

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

ODJEL ZA AKVAKULTURU

DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Kristina Poljanić

,Biometrijske i neke biološke osobitosti obrvana, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821)
(Pisces), iz Pantanske lagune“

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2014.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

ODJEL ZA AKVAKULTURU

DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Kristina Poljanić

„Biometrijske i neke biološke osobitosti obrvana, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821)
(Pisces), iz Pantanske lagune“

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

prof.dr.sc. Jakov Dulčić

Dubrovnik, 2014.

Ovaj je diplomski rad izrađen pod stručnim vodstvom prof.dr.sc. Jakova Dulčića, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Rasprostranjenost i biološke značajke.....	1
1.2. Kratak pregled dosadašnjih istraživanja.....	3
1.3. Svrha i cilj istraživanja.....	4
2. MATERIJAL I METODE.....	6
2.1. Područje istraživanja.....	6
2.2. Tehnika ribolova u svrhu prikupljanja uzoraka.....	7
2.3. Dužinsko-maseni odnos.....	8
2.4. Meristika.....	8
2.5. Kondicija.....	9
2.6. Starost.....	10
2.7. Smrtnost.....	11
3. REZULTATI.....	13
3.1. Hidrografski parametri.....	13
3.2. Dužinski sastav populacije i omjer spolova.....	13
3.3. Dužinsko-maseni odnos.....	15
3.4. Kondicija.....	18
3.5. Meristika.....	19
3.6. Novačenje.....	20
3.7. Starost i rast.....	20
3.8. Smrtnost.....	22
4. RASPRAVA.....	24
5. ZAKLJUČAK.....	27
6. LITERATURA.....	28

"Biometrijske i neke biološke osobitosti obrvana, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) (Pisces), iz Pantanske lagune"

SAŽETAK

Ovo je istraživanje provedeno u Pantanskoj laguni tokom 2010. godine, gdje su jedinke prikupljane malom obalnom mrežom potegačom. Istraživani su: dužinsko-maseni odnos, kondicija, rast, morfometrija i smrtnost. Analizirale su se jedinke od 1,7 cm do 7,6 cm dužine.

U ovom su radu opisane neke osobitosti jedinke obrvana, *Aphanius fasciatus* (N=2871). Obrvan je kratkoživuća vrsta koja se može razmnožavati već u prvoj godini života. Mrijest se odvija u toplijim godišnjim dobima. Vrstu *A. fasciatus* nalazimo na području Pantanskog estuarija, gdje obitavaju jedinke do sedme godine starosti, što se smatra i maksimalnom starosti te vrste. U populaciji Pantanske lagune prevladavaju dvogodišnje jedinke s dužinskim rasponom od 3,6 cm do 3,8 cm. Kod analize dužinsko-masenog odnosa utvrđena je pozitivna alometrija jer je eksponent b iznosio 3,327. Srednja vrijednost indeksa kondicije iznosila je 1,251. Ustanovljeno je da se najbrži dužinski prirast kod obrvana pojavljuje u prve dvije godine života. Vrijednost ukupne smrtnosti (Z) iznosi 0,738.

Ključne riječi: obrvan / *Aphanius fasciatus* / Pantanska laguna / smrtnost / rast /

„Biometrical and biological aspect of Mediterranean killifish, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) in Pantan estuary“

ABSTRACT

Our research and sampling took place in Pantan estuary, near Trogir, during the year of 2010. We collected the fish data with bottom trawl, using coastal demersal trawl net. Length-weight relationship, condition index, growth, morphometry and mortality were determined. Specimens from 1,7 cm to 7,6 cm were analysed.

In this study we are describing aspects of Mediterranean killifish, *Aphanius fasciatus* (N=2871). Mediterranean killifish has a short lifespan circle, and it is able to reproduce already in the first year of its life. They begin their annual ritual of spawn in May and it continues through the summer months. Specimen *Aphanius fasciatus* was found in the Pantan estuary area, where we can find the oldest individuals of seven years old, which is maximum age of the specimen. Overall, in found population, the dominant category were two year old individuals, ranging in Lt 3,6-3,8 cm.

Length-weight relationship showed positive allometry (with exponent b 3,327). Average value of condition index was 1,251. Highest growth rate in the species *Aphanius fasciatus* is occurred in first and second year of life. Total mortality rate (Z) is 0,738.

Key words: Mediterranean killifish / *Aphanius fasciatus* / Pantan estuary / mortality / growth /

1. UVOD

Sistematika vrste

Prvi je opis roda *Aphanius* dao Valenciennes 1821. godine.

Sistematska pripadnost obrvana, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821)

(Slika 1.) je:

Klasifikacija www.fishbase.org

Carstvo: Animalia (životinje)

Koljeno: Chordata (svitkovci)

Potkoljeno: Vertebrata (kralješnjaci)

Razred: Osteichthyes (koštunjače)

Podrazred: Actinopterygii (zrakoperke)

Red: Cyprinodontiformes

Porodica: Cyprinodontidae

Rod: *Aphanius*

Vrsta: *A. fasciatus*



Slika 1. Obrvan, *Aphanius fasciatus*, mužjak (www.fishbase.org)

1.1. Rasprostranjenost i biološke značajke

Obrvan, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) (Slika 2.) pripada obitelji Cyprinodontidae, koja ima 140 vrsta i 9 rodova (www.fishbase.org). *Aphanius* (Nardo, 1827) cipridne ribe ostaci su Faune Tetisa.

Rod *Aphanius* je široke rasprostranjenosti. Nalazimo ga u Evropi, sjevernoj Africi i zapadnoj Aziji (Slika 3). U Evropi obitava u slatkim, slanim i bočatim vodama Sjevernog Sredozemlja, uz obale Francuske, Korzike, Italije, Sardinije (Mrakovčić i sur., 2006), Sicilije, Malte, Krete (Kottelat i Freyhof, 2007), Cipra i Jadranskom moru (Mrakovčić i sur., 2006). Fosili roda *Aphanius* pronađeni su na mnogobrojnim lokacijama između južne Njemačke i pokrajine Kirchisiach u Austriji (Wildekamp i sur., 1996).

U istočnom Mediteranu i obližnjim područjima (središnji Mediteran) nailazimo na približno deset različitih vrsta (Huber, 1996), dok su u zapadnim dijelovima Mediterana poznate samo tri vrste tog roda; *Aphanius apodus* (Gervais, 1853), *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) i *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1821), (Villwock, 1999 i Doadrio, 1994). Nastanjuju obalne lagune, močvare i slana jezera u krugu Mediterana i arapskog poluotoka, Irana i Pakistana (Villwock, 1999). *Aphanius fasciatus* je kratkoživuća vrsta (Froese, 2008), čiji je period rasta u toplijim godišnjim mjesecima od travnja do rujna.



Slika 2. Obrvan, *Aphanius fasciatus* (www.fishbase.org)

U Hrvatskoj obrvana nalazimo nekontinuirano, uz cijelu jadransku obalu (solana Pag i Ston, uvala Zrče, Pantan kod Trogira) (Mrakovčić i sur., 2006). Obrvan je uvršten u Crvenu knjigu ugroženih vrsta (Mrakovčić i sur., 2006).

Aphanius fasciatus je mediteranski endemski ciprinid sa širokim rasponom tolerancije temperature i saliniteta, stoga zaključujemo da je ova vrsta prilagodljiva raznim okolišnim uvjetima. Najčešće je nalazimo u bočatim vodama, poput kopnenih jezera i laguna, gdje provode cijeli životni ciklus. Obrvan ima bentička jaja te nema pelagičku larvalnu fazu, stoga su njegove mogućnosti širenja ograničene. Kao rezultat toga, genetski tok između lokalnih populacija je ograničen (Maltagliati, 1998a, b, 1999).

Aphanius fasciatus je bočno spljoštenog tijela i spljoštene glave. Mužjak, čija je maksimalna dužina 5 cm, smeđkaste je boje sa okomitim prugama. Broj pruga koleba (8-15) između raznih populacija i dokazano je da jedinke pronađene u istočnom Mediteranu imaju više poprečnih pruga na tijelu od onih prikupljenih u zapadnom Mediteranu (Wildekamp i sur., 1996). Ženke su u pravilu veće (do 6 cm) i svjetlijih, jednoličnijih nijansi s jednom bočnom i desetak okomitih pruga. Sve peraje kod ženki su bezbojne, dok mužjaci imaju peraje žarkih boja. Njihove peraje su u bojama. Blijedo žuto-siva leđna peraja, koja počinje nešto prije podrepne peraje, prekrivena je malim brojem tamnosivih točkica pri bazi (Wildekamp, 1996), a na prednjem i gornjem dijelu ima crni rub (Mrakovčić i sur., 2006). Podrepna je peraja bjelkasta do svijetloplava, s nešto kratkih tamnih crta na prednjoj strani (Wildekamp, 1996). U studijama vrste *Aphanius Iberus*, uočeno je da različite populacije imaju genetske različitosti pa su tako atlantske populacije drugačije od mediteranskih (Doadrio i sur., 1996, Perdices i sur., 2001). *Aphanius* se uglavnom lovio na priobalnim područjima Pantanske lagune, u ukupnom ulovu zauzimao je bitno četvrtu mjesto.

Posebna je zanimljivost ove vrste raznolikost njezina staništa pa tako na Jadranu možemo naći populacije iste vrste koje se nalaze u staništima na području Stonske solane, slatkovodnim područjima, te području Pantana. Odrasle jedinke žive pri temperaturi od 10-24 °C, ph od 6,5 do 7,5 (Mrakovčić i sur., 2006) u boćatoj vodi, a zalaze i u slane i slatke vode. Najčešće borave u ušćima rijeka, ali često naseljavaju lagune i slana staništa koja su povremeno spojena s morem. Povlače se u manje preferirana staništa, gdje nema konkurencije te obično predstavljaju jedinu vrstu riba koja tamo živi (Wildekamp, 1996). Ovo istraživanje bilo je osmišljeno kao baza u smjeru koje bi krenula daljnja istraživanja populacija koja žive u

solanama, a sve u svrhu utvrđivanja raznolikosti unutar iste vrste koja je proizašla iz života u različitim staništima.

1.2. Kratki pregled dosadašnjih istraživanja

Zbog relativno slabe gospodarske bitnosti u dostupnoj literaturi postoji izuzetno malo podataka o biologiji i ekologiji ove vrste.

Leonardos i Sinis (1997) objavili su u nekoliko radova rezultate svojih istraživanja vezanih uz reprodukciju i starosnu i spolnu strukturu u zaljevima Messolongi i Etolikon (zapadna Grčka). Osim toga, istraživali su i utjecaj okoliša na dinamiku i rasprostranjenost ove vrste. Leonardos (2008) je, također, istraživao hranidbene navike ove vrste na područjima zaljeva Messolongi te su njegova saznanja doprinijela razumijevanju rasprostranjenosti i preživljavanja vrste *Aphanius fasciatus*.

Skoko i sur. (2005.) istraživali su hidrografske osobitosti Pantanske lagune . Ustanovljen je značajan utjecaj rijeke Pantan na hidrografske značajke Pantanske lagune. Razlike u temperaturi i salinitetu zabilježene su na raznim točkama uzorkovanja tog područja, što za posljedicu ima visoku raznolikost vrsta koje obitavaju na tom području (Skoko i sur. 2005).

Kiener (1974) istraživao je polimorfizam *Aphaniusa* te se na temelju njegovih istraživanja došlo do zaključka da postoje brojne podvrste u ovisnosti o ekološkim uvjetima staništa u kojima žive. Teorija se potvrdila kroz istraživanja talijanskih znanstvenika Ferrito (2006), Mannino (2007), Pappalardo (2008), Tigano (2008).

Znanstvene radove vezane za vrste i podvrste *Aphaniusa* objavili su Wildekamp i suradnici. Nadalje, osnovne biološke značajke vrste *Aphanius fasciatus* u Pantanskoj laguni istraživali su Sanja Matić-Skoko i sur. (2005).

Cavicchioli (1962) je u svom radu „Considerazioni bio-ecologiche sopra *Aphanius fasciatus*“ iznio moguće probleme u očuvanju ove vrste, budući da se populacije nalaze u specifičnim staništima.

Kolebanja u rezultatima dobivenih molekularnom i morfološkom analizom tri sicilijanske populacije vrste *Aphanius fasciatus* smještenih u različitim, izoliranim staništima mogu se objasniti činjenicom da su u ovom slučaju morfološke različitosti djelomično uvjetovane

genetskim različitostima ili da morfološke razlike ne predstavljaju filogenetsku povijest populacije, već su primarno uvjetovane različitim staništima u kojima vrsta obitava. Interpretacija razlika između iste vrste uzrokovanih staništem predstavlja stimulirajući problem koji je zanimljiv sa teoretskog stajališta u smislu proučavanja mikro-evolucije ove vrste te iskoristivost dobivenih podataka u svrhu njenog očuvanja održivim menadžmentom okoliša (Tigano i sur. 2004).

1.3. Svrha i cilj istraživanja

Za pokretanje ovog istraživanja ključna je činjenica da postoji potreba za očuvanjem ove vrste budući da je njena karakteristika naseljavanje specifičnih i osjetljivih staništa kao što su solane, lagune i kopnena jezera. Zaštita i očuvanje obrvana kroz održivo rukovanje staništima u kojima obitava bilo bi olakšano ukoliko bi baza podataka o populacijama koje žive na našoj obali bila cijelovita. Svrha i cilj ovog istraživanja su bilo je utvrditi merističke i ostale biološke značajke populacije vrste *Aphanius fasciatus* na području Pantanske lagune, u cilju prikupljanja podataka u svrhu zaštite i očuvanja vrste. Nadalje, željeli smo dobiti potpunu dijagnozu populacije na način da utvrdimo relativni morfometrijski rast, mortalitet i smrtnost te duljinu životnog ciklusa.

Ovakvim sveobuhvatnim istraživanjem dobiti će se slika o biološkim i ekološkim bitnostima vrste *Aphanius fasciatus* na području Pantana te će dobiveni rezultati predstavljati temelj za moguću zaštitu ove vrste.

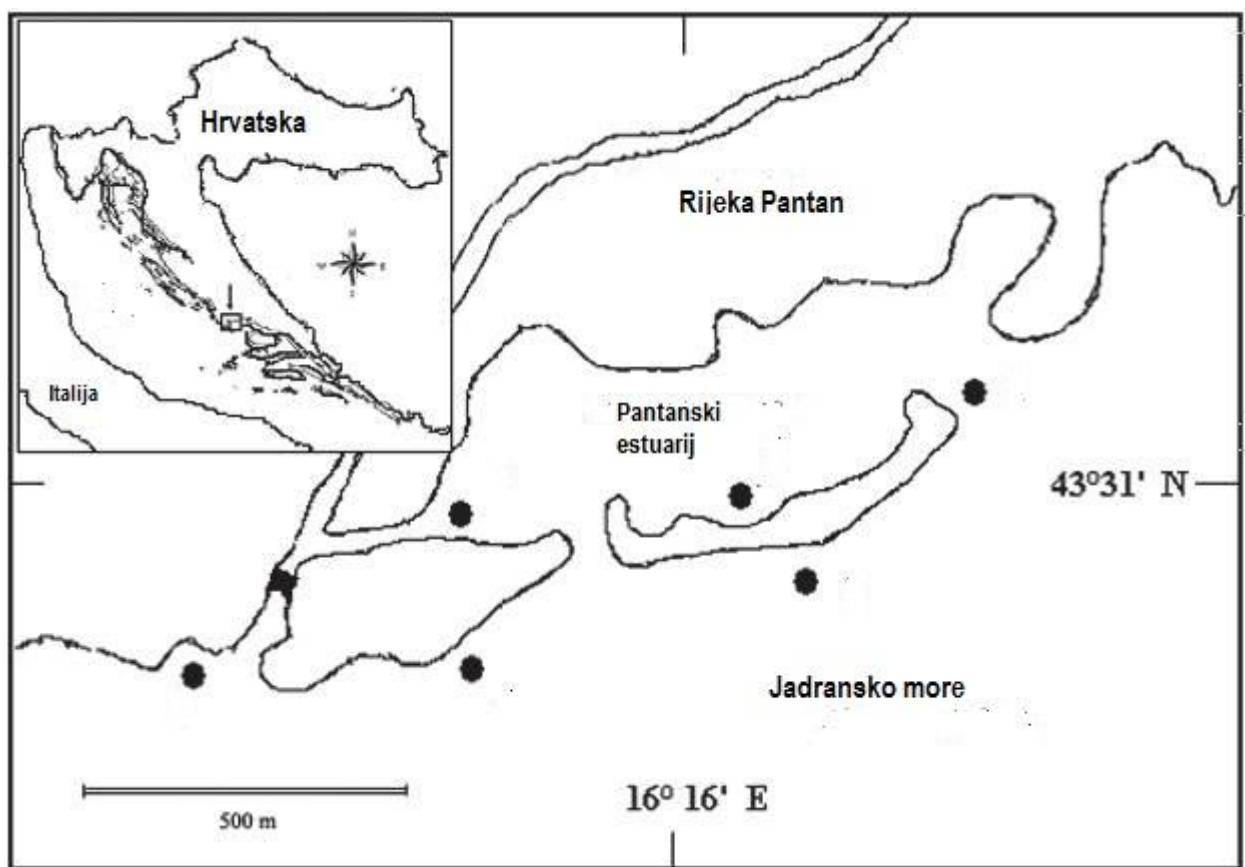


Slika 3. Rasprostranjenost obrvana (*Aphanius fasciatus*) u Mediteranu (www.aquamaps.org)

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

Područje na kojem se vodilo ovo istraživanje je Pantanski zaljev (zapadni dio Kaštelanskog zaljeva, Splitsko područje), a uzorke koje smo smo dobili iz ulova mrežom potegačom koristili smo kao osnovu. Pantanski je estuarij nastao djelovanjem Jadranskog mora i rijeke Pantan. Karakteristika rijeke Pantan je veoma kratak tok (cca 500 metara) te snažan i nepresušan izvor blizu Trogira, u zapadnom dijelu Kaštelanskog zaljeva (Slika 4.).



Slika 4. Područje Pantanskog zaljeva na kojem su se obavljala uzorkovanja

Karakteristika pantanske ihtiofaune je naseljenost slatkovodnim eurihalinim vrstama koje preferiraju biotope niskih saliniteta. Neke od njih su: *Anguilla anguilla*, *Aphanius fasciatus*, *Pomatoschistus canestrini* i *Knipowitschia caucasica*. Na tom području obitavaju i morske vrste koje toleriraju nizak salinitet kao što su *Pomatoschistus bathi*, *P. marmoratus*,

Atherina boyeri, *Sygnathus tenuirostris*, *Zosterisessor ophiocephalus* i *Lypophrys pavo* (Matić-Skoko i sur., 2005).

Za ovo su područje karakteristične sezonske varijacije u temperaturi i slanosti mora. Za vrijeme istraživanja temperature su kolebale od 11.5°C zimi do 23.3°C ljeti, dok je raspon slanosti bio od 12.9 psu zimi do 37.1 psu ljeti. Iako se te temperaturne i slanosne fluktuacije na Pantanu poklapaju sa sezonskim ciklusima Jadranskoga mora (Zore Armada i sur., 1991), utjecaj rijeke Pantan je velik i konačan u oblikovanju završnih karakteristika pantanskoga mora. Područja estuarija posebno su pogodna za mrijest i razvoj najranijih stadija riblje mlađi (Tzeng i Wang, 1992).

2.2. Tehnika ribolova u svrhu prikupljanja uzorka

Jedinke vrste *Aphanius fasciatus* koje su obrađene u ovom istraživanju potječu iz lovina mreže potegače. Duljina korištene mreže je 16 metara, visine 1.7 metara na rubovima i 2.2 metra u središtu, dok je promjer oka mreže 2.5 mm. Mreža je napravljena na principu i dizajnu mreža korištenih za ulov male ribe (Slika 5). Lovilo se na pet različitih lokacija na Pantanu, te je isti kontinuirano trajao od veljače 2010. godine do lipnja 2010. godine. Odmah nakon ulova ribe su ispirane vodom i stavljane u formalin (4%) gdje su pohranjivane sve do laboratorijske obrade. Osnovni hidrografske parametri (temperatura, slanost i količina otopljenog kisika) mjereni su pomoću multisonde (tipa Global water, Horiba) na dubini od 1 m.



Slika 5. Uzorkovane mrežom potegačom

Ukupna dužina i ostala morfometrijska mjerena su digitalnim ihtiometrom što većom mogućom preciznošću od 1,0 mm. Težina riba utvrđena je uz pomoć analitičke vase s preciznošću od 0,0001 g. Spol je utvrđen vizualnim pregledom, budući da je kod ove vrste jako izražen seksualni dimorfizam. Starost se utvrđivala svjetlosnim stereoskopom analizom ljudsaka. Ljuske su se uzimale duž bočne linije s lijeve strane ribljeg trupa i to od ruba škržnog poklopca do dorzalne peraje. Čitanje starosti bilo je otežano zbog nejasnih oznaka na ljuskama, stoga smo rezultate morali potkrijepiti obradom i analizom otolita. Radi malih dimenzija otolite smo vadili isključivo kod većih jedinki obrvana. Otolite smo prije pregleda ručno brusili radi bolje vidljivosti oznaka starosti pod svjetlosnim mikroskopom.

2.3. Dužinsko-maseni odnos

Dužinsko-maseni odnos je metoda koja se redovno koristi u ribarstvenim biološkim analizama. Dobiveni podaci analize dužine i mase vrste *Aphanius fasciatus* pružaju uvid u dinamiku populacije i biologiju vrste.

Ukupna i standardna duljina tijela obrvana određivale su se ihtiometrom s preciznošću od 1,0 mm. Ukupna je masa određivana analitičkom vagom s preciznošću od 0,0001 g. Za biometrijsku analizu mlađi obrađeno je 2545 jedinki obrvana. Alometrijski odnos između dužine (L) i mase (W) ispitan je s pomoću funkcionalne regresije (Ricker, 1975).

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

$$\log W = \log a + b \log L_s$$

tj. temeljem eksponencijalne jednadžbe

$$W = a L_t^b$$

$$W = a L_s^b$$

gdje su: W – masa

L_t – ukupna dužina

L_s – standardna dužina, a i b su konstante.

EkspONENT b je omjer logaritma rasta u odnosu dužine i mase. Povećanje b logaritma mase bit će jednako b puta povećanju logaritma dužine za isto vremensko razdoblje. Tijekom kritičnih trenutaka u biologiji vrste, kao što su metamorfoza, sazrijevanje i mriješćenje, dolazi

do promjene odnosa W/L. U alometrijskom odnosu W/L vrijednosti konstante $b>3$ označavaju pozitivnu alometriju, $b<3$ negativnu alometriju, a ako je $b=3$ odnos W/L je izometrijski. Pri negativnoj alometriji riba raste 10 puta brže u duljinu, nego što se povećava njezina masa, a kod pozitivne je suprotno. Uz izometrijski odnos riba raste razmjerno jednako u duljinu i masu, zadržavajući svoj uobičajeni oblik.

2.4. Meristika

Merističko mjerjenje obavljeno je na 50 jedinki obrvana. Brojanje člankovitih i nečlankovitih šipčica vršeno je uz pomoć lupe. Za osnovne statističke analize merističkih obilježja primijenjen je program SAS 9.1. *for Windows*.

Od merističkih osobina analizirani su:

1. Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica leđne peraje (D);
2. Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje (A);
3. Broj člankovitih šipčica prsnih peraja (P);
4. Broj člankovitih i nečlankovitih šipčica trbušnih peraja (V);
5. Broj člankovitih šipčica repne peraje (C);

2.5. Kondicija

Izrazom kondicija kod riba se opisuje fizičko tjelesno stanje, a nastaje kao posljedica dužinsko-masenog odnosa. Kondicija se izražava vrijednostima koeficijenta kondicije ili ponderalnog indeksa (Thompson, 1942). Promjena koeficijenta ukazuje na određena fiziološka stanja te na promjene abiotičkih i biotičkih čimbenika u okolišu. Na vrijednost kubičnog koeficijenta kondicije utječu različiti parametri, od različitih bioloških osobina kao što su masnoća i prilagodljivost na uvjete okoliša, rast i razvoj gonada, do sezonskih promjena utjecaja okoliša, promjene koje nastaju u odnosu na količinu raspoložive hrane, povoljnost određenog područja, stupanj hranjenja i parazitizma. Parametri koji utječu na rast ribe predstavljaju prvu skupinu parametara. Činjenica da većina riba raste alometrijski, a ne izometrijski ukazuje da svi parametri koji utječu na vrijednost varijable b, kao što su starost, spol ili dostizanje spolne zrelosti utječu i na vrijednost kubičnog koeficijenta kondicije. Na njegovu vrijednost utječu i parametri vezani uz selektivnost ribolovnog alata i broj primjeraka

ribe s kojima raspolažemo. Posebnu skupinu parametara čine oni koji se odnose na ekološke uvjete okoliša u kojima riba živi, količinu hrane i stupanj parazitizma.

Kondiciju računamo pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta:

$$IK = 100 \times W / Lt^3$$

gdje je:

IK - vrijednost indeksa kondicije

W - masa

Lt - ukupna dužina tijela

Sva su biometrijska obilježja mjerena na uzorcima svježe izvađenim iz formalina (4%) te ispranim slatkom vodom. Mjerenja su održana ručnim digitalnim ihtiometrom s točnošću od 0,1 cm. Za statističku analizu podataka i grafičke prikaze korišten je program Microsoft Excel 2007.

2.6. Starost

Za određivane starosnog sastava populacije obrvana korištene su dvije metode:

- a) metoda izravnog očitavanja ljudsaka
- b) metoda očitavanja starosti sa otolita

Ukupno je obrađeno 350 jedinki obrvana.

Neposrednu ili izravnu metodu određivanja starosti predstavlja metoda očitanja starosti preko prstenova nastalih iz organsko-anorgenskog matriksa u procesu rasta. Nalaze se na ljudskama, otolitima, kraljećima, perajnim potporama, šipčicama i drugim tvrdim koštanim ili hrskavičnim dijelovima ribljeg tijela.

Posredne metode se zasnivaju na statističkim metodama koje uspoređuju duljine tijela riba s njihovom brojčanom učestalošću pojavljivanja, a kod nedoraslih riba, prema njihovoj prvoj pojavi u bentopelagičnim biocenozama ovisno o vremenu njihova izvaljivanja nakon mrijesta. Ako je poznato razdoblje mrijesta, temeljem prvog ulova najmanjih jedinki i njihove ukupne duljine može se donijeti zaključak o njihovoj mjesecnoj starosti.

Ljuske, koje su korištene u svrhu određivanja starosti, su s ribe odstranjene struganjem s područja bočne pruge i pospremljene u papirnate vrećice. Promatrane su pod lupom nakon što su očišćene i prelivene vodom radi omekšavanja.

Starost je s ljesaka očitana tri puta, od strane troje ljudi kako bi se izbjegla subjektivnost u čitanju. Ukoliko dva čitanja ne daju isti rezultat, ljeska se smatra nečitljivom. Broj prstenova je prebrojen i utvrđen metodom koju su ustanovili Bagenal i Tesch (1978).

Očitavanje ljesaka se sastoji u brojanju koncentrično poredanih prstenova, koji su odijeljeni tankim granicama. Broj je prstenova srazmjeran starosti ljeske, odnosno ribe. Središnji dio ljeske je najdeblji i najstariji. Za vrijeme zimske nestasice hrane uspori se rast ljesaka, koje se povećavaju usporedno sa starošću ribe i u njima se ne taloži vapnenac snažno kao ljeti. Široki pojas prirasta nastane u ljesci u proljeće i ljetu te je obilno prožet vapnencem i odijeljen od zimske tanke pruge. Jedan zimski i jedan ljetni prsten čine punu godinu ribe. Dobiveni podaci o starosti obrađeni su statistički pomoću programa FiSAT (Gayanilo i sur., 1994).

Očitavanjem starosti riba dolazi se o podataka o rastu, koji je određen odnosom starosne dobi svake pojedine jedinke i njene dužine, odnosno mase. Na osnovu podataka o starosti izračunat je dužinski rast jednadžbom Von Bertalanffy-a (1934), koja je modificirana u oblik (Beverton i Holt, 1957):

$$L_t = L^\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

gdje su:

L_t - ukupna dužina u trenutku t

- asimptotska vrijednost dužine L^∞

k - koeficijent rasta vrste

t_0 - teoretska starost ribe pri dužini L^∞ , odnosno dužini pri kojoj se počinju stvarati ljeske koje se koriste za očitanje starosti.

2.7. Smrtnost

Određena je ukupna smrtnost obrvana ($N=222$). Modelom 'linearized lenght-converted catch curve' (Pauly, 1984), koja se zasniva na izravnom očitavanju starosti ljeske i primjeni Von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta za pretvaranje dužine u starost, određena je ukupna smrtnost (Z). Nagib dobivenog regresijskog pravca predstavlja ukupnu smrtnost.

Za procjenu smrtnosti (M) upotrijebljena je formula koja se uobičajeno koristi za njezino određivanje kod odraslih populacija riba (Pauly, 1980).

Regresijskom analizom parametara M (prirodna smrtnost), K (koeficijent rasta), L^∞ (asimptotska dužina) i T (srednja godišnja temperatura u C na području istraživanja za dubine

od 0 do 35 m) na 222 ribljih jedinki procijenjena je empirijska linearna veza između tih parametara:

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln Z + 0,6543 \ln K + 0,463 \ln T.$$

Ribolovna smrtnost je izračunata prema formuli: $F = Z - M$

3. REZULTATI

3.1. Hidrografski parametri

Uzorci obrvana ulovljeni su tijekom veljače, ožujka, travnja, svibnja i lipnja 2010. godine. Za vrijeme istraživanja temperatura se mora kretala od 13,6 °C do 20,1 °C . Slanost se kretala u rasponu od 12,7 do 28,9 psu, a vrijednost otopljenog kisika od 6,2 do 7,1 mg/l (Tablica 1). Mjerenja se se vršila na 1 m dubine.

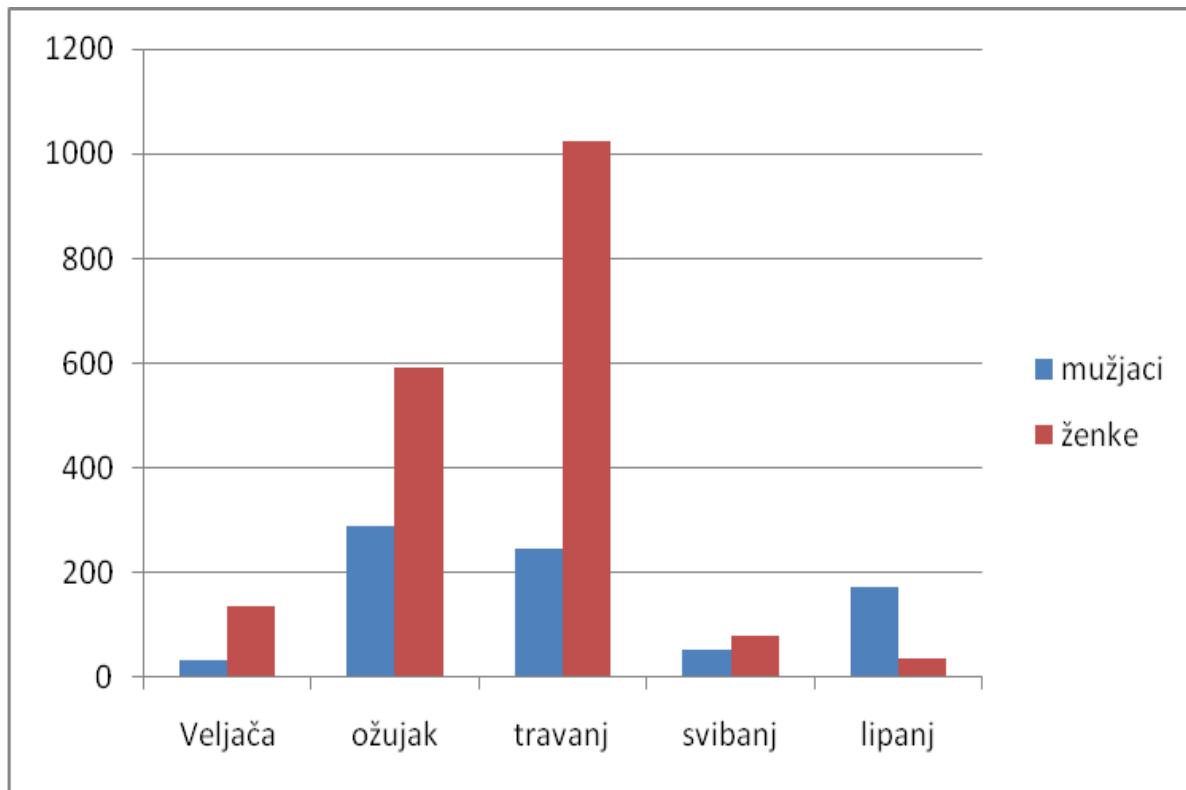
Tablica 1. Rezultati mjerenja hidrografskih parametara od veljače do lipnja 2010. godine na području Pantanske lagune

	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
Temperatura (°C)	12,7	13,1	15,2	18,1	20,1
Slanost (psu)	15,6	15,9	19,2	25,3	28,9
Kisik mg/L	7,1	6,9	6,9	6,6	6,2

3.2. Dužinski sastav populacije i omjer spolova

Tijekom istraživanja ukupno je ulovljeno 2666 jedinki; 169 u veljači, 784 u ožujku, 1274 u travnju, 333 u svibnju i 210 u lipnju. U veljači su uhvaćena 33 mužjaka i 135 ženki. U ožujku 290 mužjaka i 592 ženke, u travnju 1025 ženki i 247 mužjaka, u svibnju 53 mužjaka i 81 ženka, te u lipnju 173 mužjaka i 35 ženki (Slika 6).

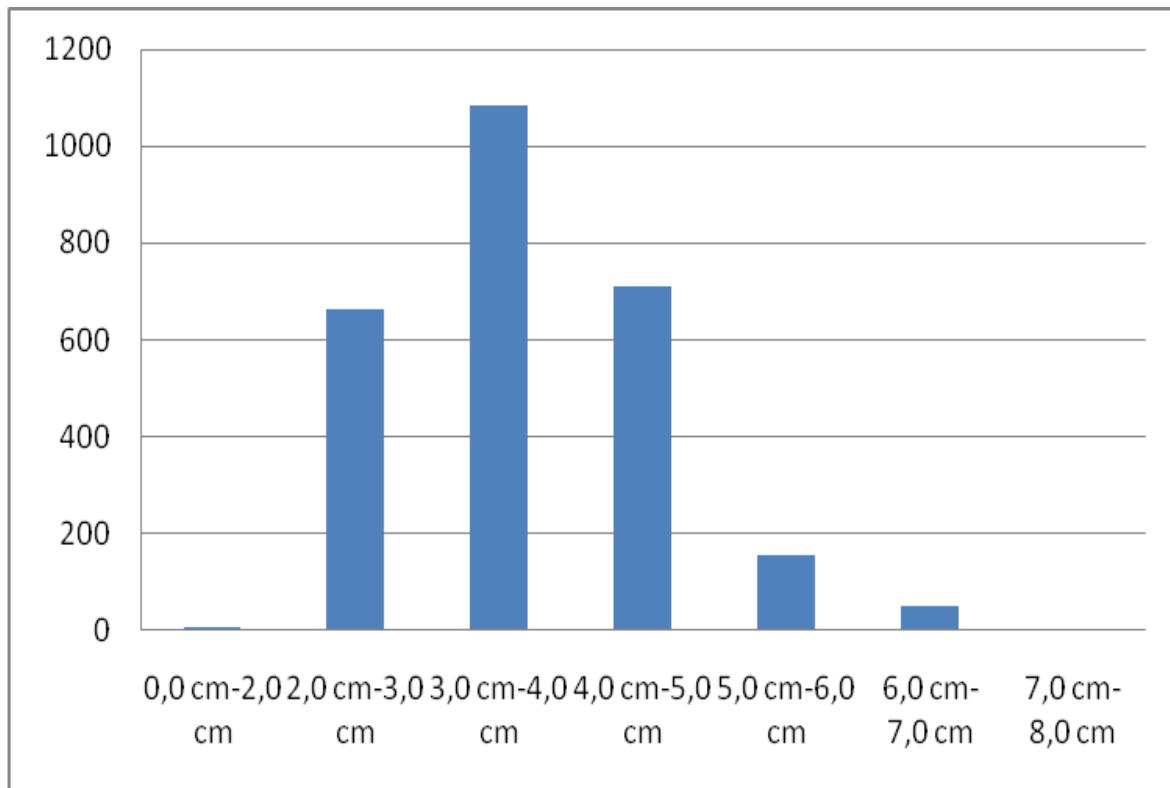
Omjer spolova u veljači bio je 4:1 u korist ženki, u ožujku 2,04:1 u korist ženki, u travnju 4:1 u korist ženki, u svibnju taj omjer je bio 1,5:1 u korist ženki, dok se u lipnju odnos promijenio u 4,9:1 u korist mužjaka.



Slika 6. Broj ulova mužjaka i ženki obrvana, *Aphanius fasciatus*, po mjesecima

Najveća izmjerena vrijednost mužjaka obrvana u veljači je iznosila 3,6 cm, dok je za ženke ta vrijednost iznosila 4,55 cm. Mužjak obrvan u ožujku je bio dug 4,1 cm dok je duljina ženke iznosila 6,45 cm. U travnju je za mužjake najveća mjerena duljina iznosila 5,95 cm, a kod ženki 7,4 cm. U svibnju je najveći mjereni mužjak bio dug 4,45 cm, dok je za ženke ta vrijednost iznosila 4,55 cm. Kod mužjaka je u lipnju izmjerena najveća duljina od 6,2 cm, a kod ženki 4,61 cm. U populaciji ženki iz travnja, koja je ujedno bila i naš najbrojniji ulov, prevladavale su jedinke ukupne duljine od 3-4 cm, a bile su svrstane u 7 dužinskih razreda, kod mužjaka su u travnju prevladavale jedinke od 3 cm duljine.

Od 2666 ulovljenih jedinka tijekom sva četiri mjeseca, najveći broj pripadao je dužinskom razredu 3,0-4,0 cm (N=1083). Nakon toga su slijedile jedinke od 4,0-5,0 cm (N=709). Najmanje je jedinki bilo duljine 7,0-8,0 cm (N=2) (Slika 7).

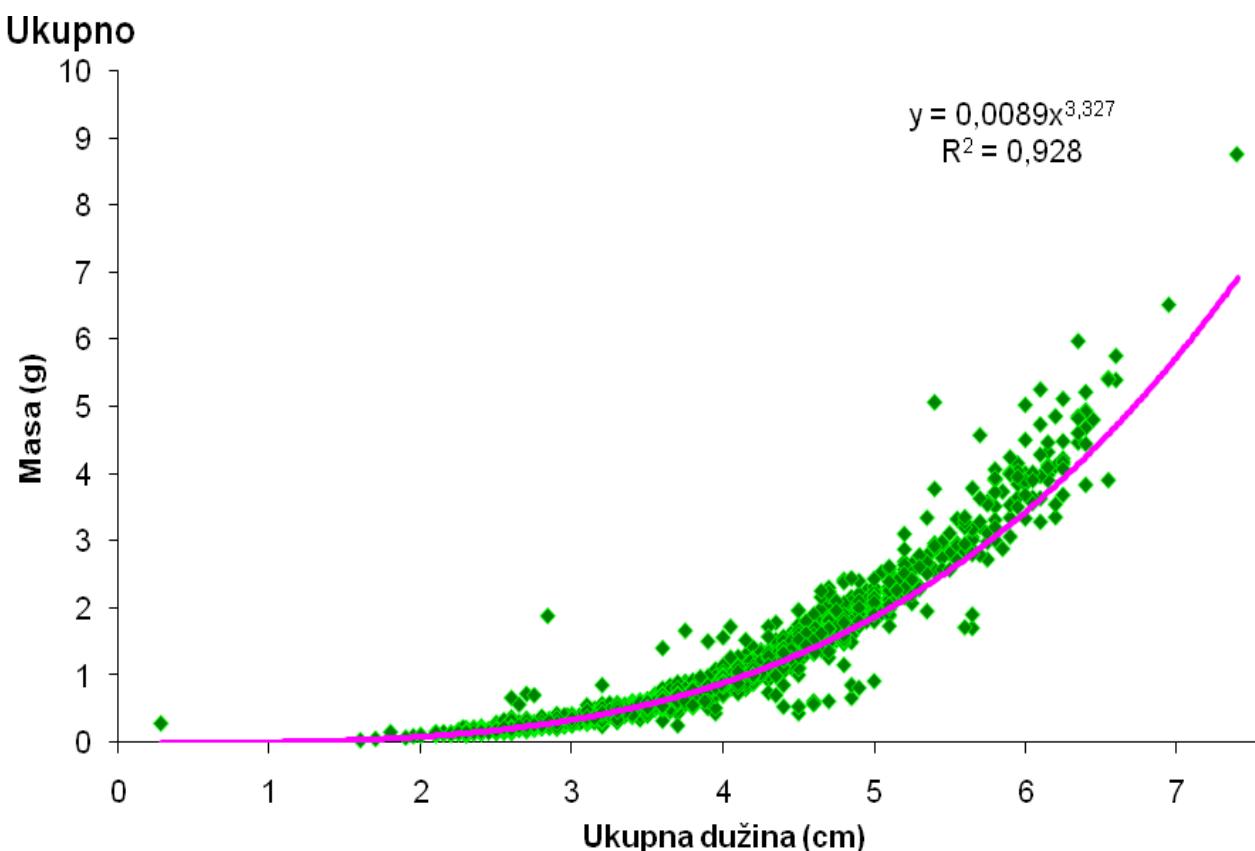


Slika 7. Dužinska raspodjela ukupnog ulova obrvana, *Aphanius fasciatus*, u 7 dužinskih kategorija

3.3. Dužinsko-maseni odnos

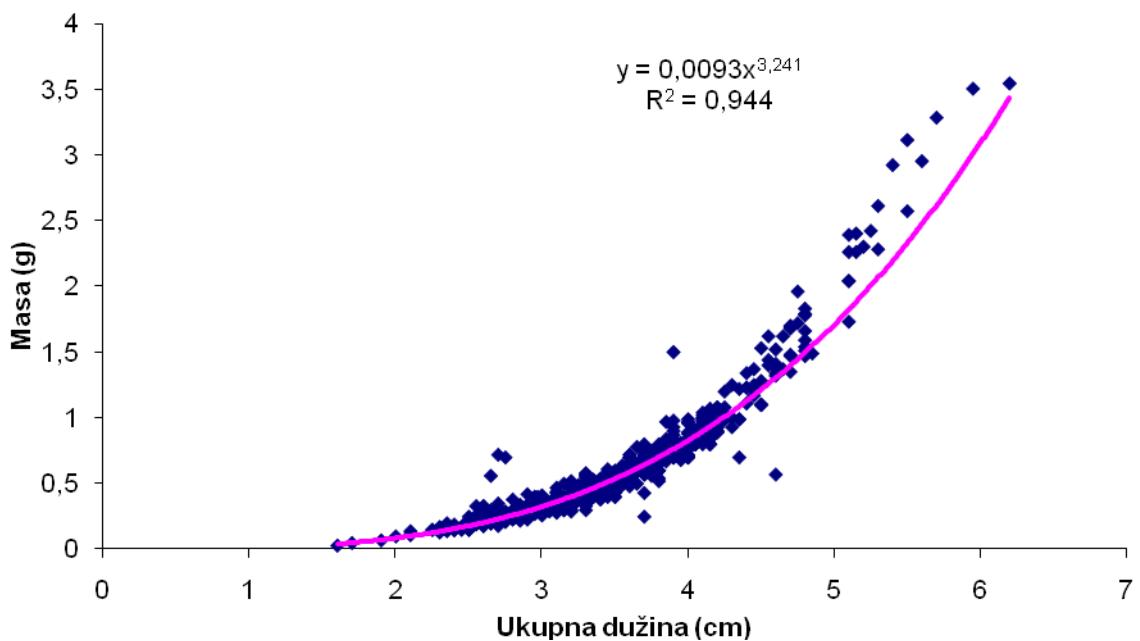
Izračunom pri kojem je korištena ukupna duljina (Lt) utvrđeno je da u ožujku dužinsko-maseni odnos ima pozitivnu alometriju, jer eksponent b iznosi 3,327 (Slika 8, 9 i 10). Mjeren je maseno-dužinski odnos u ukupnom uzorku ulovljen u razdoblju od veljače do lipnja 2010. godine. Također je napravljena i maseno-dužinska analiza po spolovima u ukupnom uzorku.

Detaljnije statističke analize po mjesecima (od veljače do lipnja) pokazale su da obrvan ima kontinuirano pozitivnu alometriju, osim u veljači kada je eksponent b iznosio 2,897.



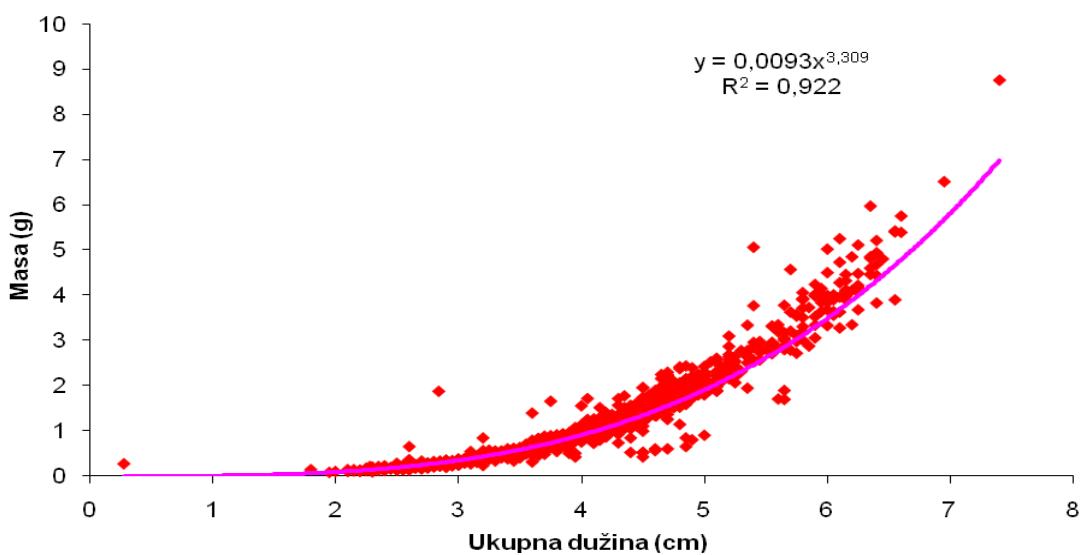
Slika 8. Dužinsko-maseni odnos obrvana, *Aphanius fasciatus*, u uzorku ulovljenom u travnju 2010. godine

Mužjaci



Slika 9. Dužinsko maseni odnos mužjaka obrvana, *Aphanius fasciatus*, u uzorku prikupljenom u travnju 2010. godine

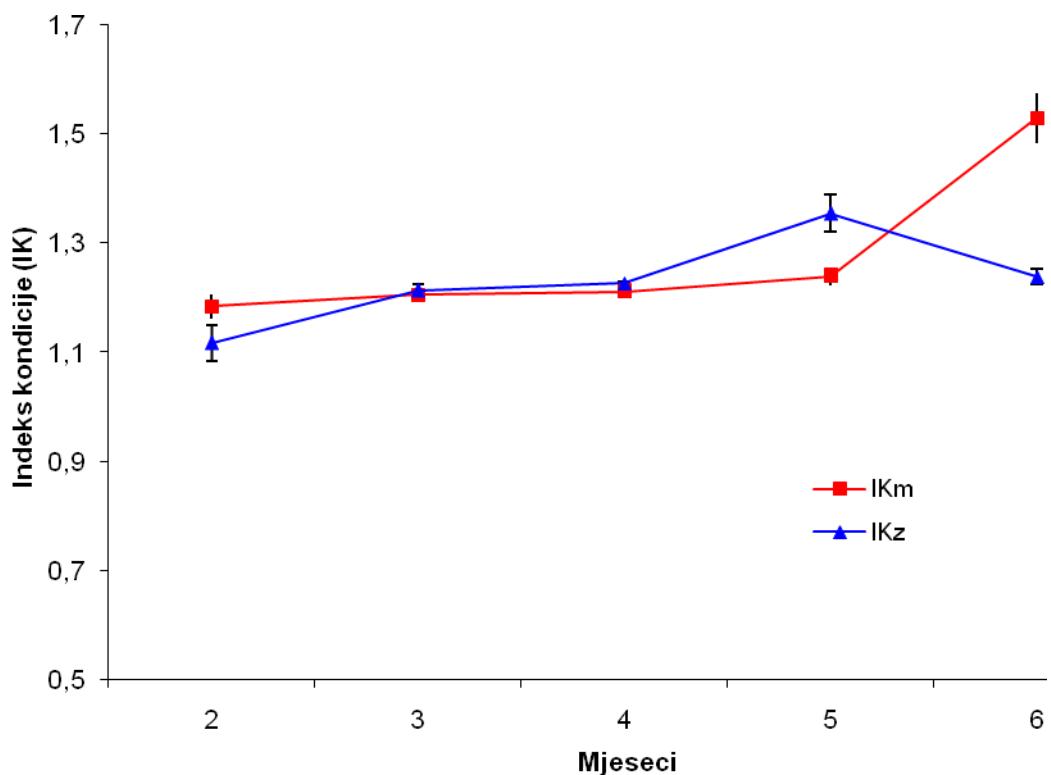
Ženke



Slika 10. Dužinsko-maseni odnos ženka obrvana, *Aphanius fasciatus*, u uzorku prikupljenom u travnju 2010. godine

3.4. Kondicija

Vrijednost indeksa kondicije u ovom radu izračunata je za cijelokupni materijal odnosno za 2666 jedinki obrvana na području Pantanskog estuarija. Indeks kondicije dobiven je iz srednjih vrijednosti mase polacentimetarskih razreda ukupne dužine tijela (Lt). Indeks kondicije (Slika 11) rezultat je općeg fizičkog stanja organizma. Temeljem parametara dužine i mase izračunat je ukupni indeks kondicije (Slika 12. i 13.). IK = Srednja vrijednost indeksa kondicije za ukupni uzorak iznosila je 1,251. Za mužjake je srednja vrijednost iznosila 1,273, a za ženke 1,229.



Slika 11. Indeks kondicije obrvana, *Aphanius fasciatus*, mužjaci i ženke

mjesec	mužjaci	ženke
veljača	1,184 (SE:0,0321) $R^2 = 0,741$	1,117 (SE:0,0225) $R^2 = 0,802$
ožujak	1,205 (SE:0,0108) $R^2 = 0,899$	1,213 (SE:0,0098) $R^2 = 0,980$
travanj	1,211 (SE:0,0027) $R^2 = 0,910$	1,227 (SE:0,0124) $R^2 = 0,791$
svibanj	1,239 (SE:0,0034) $R^2 = 0,979$	1,354 (SE:0,0156) $R^2 = 0,984$
lipanj	1,529 (SE:0,0144) $R^2 = 0,984$	1,238 (SE:0,0451) $R^2 = 0,897$

Slika 12. Postupak izračuna indeksa kondicije obrvana, *Aphanius fascaitus*

Mjeseci	IKm	IKz	SEm	SEz
2	1,184	1,117	0,0321	0,0225
3	1,205	1,213	0,0108	0,0098
4	1,211	1,227	0,0027	0,0124
5	1,239	1,354	0,034	0,0156
6	1,529	1,238	0,0144	0,0451

Slika 13. Podaci za izračun indeksa kondicije obrvana, *Aphanius fascaitus*, po mjesecima

Indeks kondicije ima trend porasta vrijednosti s povećanjem ukupne duljine. Indeks kondicije raste najviše od dužinskog razreda 5 cm do 7 cm. Kako su ukupna dužina ribe i starost u uskoj vezi, tako je najviša vrijednost indeksa kondicije utvrđena za jedinke starosti 4++, a najniža za one od 1 godine starosti.

3.5. Meristika

U merističkoj analizi obrvana obrađeno je 50 jedinki. Broj člankovitih i nečlankovitih šipčica kod obrvana je kolebao.

Leđna peraja: D = I-II 8(9-10);

Analna peraja: A = I-(8)9(10);

Prsna peraja: P = 9-10(11);

Trbušna peraja: V = 5-6(7);

Repna peraja: C = 14 -17;

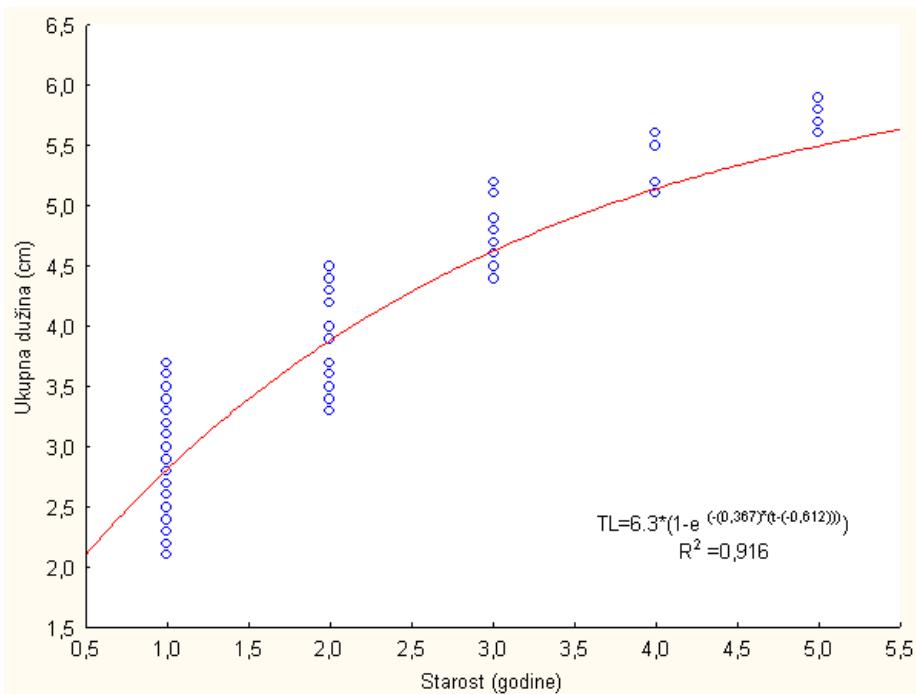
3.6. Novačenje

Mlađ obrvana prvi je put ulovljena u svibnju pri ukupnoj duljini od 1,6 do 1,9 cm. To je ujedno bila i najmanja ulovljena mlađ. Najviše je jedinki obrvana prikupljeno u ožujku, njih 1072. U dalnjem uzorkovanju u lipnju drastično pada broj ulovljenih jedinki.

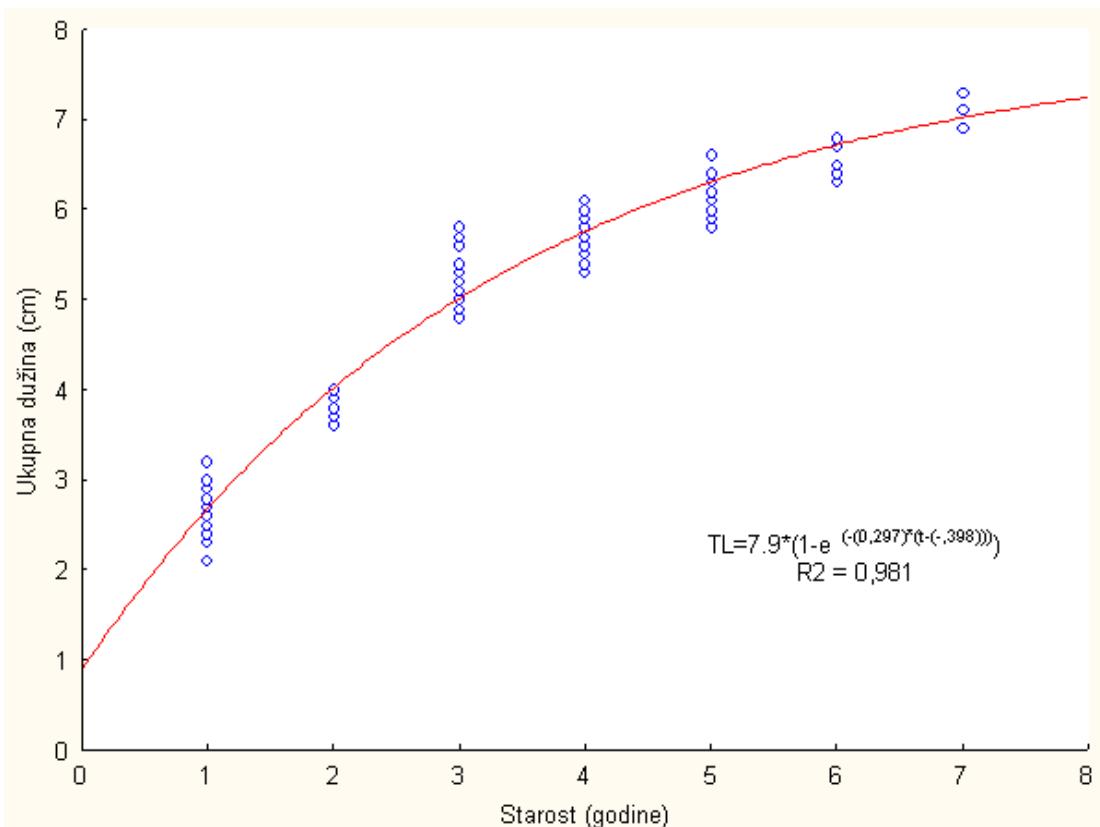
Mlađ u postocima pronalazimo u svim mjesecima uzorkovanja osim u veljači gdje je najmanja ulovljena jedinka bila 2,6 cm duga. Najveći udio mlađi, 43% od ukupnog ulova, u rasponu od 1,6 cm-2,0 cm ulovljen je u travnju 2010. U svibnju postotak pada na 24% te je u lipnju neznatan i iznosi 7%.

3.7. Starost i rast

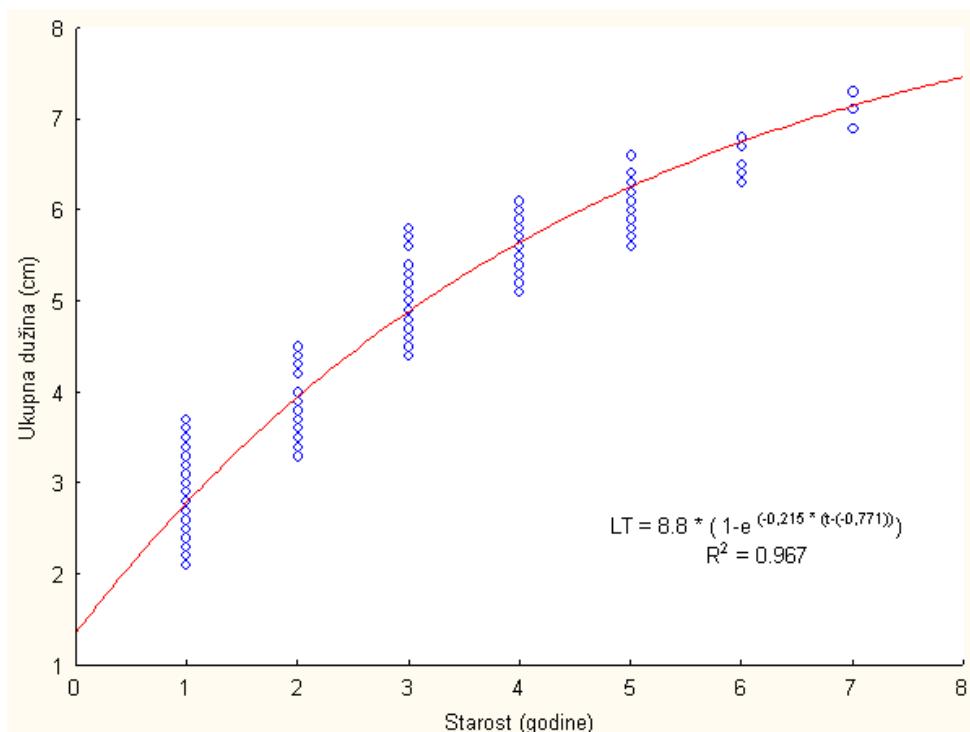
Analizirano je 350 jedinki obrvana s područja Pantanskog estuarija, odnosno njihove ljske, od čega se na 276 komada, mogla očitati starost, a 74 je bilo nečitljivo (21%). Raspon ukupne duljine tijela za obrađene jedinke kretao se od 2,1 cm do 7,3 cm. Podaci o dužini se odnose na ukupnu dužinu tijela izraženu u centimetrima na točnost od 0,1 cm. Najveći dio uzorka sačinjavale su dvogodišnje jedinke (47%), a općenito u uzorku dominiraju dvogodišnje i trogodišnje jedinke, dakle čak 91% obrvana mlađe je od 4 godine. Iz srednjih vrijednosti duljina obrvana i funkciji njegove starosti proizlazi da na području Pantanske lagune obitavaju obrvani do pete godine života (Slika 14,15 i 16). Preklapanja dužina kod jedinki obrvana različitim dobnih skupina su znatna, a posebno kod drugog i trećeg godišta. Najbrži dužinski prirast obrvan ostvaruje tokom prve dvije godine života kada dostiže do 55% svoje maksimalne duljine.



Slika 14. Starost mužjaka obrvana, *Aphanius fasciatus*



Slika 15. Starost ženke obrvana, *Aphanius fasciatus*



Slika 16. Starost ukupnog uzorka obrvana, *Aphanius fasciatus*

3.8. Smrtnost obrvana

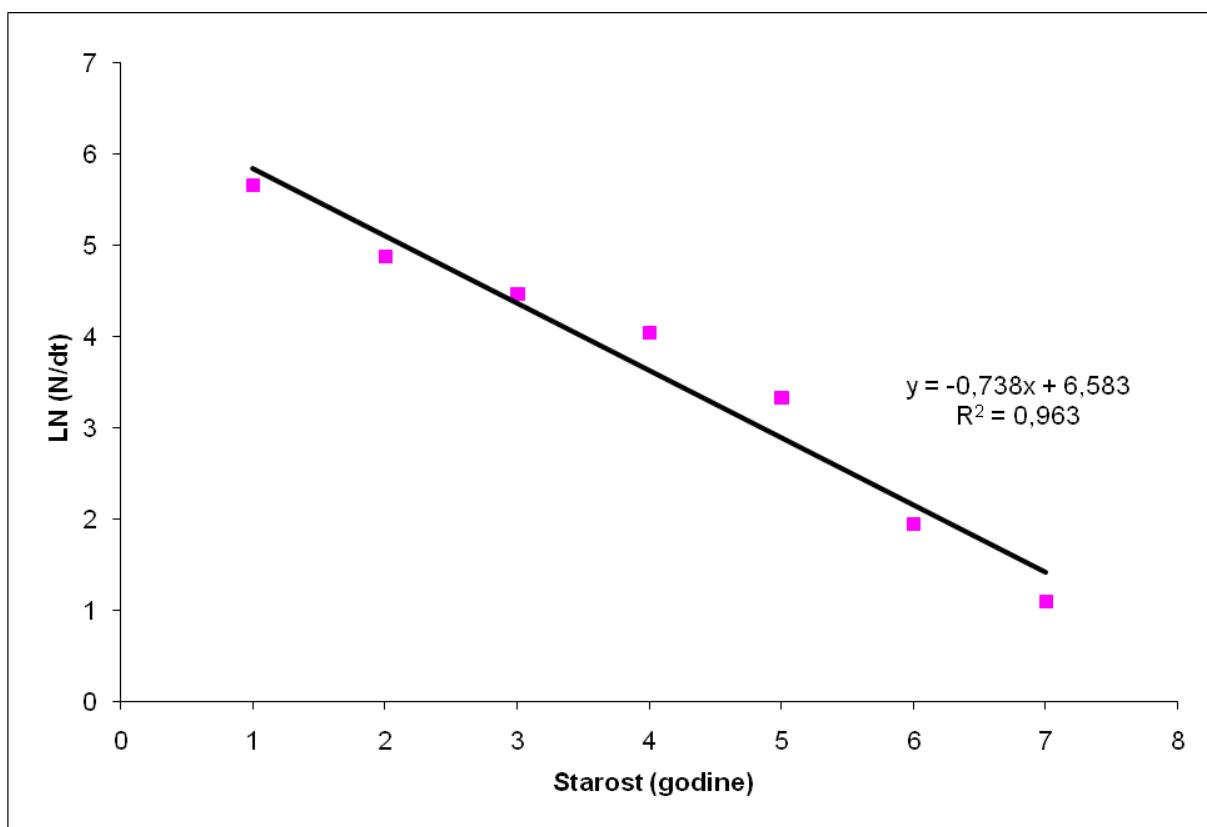
Smrtnost obrvana je analizirana na 200 jedinki s područja Pantanske lagune, kojima je prethodno određena starost. Vrijednost ukupne (Z) smrtnosti iznosi 0,738, prirodne (M) 0,719 i ribolovne (F) 0,019 (Slika 17). Iz eksploatacijskog odnosa vidi se da se ova vrsta ne koristi u komercijalne svrhe. Ribolovna je smrtnost gotovo 0 jer je riječ o vrsti koja se komercijalno ne koristi. Omjer iskorištavanja (E) je 0,025 (Tablica 2. i 3.)

Tablica 2. Podaci korišteni za izračun smrtnosti obrvana, *Aphanius fasciatus*

	N	LN (N)
1	286	5,655992
2	131	4,875197
3	87	4,465908
4	57	4,043051
5	28	3,332205
6	7	1,94591
7	3	1,098612

Tablica 3. Ukupna (Z), prirodna (M), ribolovna (F) smrtnost i omjer iskorištavanja za područje Pantanskog estuarija.

Ukupna	Z	0,738
Prirodna	M	0,719
Ribolovna	F	0,019
Omjer	E	0,025745



Slika 17. Prikaz smrtnosti obrvana, *Aphanius fasciatus*, u ukupnom uzorku

4. RASPRAVA

Tijekom uzorkovanja na postaji Pantanskog estuarija najmanja pronađena jedinka bila je 1,7 cm duljine dok je najveća jedinka bila duga 7,4 cm, što je maksimalna duljina koju ta vrsta može postići. To ukazuje na to da na tom staništu populacija provodi cijeli životni ciklus te da joj je to prirodno stanište. Takvu tvrdnju nam potkrepljuje i rad Skoko i sur. (2005) u kojem se navodi da je u svim godišnjim dobima *Aphanius fasciatus* bio bitno prisutan u ukupnom ulovu.

Dužinsko-maseni odnos

Vrijednost koeficijenta b za jedinke s područja Pantanskog estuarija ukazuje na pozitivnu alometriju kod mužjaka i kod ženki obrvana. Skoko i sur. (2000) za to područje utvrđuju nešto nižu vrijednost koeficijenta b , odnosno za mužjake $b=2,890$ i za ženke $b=2,971$. Ovakve razlike u vrijednosti koeficijenata vjerojatno proizlaze zbog različitog vremena prikupljanja jedinki s obzirom da koeficijent b varira u raznim sezonomama, te iz različitog broja sakupljenih jedinki koji je u ponekim istraživanjima nizak. Prema Dulčiću i Kraljeviću (1996) razlike mogu postojati i zbog različitog vremena dostizanja prve spolne zrelosti, različitog stupnja ontogenijskog razvoja kao i razlikama u starosti, zrelosti gonada i spolu.

Analiza ovog odnosa za obrvana ukazuje da je u ovom radu postignuta veća preciznost radi velikog broja analiziranih jedinki ($N=2666$) i raznovrsne duljinske strukture, iako je nedostatak velikih jedinki te mali broj jedinki (manjih od 2 cm) zasigurno utjecao na vrijednost alometrijskog koeficijenta. Važan detalj ove analize je i činjenica da su jedinke sakupljane u vrijeme mrijesta kada ribe dobivaju na masi, radi sazrijevanja gonada, više nego na dužini tijela. Za zrelo razdoblje života pozitivna alometrija je očekivana, dok u razdobljima veće starosti ribe možemo očekivati negativnu alometriju jer jedinke zadržavaju svoju dužinu, a manje dobivaju na masi.

Ekološki čimbenici Pantanskog estuarija, hidrografski uvjeti, različita dostupnost hrane, promjene u stopama rasta, te varijacije u fiziološkim funkcijama organizma zbog stresova iz okoline, utječu na vrijednost koeficijenta b . Ukoliko vrsta pokazuje stalnost u pogledu navedenih ekoloških zahtjeva i fizioloških stanja, onda se alometrijska vrijednost ne mijenja (Martin, 1949), (Bagenal i Tesch, 1978), (Ricker, 1978).

Rijedak je primjer da je masa ribe jednaka trećoj potenciji njezine duljine (Allen, 1983), odstupanja nisu velika i kreću se od 1,4 do 4,0 (Brown, 1957; Ricker, 1958), ili između 2,5 i 4,0 (Hille, 1936; Martin, 1949)

Odnos spolova

U ovom istraživanju odnos spolova bio je u korist ženki, osim u lipnju kada se odnos promijenio u korist mužjaka. Dobiveni rezultati odgovaraju istraživanju Leonides i Sinis (1995) koji su dobili slične rezultate za područje grčkih zaljeva Etilkoon i Meslonongi. Manji broj mužjaka u reproduktivnom razdoblju može imati nekoliko uzroka; kraći životni vijek mužjaka radi smanjenja kompeticije za hranom sa juvenilnim jedinkama i veći mortalitet mužjaka (Haynes i Cashner, 1995).

Indeks kondicije

Indeks kondicije je rezultat dužinsko-masenog odnosa. Praćenjem indeksa kondicije mogu se utvrditi određena fiziološka stanja vrste i ovisnost o sezonskim promjenama koje utječu na razne karakteristike vrste. Kondicija je pokazatelj rezervi energije kod riba. Za obrvana do sada nisu objavljivani rezultati indeksa kondicije stoga u ovom slučaju ne možemo raditi usporedbu sa drugim autorima. Analiza podataka ukazuje na to da jedinke sa najmanjom duljinom tj. najmlađe jedinke imaju niži indeks kondicije od onih sa većom duljinom i masom. U ovom slučaju indeks kondicije je rastao proporcionalno sa starosti ribe. Smatra se da je razlog tome što ribe u spolnoj zrelosti veliki dio svoje energije troše na stvaranje gonada i dostizanje spolne zrelosti, dok stare jedinke svoju energiju ne troše na funkciju reprodukcije.

Meristika

Meristički podaci obrvana iz pantanske lagune u usporedbi sa podacima koje su dobili Sinis i Leonardos (2000) za područje Grčke donekle odstupaju što nam ukazuje na to da se merističke značajke u malom postotku mijenjaju u ovisnosti o staništu i uvjetima u kojima obrvan živi.

Starost i rast

Praćenje dužinskog i masenog rasta riba na nekom području, ima važnost kako u cilju znanstvenih objašnjenja osobitosti rasta izazvanog ekološkim čimbenicima, tako i u praktičnom smislu. Odnosno, na temelju proučavanja moguće je donijeti pravovaljane mjere u gospodarenju ribljim fondom ili očuvanju neke riblje vrste. Rast može utjecati na veličinu odrasle populacije, kontrolirajući broj jedinki koje dostižu spolnu zrelost (Jones, 1987) ili

preko učinka smrtnosti na preživljavanje nedoraslih riba s obzirom na ovisnost smrtnosti o veličini jedinke (Forrester, 1990; Sogard, 1992).

Rast obrvana na području Pantana obilježen je najbržim prirastom u prve dvije godine života. Ove tvrdnje potvrđuje i istraživanje koje su proveli Leonardos i Sinis (1999). Analizom su uzoraka potvrdili kako su u istom vremenskom razdoblju jedinke jednake duljine iz Mesolongi zaljeva (Grčka) i Eilikoon zaljeva (Grčka) imale različitu masu. Razlike u razvoju proizašle su iz različitih ekoloških uvjeta okoliša. Ista vrsta može imati različitu stopu smrtnosti u ovisnosti o okolišu u kojem provodi svoj životni ciklus.

Stopa prirodne smrtnosti obrvana dobivena u ovom istraživanju je $M=0,719$. Razlog tome možemo pronaći u biološkim značajkama obrvana kao male i brzo rastuće vrste, predatorskim odnosima, kanibalizmu, bolestima, stresu prilikom razmnožavanja. Niska ribolovna smrtnost (0,019) ukazuje nam da se ova vrsta ne iskorištava u komercijalne svrhe. Najstarija jedinka obrvana na području Pantanske lagune obrađena u ovom istraživanju imala je pet godina. Najveći dio uzorka sačinjavale su dvogodišnje jedinke, a općenito u uzorku dominiraju jednogodišnje i dvogodišnje jedinke. Slični rezultati su se pokazali i u istraživanjima Leonardos i Sinis (1999) na području grčkih laguna Eilikoon i Mesolongi. Najduža jedinka koju su pronašli u ulovu bila je 7,6 cm duga, a samo 9,7% jedinki bio je starije od 4 godine.

5. ZAKLJUČAK

1. Raspon ukupnih duljina tijela analiziranih na ukupnom broju jedinki obrvana ($N=2666$) na području Pantanskog estuarija tijekom veljače, ožujka, travnja, svibnja i lipnja kretao se od 1,6 cm do 7,6 cm. Raspon ukupnih tjelesnih masa kretao se od 0,15 g do 8,75 g.
2. Pri izračunu ukupne duljine tijela obrvan je (L_t) u svim mjesecima (od veljače do lipnja) imao pozitivan alometrijski rast. To znači da obrvan brže raste maseno nego dužinski (od veljače do lipnja).
3. Indeks kondicije raste tijekom mjeseci uzorkovanja. To nam ukazuje na to da se indeks kondicije povećava s porastom ukupne duljine tijela. Najviša vrijednost indeksa kondicije utvrđena je za jedinke od 4+ godine, a najniža za jedinke od 1 godine.
4. Najmanje jedinke, dužine od 1,6 cm najčešće su u svibnju.
5. U odnosima spolova prevladavaju ženke, te nam to ukazuje na kraći životni vijek i višu smrtnost mužjaka kao izravnu posljedicu kompeticije za hranu između mužjaka, ženki i mlađi.
6. Visoka vrijednost koeficijenta ukupne smrtnosti (Z) posljedica je visoke prirodne smrtnosti (M) u odnosu na ribolovnu smrtnost (F) koja je beznačajna i gotovo ravna nuli.

6. LITERATURA

- Doadrio, I. 1994. Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography. Konink. Mus. Midd. Afri. Terv. Belg. Annal. Zool. Wetenschap 275: 21-34.
- Doadrio, I., Perdices, A., Machordom, A. 1996: Allozyme variation of the endangered killifish *Aphanius iberus* and its application to conservation. Environ. Biol. Fish 45: 259-271.
- Doadrio I., José A., Carmon I., Fernandez-Delgado C., Forester, G. Factors influencing the juvenile demography of a coral reef fish population. Ecology 71: 1666-1681.
- Ferrito V., Mannino M.C., Pappalardo A.M., Tigano C. 2007. Morphological variation among populations of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Teleostei, Cyprinodontidae) from the Mediterranean, Journal of fish biology 70: p. 1-20.
- Forester G. 1990. Factors influencing the juvenile demography of a coral reef fish population. Ecology 71: 1666-1681
- Gaynilo, F.C., Sparre P., Pauly D. 1994. FAO-ICLARM Stock assesment Tools (FiSAT) User's guide. FAO Computerized Information series (Fisheries) 8 FAO, Rome.
- Huber, J. H. 1996. Killi-Data 1996. Liste actualisée des noms taxonomiques, des localités de pêche et des références bibliographiques des poissons cyprinodontes ovipares (Atherinomorpha, Pisces). Société Francais d'Ichtyologie, Paris, p. 399.
- Haynes J.L., Cashner R.C. 1995. Life history and population dynamics of the western mosquitofish: a comparison of natural and introduced populations. J. Fislt Biol. 46: 1026-1041.

Hille, R. 1936. Age and growth of the cisco, *Leuciscus artedi* (Le Suer), in the lakes of the north-eastern highlands, Wisconsin. Bulletin of US Bureau of Fishery 48: 211-317

Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga. Zagreb,

Kottelat, M., Barbieri, R., Stoumboudi, M. 2007. *Aphanius almiriensis*, a new species of toothcarp from Greece (Teleostei: Cyprinodontidae). Revue Suisse de Zoologie 114: 13-31.

Leonardos, I. 2008. The feeding ecology of *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) in the lagoonal system of Messolongi (western Greece). Scientia Marina 72 (2): 393-401.

Leonardos, I., Sinis, A. 1998. Population age and sex structure of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). Fisheries Research 40 (1999): 227-235.

Leonardos I., Sinis A., Petridis D. 1996. Influence of environmental factors on the population dynamics of *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) (Pisces: Cyprinodontidae) in the Lagoons Mesolongi and Etolikon (W. Greece). Isr. J. 2001. 42: 231-249.

Leonardos, J., Sinis, A. 1997. Reproductive strategy of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). Fisheries Research 35 (1998): 171–181.

Leonardos, J., Sinis, A. 1999. Age, growth and mortality of *aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) (Pisces: cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (Western Greece). Contributions to the zoogeography and ecology of the eastern Mediterranean region vol. 1 (1999) pp.327-335.

Maltagliati F. 1999. Genetic divergence in natural populations of the Mediterranean brackish-water killifish *Aphanius fasciatus*; Marine progress ecology series Vol. 179. :155-162.

Martin, W.R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes.
University of Toronto, Studia Biologia 58: 91 p.

Matić-Skoko, S., Peharda, M., Pallaoro, A., Franičević, M. 2005. Species composition, seasonal fluctuations, and residency of inshore fish assemblages in the Pantan estuary of the eastern middle Adriatic. Acta Adriatica 46 (2): 201-212.

Mrakovčić M., Brigić A., Buj I., Ćaleta M., Mustafić P., Zanella D. 2006. Crvena Knjiga slatkovodnih riba Hrvatske, Ministarstvo Kulture, Zagreb, 253 pp

Pauly D. 1984 Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (III: Conclusion). ICLARM Fishbyte 2 (3): 9-10 pp

Sogard S. 1992. Variability in growth rate of juvenile fishes in different estuarine habitats. Marine Ecological Program 85: 35-53

Tigano, C., Ferrito, V. 1985. Studio osteologico comparato del cranio di popolazioni di *Aphanius fasciatus* (Nardo) (Pisces, Cyprinodontidae) dell' Adriatico e di fiumi di Sicilia. Animalia 12: 13-57

Tigano, C., Canapa A., Ferrito V., Barucca M., Arcidiacono I., Olmo E. 2004. Osteological and molecular analysis of three Sicilian populations of *Aphanius fasciatus* (Teleostei, Cyprinodontidae). Ital. J. Zoology 71: 107-113.

Tzeng, W.N., Wang Y.T. 1992. Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. Mar. Biol. 113: 481-490

Villwock, V. 1999. Biogeography of cyprinodontiform fishes (Teleostei: Cyprinodontidae) of the mediterranean region. In: Generalitat Valenciana (ed.), Peces cyprinodontidos ibéricos: Fartet y Samaruc. Consellería de Medio Ambiente, Valencia: 13-33.

Wildekamp, R. H. 1993. A world of killies. Atlas of the oviparous cyprinodontiform fishes of the world. Volume 1. The genera Adamas, Adinia, Aphanius, Aphyoplatys and

Aphyosemion. American Killifish Association, Mishawaka. A world of killies. Atlas of the oviparous cyprinodontiform fishes of the world. Volume 1.

Wildekamp, R. H., Küçük, F., Ünlüsayın, M., Neer, V. W. 1996. Species and Subspecies of the Genus *Aphanius* (Nardo 1897,) (Pices: Cyprinodontidae) in Turkey. Tr. J. of Zoology 23 (1999): 23-44.

www.fishbase.org