedinka 249 cm FL. Takva odstupanja vjerojatno su posljedica kombinacije selektivnosti BGF, malog broja jedinki u starijim razredima te činjenice da pojedinačni veliki primjerci imaju snažan utjecaj na aritmetičke sredine.

U skladu s prethodnim istraživanjima, u našem je uzorku jasno izraženo preklapanje duljina između susjednih starosnih razreda, što potvrđuje visoku individualnu varijabilnost rasta plavoperajne tune i ograničenu mogućnost pouzdane procjene starosti na temelju same duljine. Takva varijabilnost može biti posljedica razlika u hranidbenim uvjetima, migracijskoj povijesti, spolu i kondiciji jedinki, ali i metodoloških ograničenja povezanih s reapsorpcijom jezgre šipčice i djelomičnim nestankom ranih prstenova kod starijih tuna.

Metodološki, procjena starosti u ovom istraživanju temeljena na digitalnim fotografijama presjeka prve leđne šipčice i neovisnom očitavanju triju stručnjaka predstavlja važan element kvalitete i unutarnje kontrole. Takav pristup u skladu je s preporukama iz literature, prema kojima je kod tuna starijih od približno tri godine nužno koristiti referentne obrasce prstenova mlađih jedinki ili pristupe povratnog izračuna kako bi se pravilno interpretirali prvi vidljivi prstenovi. U tom kontekstu, dobra podudarnost dobivenih rezultata s nalazima El-Kebir i sur. (2002) te Santamaria i sur. (2009) dodatno potvrđuje da je raspon starosti od 4 do 12 godina biološki realističan i očekivan za ulove plavoperajne tune u Sredozemlju tijekom toplijeg dijela godine, uz napomenu da ribolovni alat i sezona uzorkovanja mogu ograničiti udio najstarijih kohorti u uzorku.

Analiza odnosa ravne vilične duljine (FL) i zakrivljene vilične duljine (CFL) je napravljena na 30 primjeraka plavoperajne tune. Prosječna FL iznosila je $146,15 \pm 29,5$ cm, dok je prosječna CFL bila $151,52 \pm 30,82$ cm, što predstavlja prosječnu razliku od 3,5%. Najveća zabilježena razlika približavala se 6% (Slika 27). Ovi rezultati jasno ukazuju da razlika između FL i CFL nije konstantna među jedinkama, već pokazuje izraženu varijabilnost.

Takva varijabilnost može se povezati s razlikama u obliku tijela, posebice u tjelesnoj širini i volumenu trupa. Zakrivljena vilična duljina (CFL) prati konturu tijela duž njegove zakrivljenosti, dok ravna vilična duljina (FL) predstavlja izravnu geometrijsku udaljenost između dviju točaka. Kako se tijelo ribe širi i postaje voluminoznije, zakrivljenost konture se povećava, što rezultira relativno većom vrijednošću CFL u odnosu na FL. Posljedično, veća razlika između ovih dviju mjera može odražavati bolju tjelesnu kondiciju jedinki.

Ovakva interpretacija u skladu je s nalazima Drakard i Gatt (2018), koji su analizirali odnos CFL–FL na velikom uzorku ($N = 436$) uzgojenih, odnosno utovljenih plavoperajnih tuna. Autori su pokazali da konverzijski faktori temeljeni na divljim jedinkama nisu primjenjivi na uzgojene ribe, jer povećanje tjelesnog opsega dovodi do izraženije zakrivljenosti tijela. Njihovi rezultati ukazuju da standardne konverzije sustavno precjenjuju FL kod većih jedinki i bolje kondicije, pri čemu se razlika između CFL i FL povećava s porastom veličine i intenziteta uzgoja. Time se izravno potvrđuje da odnos između zakrivljene i ravne duljine nije isključivo metodološko pitanje, već odražava biološke promjene u morfologiji tijela.

U tom kontekstu, rezultati našeg uzorkovanja, koji pokazuju razliku CFL–FL do maksimalno 6% kod pojedinih jedinki, mogu se tumačiti kao posljedica povećane tjelesne

širine i volumena, odnosno razlika u kondiciji unutar analiziranog uzorka. Iako je uzorak relativno malen, uočeni raspon razlika podudara se s obrascima opisanima kod utovljenih tuna te upućuje na to da i kod analiziranih jedinki postoji mjerljiva varijabilnost u obliku tijela.

Praktične implikacije ovih nalaza važne su za biometrijske analize plavoperajne tune. Budući da se CFL često koristi u terenskim i proizvodnim uvjetima zbog jednostavnijeg mjerenja, primjena jedinstvenih konverzijskih faktora može dovesti do sustavnih pogrešaka u procjeni duljine, osobito kod jedinki bolje kondicije. U tom smislu, analiza odnosa između FL i CFL, kao i njihove međusobne razlike, može pružiti dodatnu informaciju o morfološkom stanju jedinki, uz standardne biometrijske pokazatelje.

Tijekom BGF natjecanja u 2024. godini zabilježeni su slučajni ulovi osjetljivih vrsta, koji potvrđuju da su interakcije sportskog ribolova usmjerenog na tunu i sabljarku s osjetljivim taksonima moguće, iako relativno rijetke. Ukupno je evidentirano 11 jedinki osjetljivih vrsta, pri čemu su hrskavične ribe činile većinu slučajnog ulova (10 jedinki; 91 %), dok je zabilježen i jedan slučaj interakcije s glavatom želvom (9 %).

Unutar skupine hrskavičnih riba najveći udio činio je modrulj s četiri jedinke (36–37 % ukupnog slučajnog ulova), slijedi golub s tri jedinke (27 %) te raže roda Raja s dvije jedinke (18 %), dok je pas lisica zabilježen u jednom slučaju (9 %). Iako raže u Jadranskom moru ne pripadaju kategoriji osjetljivih ili ugroženih vrsta, njihovo uključivanje u analizu opravdano je zbog njihove prisutnosti u bazama podataka GFCM-a, čime se osigurava usporedivost podataka na regionalnoj razini.

Struktura zabilježenog slučajnog ulova u skladu je s pelagičnim karakterom sportskog ribolova usmjerenog na tunu i sabljarku, koji se odvija u istom prostorno-vremenskom okviru kao i migracije te hranidbene aktivnosti velikih pelagičnih hrskavičnih riba. Dodatni čimbenik koji može povećati vjerojatnost interakcija s osjetljivim vrstama jest korištenje primame tijekom ribolova. Iako je primama prvenstveno namijenjena privlačenju ciljanih vrsta, njezina prisutnost u vodenom stupcu može privući i druge organizme viših trofičkih razina, uključujući hrskavične ribe i morske kornjače.

Unatoč potencijalno povećanoj izloženosti uslijed korištenja primame, nizak broj zabilježenih slučajnih ulova upućuje na učinkovitost postojećih mjera upravljanja usmjerenih na smanjenje mortaliteta puštenih jedinki. S obzirom na praksu puštanja živih tuna i potrebu očuvanja njihove kondicije nakon oslobađanja, HSSRM je, temeljem rezultata istraživanja

IOR-a, propisao obveznu uporabu isključivo okruglih udica na BGF natjecanjima, budući da takav tip udice smanjuje vjerojatnost dubokog zahvaćanja i nastanka teških ozljeda usne šupljine, jednjaka i škrga. Dodatno, zabranjena je uporaba udica izrađenih od nehrđajućih materijala, čime se smanjuje rizik dugotrajnih ozljeda u slučaju gubitka udice u okolišu.

Izostanak zabilježenih interakcija s morskim pticama i morskim sisavcima dodatno potvrđuje selektivni karakter ovog tipa sportskog ribolova. Obzirom na ograničenu dostupnost standardiziranih podataka o slučajnom ulovu osjetljivih vrsta tijekom sportskih ribolovnih natjecanja u Mediteranu, rezultati BGF natjecanja iz 2024. godine predstavljaju vrijedan doprinos razumijevanju ovih interakcija te mogu poslužiti kao temelj za buduće usporedbe i razvoj sustavnijeg monitoringa.

5. Zaključci

1. Negativno alometrijski rast u analiziranom uzorku u okviru BGF natjecanja pokazuje da masa jedinki plavoperajne tune u Jadranu ne prati proporcionalno povećanje duljine, što je u skladu s većinom istraživanja u Sredozemlju i istočnom Atlantiku, ali niže vrijednosti parametara rasta naglašavaju potrebu za regionalno specifičnim dužinsko-masnim jednadžbama.
2. Fultonov faktor kondicije (K) ukazuje na varijabilnu tjelesnu kondiciju unutar promatrane populacije, s prosjekom sličnim rezultatima iz istočnog Mediterana.
3. Sezonalnost i reproduktivni status imaju ključnu ulogu u oblikovanju dužinsko-masnih odnosa i kondicije tuna, što potvrđuje važnost praćenja bioloških ciklusa pri procjeni stanja populacije i planiranju održivog ribarstva.
4. Praktične implikacije za ribarstvo sugeriraju da zbog negativnog alometrijskog rasta i varijabilne kondicije, u svrhu procjene biomase i kvota trebali bi se razmotriti sezonski i regionalno prilagođeni dužinsko-masni algoritmi kako bi se osigurala održiva eksploatacija i očuvanje populacije plavoperajne tune.
5. Najveće vrijednosti GSI kod praćenih uzoraka zabilježene su sredinom svibnja, što sugerira da reproduktivna aktivnost plavoperajnih tuna u Jadranu počinje ranije u sezoni i da su jedinke već u punoj reproduktivnoj zrelosti prije sredine ljeta, što je u skladu s literaturnim nalazima za migratorne tunje u proljetnom periodu (Medina, 2002).
6. Kod riba ulovljenih u drugoj polovini lipnja i kasnije, GSI vrijednosti su bile znatno niže, što upućuje da je većina populacije obavila mrijest, potvrđujući sezonalni pad gonadne mase nakon reprodukcijskog vrhunca. Ovaj obrazac odgovara podacima o smanjenju GSI kod migratornih tuna koje nisu još stigle na glavna područja mrijesta (Corriero i sur., 2019).
7. Skoro uravnotežen spolni omjer (mužjaci 53 %, ženke 47 %) i prisutnost spolno zrelih jedinki oba spola pri masi od oko 30 kg ukazuje da se u istraživanom području plavoperajne tune spolno zrele relativno rano, što podržava rezultate recentnih istraživanja koja sugeriraju da se većina populacije može razmnožavati već s 3–5 godina starosti, sukladno podacima za istočni Atlantik i Mediteran (Corriero i sur., 2019).
8. Dobiveni rezultati potvrđuju da uzorkovanje plavoperajne tune tijekom BGF natjecanja može predstavljati vrijedan dodatni izvor podataka za praćenje dobne strukture i odnosa starosti i duljine u Jadranskom moru. Dominacija starosnih razreda od 5 do 7 godina, uz povremenu prisutnost starijih kohorti, u skladu je s obrascima zabilježenima u drugim dijelovima Sredozemlja i s literaturnim navodima prema kojima Jadran predstavlja važno

hranidbeno i migracijsko područje za subadultne i mlađe adultne jedinke istočne populacije atlantske plavoperajne tune.

9. Metoda određivanja starosti temeljena na presjecima prve leđne šipčice, uz neovisno očitavanje više stručnjaka, pokazala se primjenjivom i pouzdanom u uvjetima kada uzorkovanje otolita nije izvedivo. Integracija ovakvih podataka u redovite programe praćenja može doprinijeti unapređenju procjena rasta i dobne strukture, smanjenju nesigurnosti u modelima procjene stanja stokova te boljem razumijevanju regionalnih razlika unutar Sredozemlja. Time se dodatno naglašava potencijal uključivanja sportskog ribolova i ciljanih terenskih kampanja u šire okvire znanstvenog monitoringa i upravljanja plavoperajnom tunom na razini Međunarodne komisije za zaštitu atlantskih tuna (u daljnjem tekstu: ICCAT).
10. U analiziranom uzorku plavoperajne tune prosječna razlika između zakrivljene (CFL) i ravne vilične duljine (FL) iznosila je 3,5%, dok su maksimalne vrijednosti dosezale gotovo 6%. Ovi rezultati ukazuju na to da odnos CFL–FL nije konstantan, već varira među jedinkama, vjerojatno kao posljedica razlika u tjelesnoj širini i kondiciji. U skladu s nalazima Drakard i Gatt (2018), povećana razlika između zakrivljene i ravne duljine može se interpretirati kao odraz povećane zakrivljenosti tijela povezane s većim volumenom i boljom kondicijom riba. Stoga se odnos između FL i CFL može promatrati ne samo kao tehnički element konverzije mjera, već i kao potencijalni dopunski pokazatelj morfološkog stanja i kondicije plavoperajne tune.
11. Slučajni ulov osjetljivih vrsta tijekom BGF natjecanja u 2024. godini bio je rijedak i kvantitativno ograničen, s ukupno 11 zabilježenih jedinki, pri čemu su dominantno bile zastupljene hrskavične ribe (91 %), dok je interakcija s glavatom želvom zabilježena u jednom slučaju. Ovakva struktura slučajnog ulova u skladu je s pelagičnim karakterom sportskog ribolova usmjerenog na tunu i igluna te s poznatim obrascima prostorno-vremenskog preklapanja s osjetljivim pelagičnim vrstama.
12. Primjena specifičnih mjera upravljanja na BGF natjecanjima, uključujući obveznu uporabu okruglih udica i zabranu nehrđajućih materijala, predstavlja učinkovit pristup smanjenju mortaliteta puštenih tuna i slučajno ulovljenih osjetljivih vrsta, čak i u uvjetima korištenja primame koja može povećati vjerojatnost interakcija. Time se BGF natjecanja mogu smatrati primjerom dobre prakse u sportskom ribolovu te vrijednim izvorom podataka za budući razvoj standardiziranog monitoringa u mediteranskom kontekstu.

6. Preporuke za upravljanje

6.1. Upravljačke preporuke

Predložene upravljačke mjere temelje se na rezultatima ove studije te su u skladu s aktualnim znanstvenim preporukama Stalnog odbora za istraživanje i statistiku Međunarodne komisije za očuvanje atlantskih tuna (SCRS–ICCAT). SCRS u recentnim izvještajima kontinuirano naglašava da su kvaliteta, standardizacija i prostorno-vremenska reprezentativnost biometrijskih i morfometrijskih podataka ključni preduvjeti za pouzdane procjene stanja stokova plavoperajne tune (SCRS, 2023).

6.2. Primarne upravljačke preporuke

Primarna upravljačka preporuka jest uspostava i obvezna primjena standardnog operativnog postupka (SOP) za prikupljanje bioloških, morfometrijskih i ulovnih podataka o plavoperajnoj tuni u Republici Hrvatskoj. Takav SOP trebao bi biti u potpunosti usklađen s Okvirom za prikupljanje podataka u ribarstvu Europske unije (DCF) i preporukama SCRS-a, koje ističu potrebu za metodološki usporedivim podacima među državama članicama ICCAT-a (SCRS, 2023). Standardizacija uzorkovanja omogućila bi dugoročnu usporedivost podataka, neovisno o izvoru (gospodarski ribolov, sportsko-rekreacijski ribolov ili ciljane znanstvene kampanje), te njihovu punu iskoristivost u znanstveno-stručnim analizama na razini SCRS-a, i za nacionalne istraživačke potrebe.

Obzirom na utvrđeni negativno alometrijski rast, sezonsku varijabilnost kondicije i reproduktivnog statusa, preporučuje se da se procjene biomase i mase ulova temelje na regionalno i sezonski prilagođenim dužinsko-masnim odnosima, umjesto na generaliziranim jednadžbama. SCRS upozorava da primjena općih LWR jednadžbi može dovesti do sustavnih pogrešaka u procjenama biomase istočne populacije plavoperajne tune, osobito u područjima s izraženom sezonalnošću i heterogenom strukturom ulova (SCRS, 2023).

Poseban naglasak treba staviti na kontinuirano prikupljanje proširenog skupa morfometrijskih parametara, budući da SCRS prepoznaje razvoj umjetne inteligencije (AI) i sustava stereoskopskih kamera kao jedan od ključnih smjerova modernizacije monitoringa ribolova i uzgoja tuna. U izvještajima SCRS-a ističe se da pouzdanost AI sustava za automatizirano brojanje i procjenu mase izravno ovisi o dostupnosti kvalitetnih, empirijski

utemeljenih podataka za kalibraciju i validaciju algoritama (SCRS, 2023). U tom kontekstu, morfometrijski podaci prikupljeni u Jadranskom moru, uključujući širinu tijela, obujam i zakrivljene duljine drugih mjera, predstavljaju vrijedan doprinos razvoju regionalno prilagođenih i međunarodno usporedivih rješenja.

Nadalje, preporučuje se nastavak uzorkovanja tijekom BGF natjecanja u nacionalnom sustav prikupljanja podataka. SCRS posebno potiče korištenje alternativnih i dopunskih izvora podataka, uključujući sportsko-rekreacijski ribolov i ciljne terenske kampanje, kako bi se popunile prostorne, sezonske i veličinske praznine koje nisu obuhvaćene gospodarskim ribolovnim uzorkovanjem (SCRS, 2023; SCRS, 2024).

6.3. Sekundarne upravljačke preporuke

Kao sekundarna, ali dugoročno iznimno važna mjera, preporučuje se kontinuirano praćenje reproduktivnih parametara, uključujući gonadosomatski indeks i omjer spolova (ako je moguće ostvariti uzimajući u vid ograničenu logistiku na nacionalnim natjecanjima). SCRS naglašava da precizno definiranje reproduktivne dinamike ima izravne implikacije za procjene regrutacije, prirodnog mortaliteta i otpornosti populacije na ribolovni pritisak (SCRS, 2023).

Također se preporučuje daljnja primjena metode određivanja starosti na temelju presjeka prve leđne šipčice, uz neovisno očitavanje više stručnjaka. SCRS prepoznaje ovu metodu kao valjanu alternativu u selektivnim oblicima ribolova i sportskom ribolovu, uz uvjet standardiziranog protokola i osigurane kontrole kvalitete podataka (SCRS, 2023).

U području očuvanja osjetljivih vrsta, rezultati su u skladu s ciljem smanjenja mortaliteta na BGF natjecanjima, uključujući obveznu uporabu okruglih udica i zabranu nehrđajućih materijala. Ovakav pristup u skladu je s preporukama SCRS-a usmjerenima na smanjenje slučajnog ulova i “post-release” mortaliteta u pelagičkom ribolovu (SCRS, 2023).

6.4. Kontinuirani monitoring kao temelj adaptivnog upravljanja

SCRS u više navrata ističe da jednokratna istraživanja nisu dostatna za pouzdano upravljanje visoko migratornim vrstama poput plavoperajne tune. Zbog izražene sezonalnosti, promjenjive kondicije, reproduktivne dinamike i regionalnih razlika u rastu i morfologiji, nužno je kontinuirano, dugoročno i standardizirano provođenje monitoringa (SCRS, 2023).

Integracija podataka prikupljenih kroz DCF, BGF natjecanja i nove tehnologije, uključujući stereoskopske kamere i AI sustave, u jedinstvenu nacionalnu bazu podataka omogućila bi razvoj adaptivnog upravljanja, u kojem se upravljačke mjere redovito prilagođavaju novim znanstvenim spoznajama. Time se osigurava da nacionalni doprinos Republike Hrvatske bude metodološki usporediv i znanstveno relevantan unutar šireg sustava upravljanja istočnom populacijom atlantske plavoperajne tune na razini ICCAT-a.

7. Literatura

Carbonara, P. & Follesa, M.C. (2019). *Handbook on fish age determination: A Mediterranean experience*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Corriero, A., Heinisch, G., Rosenfeld, H., Katavić, I., Passantino, L., Zupa, R., Grubišić, L. & Lutcavage, M.E. (2020). Review of sexual maturity in Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758). *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(2), 182–192. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1685456>

Deguara, S., Gordo, A., Cort, J.L., Zarrad, R., Abbid, N., Lino, P., Karakulak, S., et al. (2017). Determination of a length–weight equation applicable to Atlantic bluefin tuna during the purse seine fishing season in the Mediterranean. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 73(7), 2324–2332.

Drakard, V.F. & Gatt, M. (2018). Estimation of conversion factor from curved fork length to straight fork length for farmed eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 74, 2563–2569.

Effarina Mohd Faizal, Salleh, N.A. & Asgnari, N.H. (2024). Length–weight relationship and relative condition factor of yellowfin tuna (*Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)) in West Sabah waters. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 12(2), 93–98. <https://doi.org/10.22271/fish.2024.v12.i2b.2916>

El-Kebir, N.K., Rodríguez-Cabello, C. & Tawil, Y. (2002). Age estimation of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.) caught in traps in Libyan waters based on dorsal spine reading. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 54(2), 641–648.

Katavić, I., Grubišić, L., Mihanović, M., Petrina Abreu, I., Talijančić, I., Šegvić-Bubić, T. & Zužul, I. (2018). Length–weight relationships applicable to bluefin tuna juveniles (*Thunnus thynnus*) caught for farming purposes during the purse seine fishing season in the Adriatic. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 74(6), 3515–3522.

Lino, P.G., Ortiz, M., Morikawa, H. & Santos, M.N. (2021). Review of the size and weight data of eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from Portugal trap/farm. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 78(3), 1024–1035.

Lombardo, F., Baiata, P., Oliveri, A. & Pignalosa, P. (2016). Length–weight relationship for bluefin tuna caught by longliners in central Mediterranean Sea. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 72(7), 1815–1822.

Luque, P.L., Fraile, I., Artetxe-Arrate, I., Quelle, P. & Arrizabalaga, H. (2025). Determination of a length–weight relationship applicable to Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught in the Cantabrian Sea. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 82(9), 1–10.

Medina, A. (2003). Reproductive status of bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Straits of Gibraltar. In: Bridges, C.R., García, A. & Gordin, H. (eds.), *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus thynnus*. Zaragoza: CIHEAM, pp. 117–122 (*Cahiers Options Méditerranéennes*, 60).

Muñoz-Benavent, P., Andreu-García, G., Martínez-Peiró, J., Puig-Pons, V., Morillo-Faro, A., Ordóñez-Cebrián, P., Atienza-Vanacloig, V., Pérez-Arjona, I., Espinosa, V. & Alemany, F. (2024). Automated monitoring of bluefin tuna growth in cages using a cohort-based approach. *Fishes*, 9, 46, 1–15.

Percin, F. & Akyol, O. (2009). Length–weight and length–length relationships of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Turkish part of the eastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 782–784.

Pravilnik o rekreacijskom ribolovu trofejnih primjeraka tune (*Thunnus thynnus*) (2022). *Narodne novine*, 53/22.

Pravilnik o ribolovnim mogućnostima i raspodjeli državne kvote u 2023. godini za ribolov plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) (2023). *Narodne novine*, 13/23.

Pravilnik o ribolovnim mogućnostima i raspodjeli državne kvote u 2024. godini za ribolov plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) (2024). *Narodne novine*, 16/24, 101/24.

Pravilnik o športskom i rekreacijskom ribolovu na moru (2017–2023). *Narodne novine*, 122/2017, 12/2018, 54/2018, 69/2020, 125/2020, 87/2021, 64/2023.

Puig-Pons, V., Estruch, V.D., Espinosa, V., de la Gándara, F., Melich, B. & Cort, J.L. (2018). Relationship between weight and linear dimensions of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) following fattening on western Mediterranean farms. *PLoS ONE*, 13(7), e0200406.

Rodríguez-Marín, E., Lastra Luque, P., Ruiz, M., Quelle, P. & Landa, J. (2011). Protocol for sampling, preparing and age interpreting criteria of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) first dorsal fin spine sections. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 68.

Rodríguez-Marín, E., Ortiz, M., Ortiz de Urbina, J.M., Quelle, P., Walter, J. & Abid, N., et al. (2015). Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) biometrics and condition. *PLoS ONE*, 10(10), e0141478. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141478>

Santamaria, N., Bello, G., Corriero, A., Deflorio, M., Vassallo-Agius, R., Bök, T. & De Metro, G. (2009). Age and growth of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (Osteichthyes: Thunnidae), in the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), 38–45. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01191.x>

SCRS (2023). *Report of the Standing Committee on Research and Statistics*. Hybrid/Madrid (Spain), 25–29 September 2023. Dostupno na: https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2023/REPORTS/2023_SCRS_ENG.pdf

SCRS (2024). *Morphometric comparison of juvenile tuna species in the Adriatic Sea*. Talijančić, I., Žuvić, L., Šegvić-Bubić, T. & Grubišić, L. ICCAT. Dostupno na: https://www.iccat.int/Documents/BienRep/REP_EN_24-25-I-2.pdf

Zakon o morskom ribarstvu (2017–2024). *Narodne novine*, 62/2017, 14/2019, 30/2023, 14/2024.