



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



Državni zavod
za zaštitu prirode

 **Priroda**



MedMPAnet^{project}

PROCJENA UČINKOVITOSTI ZAŠTITE AKVATORIJA POSEBNOG REZERVATA »PRVIĆ I GRGUROV KANAL« ZA OPORAVAK I OČUVANJE PRIOBALNIH RIBOLOVNIH RESURSA

STUDIJA SLUČAJA - HRVATSKA
(CROATIA)



Istraživanje "Procjena učinkovitosti zaštite akvatorija posebnog rezervata »Prvić i Grgurov kanal« za oporavak i očuvanje priobalnih ribolovnih resursa" provedeno je u okviru projekta "MedMPAnet – Pilot projekt Hrvatska".

Pilot projekt u Hrvatskoj dio je Regionalnog projekta razvoja mreže zaštićenih morskih i priobalnih područja Sredozemlja potporom uspostavi novih i upravljanju zaštićenim morskim i priobalnim područjima (MedMPAnet) u koji je uključeno 12 priobalnih zemalja Sredozemlja.

Cilj je regionalnog projekta ojačati učinkovito očuvanje karakteristika regionalno značajne priobalne i morske biološke raznolikosti stvaranjem ekološki međusobno povezane mreže zaštićenih priobalnih i morskih područja u regiji Sredozemlja sukladno Protokolu o posebno zaštićenim područjima Sredozemnog mora i biološkoj raznolikosti (SPA/BD protokol) Barcelonske konvencije.

Cilj projekta u Hrvatskoj je unaprijediti upravljanje zaštićenim priobalnim i morskim područjima na lokalnoj razini kroz popunjavanje rupa u znanju o ekologiji i ribarstvu, zatim kroz bolju provedbu zakona i monitoring, te pomoć Vladi Republike Hrvatske u provedbi SPA/BD protokola i u razvijanju morskog dijela mreže Natura 2000 kroz inventarizaciju i kartiranje, te daljnji razvoj nacionalnih protokola za praćenja stanja (monitoring protokola).

Projektne partneri u Hrvatskoj su Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode i Javna ustanova "Priroda".

Koordinator projekta u Hrvatskoj je Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, a koordinator regionalnog projekta je Centar regionalnih aktivnosti za posebno zaštićena područja (RAC/SPA) sa sjedištem u Tunisu.

Projekt financiraju Europska komisija, Španjolska agencija za međunarodnu suradnju i razvoj (AECID) i Francuski fond za globalni okoliš (FFEM). MedMPAnet projekt je dio UNEP/MAP-GEF MedPartnership-a "Strateško partnerstvo za veliki morski ekološki sustav Sredozemnog mora" kojeg vodi UNEP/MAP iz Atene.

RAC/SPA, UNEP/MAP, 2015. Sanja Matić-Skoko , Nika Stagličić, 2014. Procjena učinkovitosti zaštite akvatorija posebnog rezervata »prvić i grgurov kanal« za oporavak i očuvanje priobalnih ribolovnih resursa. Ed. RAC/SPA – MedMPAnet Project. 63p.



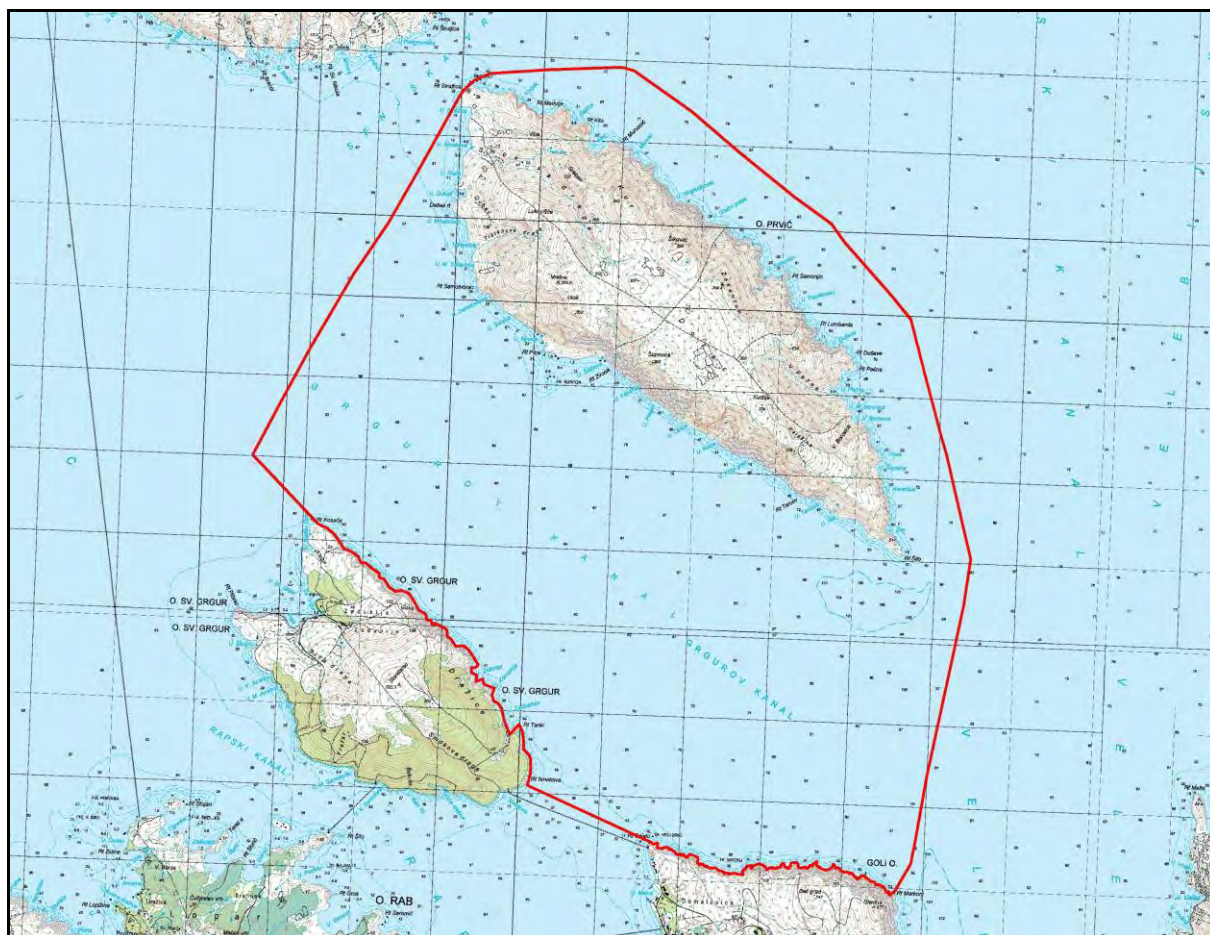
PROCJENA UČINKOVITOSTI ZAŠTITE AKVATORIJA POSEBNOG REZERVATA »PRVIĆ I GRGUROV KANAL« ZA OPORAVAK I OČUVANJE PRIOBALNIH RIBOLOVNIH RESURSA

SADRŽAJ

1. SVRHA ISTRAŽIVANJA	1
2. PODRUČJE I METODE ISTRAŽIVANJA	3
2.1. Vizualni cenzus kao metoda proučavanja priobalnih zajednica riba	3
2.2. Eksperimentalni ribolov trostrukom mrežom stajačicom poponicom	4
2.3. Način provedbe istraživanja	5
3. STATISTIČKE METODE ANALIZE PODATAKA	9
3.1. Univarijatna statistička analiza	9
3.2. Multivarijatna statistička analiza	10
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	12
4.1. Vizualni cenzus priobalnih zajednica riba	12
4.1.1. Raspodjela prosječnog ukupnog bogatstva, brojnosti i biomase priobalnih vrsta riba s obzirom na zaštitu	12
4.1.2. Raspodjela kvalitativne i kvantitativne strukture ribljih zajednica s obzirom na zaštitu	23
4.1.2.1. Sastav vrsta na profilima ronjenja s obzirom na zaštitu	23
4.1.2.2. Brojčana strukturiranost vrsta na profilima ronjenja s obzirom na zaštitu	25
4.1.2.3. Masena strukturiranost vrsta na profilima ronjenja s obzirom na zaštitu	26
4.2. Eksperimentalni ribolov priobalnih resursa	28
4.2.1. Raspodjela prosječnog ukupnog bogatstva vrsta, brojnosti i mase priobalnih ribolovnih resursa u lovinama poponica s obzirom na zaštitu	28
4.2.2. Raspodjela kvalitativne i kvantitativne strukture lovina poponica s obzirom na zaštitu	37
4.2.2.1. Sastav vrsta u lovinama poponica s obzirom na zaštitu	37
4.2.2.2. Brojčana strukturiranost vrsta u lovinama poponica s obzirom na zaštitu	39
4.2.2.3. Masena strukturiranost vrsta u lovinama poponica s obzirom na zaštitu	40
4.2.3. Ocjena lovina poponica u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić s obzirom na skalu boniteta	41
4.3. Povijesna usporedba (1997. vs 2014) kvalitete lovina poponica u u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić	42
4.4. Ciljane vrste	46
5. ZAKLJUČCI I PREPORUKE	48
5. SUMMARY	53
7. LITERATURA	59

1. Svrha istraživanja

Otok Prvić je 1972. godine proglašen prema kategoriji zaštite u posebni rezervat, posebice s obzirom na ornitološku vrijednost, a po Odluci o proglašenju otoka Prvića s priobalnim vodama i Grgurovog kanala specijalnim botaničko-zoološkim rezervatom (Službene novine Općine Rijeka, broj 10/1972) i Rješenju Republičkog zavoda za zaštitu prirode br.: Up/I⁰ 38-1973 od 06.09.1973. (**Slika 1**). Osim samog otoka Prvića, granice rezervata protežu se i na morski dio, te uključuju Grgurov kanal i litice sjeverne strane otoka Sv. Grgura i Golog. Time je posebni rezervat određen i kao morsko zaštićeno područje (MPA, marine protected area) te je temeljem toga Javna ustanova "Priroda" koja njime upravlja 2012. godine postala članicom MedPAN organizacije (izvor: www.ju-priroda.hr/zasticeni.shtml; www.medpan.org/en/home).



Slika 1. Granice posebnog botaničko-zoološkog rezervata "Otok Prvić s priobalnim vodama i Grgurov kanal"

Ukupna površina obučena posebnim rezervatom iznosi 70 km², dok je površina samog otoka Prvić 14,3 km². Očito je da najveći dio rezervata (~ 79%) čine morska područja, ali unatoč njihovoj znatnoj zastupljenosti i važnosti, općenito su relativno oskudno i nesustavno istraživana. S obzirom da prethodno navedeno vrijedi i za priobalne ihtiozajednice, cilj je ovog istraživanja prikupljanje podataka o trenutnom stanju ribljeg fonda na području posebnog rezervata uz procjenu da li je uspostava zaštićenog područja imala ikakvih pozitivnih učinaka u smislu očuvanja i oporavka ribolovnih resursa u odnosu na okolna područja bez formalne zaštite. Potrebno je, međutim, napomenuti, da od proglašenja posebnog rezervata, nisu doneseni posebni propisi kojima bi se dodatno regulirao ribolov na području akvatorija koje je ušlo pod zaštitu. Pretpostavka je stoga da se priobalne ribolovne aktivnosti unutar granica posebnog rezervata, jednako kao i u okolnom akvatoriju, odvijaju na način kako je dopušteno prema Zakonu o morskom ribarstvu (NN 81/13) i pripadajućim pravilnicima koji uređuju ribolov na istočnoj obali Jadrana.

Procjena stanja ribljeg fonda i učinkovitosti zaštite na području posebnog rezervata otoka Prvić izvršena je objedinjujući podatke svih dosadašnjih raspoloživih ihtioloških istraživanja te provođenjem ciljanog uzorkovanja na terenu. Također, podaci dobiveni provedbom ovog istraživanja služiti će i kao polazišna vrijednost budućim istraživanjima te doprinjeti organizaciji zaštite i upravljanja ovim područjem. S tim ciljem kao rezultat provedenog istraživanja izrađen je i Protokol za monitoring kako bi se započelo s trajnim praćenjem stanja priobalnih ribolovnih resursa na području posebnog rezervata i donijele utemeljene mjere regulacije ribolova koje će osigurati da je isti dugoročno održiv, tj. u skladu ciljevima očuvanja riba i drugih morskih organizama na području posebnog rezervata.

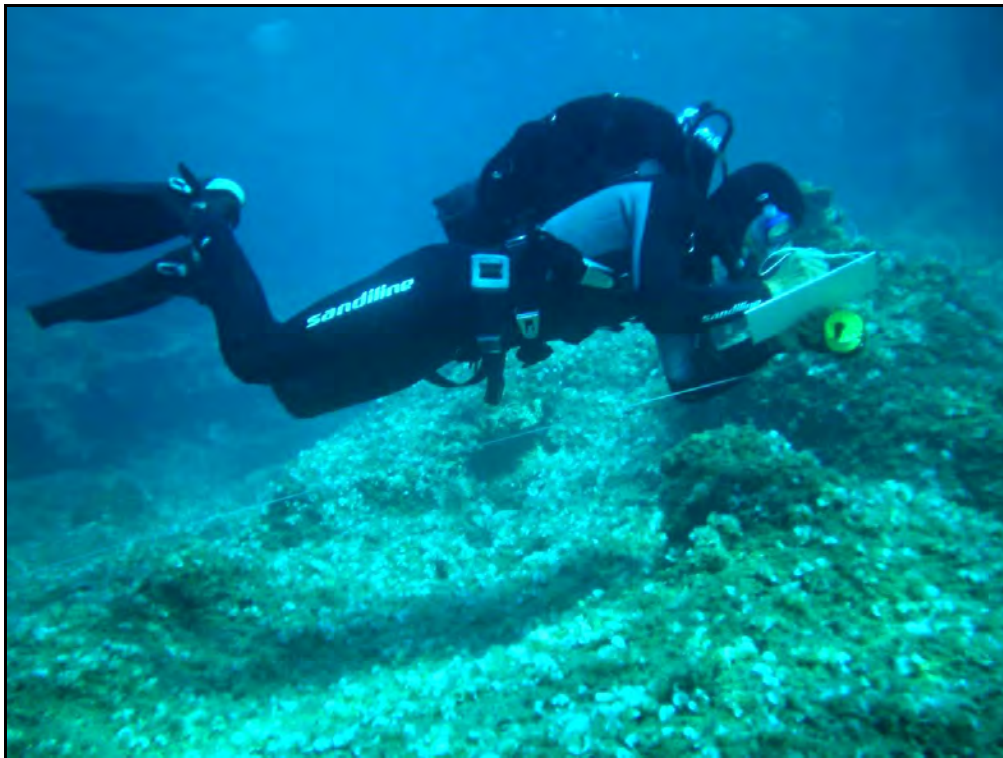
2. Područje i metode istraživanja

Otok Prvić se nalazi jugoistočno od otoka Krka, od kojeg ga dijele Senjska vrata širine 800 m. Pruža se smjeru sjeverozapad – jugoistok zauzimajući površinu od 14,3 km². Detaljniji opis geografsko-klimatskih obilježja istraživnog područja moguće je naći u prethodnom izvješću MedMPAnet projekta pod nazivom "Procjena i praćenje stanja priobalnih ribolovnih resursa te socio-ekonomsko istraživanje lokalnog ribarstva na odabranim područjima Primorsko-goranske županije" (Matić-Skoko i Stagličić, 2013).

Kako bi se dobila što je moguće cjelovitija slika o sastavu, obilju, biomasi i strukturi ribljih zajednica na istraživnom području, a time i dobio uvid u stanje resursa, u istraživanju su korištene dvije međusobno nadopunjujuće metode istraživanja – direktno opažanje („vizualni cenzus“) zajednica riba te eksperimentalni ribolov uz primjenu trostruke mreže stajačice poponice kao ribolovnog alata. Predmet istraživanja osim riba su i jestivi glavonošci i rakovi koji predstavljaju ekonomski važni dio ribolovnih resursa, kako na ovom području tako i općenito.

2.1. Vizualni cenzus kao metoda proučavanja priobalnih zajednica riba

Vizualni cenzus je standardizirana, nedestruktivna ronilačka metoda istraživanja kojom se izravnim opažanjem pod vodom prikupljaju podaci o brojnosti i veličinskom sastavu ciljanih priobalnih vrsta riba. Preciznije, prilikom svakog vizualnog cenzusa, koristeći autonomnu ronilačku opremu, preplivava se točno određena površina naznačena razvlačenjem konopa te se popisuje vrsta, brojnost i veličina riba koje se nalaze unutar zadanog okvira (**Slika 2**). Metoda je zbog svoje nedestruktivnosti osobito pogodna za istraživanja u zaštićenim morskim područjima gdje je očuvanje izvornih prirodnih vrijednosti jedna od temeljnih odrednica (Harmelin i sur. 1995; Claudet i sur. 2006). U istraživanju je primijenjena tehnika pravokutnog transeкта duljine 25 metara i širine 5 metara, koja se pokazala optimalnom za analize cjelokupnih ihtiozajednica (Harmelin-Vivien & Francour 1992; Francour, 1997; García-Rubies, 1999).



Slika 2. Popisivanje ribljih vrsta metodom vizualnog cenzusa

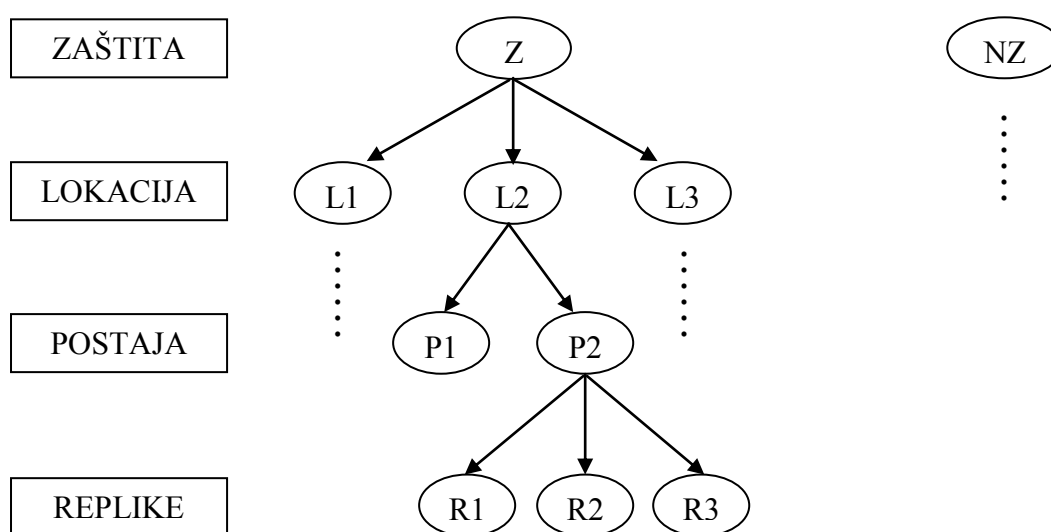
2.2. Eksperimentalni ribolov trostrukom mrežom stajaćicom poponicom

Za procjenu i praćenje stanja priobalnih ribolovnih resursa kao alat uzorkovanja korištena je i troslojna mreža stajačica poponica. Poponica zahvaljujući svojim konstrukcijskim osobinama te posljedičnoj neselektivnosti pruža najpotpuniji mogući uvid u stanje i promjene ribolovnih resursa. Također, koristeći poponicu standardnih dimenzija, ali manjeg oka od trenutno dozvoljenog prema Zakonu o morskom ribarstvu, moguća je i usporedba s raspoloživim povijesnim podacima ribarstvenih istraživanja Instituta za oceanografiju i ribarstvo koja su provedena na ovom području. Konstrukcijske osobine i dimenzije poponica koje se standardno koriste u ribolovnim istraživanjima Instituta za oceanografiju i ribarstvo te su primjenjene i za utvrđivanje stanja priobalnih ribolovnih resursa posebnog rezervata otoka Prvića su: dužina jedne mreže cca 33 m, visina cca 1,8 m, veličina oka mahe 28 mm te popona 150 mm.

2.3. Način provedbe istraživanja

Procjena potencijalnog učinka zaštite posebnog rezervata otoka Prvić u smislu oporavka priobalnih ribolovnih resursa izvršena je usporedbom sastava i strukture direktno opaženih ihtiozajednica te usporedbom sastava i količine riba, glavonožaca i jestivih vrsta rakova u lovinama poponica između zaštićenih i obližnjih nezaštićenih morskih područja. Također, za lovine poponica izvršena je i usporedba s raspoloživim povijesnim podacima.

Princip uzorkovanja za obje primijenjene metode istraživanja u osnovi je jednak te je prikazan na **Slici 3**. Kako bi bili u mogućnosti razdvojiti komponentu prirodne prostorne i vremenske varijabilnosti priobalnih ribljih zajednica od eventualnih promjena nastalih kao rezultat zaštite posebnog rezervata otoka Prvić, potrebno je provesti iscrpnu replikaciju po različitim prostornim skalama.



Slika 3. Princip uzorkovanja priobalnih zajednica riba akvatorija otoka Prvić (Z) i okolnih područja bez zaštite (NZ) vizualnim cenzusom te trostrukom mrežom stajačicom poponicom

Aдекватна pokrivenost područja uzorkovanjem osigurana je na način da se najprije unutar stupnja zaštite – pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i u okolnim područjima bez zaštite – nasumično odabiru tri lokacije uzorkovanja na prostornoj skali udaljenosti u rasponu od nekoliko kilometara (**Slika 4**). Zatim se unutar svake lokacije također nasumično

na međusobnoj udaljenosti od nekoliko stotina metara odabiru dvije postaje uzorkovanja. Takav hijerarhijski, ‘ugniježđeni’ dizajn uzorkovanja, osim što ostvaruje detaljnu prostornu replikaciju također omogućuje da se komponente varijacije po razinama prostornih skala razdvoje i identificira prostorna skala koja najviše doprinosi ukupnoj varijaciji.



Slika 4. Područje istraživanja s naznačenim lokacijama provedbe vizualnog cenzusa (●) i eksperimentalnog ribolova (●) priobalnih zajednica riba

Nadalje, radi reprezentativnosti nalaza, na svakoj od postaja se vizualni census ponavljao tri puta. Odnosno, po postaji su provedena tri nezavisna, replicirana opažanja vrsta, brojnosti i veličine priobalnih riba, što čini ukupno 36 vizualnih cenzusa posvećenih analizi populacija priobalnih riba otoka Prvić i okolnih područja bez zaštite. Pri provođenju vizualnog cenzusa ribe su prebrojavane koristeći klase brojnosti – od 1 do 10 točno prebrojavanje jedinki, 11-30, 31-50, 51-100, 101-200, 201-500, >500 za velike plove riba (Guidetti i sur. 2004). Dužina riba procjenjivana je unutar dužinskih klasa od dva centimetra – 0-2 cm, 2-4 cm, 4-6 cm, 6-8 cm... itd. (García-Charton & Pérez-Ruzafa 1998; García-Rubies,

1999; Harmelin-Vivien i sur. 2008). Za izračunavanje prosječne gustoće te demografske strukture ihtiozajednica koriste se aritmetičke sredine klasa brojnosti, odnosno dužinskih klasa. Biomasa je procijenjena koristeći funkcionalnu regresiju:

$$W = a \cdot L_t^b \text{ (Ricker, 1975)}$$

gdje su: L_t = ukupna tjelesna dužina, W = masa, a i b konstante specifične za određenu vrstu, a izračunavaju se empirijskim putem. Za konstante a i b vrsta riba popisanih tijekom istraživanja, kada su postojale, iskorištene su vrijednosti iz geografski bliskih literaturnih navoda, te u nedostatku istih, korištena je baza podataka FishBase (Froese & Pauly, 2003).

Lovine poponica su na svakoj od postaja uzorkovanja ostvarivane nizom od po 6 međusobno povezanih pojedinačnih mreža pri čemu je dužina dvije mreže od cca 66 m tretirana kao zasebna replika. Na takav način po postaji su dobivene tri replike te su za svaku repliku uzeti podaci o sastavu (vrste prisutne u lovini) i količini ulova te osnovni biometrijski podaci jedinki (duljina i masa lovljenih vrsta) za tri ribarstveno interesantne skupine morskih organizama: ribe, rakove i glavonošce (**Slika 5.**).

A**B**

Slika 5. Eksperimentalni ribolov: (A) spuštanje mreže poponice u more; (B) obrada ulova poponica

S obzirom da je potrebno sve izvore varijacije osim zaštite svesti na minimum odabrana područja uzorkovanja unutar i izvan posebnog rezervata otoka Prvić trebaju biti ekološki što je moguće sličnija. Iz tog razloga sva su se uzorkovanja provodila na morskom dnu istog raspona dubina – na odabranim postajama vizualni cenzus se izvodio na stalnoj dubini od otprilike 7-9 m, dok su mreže poponice polagane uglavnom u donjem infralitoralnom, manje u gornjem cirkalitoralnom području, u rasponu od 9 do 32 m dubine, prosječno 21 m. Također, uzorkovanja su izvođena na istom tipu staništa. Odabrano je hridinasto, visoko strukturirano dno, bogato algalnim pokrovom iz sljedećih razloga: široko je rasprostranjeno u istočnom Jadranskom priobalju, obiluje vrstama i preferentno je stanište

većine komercijalno važnih vrsta riba priobalnog ribolova te kao takvo podložno visokom ribolovnom pritisku (Guidetti, 2000; Guidetti i Bussotti, 2000). Svi navedeni razlozi ovaj tip staništa čine idealnim za procjenu učinka zaštite (Harmelin i sur., 1995; Rius, 2007).

3. Statističke metode analize podataka

Prikupljeni podaci obrađeni su univarijatnim i multivarijatnim metodama primjenom računalnih programa PERMANOVA + for PRIMER (Clarke i Gorley, 2006; Anderson i sur., 2008) i SPSS ver. 19 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL 60606, USA. URL <http://www.spss.com>). Za grafičke prikaze upotrijebljeni su računalni programi Microsoft Excel 2007 te PRIMER v6 za Windows.

3.1. Univarijatna statistička analiza

Univarijatnim statističkim metodama strukturalne značajke zajednica se prikazuju u zbirnom obliku, na način da se taksonomski identitet zastupljenih vrsta prenosi na zajednicu i iskazuje jednim zajedničkim pokazateljem, odnosno indeksom. Za vrednovanje strukture istraživanih zajednica riba primijenjeni su univarijatni indeksi ukupnog broja ili bogatstva vrsta (S) te ukupnog broja (N) i biomase (B) jedniki budući su to najjednostavniji i najčešće upotrebljavani indeksi.

Razlike raspodjele ukupnog zabilježenog bogatstva vrsta područja različitih razina zaštite testirane su χ^2 testom. Za svaku repliku vizualnog cenzusa (profil ronjenja 25x5 m) i eksperimentalnog ribolova (lovina u 66 m dužine mreže) izračunate su i vrijednosti sljedećih univarijatnih varijabli: ukupni broj vrsta, ukupna brojnost i masa jedinki koje su uz biometrijske podatke (dužinska i masena raspodjela) nekoliko odabranih ciljanih vrsta podvrgnute statističkom testu – trosmjernoj permutacijskoj analizi varijance (PERMANOVA) temeljenoj na matrici Euklidske udaljenosti s faktorima analize zaštita: fiksni faktor, 2 razine; lokacija: nasumični faktor ugniježđen u zaštitu, 3 razine; postaja: nasumični faktor ugniježđen u lokaciji, 2 razine – kako bi se utvrdilo da li s obzirom na te varijable postoje razlike između područja obuhvaćenih zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja. Dodatno, za ciljane vrste, histogramom je grafički predstavljena distribucija dužinskih frekvencija te je ispitano koliki je udio nedoraslih jedniki, tj. jedinki koje su ispod

minimalne lovne dužine propisane Naredbom o zaštiti riba i drugih morskih organizama (NN, 145/10).

Također, dana je ocjena lovina s obzirom na skalu boniteta za masu ukupnog ulova po jednoj mreži (33 m mreže) koju je razvio Morović (1970, 1971) na temelju dugogodišnjih analiza lovina poponica. Lovine su označavane kako slijedi:

odlične	> 2 kg/mreži
vrlo dobre	1,5 – 2 kg/mreži
dobre	0,8 – 1,5 kg/mreži
slabe	0,5 – 0,8 kg/mreži
vrlo slabe	< 0,5 kg/mreži

Nadalje, izražavanje ulova po jednoj mreži poponici tj. ulova po jedinici napora iskorišteno je i za usporedbu s prijašnjim podacima eksperimentalnih lovina poponica, ostvarenih u širem akvatoriju otoka Prvića tijekom lipnja 1997. godine, budući da su u različitim vremenskim razdobljima lovine ostvarivane nizovima od različitog broja međusobno povezanih mreža poponica kojima se posljedično ostvarivao i različit ukupan ulov. Kolebanje ulova po jednoj mreži testirano je dvosmjernom permutacijskom analizom varijance (PERMANOVA) temeljenoj na matrici Euklidske udaljenosti koristeći kao faktor analize razinu zaštite (unutar rezervata napram vanjskog područja) te vrijeme istraživanja (1997. naspram 2014. godine).

3.1. Multivarijatna statistička analiza

Promjene strukture ribljih zajednica opaženih na profilima ronjenja ili u lovinama poponica s obzirom na sastav vrsta, relativnu brojnost i biomasu, a u ovisnosti o razini zaštite, analizirane su multivarijatnim metodama. Ovim se metodama višestruke usporedbe utvrđuje razina afiniteta među parovima uzoraka, pri čemu se mogu koristiti podaci o brojnosti, biomasi, zastupljenosti ili nečem drugom.

Za utvrđivanje stupnja faunističke sličnosti u raspodjeli vrsta među istraživanim postajama, na temelju njihove prisutnosti ili odsutnosti, korišten je Jaccard koeficijent sličnosti (J) (Boesch, 1977). J se izračunava prema formuli:

$$J = a / a+b+c$$

pri čemu je: **a** – ukupan broj vrsta na dva područja

b – ukupan broj vrsta prisutnih na području A, ali ne i na B

c – ukupan broj vrsta prisutnih na području B, ali ne i na A

Ovim se koeficijentom uspoređuju uzorci na kvalitativnoj razini i brojčano opisuje sličnost između dvaju istraživanih područja. Vrijednosti ovog koeficijenta se kreću unutar skale 0 – 1. Kada vrijednost teži 0, različitost je potpuna, a što je vrijednost bliža 1 istraživana područja su sličnija. Za analizu kvantitativne komponente – brojnosti i biomase zabilježenih vrsta – korišten je Bray-Curtis-ov (Bray i Curtis, 1957) koeficijent sličnosti, koji se za svaki par uzoraka računa zasebno prema formuli:

$$QS = 100 * (1 - \sum_{i=1} (y_{ij} - y_{jk}) / \sum_{i=1} (y_{ij} + y_{jk}))$$

gdje je y_{ij} vrijednost brojnosti ili biomase za vrstu i u uzorku j .

Mogućnost utjecaja ekstremnih vrijednosti, u obliku vrlo rijetkih ili vrlo čestih vrsta, na rezultate analize, otklonjena je pretvorbom ulaznih podataka metodom dvostrukog korjenovanja prema preporukama Clarke & Warwick (2001). Za grafički prikaz usporedbe strukture ribljih zajednica (sastava vrsta, relativne brojnosti i biomase, trofičke pripadnosti) korištena je metoda multidimenzionalnog skaliranja (MDS) temeljena na Bray-Curtis matrici sličnosti. Ordinacijski grafički prikaz dobiven MDS metodom, uobičajeno u dvije dimenzije, prikazuje udaljenosti rang-poretka između uzoraka na način da se one točno slažu s rang-poretkom uspoređenih sličnosti. Uspješnost ove metode interpretira se pomoću koeficijenta stresa. Vrijednost koeficijenta stresa manja od 0,05 odgovara odličnoj ordinaciji podataka bez ikakvih mogućnosti njihove pogrešne interpretacije. Dobra ordinacija podataka bez realnih mogućnosti pogrešne interpretacije značajka je vrijednosti koeficijenta stresa manjih od 0,1, dok razina stresa manja od 0,2 odgovara potencijalno korisnom dvodimenzionalnom prikazu podataka. Ukoliko je dobivena razina stresa veća od 0,3 metoda nije uspješna (Clarke & Warwick 2001). Multivarijatna 3-smjerna permutacijska analiza varijance (PERMANOVA), temeljena na Bray-Curtis matrici sličnosti s jednakim faktorima kao i kod univarijatnih analiza, korištena je za testiranje postojanja statistički značajnih razlika u strukturi zajednica riba između područja koja su pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih područja bez ikakve formalne zaštite. Kod svih navedenih analiza odabrana je razina značajnosti od $p = 0,05$.

4. Rezultati istraživanja

4.1. Vizualni cenzus priobalnih zajednica riba

4.1.1. Raspodjela prosječnog ukupnog bogatstva, brojnosti i biomase priobalnih vrsta riba s obzirom na zaštitu

Istraživanjem šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić direktnim su opažanjem sveukupno zabilježene 42 vrste priobalnih riba raspoređenih u 10 porodica. Cjeloviti popis vrsta, zabilježenih na svim istraživanim područjima različitih razina zaštite, sadržan je u **Tablici 1**. Zabilježeno ukupno bogatstvo vrsta je za 5,7% manje unutar zaštićenog područja posebnog rezervata otoka Prvić u odnosu prema obližnjem nezaštićenom području. Ipak, razlika od 33 vrste zabilježene unutar zaštićenog područja naspram 35 zabilježenih izvan (**Tablica 1**) nije statistički značajna ($df = 1$; $\chi^2 = 0,06$; $p = 0,81$). Također, prosječno bogatstvo vrsta bilježeno po pojedinom ronilačkom transektu nije značajnije kolebalo s obzirom na zaštitu (**Tablica 2**). Raspodjela prosječnog bogatstva vrsta po područjima različite razine zaštite prikazana je na **Slici 6**. Prosječno je unutar zaštićenog područja posebnog rezervata otoka Prvić po pojedinom ronilačkom transektu bilježeno $15,8 \pm 2,0$ vrsta riba, te jednako toliko i na ronilačkim transektima izvan njega ($15,8 \pm 2,1$ različite vrste). Na čitavom istraživanom akvatoriju, unutar posebnog rezervata kao i okolnim područjima bez formalne zaštite, po učestalosti (pojavnost na profilima autonomnog ronjenja $> 50\%$) dominira 16 vrsta priobalnih riba, što predstavlja otprilike trećinu od ukupno popisanih. Četiri najučestalije vrste – crnej, *Chromis chromis*, knez, *Coris julis*, glavoč zlatac, *Gobius auratus*, te babica prugasta, *Parablennius rouxi*, opažene su prilikom svakog pojedinog vizualnog cenzusa provedenog u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić. Fratar, *Diplodus vulgaris*, je jedina učestala komercijalno vrijedna vrsta s pojavnošću od 94,4% na profilima autonomnog ronjenja provedenim unutar posebnog rezervata, dok je u okolnim područjima bez zaštite opažen na 83,3% profila. Sve ostale popisane vrste riba s komercijalnom vrijednošću znatno su neredovitije bile opažane tijekom vizualnog cenzusa (pojavnost $\leq 5\%$ za čitavi istraživani akvatorij).

Tablica 1. Popis i ukupan broj vrsta i porodica priobalnih riba opaženih *in situ* na profilima autonomnog ronjenja područja pod različitom razinom zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

• vrsta opažena; - vrsta nije opažena

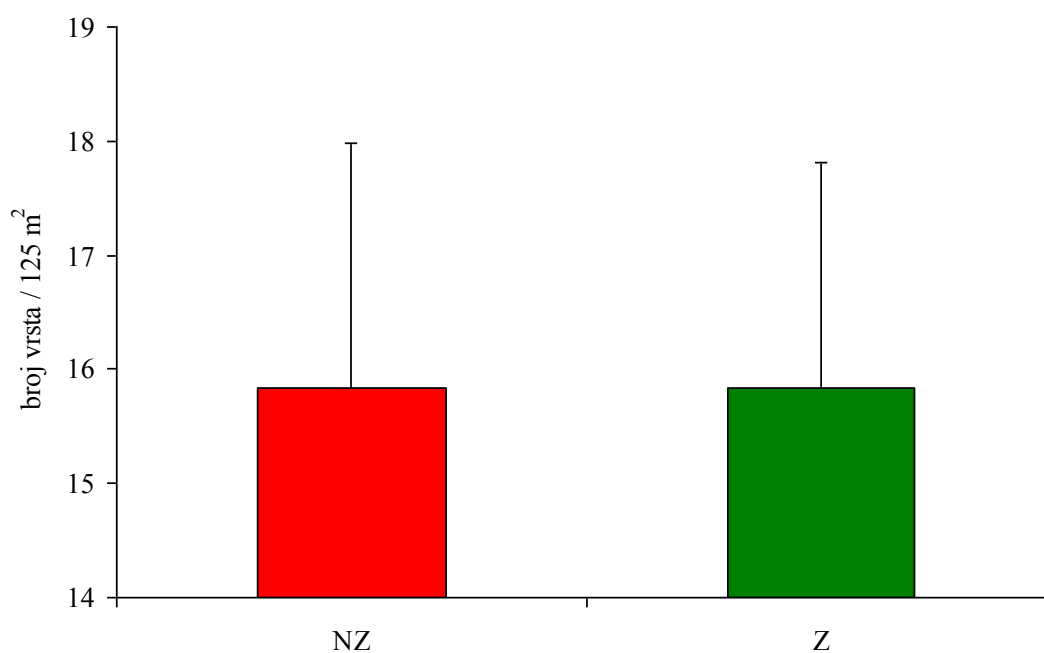
Porodica	Vrsta	Z	NZ
Blennidae	<i>Parablennius gattorugine</i> (slingurica mrkulja)	•	-
	<i>Parablennius incognitus</i> (babica jelenka bljedica)	•	-
	<i>Parablennius rouxi</i> (babica prugasta)	•	•
	<i>Parablennius zvonimiri</i> (babica jelenka)	-	•
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i> (modrak)	•	•
	<i>Spicara smaris</i> (gira oblica)	-	•
Gobiidae	<i>Gobius auratus</i> (glavoč zlatac)	•	•
	<i>Gobius bucchichi</i> (glavoč bjelčić)	•	•
	<i>Gobius cobitis</i> (glavoč pločar)	•	-
	<i>Gobius cruentatus</i> (glavoč krvoust)	•	•
	<i>Gobius geniporus</i> (glavoč bjelaš)	•	•
	<i>Gobius vittatus</i> (glavočić crnobok)	•	•
Labridae	<i>Coris julis</i> (knez)	•	•
	<i>Labrus merula</i> (vrana)	-	•
	<i>Symphodus cinereus</i> (hinac sivi)	•	•
	<i>Symphodus doderleini</i> (hinac dugoprugac)	-	•
	<i>Symphodus mediterraneus</i> (podujka)	•	•
	<i>Symphodus melanocercus</i> (hinac crnorepi)	•	•
	<i>Symphodus ocellatus</i> (martinka)	•	•
	<i>Symphodus roissali</i> (kosirica)	-	•
	<i>Symphodus rostratus</i> (dugonoska)	•	•
	<i>Symphodus tinca</i> (lumbrak)	•	•

Porodica	Vrsta	Z	NZ
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i> (crnej)	•	•
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i> (bodeć crveni)	•	-
	<i>Scorpaena porcus</i> (škrpun)	-	•
	<i>Scorpaena scrofa</i> (škrpina)	•	-
Serranidae	<i>Serranus hepatus</i> (vučić)	•	•
	<i>Serranus scriba</i> (pirka)	•	•
Soleidae	<i>Monochirus hispidus</i> (list hrapavac)	•	-
Sparidae	<i>Boops boops</i> (bukva)	•	•
	<i>Dentex dentex</i> (zubatac)	•	•
	<i>Diplodus annularis</i> (špar)	•	•
	<i>Diplodus puntazzo</i> (pic)	-	•
	<i>Diplodus sargus</i> (šarag)	-	•
	<i>Diplodus vulgaris</i> (fratar)	•	•
	<i>Oblada melanura</i> (ušata)	•	•
	<i>Sarpa salpa</i> (salpa)	•	•
	<i>Sparus aurata</i> (komarča)	-	•
	<i>Spondylusoma cantharus</i> (kantar)	•	-
Tripterygiidae	<i>Tripterygion delaisi</i> (pjevčić žuti)	•	•
	<i>Tripterygion melanurus</i> (pjevčić sićušni)	•	•
	<i>Tripterygion tripteronotus</i> (pjevčić oštronosić)	•	•
Ukupan broj		Porodica	10
		Vrsta	33
			9
			35

Tablica 2. Rezultati PERMANOVA testa za razlike ukupnog broja vrsta riba na profilima autonomnog ronjenja između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	1,17E-15	1,17E-15	1,77E-16	1
Lo(Za)	4	26,333	6,5833	4,5577	0,0603
Pos(Lo(Za))	6	8,6667	1,4444	0,31515	0,9242
Ostatak	24	110	4,5833		

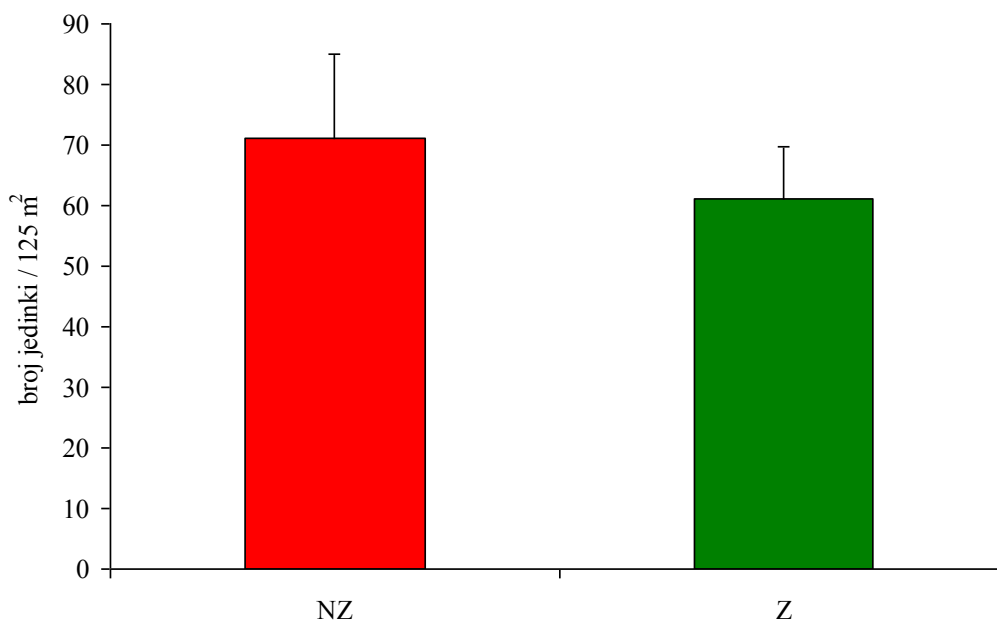
Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.



Slika 6. Raspodjela prosječnog bogatstva vrsta priobalnih riba opaženih na profilima autonomnog ronjenja između područja pod različitom razinom zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

Prosječna brojnost i biomasa zabilježenih priobalnih vrsta riba, te njihov brojčani i biomaseni udio izražen u postotcima na područjima različitih razina zaštite šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić sadržani su u **Tablici 3**. Daljnje analize ukupne prosječne brojnosti i biomase provedene su isključujući vrste riba koje tvore mnogobrojne plove. Njihova brojčana dominantnost, s udjelom od 76,2% unutar zaštićenog područja posebnog rezervata otoka Prvić i 75,3% izvan njega, kao i izrazita varijabilnost pojavljivanja, onemogućila bi uočavanje značajnih razlika brojnosti i biomase preostalih vrsta riba.

Vrijednosti prosječne ukupne brojnosti riba, prikazane na **Slici 7**, pokazuju lagani porast u nezaštićenim područjima, gdje je zabilježena prosječna ukupna brojnost od $71,2 \pm 13,9$ jedinki riba / 125 m^2 , u odnosu na područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić koja imaju prosječnu ukupnu brojnost od $61,0 \pm 8,7$ jedinki riba / 125 m^2 . Iako područja bez zaštite obilježava prosječno za 16,7% veća ukupna brojnost ribljih jedinki u odnosu na područja obuhvaćena zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić, kolebanja brojnosti s obzirom na stupanj zaštite još uvijek su prilično ujednačena. Odnosno, razlike brojnosti zaštićenih područja naspram nezaštićenih nisu jasno izražene (**Tablica 4**).



Slika 7. Raspodjela prosječne ukupne brojnosti priobalnih vrsta riba opaženih na profilima autonomnog ronjenja između područja pod različitom razinom zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 3. Prosječna brojnost ($\bar{N}$) i biomasa ($\bar{B}$) priobalnih vrsta riba, te njihov brojčani ($\% \bar{N}$) i biomaseni ($\% \bar{B}$) udio izražen u postotcima na područjima pod različitom razinom zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Porodica	Vrsta	Z				NZ			
		$\bar{N}$	$\% \bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	$\% \bar{B}$ (g)	$\bar{N}$	$\% \bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	$\% \bar{B}$ (g)
Blennidae	<i>Parablennius gattorugine</i> (slingurica mrkulja)	0,06	0,01	/	/	0,00	0,00	/	/
	<i>Parablennius incognitus</i> (babica jelenka bljedica)	0,06	0,03	/	/	0,00	0,00	/	/
	<i>Parablennius rouxi</i> (babica prugasta)	3,22	1,28	/	/	4,17	1,45	/	/
	<i>Parablennius zvonimiri</i> (babica jelenka)	0,00	0,00	/	/	0,06	0,02	/	/
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i> (modrak)	1,11	0,42	141,35	1,79	10,50	3,06	1383,25	7,30
	<i>Spicara smaris</i> (gira oblica)	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	1,37	245,05	2,07
Gobiidae	<i>Gobius auratus</i> (glavoč zlatac)	4,94	1,95	/	/	8,94	3,23	/	/
	<i>Gobius bucchichi</i> (glavoč bjelčić)	1,17	0,57	/	/	0,61	0,18	/	/
	<i>Gobius cobitis</i> (glavoč pločar)	0,06	0,03	/	/	0,00	0,00	/	/
	<i>Gobius cruentatus</i> (glavoč krvoust)	0,83	0,34	/	/	1,72	0,64	/	/
	<i>Gobius geniporus</i> (glavoč bjelaš)	0,67	0,39	/	/	0,78	0,27	/	/
	<i>Gobius vittatus</i> (glavočić crnobok)	0,89	0,29	/	/	2,89	1,02	/	/

Porodica	Vrsta	Z				NZ			
		$\bar{N}$	$\% \bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	$\% \bar{B}$ (g)	$\bar{N}$	$\% \bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	$\% \bar{B}$ (g)
Labridae	<i>Coris julis</i> (knez)	23,78	9,31	860,86	11,03	28,28	9,67	1058,33	13,70
	<i>Labrus merula</i> (vrana)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	24,59	0,41
	<i>Symphodus cinereus</i> (hinac sivi)	1,72	0,88	20,68	0,39	1,44	0,51	14,76	0,20
	<i>Symphodus doderleini</i> (hinac dugoprugac)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,07	2,19	0,04
	<i>Symphodus mediterraneus</i> (podujka)	2,17	0,74	67,31	0,77	3,06	1,06	79,31	1,13
	<i>Symphodus melanocercus</i> (hinac crnorepi)	0,56	0,18	5,70	0,06	0,17	0,07	1,43	0,02
	<i>Symphodus ocellatus</i> (martinka)	4,50	1,49	49,56	0,58	3,61	1,21	30,63	0,42
	<i>Symphodus roissali</i> (kosirica)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,91	0,02
	<i>Symphodus rostratus</i> (dugonoska)	0,83	0,23	6,89	0,07	0,17	0,06	1,87	0,03
	<i>Symphodus tinca</i> (lumbrak)	3,28	1,23	388,62	4,35	2,00	0,71	204,55	2,76
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i> (crnej)	178,33	61,65	3491,34	42,15	165,00	56,27	3659,43	47,11
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i> (bodeć crveni)	0,06	0,01	6,56	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Scorpaena porcus</i> (škrpun)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	7,83	0,18
	<i>Scorpaena scrofa</i> (škrpina)	0,06	0,02	16,09	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Serranidae	<i>Serranus hepatus</i> (vučić)	1,61	0,89	7,90	0,16	3,00	1,09	15,11	0,21
	<i>Serranus scriba</i> (pirka)	1,33	0,46	183,50	2,14	1,39	0,48	170,02	2,07
Soleidae	<i>Monochirus hispidus</i> (list hrapavac)	0,06	0,03	1,95	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00

Porodica	Vrsta	Z				NZ			
		$\bar{N}$	% $\bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	% $\bar{B}$ (g)	$\bar{N}$	% $\bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	% $\bar{B}$ (g)
Sparidae	<i>Boops boops</i> (bukva)	22,00	7,60	1264,40	14,15	45,56	10,07	2255,04	13,15
	<i>Dentex dentex</i> (zubatac)	0,06	0,02	3,88	0,05	0,06	0,01	12,33	0,06
	<i>Diplodus annularis</i> (špar)	0,22	0,09	10,69	0,15	0,94	0,34	38,47	0,59
	<i>Diplodus puntazzo</i> (pic)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,04	7,69	0,09
	<i>Diplodus sargus</i> (šarag)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	20,62	0,08
	<i>Diplodus vulgaris</i> (fratar)	6,44	2,44	411,86	5,04	4,00	1,32	331,53	2,69
	<i>Oblada melanura</i> (ušata)	19,94	5,84	1699,68	15,03	14,56	4,47	793,78	5,58
	<i>Sarpa salpa</i> (salpa)	1,67	0,71	163,08	1,73	0,06	0,02	2,72	0,03
	<i>Sparus aurata</i> (komarča)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	16,24	0,07
	<i>Spondylusoma cantharus</i> (kantar)	0,06	0,02	7,52	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Tripterygiidae	<i>Tripterygion delaisi</i> (pjevčić žuti)	1,78	0,60	/	/	2,94	1,07	/	/
	<i>Tripterygion melanurus</i> (pjevčić sićušni)	0,06	0,02	/	/	0,17	0,06	/	/
	<i>Tripterygion tripteronotus</i> (pjevčić oštronosić)	0,56	0,23	/	/	0,28	0,09	/	/
Ukupna prosječna brojnost i biomasa jedinki		284,06	100,00	8809,41	100,00	312,44	100,00	10377,67	100,00

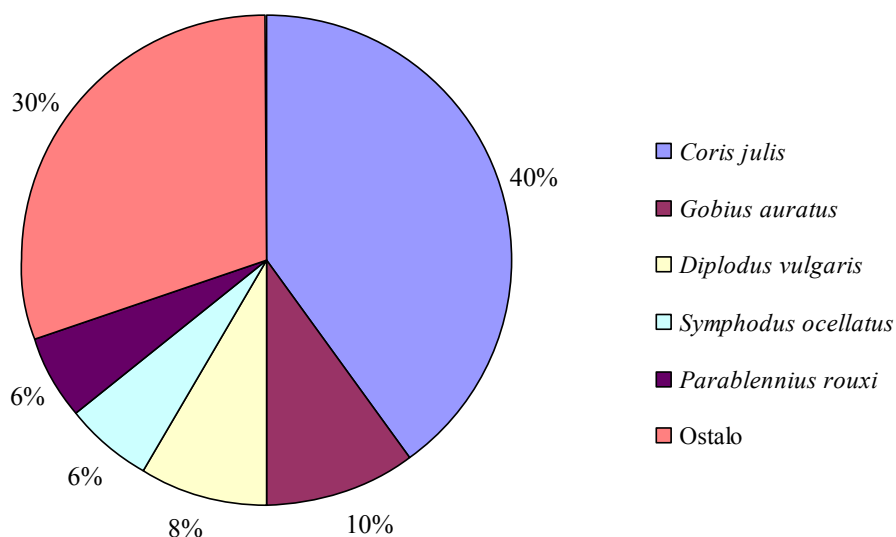
Tablica 4. Rezultati PERMANOVA testa za razlike ukupne brojnosti jedinki riba na profilima autonomnog ronjenja između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	940,44	940,44	3,2454	0,3065
Lo(Za)	4	1159,1	289,78	1,377	0,3489
Pos(Lo(Za))	6	1262,7	210,44	2,3719	0,0613
Ostatak	24	2129,3	88,722		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

Također, ni vrijednosti brojčanih udjela ribljih vrsta u prosječnoj ukupnoj brojnosti između profila autonomnog ronjenja ostvarenih na područjima pod različitom razinom zaštite ne pokazuju značajna kolebanja (zaštita: $df = 1$; pseudo-F = 0,37; $p = 0,80$). Brojčano izrazito prevladavajuća vrsta na razini cjelokupnog istraživanog područja šireg akvatorija otoka Prvić je knez, *Coris julis*, s udjelom od 39,9%. Preostale su vrste bile malobrojnije te ih većina u prosječnoj ukupnoj brojnosti sudjeluje sa znatno manjim udjelima (**Slika 8**).



Slika 8. Prosječna brojčana zastupljenost vrsta na profilima autonomnog ronjenja u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

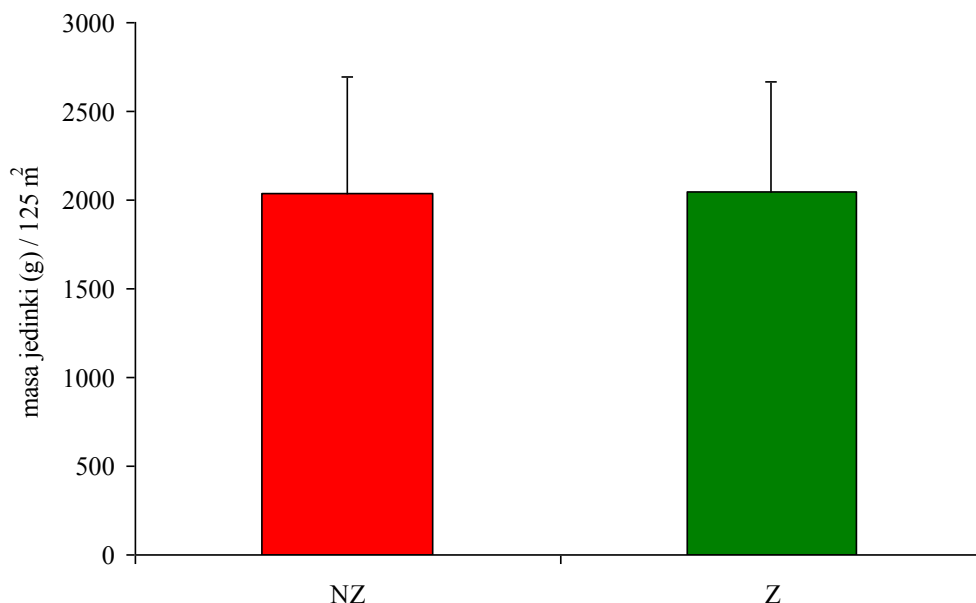
Nisu uočeni značajni učinci povećane zaštite (**Tablica 5**) ni s obzirom na raspodjelu prosječne ukupne biomase između profila autonomnog ronjenja ostvarenih unutar posebnog rezervata otoka Prvić i onih u okolnim nezaštićenim područjima. Razlike nisu jasno izražene budući da su kolebanja prosječne ukupne biomase u ovisnosti o razini zaštite vrlo ujednačena (**Slika 9**) - vrijednosti zabilježene u vanjskim područjima bez zaštite ($x \pm SE = 2\,038,4 \pm 657,2 \text{ g} / 125 \text{ m}^2$) gotovo su istovjetne vrijednostima prosječne ukupne biomase riba unutar akvatorija obuhvaćenog posebnim rezervatom otoka Prvić ($x \pm SE = 2\,049,6 \pm 618,4 \text{ g} / 125 \text{ m}^2$).

Tablica 5. Rezultati PERMANOVA testa za razlike prosječne ukupne biomase priobalnih vrsta riba na profilima autonomnog ronjenja između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	1121,5	1121,5	1,05E-03	0,902
Lo(Za)	4	4,29E+06	1,07E+06	2,3566	0,1484
Pos(Lo(Za))	6	2,73E+06	4,55E+05	1,5981	0,1978
Ostatak	24	6,83E+06	2,85E+05		

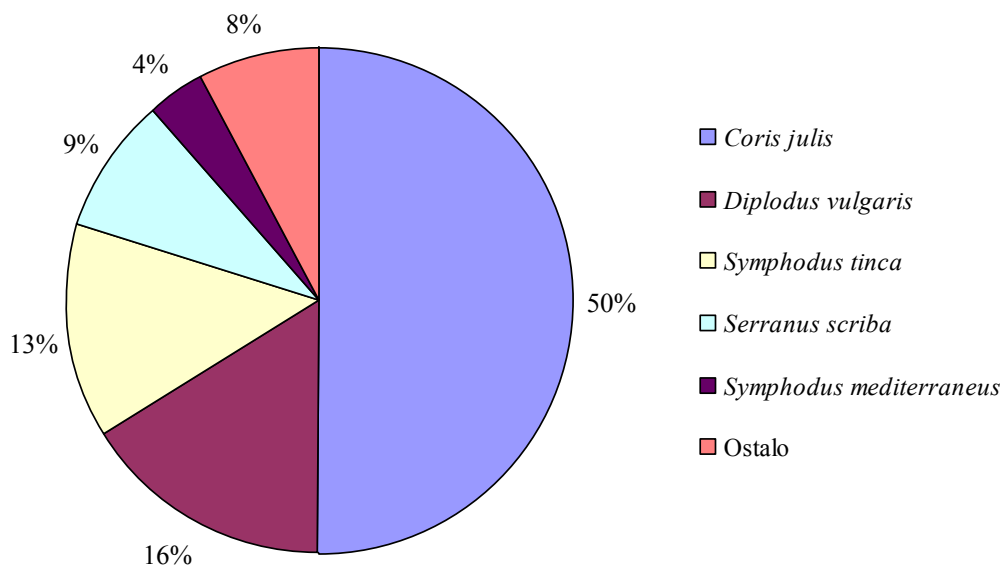
Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.

Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.



Slika 9. Raspodjela prosječne ukupne biomase priobalnih vrsta riba opaženih na profilima autonomnog ronjenja između područja pod različitom razinom zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

S obzirom na razinu zaštite u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić nisu ustanovljena ni značajna kolebanja vrijednosti masenih udjela vrsta u prosječnoj ukupnoj masi riba opaženoj na profilima ronjenja (zaštita: $df = 1$; pseudo-F = 0,57; $p = 0,70$). U cjelokupnom istraživanom akvatoriju prevlast u masi, baš kao i u brojnosti, ali s većom razlikom, pokazala je vrsta *Coris julis*, knez, s masenim udjelom od 50,1 %. Slijedi je *Diplodus vulgaris*, fratar, s masenim udjelom od 16,0 %, te lumbrak, *Symphodus tinca*, s masenom zastupljenošću od 13,5 %. Nešto značajnije je još maseno zastupljena pirka, *Serranus scriba*, s masenim učešćem od 8,8 %. Udjeli svih ostalih vrsta u prosječnoj ukupnoj masi nisu prelazili 5 % (**Slika 10**).



Slika 10. Prosječna masena zastupljenost vrsta na profilima autonomnog ronjenja u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

4.1.2. Raspodjela kvalitativne i kvantitativne strukture ribljih zajednica s obzirom na zaštitu

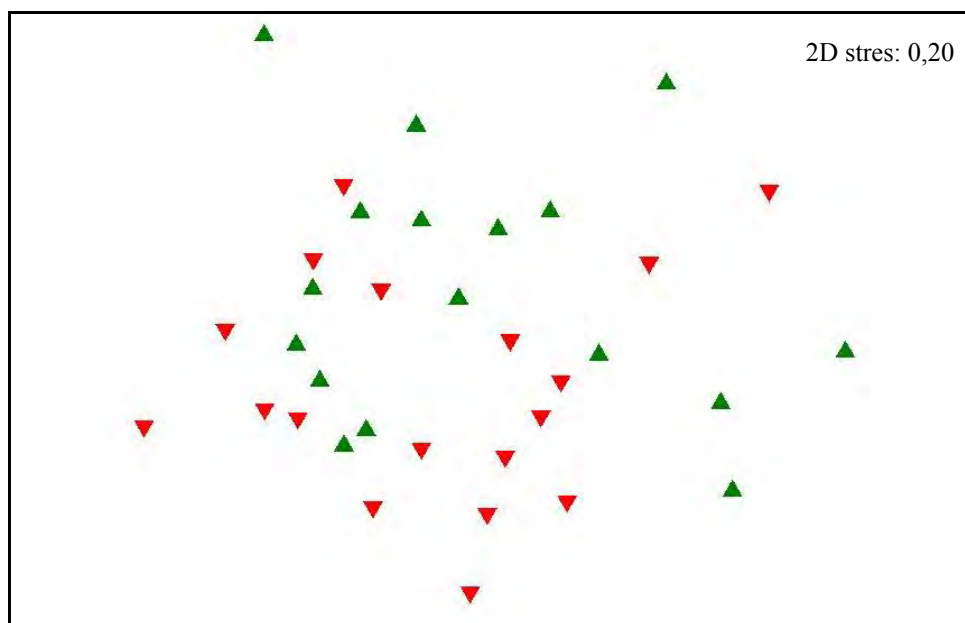
4.1.2.1. Sastav vrsta na profilima ronjenja s obzirom na zaštitu

U zaštićenim i obližnjim nezaštićenim područjima posebnog rezervata otoka Prvić utvrđen je sličan broj vrsta priobalnih riba, međutim potrebno je dalje istražiti da li se područja različite razine zaštite međusobno razlikuju sastavom vrsta koje sačinjavaju njihove ihtiozajednice. Jaccard-ov koeficijent sličnosti pouzdan je parametar pomoću kojeg se mogu procijeniti sličnosti i razlike u sastavu vrsta između više istraživanih područja. Analizom varijance pojedinačnih Jaccard koeficijenata sličnosti za svaki par vizualnih cenzusa nisu ustanovljene statistički značajne razlike sastava ribljih vrsta zaštićenih i nezaštićenih područja (**Tablica 6**). Na ujednačenost sastava vrsta u ihtiozajednicama šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić upućuje i MDS ordinacijski prikaz (**Slika 11**), izrađen na temelju matrice Jaccard koeficijenata sličnosti, koji ne pokazuje jasna razdvajanja između područja koja su pod zaštitom naspram okolnih nezaštićenih područja.

Tablica 6. Rezultati PERMANOVA testa za razlike sastava vrsta vrsta riba na profilima autonomnog ronjenja između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	1450,2	1450,2	0,59311	0,7003
Lo(Za)	4	9780,4	2445,1	2,6546	0,0059 **
Pos(Lo(Za))	6	5526,4	921,06	1,2987	0,1108
Ostatak	24	17021	709,22		

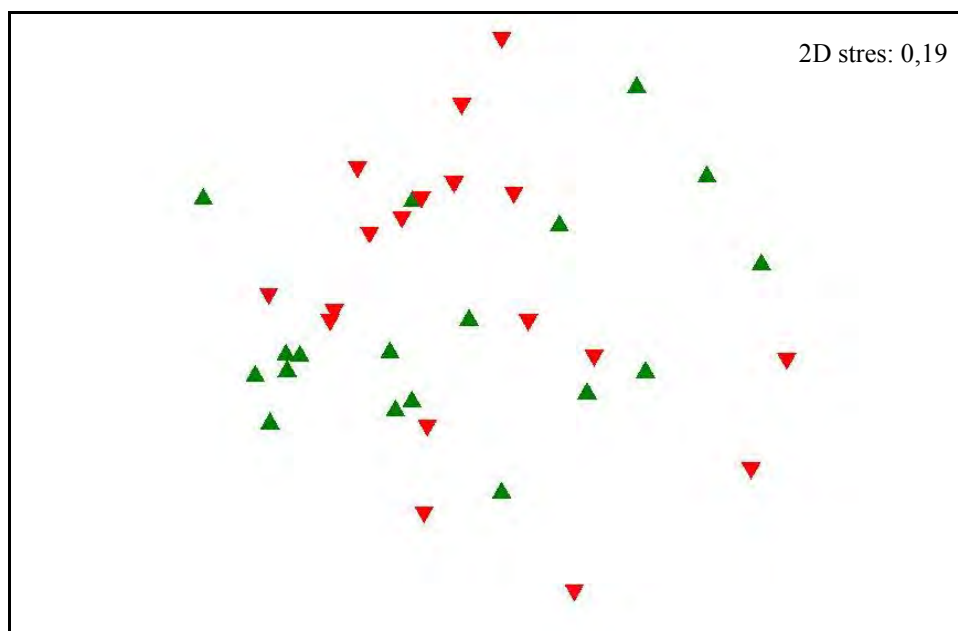
Razina značajnosti: nz = nije značajno; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.



Slika 11. MDS ordinacijski prikaz usporedbe sastava priobalnih vrsta riba na profilima autonomnog ronjenja s obzirom na stupanj zaštite (▲ zaštita; ▼ bez zaštite) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

4.1.2.2. Brojčana strukturiranost vrsta na profilima ronjenja s obzirom na zaštitu

Usporedba sličnosti strukture ribljih zajednica područja pod različitom razinom zaštite s obzirom na raspodjelu brojnosti vrsta, predložena je MDS ordinacijskim prikazom (**Slika 12**) konstruiranom na temelju Bray-Curtis koeficijenta sličnosti. Statistička analiza pokazala je da su zajednice priobalnih riba zaštićenih i obližnjih nezaštićenih područja posebnog rezervata otoka Prvić slične strukture s obzirom na brojčanu raspodjelu vrsta (**Tablica 7**). Sličan obrazac brojčanog pojavljivanja vrsta u zajednicama bez obzira na zaštitu odražava se i u njihovom grupiranju na istim mjestima MDS ordinacijskog prikaza (**Slika 12**).



Slika 12. MDS ordinacijski prikaz usporedbe raspodjele brojnosti vrsta u priobalnim zajednicama riba na profilima autonomnog ronjenja s obzirom na stupanj zaštite (▲ zaštita; ▼ bez zaštite) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 7. Rezultati PERMANOVA testa za razlike raspodjele brojnosti vrsta na profilima autonomnog ronjenja između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

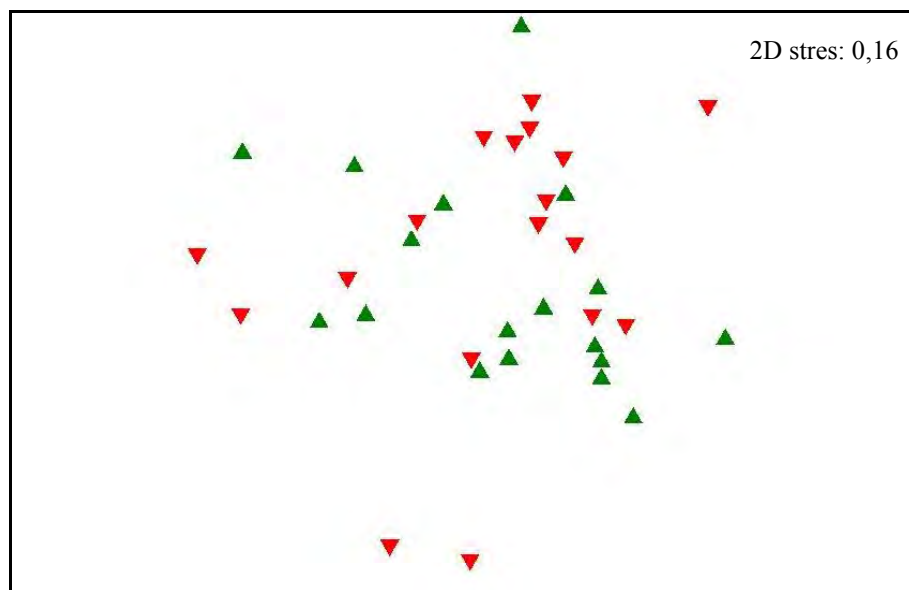
Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	1136,7	1136,7	0,70872	0,7055
Lo(Za)	4	6415,3	1603,8	2,8722	0,0044 **
Pos(Lo(Za))	6	3350,4	558,4	1,7485	0,0128 *
Ostatak	24	7664,4	319,35		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

4.1.2.3. Masena strukturiranost vrsta na profilima ronjenja s obzirom na zaštitu

Raspodjela biomase vrsta unutar zajednica riba različitih razina zaštite imala je sličan slijed kao i raspodjela brojnosti. Usporedba sličnosti strukture ihtiozajednica područja različitih razina zaštite šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić, s obzirom na raspodjelu biomase vrsta, predložena je MDS ordinacijskim prikazom (**Slika 13**) konstruiranom na temelju matrice Bray-Curtis koeficijenta sličnosti. Statističkim testovima ustanovljen je sličan obrazac masenog pojavljivanja vrsta s obzirom na zaštitu, odnosno raspodjelu biomase vrsta u ihtiozajednicama područja bez zaštite naspram područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić ne obilježavaju jasne razlike (**Tablica 8**).



Slika 13. MDS ordinacijski prikaz usporedbe raspodjele mase vrsta biomase vrsta u priobalnim zajednicama riba na profilima autonomnog ronjenja s obzirom na stupanj zaštite (▲ zaštita; ▼ bez zaštite) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 8. Rezultati PERMANOVA testa za razlike raspodjele biomase vrsta na profilima autonomnog ronjenja između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	1041	1041	0,51071	0,8997
Lo(Za)	4	8153	2038,3	2,4082	0,0193 *
Pos(Lo(Za))	6	5078,4	846,4	1,698	0,0265 *
Ostatak	24	11963	498,45		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

4.2. Eksperimentalni ribolov priobalnih resursa

4.2.1. Raspodjela prosječnog ukupnog bogatstva vrsta, brojnosti i mase priobalnih ribolovnih resursa u lovinama poponica s obzirom na zaštitu

U lovinama troslojnih mreža poponica ostvarenih na području cjelokupnog istraživanog šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvića zabilježeno 338 jedinki od 25 životinjskih vrsta, od čega su 22 vrste ribe, dok su glavonošci bili zastupljeni s 3 vrste. Cjelovit popis vrsta prema razini zaštite područja u kojima su zabilježene sadržan je u **Tablici 9**. Sve zabilježene vrste pripadaju fauni priobalnog dijela s izrazitim hridinastim dnom, koje je mjestimično pjeskovito, ili pjeskovito-muljevito te mjestimično obraslo livadama morske cvjetnice vrste *Posidonia oceanica*.

U istraživanju je, u cjelokupnom akvatoriju, kako u zaštićenim područjima posebnog rezervata otoka Prvića tako i u okolnim područjima bez zaštite, po učestalosti (pojavnost u lovinama > 50 %) dominantno svega 3-5 vrsta. Ukupno je u zaštićenoj zoni ulovljeno 18 vrsta (16 vrsta riba i 2 vrste glavonožaca) i 120 jedinki, a u nezaštićenoj zoni 21 vrsta (18 vrsta riba i 3 vrste glavonožaca) te ukupno 218 jedinki. Ukupno bogatstvo vrsta je za 16,7% veće u područjima koja su bez zaštite u odnosu na područja obuhvaćena posebnim rezervatom, ali razlika nije statistički značajna ($df = 1$; $\chi^2 = 0,23$; $p = 0,63$). Od riba su redovito i najčešće bile prisutne škrapun, *Scorpaena porcus*, s prosječnom pojavnošću od 80,6%, arbun, *Pagellus erythrinus*, s prosječnom pojavnošću od 55,6% te lastavica, *Trigloporus lastoviza*, s prosječnom pojavnošću od 41,7%. Glavonošci su nešto slabije i neredovitije bili prisutni u lovinama s hobotnicom, *Octopus vulgaris*, kao dominantnom vrstom koja je zabilježena s prosječno 19,4% lovina. Rakovi uopće nisu zabilježeni.

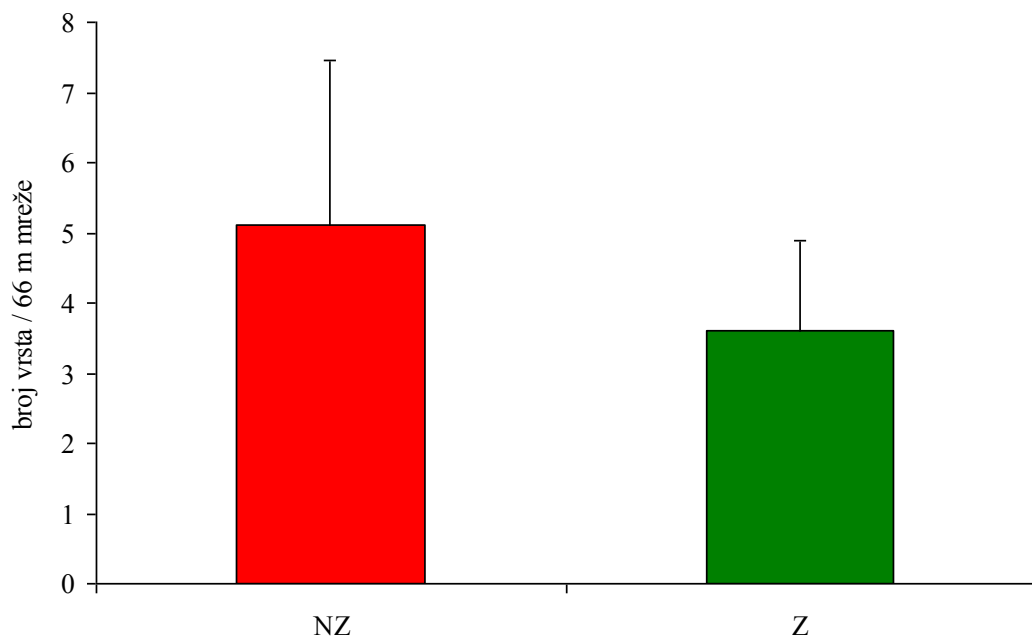
Ulovi su biološki relativno siromašni na što ukazuje niži prosječan broj vrsta bilježen po lovinu iz pojedine replike (66 m mreže). Prosječno je na području akvatorija posebnog rezervata po pojedinoj replici bilježeno $x \pm SE = 3,6 \pm 0,3$ vrsta, a u okolnim nezaštićenim područjima $x \pm SE = 5,1 \pm 0,6$ vrsta. Raspodjela prosječnog bogatstva s obzirom na zaštitu, prikazana je na **Slici 14**. Statističkom analizom istraživanih područja nisu ustanovljene značajne razlike u ukupnom bogatstvu vrsta u ovisnosti o razini njihove zaštite (**Tablica 10**).

Tablica 9. Popis i ukupan broj vrsta i porodica priobalnih riba i glavonožaca zabilježenih u lovinama troslojnih mreža stajačica 'poponica' ostvarenim na području pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić (Z) te okolnim nezaštićenim područjima (NZ)

- vrsta opažena; - vrsta nije opažena

Porodica	Vrsta	Z	NZ
Carangidae	<i>Trachurus mediterraneus</i> (šnjur)	-	•
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i> (modrak)	-	•
Labridae	<i>Symphodus ocellatus</i> (martinka)	-	•
	<i>Symphodus tinca</i> (lumbrak)	•	•
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> (trlja od kamena)	•	-
Rajidae	<i>Raja miraletus</i> (raža modorpjega)	•	-
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i> (bodeć crveni)	•	-
	<i>Scorpaena porcus</i> (škrpun)	•	•
	<i>Scorpaena scrofa</i> (škrpina)	•	-
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i> (kanjac)	•	•
	<i>Serranus scriba</i> (pirka)	•	•
Soleidae	<i>Microchirus ocellatus</i> (list pečatar)	•	•
	<i>Monochirus hispidus</i> (list hrapavac)	•	•
	<i>Solea klinii</i> (list crnorub)	•	•
	<i>Solea vulgaris</i> (list)	-	•

Porodica	Vrsta	Z	NZ
Sparidae	<i>Boops boops</i> (bukva)	-	•
	<i>Diplodus annularis</i> (špar)	•	•
	<i>Diplodus vulgaris</i> (fratar)	-	•
	<i>Pagellus erythrinus</i> (arbun)	•	•
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i> (pauk bijeac)	•	•
Triglidae	<i>Trigloporus lastoviza</i> (lastavica glavulja)	•	•
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i> (bežmek)	•	•
Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i> (lignja)	-	•
Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i> (hobotnica)	•	•
Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i> (sipa)	•	•
Ukupan broj		Vrsta	18
		Vrsta riba	16
		Vrsta glavonožaca	2



Slika 14. Raspodjela prosječnog bogatstva vrsta u lovinama poponica s obzirom na razinu zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 10. Rezultati PERMANOVA testa za razlike ukupnog broja vrsta u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	20,25	20,25	11,758	0,0984
Lo(Za)	4	6,8889	1,7222	0,21017	0,9271
Pos(Lo(Za))	6	49,167	8,1944	2,9798	0,0233 *
Ostatak	24	66	2,75		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

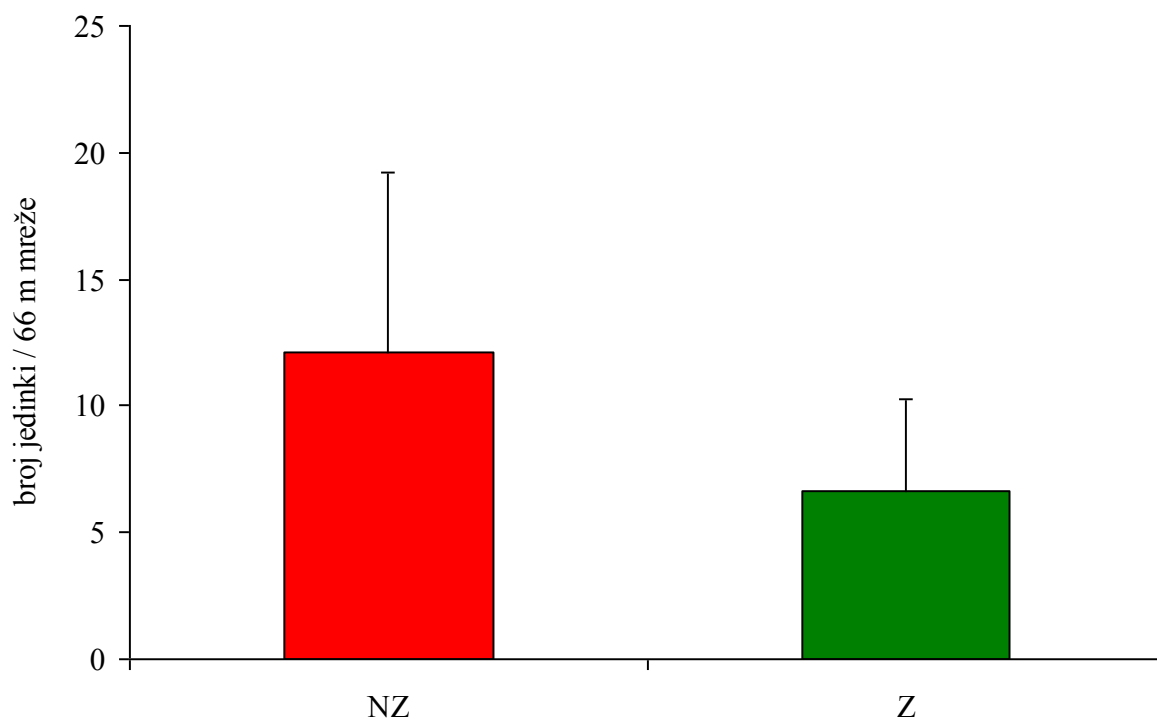
Za lovine ostvarene u istraživanju 2014. godine prosječna ukupna brojnost i masa zabilježenih priobalnih vrsta riba i glavonožaca te njihov brojčani i maseni udio izražen u postotcima za zaštićena područja posebnog rezervata Prvić s Grgurovim kanalom te okolna područja bez zaštite sadržani su u **Tablici 11**.

Vrijednosti prosječne ukupne brojnosti jedinki u lovinama poponica, prikazane na **Slici 15**, iznose $x \pm SE = 6,7 \pm 0,9$ u zaštićenom području, a $x \pm SE = 12,1 \pm 1,7$ jedinki / 66 m u nezaštićenom području. Ustanovljene su značajne razlike ($p < 0,05$) između prosječne ukupne brojnosti jedinki u lovinama iz zaštićenog područja naspram onih u nezaštićenom području (**Tablica 12**). Jasno je vidljiv trend opadanja brojnosti u zaštićenoj zoni. Prosječno je u nezaštićenoj zoni ulovljeno 45,0% više jedinki nego u zaštićenoj zoni.

Tablica 11. Prosječna brojnost ($\bar{N}$) i brojčani (% $\bar{N}$) udio te prosječna biomasa ($\bar{B}$) i maseni (% $\bar{B}$) udio priobalnih vrsta riba i glavonožaca izražen u postotcima za lovine troslojnih mreža 'poponica' ostvarene na područjima pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić (Z) te okolnim nezaštićenim područjima (NZ)

Porodica	Vrsta	Z				NZ			
		$\bar{N}$	% $\bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	% $\bar{B}$ (g)	$\bar{N}$	% $\bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	% $\bar{B}$ (g)
Carangidae	<i>Trachurus mediterraneus</i> (šnjur)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	8,9	0,5
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i> (modrak)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,9	47,2	2,8
Labridae	<i>Symphodus ocellatus</i> (martinka)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,6	0,1
	<i>Symphodus tinca</i> (lumbrak)	0,4	5,2	65,4	5,6	0,5	4,8	65,8	4,3
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> (trlja od kamena)	0,3	3,1	28,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Rajidae	<i>Raja miraletus</i> (raža modorpjega)	0,1	0,9	25,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i> (bodeć crveni)	0,2	4,6	12,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Scorpaena porcus</i> (škrpun)	2,1	27,5	190,8	19,4	4,6	33,0	394,4	25,5
	<i>Scorpaena scrofa</i> (škrpina)	0,2	3,8	160,1	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i> (kanjac)	0,1	1,4	5,8	0,4	0,6	4,9	73,3	3,6
	<i>Serranus scriba</i> (pirka)	0,2	1,9	26,8	1,6	0,9	8,2	128,7	9,0
Soleidae	<i>Microchirus ocellatus</i> (list pečatar)	0,1	1,9	2,6	0,9	0,1	0,3	4,3	0,3
	<i>Monochirus hispidus</i> (list hrapavac)	0,1	0,7	0,8	0,1	0,1	0,5	2,8	0,1
	<i>Solea klinii</i> (list crnorub)	0,1	0,9	12,8	0,3	0,1	0,8	20,2	1,5
	<i>Solea vulgaris</i> (list)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	21,2	1,1

Porodica	Vrsta	Z				NZ			
		$\bar{N}$	% $\bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	% $\bar{B}$ (g)	$\bar{N}$	% $\bar{N}$	$\bar{B}$ (g)	% $\bar{B}$ (g)
Sparidae	<i>Boops boops</i> (bukva)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	7,2	0,2
	<i>Diplodus annularis</i> (špar)	0,1	0,8	3,3	0,3	0,4	2,9	21,6	1,6
	<i>Diplodus vulgaris</i> (fratar)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	20,8	1,6
	<i>Pagellus erythrinus</i> (arbun)	0,8	12,0	132,7	10,2	1,4	11,8	151,6	9,4
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i> (pauk bijeac)	0,1	2,8	16,6	4,5	0,2	3,1	19,2	2,0
Triglidae	<i>Trigloporus lastoviza</i> (lastavica glavulja)	0,7	8,4	121,4	8,0	0,7	5,2	142,6	8,4
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i> (bežmek)	0,4	5,9	99,6	8,0	0,7	8,4	150,1	11,0
Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i> (lignja)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	15,9	0,8
Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i> (hobotnica)	0,7	10,9	622,2	16,5	0,2	1,4	317,9	7,3
Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i> (sipa)	0,3	7,1	80,9	7,9	0,6	6,7	167,4	9,1
Ukupna prosječna brojnost i biomasa jedinki		6,7	100,0	1608,6	100,0	12,1	100,0	1781,7	100,0



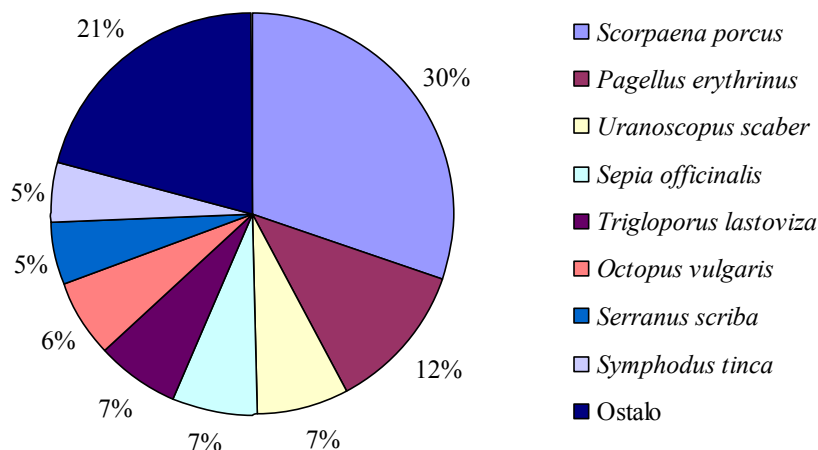
Slika 15. Raspodjela prosječne ukupne brojnosti jedinki u lovinama poponica s obzirom na razinu zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 12. Rezultati PERMANOVA testa za razlike ukupne brojnosti jedinki u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	p (perm)
Za	1	266,78	266,78	9,9317	0,0361 *
Lo(Za)	4	107,44	26,861	0,31254	0,874
Pos(Lo(Za))	6	515,67	85,944	4,5367	0,0026 **
Ostatak	24	454,67	18,944		

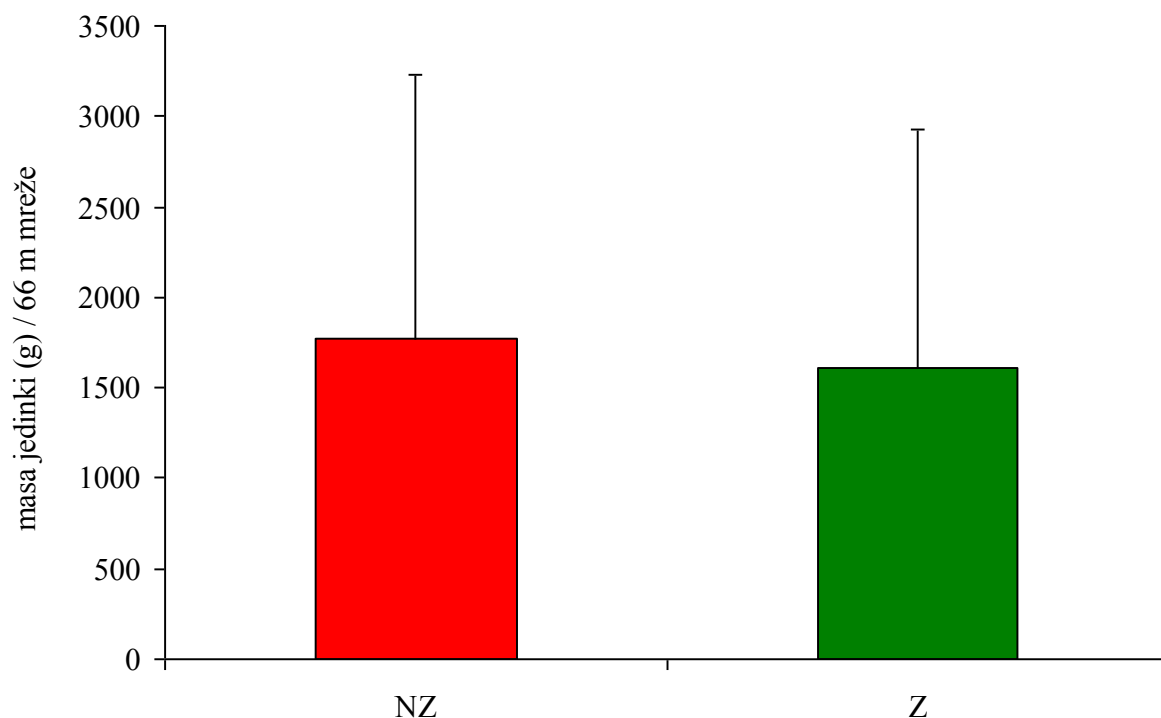
Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

U ukupnoj prosječnoj brojnosti razmatranoj na razini cjelokupnog područja istraživanja daleko najveći udio sačinjavale su tri vrste: škrpun, *Scorpaena porcus*, s udjelom od 30,3%, arbun, *Pagellus erythrinus*, s udjelom od 11,9%, te bežmek, *Uranoscopus scaber*, s udjelom od 7,2% (**Slika 16**). Preostale su vrste bile malobrojnije i u prosječnoj ukupnoj brojnosti sudjelovale su sa znatno manjim udjelima (u prosjeku tek sa 1,2%).



Slika 16. Prosječna brojčana zastupljenost vrsta u lovinama poponica na području šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

Vrijednosti prosječne ukupne mase ulova, prikazane na **Slici 17**, su u zaštićenom području $x \pm SE = 1,6 \pm 0,3$, a u nezaštićenom području $x \pm SE = 1,8 \pm 0,3$ kg / 66 m mreže. Iz navedenog je očekivano da nisu utvrđene statistički značajne razlike između zaštićenog i nezaštićenog područja s obzirom na ukupnu masu ulova (**Tablica 13**).



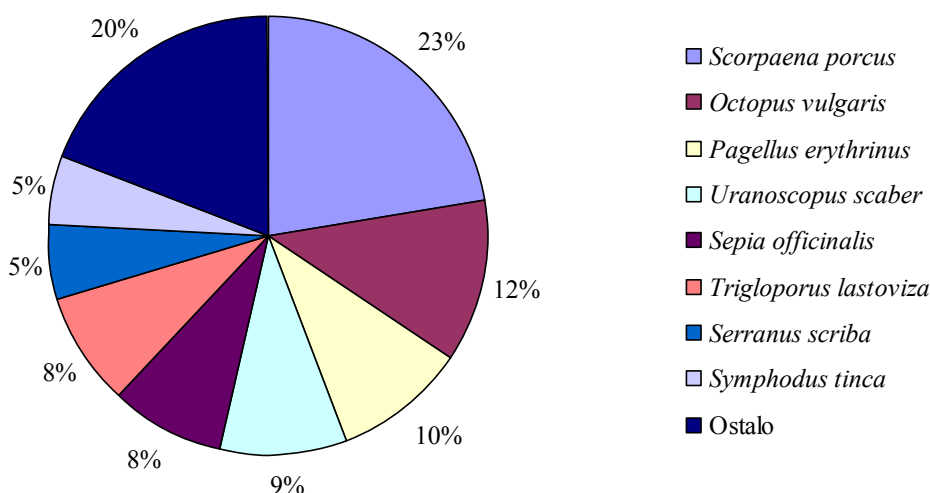
Slika 17. Raspodjela prosječne ukupne mase jedinki u lovinama poponica s obzirom na razinu zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 13. Rezultati PERMANOVA testa za razlike ukupne mase jedinki u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	2,43E+05	2,43E+05	0,11332	0,8074
Lo(Za)	4	8,57E+06	2,14E+06	0,77603	0,5753
Pos(Lo(Za))	6	1,66E+07	2,76E+06	1,6352	0,1765
Ostatak	24	4,05E+07	1,69E+06		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.
 Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

U ukupnoj prosječnoj masi ulova razmatranoj na razini cjelokupnog istraživanog akvatorija prevlast, baš kao i u brojnosti, pokazala je vrsta škrapun, *Scorpaena porcus*, s udjelom od 22,5%, a slijede hobotnica, *Octopus vulgaris*, s 11,9% i arbun, *Pagellus erythrinus*, s udjelom od 9,8%. Udjeli najvećeg broja vrsta u prosječnoj ukupnoj masi lovina nisu prelazili 3% (Slika 18.).



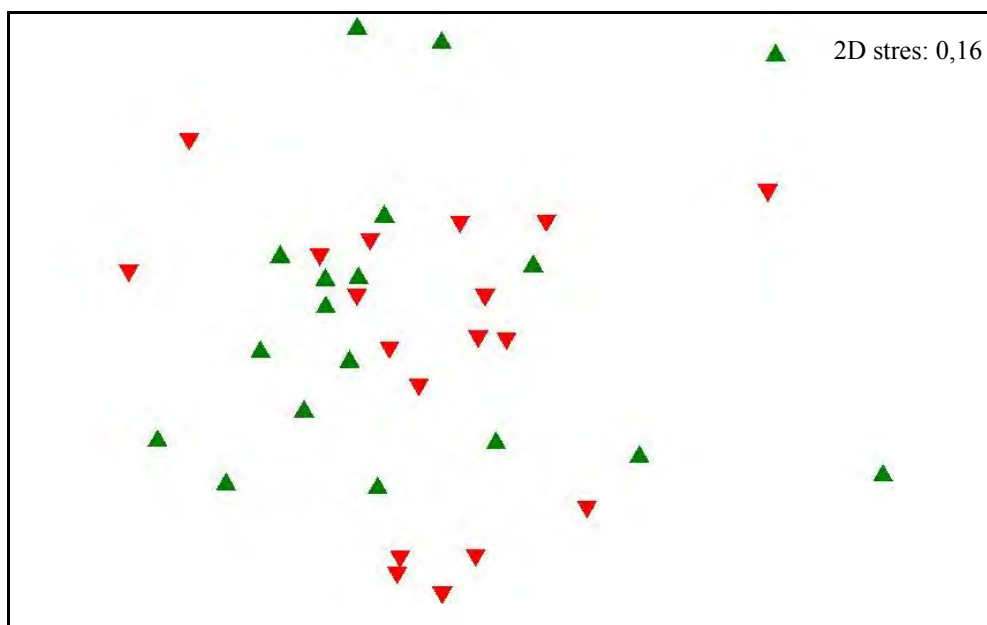
Slika 18. Prosječna masena zastupljenost vrsta u lovinama poponica na području šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

4.2.2. Raspodjela kvalitativne i kvantitativne strukture lovina poponica s obzirom na zaštitu

4.2.2.1. Sastav vrsta u lovinama poponica s obzirom na zaštitu

U širem akvatoriju posebnog rezervata utvrđen je nešto veći broj vrsta u lovinama nezaštićenog područja naspram zaštićenog, međutim potrebno je dalje istražiti da li se zone zaštite međusobno razlikuju sastavom vrsta zabilježenih u lovinama poponica. Jaccard-ov koeficijent sličnosti pouzdan je parametar pomoću kojeg se mogu procijeniti sličnosti i razlike u sastavu vrsta između više istraživanih područja. Analizom varijance pojedinačnih Jaccard koeficijenata sličnosti za svaki par replika (66 m mreže) nisu ustanovljene statistički značajne razlike sastava vrsta u lovinama s obzirom na zaštitu (Tablica 14). Na ujednačenost sastava

vrsta u lovinama čitavog akvatorija posebnog rezervata tijekom istraživanja 2014. godine upućuje i MDS ordinacijski prikaz (Slika 19), izrađen na temelju matrice Jaccard koeficijenata sličnosti, koji ne pokazuje jasna razdvajanja lovina s obzirom na sastav vrsta između zaštićenog i nezaštićenog područja.



Slika 19. MDS ordinacijski prikaz usporedbe sastava vrsta u lovinama poponica s obzirom na stupanj zaštite (▲ zaštićena; ▼ bez zaštite) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

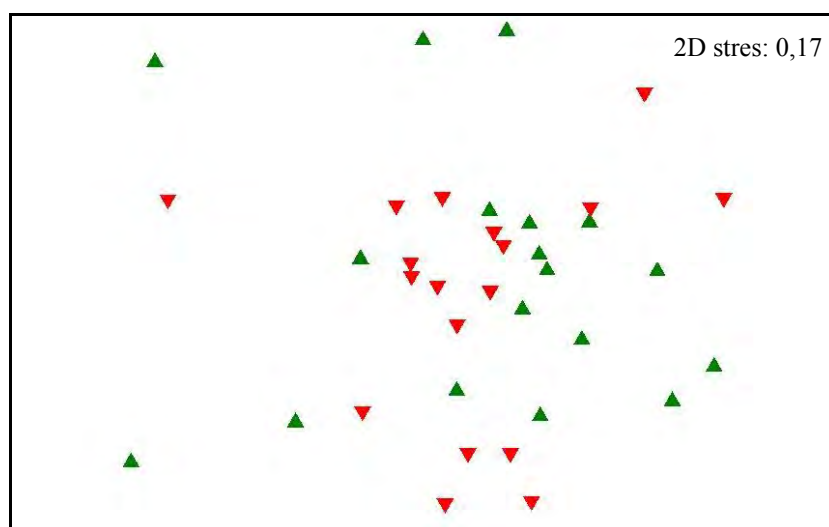
Tablica 19. Rezultati PERMANOVA testa za razlike sastava vrsta u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	4925,5	4925,5	0,77459	0,604
Lo(Za)	4	25436	6358,9	1,9996	0,0085 **
Pos(Lo(Za))	6	19081	3180,1	1,219	0,1187
Ostatak	24	62612	2608,8		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

4.2.2.2. Brojčana strukturiranost vrsta u lovinama poponica s obzirom na zaštitu

Usporedba sličnosti strukture lovina poponica ostvarenih u zaštićenom i nezaštićenom dijelu šireg akvatorija posebnog rezervata Prvić s obzirom na raspodjelu brojnosti vrsta, predložena je MDS ordinacijskim prikazom (**Slika 20.**) konstruiranom na temelju Bray-Curtis koeficijenta sličnosti. Statistička analiza pokazala je da su lovine poponica ostvarene bilo u zaštićenom bilo u nezaštićenom dijelu šireg akvatorija posebnog rezervata slične strukture s obzirom na brojčanu raspodjelu vrsta (**Tablica 15.**).



Slika 20. MDS ordinacijski prikaz usporedbe raspodjele brojnosti vrsta u lovinama poponica s obzirom na stupanj zaštite (▲ zaštita; ▼ bez zaštite) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

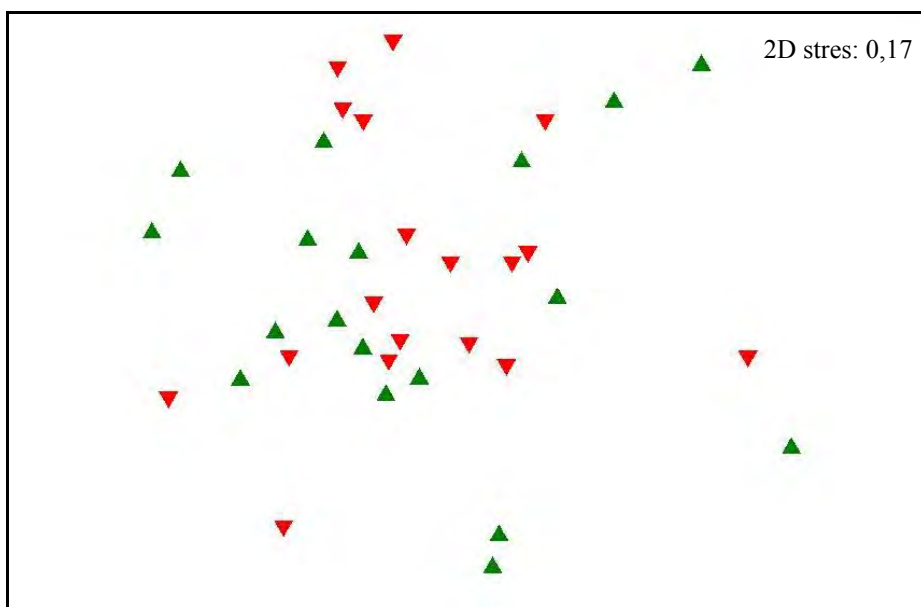
Tablica 15. Rezultati PERMANOVA testa za razlike raspodjele brojnosti vrsta u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	p (perm)
Za	1	4462,1	4462,1	0,78286	0,5948
Lo(Za)	4	22799	5699,8	2,1963	0,0079 **
Pos(Lo(Za))	6	15571	2595,1	1,1962	0,2015
Ostatak	24	52068	2169,5		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

4.2.2.3. Masena strukturiranost vrsta u lovinama poponica s obzirom na zaštitu

Raspodjela mase vrsta ostvarenih u zaštićenom i nezaštićenom dijelu šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić pokazala je slijed vrlo sličan onom zabilježenom za raspodjelu brojnosti. Usporedba sličnosti masene strukturiranosti vrsta u lovinama vizualno je predložena MDS ordinacijskim prikazom (**Slika 21.**) konstruiranom na temelju matrice Bray-Curtis koeficijentata sličnosti. Sličan obrazac masenog pojavljivanja vrsta u lovinama bez obzira na zaštitu, na koji upućuje MDS ordinacijski prikaz (**Slika 21.**), potvrđen je i statističkim testovima (**Tablica 16**).



Slika 21. MDS ordinacijski prikaz usporedbe raspodjele mase vrsta u lovinama poponica s obzirom na stupanj zaštite (▲ zaštita; ▼ bez zaštite) u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 16. Rezultati PERMANOVA testa za razlike raspodjele mase vrsta u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja

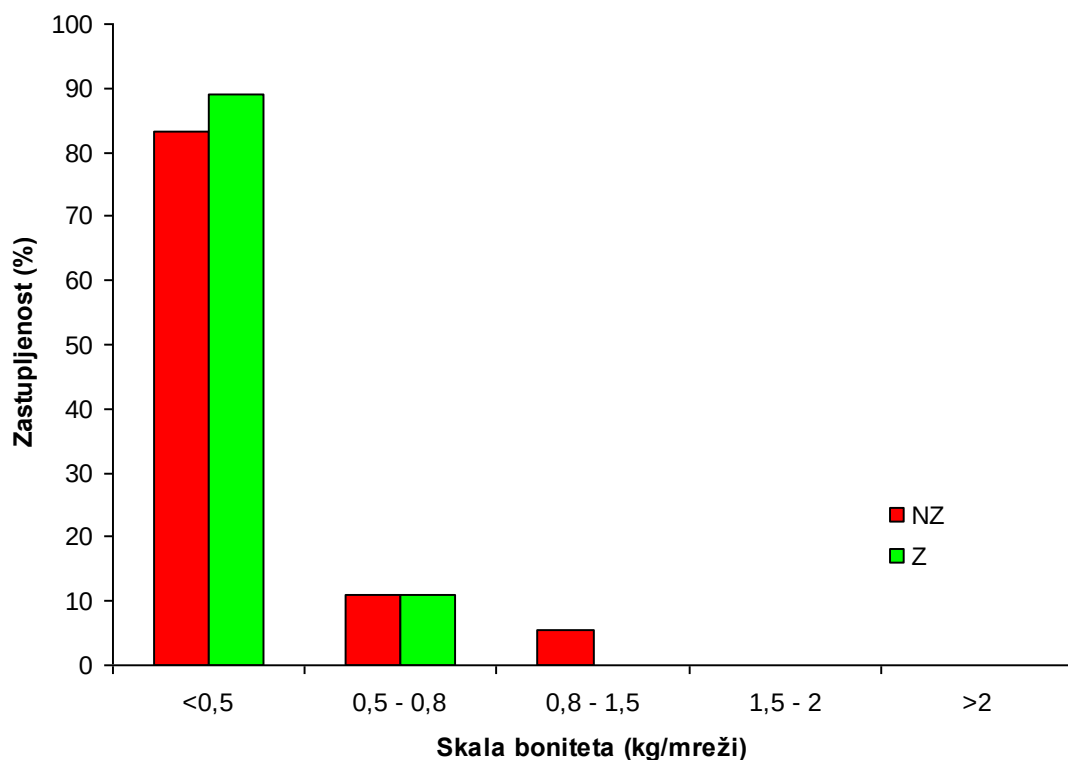
Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	3812,7	3812,7	0,61373	0,7972
Lo(Za)	4	24850	6212,4	2,2563	0,0059 **
Pos(Lo(Za))	6	16520	2753,4	1,1737	0,2278
Ostatak	24	56303	2346		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.

Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

4.2.3. Ocjena lovina poponica u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić s obzirom na skalu boniteta

Prosječna ukupna lovina preračunata na jednu mrežu za cjelokupno područje istraživanja, akvatorij posebnog rezervata otoka Prvić kao i okolni akvatorij bez zaštite, $\bar{x} \pm SE = 0,28 \pm 0,1$ kg, što prema skali boniteta spada u „vrlo slabu“ kategoriju lovine. Također, kada se u obzir uzme masa ulova po jednoj mreži pojedinačno po svakoj replici, vidimo da je čak 83% lovina u ovom eksperimentalnom istraživanju imalo ostvarenu masu ulova po mreži manju od 0,5 kg (**Slika 22**) što ih svrstava u kategorije „vrlo slabih“ lovina.

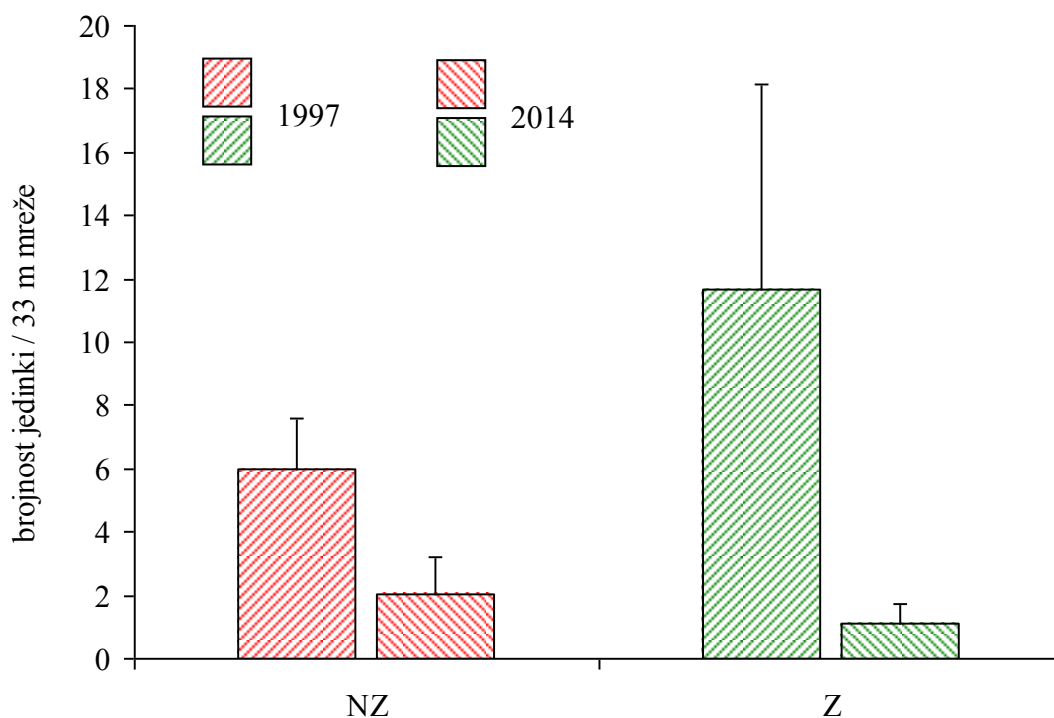


Slika 22. Raspodjela lovina poponica ostvarenih na području šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić s Grgurevim kanalom 2014. godine prema skali boniteta: vrlo slaba lovina < 0,5 kg/mreži; slaba lovina 0,5 – 0,8 kg/mreži; dobra lovina 0,8 – 1,5 kg/mreži; vrlo dobra lovina 1,5 – 2 kg/mreži; odlična lovina > 2 kg/mreži

4.3. Povijesna usporedba (1997. naspram 2014.) kvalitete lovina poponica u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić

Priobalni ribolovni resursi šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić do sadašnjeg istraživanja nikad nisu bili sustavno praćeni. U višegodišnjim ribarstvenim istraživanjima koje provodi Institut za oceanografiju i ribarstvo ovo je područje bilo obuhvaćeno tek jednokratno u lipnju/srpnju 1997. godine kada je u akvatoriju samog rezervata ostvareno ukupno 8 lovina poponica, a na obližnjim otocima bez zaštite Sv. Grguru i Golome njih 7 (Zavodnik i sur., 2005). S obzirom da su lovine u tom razdoblju ostvarivane nizovima od različitog broja međusobno povezanih mreža poponica, svi su ulovi radi

usporedbe sa sadašnjim stanjem standardizirani po jednoj mreži (cca. 33 m dužine). Zbog drukčije i manje detaljne analize lovina usporedba povijesnih podataka s onima sadašnjeg istraživanja bila je moguća samo na razini ukupnog brojčanog i masenog ulova po jednoj mreži. Usporedbom ukupnog ulova po jednoj mreži s obzirom na broj jedinki i masu lovine (riba, rakova i glavonožaca) u različitim vremenskim razdobljima – 1997. godina naspram 2014. godine – ustanovljena su izražena kolebanja ovisno i o stupnju zaštite i godini istraživanja (**Slika 23 i 24; Tablica 17 i 18**). Prvenstveno je primjetan izraziti trend opadanja brojnosti i mase ulova između godina istraživanja. Područja koja su pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić obilježena su prosječno čak 90,1% manjom ukupnom brojnošću, te 85,3% manjom masom jedinki u lovinama 2014. godine u odnosu na 1997., a okolna područja bez zaštite 2014. godine iskazuju u prosjeku 66,7% manju brojnost, a 69,0% manju masu ulova u usporedbi s 1997. godinom. Nadalje, 1997. godine su lovine ostvarene u akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić bile značajno brojčano i maseno obilnije u odnosu na obližnja vanjska područja. Suprotno tome, istraživanjem 2014. godine ustanovljeno je da osim općeg trenda osiromašenja lovina su one sada čak brojčano i maseno oskudnije na području obuhvaćenom zaštitom nego izvan njega. Prosječni ulov po jednoj mreži ostvaren sadašnjim istraživanjem na područjima pod zaštitom je za 45,0 % manji s obzirom na brojnost jedinki te 9,7% manji s obzirom na masu lovine u odnosu na prosječne ulove u vanjskim područjima. 1997. godine brojnost i masa lovina unutar posebnog rezervata otoka Prvić bili su u prosjeku 95,5%, odnosno 90,1%, veći u odnosu okolna područja bez zaštite.



Slika 23. Raspodjela prosječne ukupne brojnosti jedinki u lovinama poponica s obzirom na razinu zaštite (PZ – potpuno zaštićeno; NZ – nezaštićeno) i godinu istraživanja šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 17. Rezultati PERMANOVA testa za razlike prosječne ukupne brojnosti jedinki u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja tijekom razdoblja 1997. – 2014. godine

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	P (perm)
Za	1	553,08	553,08	76,218	0,001 **
Za	1	60,429	60,429	8,3275	0,005 **
Go x Za	1	114,95	114,95	15,841	0,001 **
Ostatak	47	341,06	7,2565		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.



Slika 24. Raspodjela prosječne ukupne mase jedinki u lovinama poponica s obzirom na razinu zaštite (PZ – potpuno zaštićeno; NZ – nezaštićeno) i godinu istraživanja šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

Tablica 18. Rezultati PERMANOVA testa za razlike prosječne ukupne mase jedinki u lovinama poponica između područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić i okolnih nezaštićenih područja tijekom razdoblja 1997. – 2014. godine

Izvor varijabilnosti	df	SS	MS	pseudo - F	p (perm)
Za	1	1,30E+07	1,30E+07	70,813	0,001 **
Za	1	1,84E+06	1,84E+06	10,054	0,005 **
Go x Za	1	2,10E+06	2,10E+06	11,491	0,001 **
Ostatak	47	8,61E+06	1,83E+05		

Razina značajnosti: nz = nije značajno; * P < 0,05; ** P < 0,01.
Zaštita: Za; Lokacija: Lo; Postaja: Pos.

4.4. Ciljane vrste

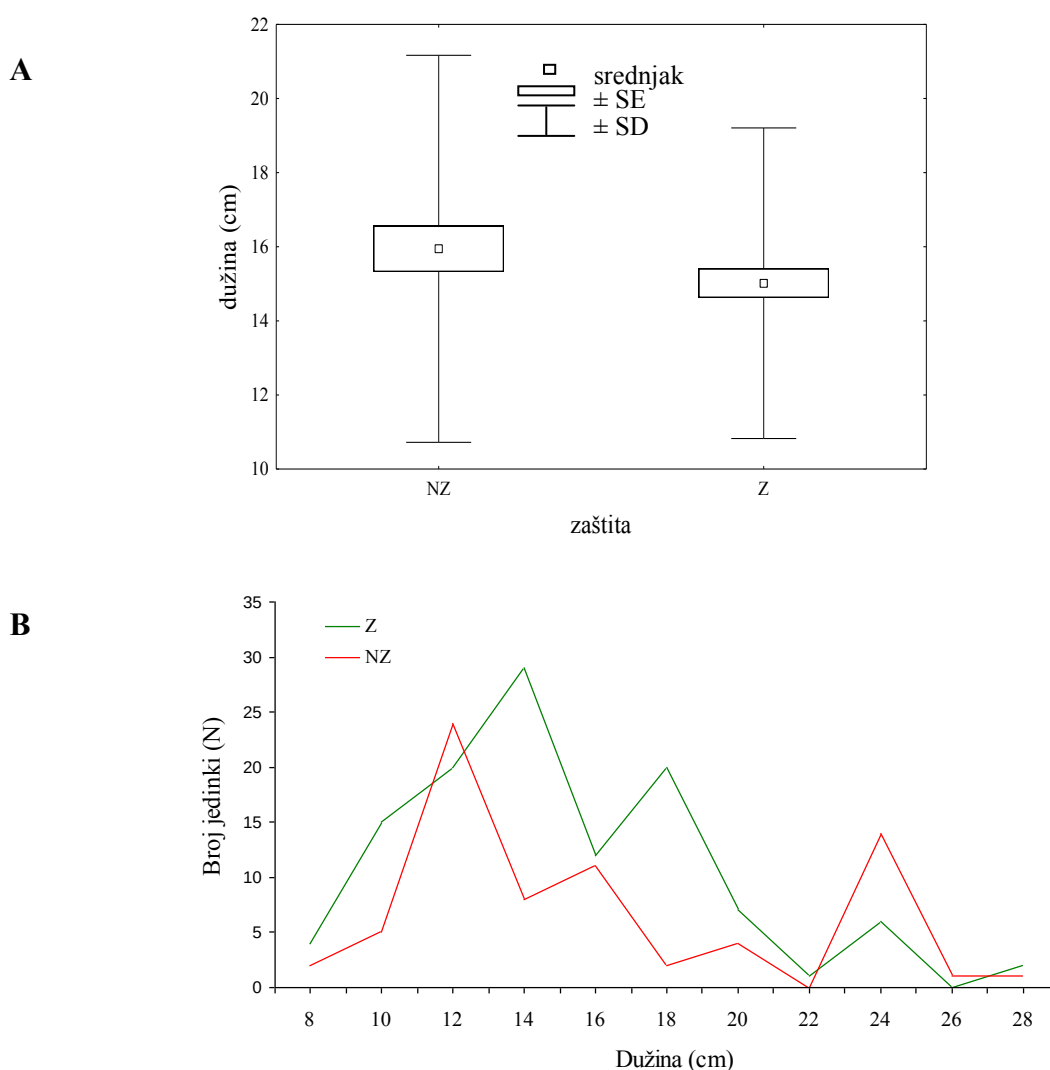
Dobivanje cjelokupnije slike statusa gospodarski važnih vrsta na istraživanim područjima šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić, uz dodatnu analizu populacijske strukture s obzirom na dužinski sastav, bilo je moguće jedino za fratar, *Diplodus vulgaris*. Od svih zabilježenih komercijalno vrijednih vrsta u obe metode istraživanja – na profilima ronjenja ili lovinama poponica – jedino je fratar bio prisutan u dovoljno velikom broju da se omogući statistička analiza. Raspodjela dužine s obzirom na zaštitu ispitana je za jedinke fratra opažene provedbom vizualnog cenzusa, dok je u lovinama poponica i fratar jednako kao i ostale gospodarski iskoristive vrste bio tek sporadično prisutan.



Fratar, *Diplodus vulgaris*

Fratar, *Diplodus vulgaris*, učestala je vrsta opažena prilikom gotovo 90% vizualnih cenzusa provedenih u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić. Sveukupno je fratar na čitavom istraživanom području bio prisutan sa 188 jedinki. Izražene su razlike u raspodjeli ukupne brojnosti fratra između područja koja su obuhvaćena zaštitom posebnog rezervata, gdje je uočeno 116 jedinki, te okolnih, ribolovnih područja bez formalne zaštite, gdje je opaženo 72 jedinke ($df = 1$; $\chi^2 = 10,29$; $p = 0,01$). Iako je ukupno više fratara uočeno unutar rezervata, u njihovoj prosječnoj brojnosti po pojedinom transketu ronjenja nisu ustanovljena značajna kolebanja s obzirom na zaštitu ($df = 1$; $F = 1,6$; $p = 0,29$). U prosjeku se na području rezervata po ronilačkom transektu opazi $x \pm SD = 6,4 \pm 3,3$ jedinke fratra, a u okolnim područjima $x \pm SD = 4,0 \pm 3,8$ fratara / 125 m². Prosječne dužine za populacije fratra zaštićenih i nezaštićenih područja u širem akvatoriju otoka Prvića međusobno su ujednačene ($df = 1$; $F = 0,09$; $p = 0,94$; **Slika 25**). Vrijednosti prosječnih ukupnih dužina fratra obilježava lagani porast u nezaštićenim područjima ($x \pm SD = 15,9 \pm 5,2$ cm) koji nije statistički značajan u odnosu na područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić ($x \pm SD = 15,0 \pm 4,2$ cm). Na **Slici 25** prema razini zaštite uz prosječnu dužinu prikazana je i učestalost pojavljivanja ukupnih tjelesnih dužina svih opaženih jedinki fratra. Primjetno je da su populacije fratra unutar i izvan zaštićenog područja posebnog rezervata vrlo slične i po cjelokupnoj demografskoj strukturi (Kolomogorov-Smirnov $Z = 1,02$; $p = 0,25$). U populacijama fratra neovisno o zaštiti dominiraju male jedinke (≤ 18 cm), dok su odrasli primjerci izrazito malobrojni. Najveće uočene jedinke veličine su 28 cm što je daleko manje od dužine do koje

je poznato da fratri mogu narasti (45-50 cm). Osim što velike, odrasle jedinke sasvim nedostaju, zabrinjavajuće je i što je većina (56,9%) uočenih fratara čak i ispod minimalne livne dužine od 15 cm propisane Naredbom o zaštiti riba i drugih morskih organizama (NN, 145/10). Prethodno izneseni podaci zajednički upućuju da na istraživanom području, neovisno o zaštiti, dužinska struktura populacije fratara nije zadovoljavajuća. Sve navedeno najvjerojatnije ukazuje na visok intenzitet ribolova u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić.



Slika 25. Prosječna dužina (A) i dužinska raspodjela (B) jedinki fratara, *Diplodus vulgaris*, na područjima pod različitom razinom zaštite (Z – zaštićeno; NZ – nezaštićeno) šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić

5. Zaključci i preporuke

- Istraživanjem se ustanovilo stanje priobalnih ribolovnih resursa u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić s ciljem procjene dosadašnjih učinaka zaštite.
- Posebni rezervat otoka Prvić u najvećem dijelu (~79%) obuhvaća morska područja, no osim same uspostave zaštite posebni propisi kojima bi se dodatno regulirao ribolov u odnosu na okolno ribolovno more bez formalne zaštite nisu donošeni. Kako po svemu sudeći nema razlike u ribolovnim aktivnostima unutar i van posebnog rezervata, a osim toga su priobalne ihtiozajednice u tom akvatoriju općenito vrlo oskudno i nesustavno istraživane, ovo istraživanje služi i kao polazišna vrijednost budućim istraživanjima praćenja stanja priobalnih ribolovnih resursa na tom području.
- U istraživanju su primjenjene dvije međusobno nadopunjujuće metode istraživanja – direktno opažanje („vizualni cenzus“) zajednica riba te eksperimentalni ribolov uz primjenu trostruke mreže stajačice poponice kao ribolovnog alata. Predmet istraživanja osim riba su i jestivi glavonošci i rakovi koji predstavljaju ekonomski važni dio ribolovnih resursa. Procjena potencijalnog učinka zaštite posebnog rezervata otoka Prvić u smislu oporavka priobalnih ribolovnih resursa izvršena je usporedbom njihovog obilja, sastava i strukture direktno opaženih na profilima ronjenja ili u lovinama poponica između zaštićenih i obližnjih nezaštićenih morskih područja. Dodatno, za lovine poponica izvršena je i usporedba s raspoloživim povijesnim podacima ribarstvenih istraživanja Instituta za oceanografiju i ribarstvo (širi akvatorij otoka Prvića jednokratno je istraživan u lipnju 1997. godine) kako bi se dobio uvid u vremensku dinamiku promjene stanja priobalnih ribolovnih resursa.
- Nisu uočeni značajni učinci proglašenja zaštite s obzirom da se područja obuhvaćena posebnim rezervatom otoka Prvić i okolna područja bez formalne zaštite međusobno ne razlikuju po niti jednom od istraženih aspekata obilja, sastava i strukture priobalnih ribolovnih resursa. Iako u pravilu s obzirom na bogatstvo vrsta, ukupnu brojnost i masu jedinki značajnih razlika nema, njihove vrijednosti na profilima ronjenja i u lovinama poponica pokazuju lagani porast u

nezaštićenim područjima. U odnosu na područja pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić zabilježeno ukupno bogatstvo vrsta je za 6,1% (vizualni cenzus) ili 16,7% (poponice) veće u nezaštićenom dijelu. Također, zajednice su biološki relativno siromašne i neraznolike na što ukazuje niži ukupni popisani broj vrsta (42 vrste direktnim opažanjem, 25 vrsta u lovinama poponica) te mali prosječan broj vrsta bilježen po pojedinoj replici kako za profile ronjenja, tako i u lovinama poponica. Nadalje, područja bez zaštite obilježava i prosječno za 16,7% veća ukupna brojnost ribljih jedinki na profilima ronjenja te 45% više ulovljenih jedinki u poponicama u odnosu na područja obuhvaćena zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić. Raspodjela prosječne ukupne mase na profilima autonomnog ronjenja i u lovinama poponica je vrlo ujednačena i gotovo istovjetna unutar posebnog rezervata otoka Prvić i u okolnim nezaštićenim područjima. Priobalni ribolovni resursi u širem akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić vrlo su sličnog sastava i strukture s obzirom na brojčanu i masenu raspodjelu vrsta u lovinama i na profilima ronjenja neovisno o razini zaštite. Drugim riječima, većinom su se direktno opažene zajednice i lovine sastojale od sličnih vrsta, te su se zabilježene vrste pojavljivale u sličnim brojčanim i masenim omjerima u svim lovinama i profilima ronjenja bez obzira na razinu zaštite.

- Brojčano i maseno izrazito prevladavajuće vrste na razini cjelokupnog istraživanog područja šireg akvatorija otoka Prvić su knez, *Coris julis*, na profilima ronjenja (brojčani udio: 39,9%; maseni udio: 50,1%) te škrapun, *Scorpaena porcus*, u lovinama poponica (brojčani udio: 30,3%; maseni udio: 22,5%). Preostale su vrste bile malobrojnije, te ih većina u prosječnoj ukupnoj brojnosti i masi sudjeluje s znatno manjim udjelima.
- Gospodarski visoko vrijedne vrste općenito su rijetko prisutne i na profilima ronjenja i u lovinama poponica na svim istraživanim područjima šireg akvatorija otoka Prvić neovisno o razini zaštite. Također, potrebno je napomenuti da iako su komercijalne vrste poput zubatca, komarče ili šarga većinom samo jednokratno popisane unutar zadanih okvira (25x5 m) transektu ronjenja, nešto ih se češće opažalo, ali samo na većim udaljenostima (> 10 m). Reakcija navedenih vrsta na prisutnost ronioca isključivi je bijeg u dubinu. Uočeno ponašanje (izraziti oprez i uniformnost reakcije na opasnost) indikativno je za stalan i intenzivan izlov podvodnom puškom u istraživanom području.

- Populacijsku analizu gospodarski važnih vrsta bilo je moguće provesti jedino za fratra, *Diplodus vulgaris*. Fratar je u lovinama poponica bio tek sporadično pristan, ali je na profilima ronjenja jedina učestala komercijalno vrijedna vrsta s prosječnom pojavnošću od gotovo 90%. Ukupno je više frataru uočeno unutar rezervata (61,1%) nego u vanjskim područjima, dok u njihovoj prosječnoj brojnosti po pojedinom transketu ronjenja nisu ustanovljena značajna kolebanja s obzirom na zaštitu. Prosječne dužine za populacije fratra zaštićenih i nezaštićenih područja u širem akvatoriju otoka Prvića međusobno su ujednačene, a populacije fratra unutar i izvan zaštićenog područja posebnog rezervata vrlo su slične i po cjelokupnoj demografskoj strukturi. Neovisno o zaštiti dominiraju male jedinke (≤ 18 cm), dok su odrasle jedinke izrazito malobrojne. Najveće uočene jedinke veličine su 28 cm što je daleko manje od dužine do koje je poznato da fratri mogu narasti (45-50 cm). Osim što velike, odrasle jedinke sasvim nedostaju, zabrinjavajuće je i što je većina (56,9%) uočenih frataru čak i ispod minimalne lovne dužine od 15 cm propisane Naredbom o zaštiti riba i drugih morskih organizama (NN, 145/10).
- Usporedbom ukupnog ulova po jednoj mreži s obzirom na broj jedinki i masu lovine (riba, rakova i glavonožaca) u različitim vremenskim razdobljima – 1997. godina naspram 2014. godine – ustanovljena su izražena kolebanja ovisno i o stupnju zaštite i godini istraživanja. Prvenstveno je primjetan izraziti trend opadanja brojnosti i mase ulova između godina istraživanja. Područja koja su pod zaštitom posebnog rezervata otoka Prvić obilježena su prosječno čak 90,1% manjom ukupnom brojnošću, te 85,3% manjom masom jedinki u lovinama 2014. godine u odnosu na 1997., a okolna područja bez zaštite 2014. godine iskazuju u prosjeku 66,7% manju brojnost, a 69,0% manju masu ulova u usporedbi s 1997. godinom. Nadalje, 1997. godine su lovine ostvarene u akvatoriju posebnog rezervata otoka Prvić bile značajno brojčano i maseno obilnije u odnosu na obližnja vanjska područja. Suprotno tome, istraživanjem 2014. godine ustanovljeno je da osim općeg trenda osiromašenja lovina su one sada čak brojčano i maseno oskudnije na području obuhvaćenom zaštitom nego izvan njega. Dodatno, 2014. godine u lovinama uopće nisu zabilježeni veliki rakovi. Prosječni ulov po jednoj mreži ostvaren sadašnjim istraživanjem na područjima pod zaštitom je za 45,0 % manji s obzirom na brojnost jedinki te 9,7% manji s obzirom na masu

lovine u odnosu na prosječne ulove u vanjskim područjima. 1997. godine brojnost i masa lovina unutar posebnog rezervata otoka Prvić bili su u prosjeku 95,5%, odnosno 90,1%, veći u odnosu okolna područja bez zaštite.

- Svi prethodno izneseni podaci zajednički upućuju da je na istraživanom području šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić, neovisno o razini zaštite, riblji fond općenito osiromašen najvjerojatnije kao posljedica visokog ribolovnog pritiska. Stanje ribolovnih resursa upućuje na ispravnost odluke o proglašenju posebnog rezervata, odnosno potrebi za zaštitom kako lokaliteta tako i njegovih resursa. Trenutno je ribolovni napor u čitavom području podjednak, odnosno nema posebnih mjera regulacije ribolova unutar rezervata, pa nije iznenađujuće da pozitivni učinci zaštite nisu uočeni. Budući da dopušteni oblici i intenzitet ribolova ne mogu doprinjeti očuvanju i održivom korištenju priobalnih ribolovnih resursa, preporuka je ograničavanje ribolovnog napora donošenjem dodatnih mjera regulacije ribolova. Nadalje, poželjno je u akvatoriju rezervata i uspostaviti zone bez ribolova koje će omogućiti maksimalnu moguću obnovu resursa. Mreža zona bez ribolova optimalno će uravnotežiti ciljeve zaštite i održivog iskorištavanja. Osiguravanjem takvih područja neometanog rasta i razmnožavanja inače izlovljivanih vrsta, ona će postati kontinuirani izvori odraslih jedinki, jaja i ličinki za okolna područja te time pružiti i koristi za ribolov u smislu povećanja lovina.
- Sve prethodno navedene preporuke za donošenje dodatnih mjera regulacije ribolova potrebno je ostvarivati uz prilagodljivost i puno uvažavanje ljudske dimenzije. Njegovanje dobre komunikacije i suradnje s lokalnim ribarima od izuzetne je važnosti s obzirom da, koliko god proglašeni režim ribolova teoretski bio optimalan, bez njihove podrške i odobravanja je praktički neprovediv. U osnovi bilo koje zaštićeno područje predstavlja skup pravila i ograničenja kojima se nastoji upravljati ljudskim aktivnostima i ponašanjem. Dakle, glavni izazov je promjena ljudskog ponašanja u odnosu na ciljeve zaštićenog područja. Iz tog razloga zaštita i može zaživjeti jedino ukoliko lokalno stanovništvo prihvati tu ideju, shvati njene prednosti, osjeti korist i aktivno se uključi u provedbu zaštite.
- Prethodno aktivnostima po pitanju same regulacije ribolova, podršku lokalne zajednice treba osigurati promocijom aktivnosti Javne ustanove 'Priroda', jačanjem prepoznatljivosti postojanja zaštite na morskom dijelu posebnog rezervata otok

Prvić, podizanjem razine svijesti o stanju ribolovnih resursa i potrebi njihove kvalitene zaštite te koristima od takve zaštite i za ribolovne aktivnosti lokalnih ribara.

- Provedeno istraživanje daje dobar i cjelovit uvid u stanje ribolovnih resursa, a ujedno će biti dobra podloga za analizu i evaluaciju predloženih mjera za provedbu zaštite u budućnosti. Kontinuirano praćenje stanja priobalnih ribolovnih resursa na području šireg akvatorija posebnog rezervata otoka Prvić preporučuje se nastaviti provoditi na godišnjoj osnovi. Ukoliko to ne bude moguće, bilo zbog vremenskih, financijskih, logističkih ili bilo kakvih drugih ograničenja, minimalna dinamika provedbe praćenja je ne rjeđe od 3-5 godina. Prijedlog za protokol monitoringa je minimalno isti koji je proveden u ovom istraživanju radi kasnije usporedbe. Ovisno o raspoloživim sredstvima bilo bi zanimljivo povećati broj istraživanih lokacija i obuhvat različitih staništa. To znači npr. osim ronilačkih profila na hridinastom morskom dnu u monitoring uvrstiti i praćenje ihtiozajednica na koraligenim terenima. Shodno tome, moguće je i uvrstiti dodatni ribolovni alat npr. pridneni parangal i jednostruke mreže stajačice kako bi se dobila slika o ihtiozajednicama na većoj dubini, u kanalskom području.

6. Summary

- *Evaluation of the current state of coastal fisheries resources in the wider aquatorium of the Prvić Island special reserve, with an assessment of whether the establishment of protected areas in 1972 had any positive effects in terms of conservation and recovery of fishery resources in relation to surrounding areas without formal protection, is the overall goal of this research. Reserve boundaries encompass not only the Prvić Island, but extend also to the marine part, and include St. Grgur channel and cliffs on the north side of the Sv. Grgur and Goli islands. Thus, Prvić Island special reserve is designated as a marine protected area (MPA).*
- *Special reserve Prvić Island for the most part consists of marine area (~ 79%), but beside the establishment of the protection, no specific regulations for further regulation of fishing, in relation to the surrounding fishing zone without formal protection, were proclaimed. Since apparently there is no difference in fishing activities within and outside the special reserve, and the coastal ichthyocommunities in these waters have also generally been very sparsely and unsystematically researched, this study serves as a reference value for future monitoring research of coastal fisheries resources in the area.*
- *Assessment of coastal fishery resources additionally contributes to complement data on the proposed Natura 2000 sites, and for the fulfilment of obligations of monitoring and reporting of the Habitats Directive. The research will also contribute to the implementation of the Protocol Concerning Specially Protected Areas in the Mediterranean Sea and Biodiversity (SPA / BD Protocol) of the Barcelona Convention.*
- *The study applied two mutually complementary research methods - direct observation ("visual census") of fish communities and experimental fishing with the use of trammel nets as fishing gear. The focus organisms of this research, except fish, are edible cephalopods and crustaceans which are economically important part of fisheries resources. Assessing the potential effects of protection in the Prvić Island special reserve, in terms of recovery of coastal fishery*

resources, was performed by comparing abundance, composition and structure of fish communities directly observed on the diving profiles or in the trammel net catches between protected and adjacent unprotected marine areas. Additionally, for trammel net catches, a comparison with the available historical fishery data (wider aquatorium of the Prvić Island was on one occasion in June 1997 a part of regular research of Institute of Oceanography and Fisheries) was made in order to gain insight into the temporal changes of coastal fisheries resources.

- No significant protection effects are observed since both the areas within the Prvić Island special reserve and surrounding areas without formal protection have similar abundance, composition and structure of coastal fishery resources. Although no significant differences were found, the values of species richness, total abundance and mass of individuals either on the diving profiles or in the trammel net catches show a slight increase in unprotected areas. Namely, recorded total species richness was 6.1% (visual census) or 16.7% (trammel nets) higher in the areas without protection compared to the areas under the protection of the Prvić Island special reserve. Also, communities are biologically relatively poor and non-diverse as indicated by the lower total number of listed species (42 species by direct observation, 25 species in trammel net catches) and a small average number of species recorded by each replica of the diving profile and trammel net catches. Furthermore, the unprotected areas are characterized by, on average, 16.7% higher total number of fish individuals on the diving transects and 45% more individuals caught in bottom net catches in relation to the areas protected as the special reserve of Prvić Island. Distribution of average total mass on scuba diving profiles and trammel net catches is very uniform and nearly identical in the Prvić Island special reserve and in surrounding unprotected areas. The coastal fishery resources in the whole investigated aquatorium of the Prvić Island special reserve are very similar in composition and structure with regard to the abundance and mass distribution of species in the catches and diving profiles regardless of the protection level. In other words, most of the directly observed communities and catches are comprised of similar species and the recorded species occurred in similar number and mass proportions in both catches and diving profiles regardless of the protection level.

- *The highly dominant species in number and mass at the level of the entire studied area of wider Prvić Island special reserve are: the Mediterranean rainbow wrasse, *Coris julis*, on the diving profiles (39.9% in number; 50.1% in mass) and the black scorpionfish, *Scorpaena porcus* in trammel net catches (30.3% in number; 22.5% in mass). The remaining species were less numerous and most of them account for a much smaller share in the average abundance and biomass.*
- *Economically highly valuable species are, in general, very rarely present both on the diving profiles and in trammel net catches in all the areas of investigation regardless of the protection level. It should also be noted that, although the commercial species like common dentex, gilthead seabream or white seabream have mostly been recorded just once within the boundaries of the diving transects (25x5 m), they have been somewhat more often seen, but only at far greater distances (>10 m). The response of all the aforementioned fish species in the presence of diver is exclusively the escape into deeper waters. The observed behaviour (pronounced caution and uniform reaction to supposed threat) is indicative of a continuous and intensive fishing by speargun in the study area.*
- *Population analysis of economically important species could only be conducted for the common two-banded seabream, *Diplodus vulgaris*. *D. vulgaris* was only sporadically caught in trammel net catches, but was the only commercially valuable species commonly present on the diving transects with an average incidence of nearly 90%. In total, more *D. vulgaris* were observed within the reserve (61.1%) than in the outer areas, while their average number per single diving transect did not reveal significant variations with respect to protection. Average length for *D. vulgaris* in the protected and unprotected areas in the whole investigated aquatorium of the Prvić Island were mutually consistent, and its populations inside and outside the protected area are very similar regarding the overall demographic structure. Regardless of the protection, two-banded seabream populations are dominated by small individuals (≤ 18 cm), while the adults are rare. The largest observed individual size was 28 cm which is far less than the length which two-banded seabream are known to attain (45-50 cm). In addition to the fact that large, mature individuals were completely lacking, it is alarming also that the majority of observed *D. vulgaris* (56.9%) were even below*

the minimum landing size of 15 cm as prescribed by Decree on protection of fish and other marine organisms (NN 145/10).

- *Comparison of the total catch per fishing effort regarding the number of individuals and total catch weight (fishes, crustaceans and cephalopods) at different time periods - 1997 year versus 2014 - revealed pronounced fluctuations depending on the protection degree and investigation year. Primarily, a noticeable decline trend in numbers and weight of catch between years of study is observed. Areas that are protected by the Prvić Island special reserve are characterized by as much as 90.1% less total abundance and 85.3% lower mass of individuals on average in the catches from 2014 compared to 1997. The surrounding areas without protection in 2014 showed, on average, a 66.7% decrease in abundance, and 69.0% less biomass in the catches compared to 1997. Furthermore, in 1997 the catches recorded in the waters of Prvić Island special reserve were significantly richer in number and mass in relation to the surrounding areas. In contrast, research in 2014 found that in addition to the general trend of catches depletion, they are now even scarcer in number and mass in the protected areas than outside them. Moreover, in 2014 large crabs were not at all recorded in the catches. The average realized catch per net in the current research in the protected areas is 45.0% lower in terms of number of individuals and 9.7% lower in term of total catch mass compared to the average catches in the outer areas. In 1997 the abundance and weight of catches in the Prvić Island special reserve were on average 95.5% and 90.1% higher, respectively, than in surrounding areas without protection.*
- *All the above-mentioned data together indicate that in the research area of the wider aquatorium of the Prvić Island special reserve, regardless of the protection level, fisheries resources are generally depleted, most likely as a result of high fishing pressure. Status of the fishery resources strongly validates the decision to designate the special reserve, or in other words there is a compelling need for the protection of both the locality and its resources. Currently, the fishing effort over the entire area is evenly distributed, and no special measures of fishing regulation have been adopted within the reserve. Therefore, it is not surprising that positive effects of protection were not observed. Since the allowed types of fishing gears and intensity of fishing cannot contribute to the conservation and sustainable use*

of coastal fishery resources, the recommendation is to limit the fishing effort by adopting additional measures of fishing regulation. Furthermore, it is desirable to establish no-fishing zones within the waters of the special reserve, which will allow the maximum possible renewal of the resources. The network of no-take fishing zones will optimally balance the goals of conservation and sustainable exploitation. By providing such areas of undisturbed growth and reproduction, for otherwise highly fished species, they will become a continuous source of adult individuals, their eggs and larvae for the surrounding areas, and thus provide the benefits for the fisheries in terms of increased catches.

- *All of the above recommendations for the adoption of additional measures for fisheries regulation should be exercised with the adaptability and full respect of the human dimension. Fostering good communication and cooperation with local fishermen is of the utmost importance. As optimal the declared fishing regime is in theory, without the fishermen support and approval it is virtually unenforceable. The basis of any protected area is a set of rules and regulations that seek to manage human activities and behaviour. Thus, the main challenge is to change human behaviour in relation to the objectives of the protected area. For this reason, protection can become a reality only if the local people accept the idea, understand its advantages, feel the benefit and actively engage in the implementation of protection.*
- *Preceding the activities regarding the fisheries regulation, support of the local community should be ensured by the promoting the work and activities of the Public Institution 'Nature', then by strengthening the recognition of the protection existence in the marine part of the Prvić Island special reserve, raising the awareness about the state of fishery resources and the need for their better protection as well as the benefits of such protection for fishing activities of local fishermen.*
- *The study provides a good and complete insight into the state of fishery resources, and will also be a good basis for the analysis and evaluation of the proposed measures for the implementation of protection in the future. Continuous monitoring of coastal fisheries resources in the area of surrounding waters of the Prvić Island a special reserve is recommended to be conducted on an annual*

basis. If that should not be possible, either due to the weather, financial, logistical or any other constraints, the minimal rate of monitoring implementation is not less frequently than every 3-5 years. Recommendation for the monitoring protocol is minimally the same as conducted in this study so as to enable later comparisons. Depending on the available resources, it would be interesting to increase the number of investigated sites and coverage of different habitats. This means for example: in addition to diving profiles on rocky seabeds monitor also ichthyo-communities on coralligenous beds. Accordingly, it is possible to include additional fishing gear e.g. demersal longline and single gillnets in order to obtain a picture of fish communities at greater depth in the channel areas.

7. Literatura

Anderson, M.J., R.N. Gorley i K.R. Clarke. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK.

Clarke, K.R. i R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, *2nd edition*. PRIMER-E: Plymouth.

Claudet, J., D. Pelletier, J.-Y. Jouvenel, F. Bachet & R. Galzin. 2006. Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: Identifying community-based indicators. *Biol. Conserv.*, 130: 349–369.

Francour, P. 1997. Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port-Cros (France, NW Mediterranean): assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 18: 157–173.

Froese, R., Pauly, D. (eds) 2003. FishBase. World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org

García-Charton, J.A. & A. Pérez-Ruzafa. 1998. Correlation between habitat structure and a rocky reef fish assemblage in SW Mediterranean. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 19: 111–128.

García-Rubies, A. 1999. Effects of fishing on community structure and on selected populations of Mediterranean coastal reef fish. *Nat. sicil.*, 23: S59–S81.

Guidetti, P. 2000. Differences among fish assemblages associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky-algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf science*. 50: 515-529.

Guidetti, P. I S. Bussotti. 2000. Nearshore fish assemblages associated with shallow rocky habitats along the southern Croatian coast (Eastern Adriatic Sea). *Vie et Milieu*. 50 (3): 171-176.

Guidetti, P., C.N. Bianchi, M. Chiantore, S. Schiaparelli, C. Morri & R. Cattaneo-Vietti. 2004. Living on the rocks: substrate mineralogy and the structure of subtidal rocky substrate communities in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 274: 57–68.

Harmelin, J.G., F. Bachet & F. García. 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 16: 233–250.

Harmelin-Vivien, M., L. Le Diréach, J. Bayla-Sempere, E. Charbonnel, J.A. García-Charton, D. Ody, A. Pérez-Ruzafa, O. Reñones, P. Sánchez-Jerez & C. Valle. 2008. Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of spillover? *Biol. Conserv.*, 141: 1829–1839.

Harmelin-Vivien, M.L. & P. Francour. 1992. Trawling or visual censuses? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 13: 41–51.

Matić Skoko, S. & Stagličić, N., 2013. Procjena i praćenje stanja priobalnih ribolovnih resursa te socio-ekonomsko istraživanje lokalnog ribarstva na odabranim područjima Primorsko-goranske županije. U: "MedMPAnet – Pilot projekt Hrvatska", Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 90p.

Morović, D. 1970. Ribolovni alat popunica i analiza lovina s biološkog aspekta. *Morsko ribarstvo*. 22 (2): 119-122.

Morović, D. 1971. Eksploatacija i zaštita ihtiofaune u obalnom pojasu srednjeg i južnog Jadrana. simp. o zaštiti prirode u našem kršu, JAZU. 339-353.

NN, 145/10: Naredba o zaštiti riba i drugih morskih organizama.

NN, 81/13: Zakon o morskom ribarstvu.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 191: 1–382.

Rius, M. 2007. The effect of protection on fish populations in the Ses Negres Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci.Mar.* 71 (3): 499-504.

Zavodnik D., Pallaoro A., Jaklin A., Kovačić M., Arko-Pijevac M. (2005). A benthos survey of the Senj Archipelago (North Adriatic Sea, Croatia). *Acta Adriatica*, 46 (suppl. 2): 3-68.

**Regional Activity Centre
for Specially Protected Areas (RAC/SPA)**

Boulevard du Leader Yasser Arafat
B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIA
Tel. : +216 71 206 649 / 485 / 765
Fax : +216 71 206 490
E-mail : car-asp@rac-spa.org
www.rac-spa.org