

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Mirko A. Đurović

**Ekološka istraživanja juvenilnog inćuna,  
*Engraulis encrasicolus* (Linnaeus,  
1758), u Kotorskom zalivu**

doktorska disertacija

Beograd, 2012.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Mirko A. Đurović

**Ecological study of the juvenile  
anchovy, *Engraulis encrasicolus*  
(Linnaeus, 1758), in the Bay of Kotor**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

**MENTOR:**

**Dr Jasmina Krpo-Ćetković**, docent,  
Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

**ČLANOVI KOMISIJE ZA PREGLED, OCJENU I ODBRANU:**

**Dr Slobodan Regner**, naučni savjetnik,  
Institut za multidisciplinarna  
istraživanja Univerziteta u Beogradu, u penziji

**Dr Jasmina Krpo-Ćetković**, docent,  
Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

**Dr Aleksandar Hegediš**, docent,  
Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet,  
i viši naučni saradnik, Institut za multidisciplinarna istraživanja  
Univerziteta u Beogradu

**Dr Aleksandar Joksimović**, viši naučni saradnik,  
Institut za biologiju mora, Kotor, Crna Gora

**Dr Branislav Mićković**, naučni saradnik,  
Institut za multidisciplinarna istraživanja  
Univerziteta u Beogradu

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

## PREDGOVOR

Ova doktorska disertacija je urađena u laboratoriji za ihtiologiju i morsko ribarstvo, Instituta za biologiju mora, Kotor.

Posebno se zahvaljujem dr Slobodanu Regneru, naučnom savjetniku, koji je vjerovao u mene, rukovodio terenskim i laboratorijskim istraživanjima i svojim stručnim savjetima i idejama usmjerio moj naučno-istraživački rad.

Zahvaljujem se mentoru, dr Jasmini-Krpo Četković, koja je svojim dragocjenim sugestijama i primjedbama pomogla u formiranju konačnog izgleda ove doktorske disertacije.

Riječi zahvalnosti dugujem dr Sretenu Mandiću, naučnom savjetniku i dugogodišnjem direktoru Instituta za biologiju mora Kotor, koji mi je pružio šansu i otvorio vrata ove naučne ustanove.

Veliko hvala direktoru Instituta za biologiju mora, dr Aleksandru Joksimoviću, prije svega pravom prijatelju, koji me je uveo u laboratoriju za morsko ribarstvo i pružio podršku prilikom izrade ove doktorske disertacije.

Hvala dr Branku Glamuzini sa Sveučilišta u Dubrovniku, koji mi je pomogao pri izradi histoloških preparata polnih žlijezda, kao i bivšem Ministru poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore g. Milutinu Simoviću, koji je učestvovao u finansiranju tehničkog dijela ove doktorske disertacije.

Zahvaljujem se kolegama iz Laboratorije za ihtiologiju i morsko ribarstvo Instituta za biologiju mora iz Kotora, koji su nesebično pomogali prilikom terenskih istraživanja i obrade uzoraka.

Veliku zahvalnost dugujem, roditeljima, prof. Andriji Đurović i prof. Jeleni Đurović, kao i bratu Jovanu, koji su mi bili podrška kroz školovanje i život.

Mojoj supruzi Milici i djeci, Vuku, Andriji i Danici, zahvaljujem na ljubavi, bezuslovnoj podršci i neizmjernej vjeri u moj uspjeh.

Hvala vam.

Mirko Đurović

Ekološka istraživanja juvenilnog inćuna, *Engraulis encrasicolus*  
(Linnaeus, 1758), u Kotorskom zalivu

REZIME

U ovoj disertaciji prikazani su rezultati dvogodišnjeg istraživanja ekoloških karakteristika juvenilnog inćuna, *Engraulis encrasicolus* (L.), na području Kotorskog zaliva. S obzirom da se ribolov ove vrste na području Kotorskog zaliva obavlja tradicionalnom metodom, korišćenjem mreža potegača sa vrlo malim okom na mreži (6 mm), koja ima viševjekovnu tradiciju, jedan od glavnih ciljeva bio je da se odredi da li se može i u kojoj mjeri dozvoliti ovaj tip ribolova a da se ne ugrozi populacija inćuna na području Kotorskog zaliva.

Uzorkovanje je vršeno iz komercijalnih ulova mrežama potegačama u periodu jun 2004. – jul 2005. godine i jul 2006. – jun 2007. godine. Analizirano je ukupno 4203 jedinki inćuna. U analiziranim ulovima inćun je u obje istraživane godine bio zastupljen sa 37%, dok je ulov po jedinici napora (CPUE) iznosio 150 kg po potezu. Struktura istraživane populacije inćuna u odnosu na dužinske klase kretala se u rasponu od od 5,2 do 13,2 cm, sa srednjom dužinom od 8,6 cm. Faktor alometrije dužinsko-težinskog odnosa za cjelokupan analiziran uzorak iznosi  $b = 3,122$ , dok se vrijednost faktora kondicije kretala u rasponu od 0,981 do 1,017, sa srednjom vrijednošću od  $1,003 \pm 0,009$ .

Po prvi put su na ovom području, i uopšte na južnom Jadranu, analizirani otoliti juvenilnog inćuna i određena je starost u danima. Na osnovu očitavanja otolita izračunati su parametri rasta ( $L_{\infty} = 10,41$ ,  $K = 3,36$  i  $t_0 = -0,074$ ), i određena je dužina pri kojoj dolazi do metamorfoze iz larvalnog u juvenilni stadijum (32,41 mm), a takođe je određena i dnevna stopa rasta juvenilnog inćuna (0,41 mm/danu). Izračunati su i brzina rasta otolita i njihova asimptotska dužina ( $L_{\infty} = 1918 \mu\text{m}$ ), dok je maksimum rasta otolita 62 dana nakon izlijeganja jedinke.

Procenjeni parametri rasta za juvenilni dio populacije modalnom progresijom iznose  $L_{\infty} = 9,21$ ,  $K = 4,51$  i  $t_0 = -0,04$  za period 2004-2005. godine i  $L_{\infty} = 10,94$ ,  $K = 2,25$  i  $t_0 = -0,175$  za period 2006-2007. godine. Istom metodom procijenjeni su i parametri rasta za cijelu populaciju inćuna, i to za period istraživanja 2004-2005.

godine ( $L_{\infty} = 15,41$ ,  $K = 0,59$  i  $t_0 = -0,761$  ), odnosno 2006-2007. godine ( $L_{\infty} = 15,36$ ,  $K = 0,98$  i  $t_0 = -0,399$  ). Izračunat je indeks uspješnosti rasta ( $\phi'$ ), i srednja vrijednost ovog indeksa na osnovu svih izračunatih parametara rasta iznosi 2,416.

Izračunate trenutne stope smrtnosti za populaciju inćuna u obje godine bile su slične (u prvoj istraživanoj godini  $Z = 6,65$ , u drugoj  $Z = 5,99$ ), i njihove vrijednosti pokazuju visok stepen ukupne smrtnosti populacije inćuna na području Kotorskog zaliva. Izračunata je i stopa prirodnog mortaliteta ( $M = 5,95$ ), kao i ribolovni mortalitet ( $F = 0,7$ ).

Povećanje veličine oka sa 6 mm u 2004-2005. godini na 8 mm u 2006 - 2007. godini dovelo je i do povećanja  $L_{50\%}$  sa 7,359 cm na 8,47cm, kao i  $t_{50\%}$  sa 0,285 na 0,421 godina, čime je omogućeno većem broju jedinki da dostignu polnu zrelost.

Analizom reproduktivnih karakteristika inćuna putem ispitivanja GSI i histologije gonada, utvrđeno je da reproduktivni ciklus ove vrste na području Kotorskog zaliva traje od aprila do oktobra mjeseca. Ženke su brojnije u odnosu na mužjake i odnos polova je 0,92. Mikroskopskom analizom jajnika inćuna utvrđena je najmanja dužina dostizanja polne zrelosti za ženke koja iznosi 7,5 cm i to je za sada najmanja mikroskopski potvrđena dužina na Jadranu.

Procijenjena je i biomasa inćuna ( $B = 433.2$  t), koeficijent ranjivosti  $q = 0,006371$ , kao i stopa eksploatacije  $E = 0,106$ . Na osnovu ovih podataka izračunat je optimalni ribolovni napor ( $f_{opt}$ ) za ovo područje i on iznosi 78 potezanja mreže u toku jednog mjeseca, što znači da bi broj izdatih dozvola za ovaj tip ribolova trebalo da bude 8 do 9 dozvola godišnje.

**Ključne reči:** inćun, Kotorski zaliv, populaciona dinamika, otoliti, reproduktivne karakteristike, biomasa

**Naučna oblast:** Ekologija

**Uža naučna oblast:** Ekologija riba

**UDK:** 591.5:597.541(262.3)(497.16)(043.3)

Ecological study of the juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus*  
(Linnaeus, 1758), in the Bay of Kotor

ABSTRACT

This thesis presents the results of a two-year research of ecological parameters of juvenile European anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), in the Bay of Kotor. Considering that the anchovy fisheries in this region have been for centuries performed using beach seines with very small mesh size (6 mm), one of the main goals of the thesis was to determine whether this type of fisheries can be allowed to continue, and to what extent, in order to preserve the anchovy population in the Bay of Kotor.

Samples were collected from commercial beach seine catches in periods from June 2004 to July 2005, and from July 2006 to June 2007. A total of 4203 specimens were studied. Anchovy made up 37% of the total catch in both sampling periods, while the catch per unit effort (CPUE) was estimated to be 150 kg per haul. The length frequency of the studied sample ranged from 5.2 to 13.2 cm total length (TL), with an average length of 8.6 cm TL. The power coefficient of length–weight relationship was estimated to be  $b = 3.122$ , while the relative condition factor ranged from 0.981 to 1.017, with an average value of  $1.003 \pm 0.009$ .

This is the first time that the otoliths of juvenile anchovy were analysed, not only in the area, but in the southern Adriatic Sea in general. Age in days was determined, and, based on the results obtained from otolith readings, growth parameters ( $L_{\infty} = 10.41$  cm,  $K = 3.36$ ,  $t_0 = -0.074$ ) were estimated, as well as the length at which larvae metamorphose to the juvenile stage (32.41 mm), and the daily growth rate of the juvenile anchovy (0.41 mm/day). Otolith growth rate and their asymptotic length ( $L_{\infty} = 1918$   $\mu\text{m}$ ) were also estimated, and the maximum otolith growth rate was 62 days after hatching.

Estimated growth parameters for juveniles using modal progression were  $L_{\infty} = 9.21$  cm,  $K = 4.51$ ,  $t_0 = -0.04$  for the period 2004-2005, and  $L_{\infty} = 10.94$  cm,  $K = 2.25$ ,  $t_0 = -0.175$  for the period 2006-2007. The same method was used to estimate growth parameters for the entire anchovy population for 2004-2005 ( $L_{\infty} = 15.41$  cm,  $K = 0.59$ ,  $t_0 = -0.761$ ) and 2006-2007 ( $L_{\infty} = 15.36$  cm,  $K = 0.98$ ,  $t_0 = -0.399$ ). Growth

performance index ( $\phi'$ ) was also estimated, and its mean value based on all growth parameters was  $\phi' = 2.416$ .

Instantaneous mortality rate were similar in both study periods ( $Z = 6.65$  in 2004-2005, and  $Z = 5.99$  in 2006-2007), and they indicate a high level of the total mortality within the Bay of Kotor. Natural mortality was estimated to be  $M = 5.95$ , and fishing mortality was  $F = 0.7$ .

The increase in mesh size from 6 mm in 2004-2005 to 8 mm in 2006-2007 lead to an increase of  $L_{50\%}$  from 7.359 cm to 8.47 cm, and of  $t_{50\%}$  from 0.285 to 0.421 years, which allowed a greater number of individuals to reach sexual maturity.

The analysis of reproductive characteristics using the gonadosomatic index (GSI) and gonad histology showed that the reproductive cycle of this species in the Bay of Kotor lasts from April to October. Females were more numerous compared to males, and the sex ratio was estimated to be 0.92. Microscopic analysis of female ovaries was used to estimate the minimum length at first maturity, which occurs at 7.5 cm. This is the smallest microscopically confirmed length at first maturity for the anchovy in the Adriatic Sea.

Biomass of anchovy was estimated at  $B = 433.2$  t, the coefficient of vulnerability at  $q = 0.006371$ ), and the exploitation rate at  $E = 0.106$ . Based on this data, the optimum fishing rate ( $f_{opt}$ ) for the area was estimated at 78 hauls per month. This implies that a number of licences for this type of fisheries should be limited to 8 or 9 licences pr year.

**Key words:** anchovy, Bay of Kotor, population dynamics, otoliths, reproductive characteristics, biomass.

**Scientific field:** Ecology

**Specific scientific field:** Fish ecology

**UDK:** 591.5:597.541(262.3)(497.16)(043.3)



## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
1.1. Ciljevi istraživanja .....	9
1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja .....	10
<b>2. Opis istraživanog područja</b> .....	13
<b>3. Materijal i metode</b> .....	17
<b>4. Rezultati</b> .....	34
4.1. Struktura populacije .....	34
4.2. Dužinsko-težinski odnosi.....	41
4.3. Koeficijent kondicije.....	48
4.4. Rast .....	51
4.5. Mortalitet.....	60
4.6. Selektivnost ribolovnog alata.....	64
4.7. Polni ciklus i reproduktivne karakteristike .....	68
4.7.1. Odnos polova .....	68
4.7.2. Gonadosomatski indeks (GSI) .....	70
4.8. Histologija gonada i stadijumi zrelosti .....	71
4.9. Procjena biomase i prirodnog mortaliteta .....	82
<b>5. Diskusija</b> .....	86
<b>6. Zaključci</b> .....	107
<b>7. Literatura</b> .....	111

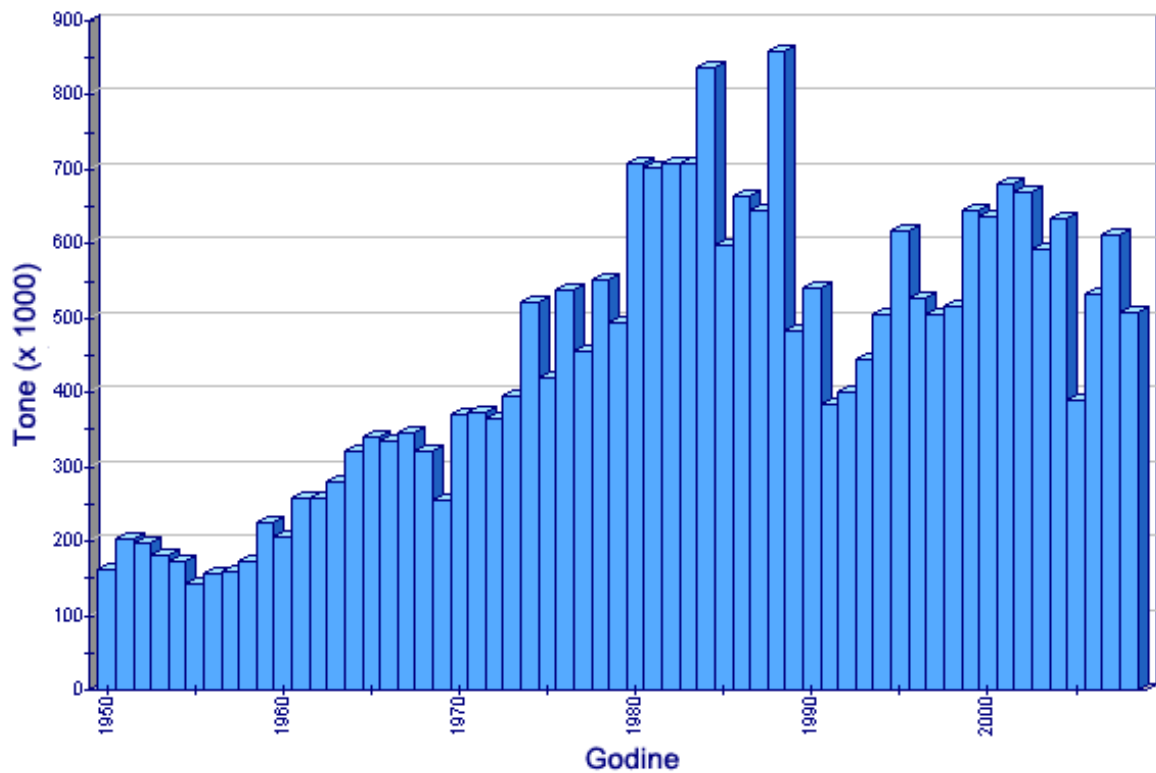
# **1. UVOD**

## 1. UVOD

Ljudi su se bavili ribarstvom još iz praistorijskih dana, ali je od kraja Drugog svjetskog rata pa do današnjih dana ribarstvo doživjelo najveću ekspanziju. Ulovi su se povećavali iz godine u godinu, zbog porasta broja stanovnika na planeti. Takav trend je postojao sve do prije desetak godina kada je došlo do opadanja svjetskog ulova ribe. Glavni razlog je prelov, tako pojedinim vrstama riba sada prijete potpuno istrebljenje. Takođe, razvoj tehnike ribolova i upotreba sve savremenijih i jačih brodova, opremljenih najmodernijim instrumentima za lov ribe, pridonijeo je da dođe do prelova i samim tim do smanjenja količine ribe u ulovima. Uporedo sa razvojem ribarstva, razvijao se i uzgoj mnogih vrsta riba, jer današnje potrebe svjetskog stanovništva za ribom prevazilaze mogućnosti ulova. Prema podacima FAO – Odsjek za ribarstvo i akvakulturu (FAO-Fishstat Plus), u 2006. godini ukupna produkcija marinskih vrsta riba iznosila je 102 miliona tona, od čega 80% otpada na ulov, a ostali dio na akvakulturu. Ono što treba napomenuti jeste da je danas Kina vodeća zemlja u svijetu po ulovu i akvakulturi i u odnosu na svjetsku produkciju učestvuje sa 25% (FAO, 2009).

Inćun, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), je jedini predstavnik familije Engraulidae na području sjeveroistočnog Atlantika i Mediterana (Hureau & Monod, 1973). Pripada grupi pelagičnih vrsta (mala plava riba) i zajedno sa srdelom (*Sardina pilchardus*) predstavlja jedan od najvažnijih morskih resursa u svijetu.

Prema podacima FAO, ulov inćuna je od 1950. godine (kada je iznosio 160 hiljada tona) u stalnom porastu, da bi u 2008. godini dostigao vrijednost od preko 500 hiljada tona, s tim da je najveću zabilježen ulov bio 1988. godine (preko 850 hiljada tona) (slika 1).



Slika 1. Svjetski ulov inćuna od 1950. do 2008. godine (FAO, 2009).

Prema taksonomskoj klasifikaciji inćun spada u:

Regnum: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Infraphylum: Gnathostomata

Classis: Osteichthyes

Subclassis: Actinopterygii

Ordo: Clupeiformes

Familia: Engraulidae

Genus: Engraulis

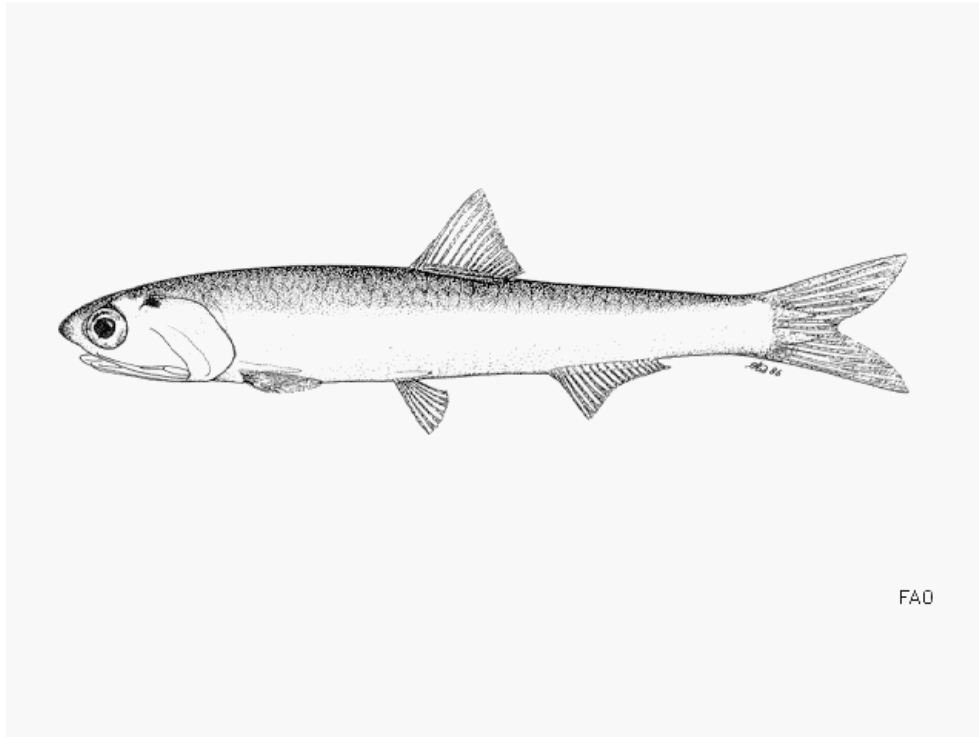
Species: *Engraulis encrasicolus*

Sr.: inćun

En.: European anchovy

It.: acciugha, alice

Fr.: anchois européen



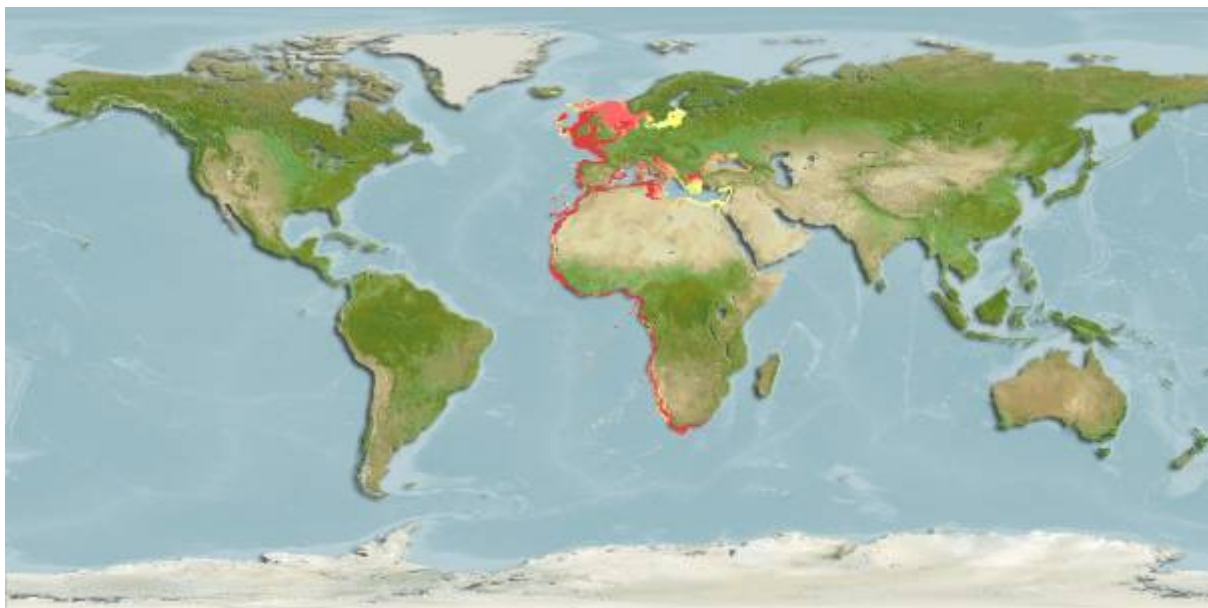
**Slika 2.** Inćun *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

**Opis:** Tijelo je jače izduženo, valjkasto; najveća visina tijela stane 5-7 puta u dužinu (bez repne peraje). Usta su velika, vodoravna, nisko na glavi; gornja čeljust je duža od donje. Zubi su sitni, šiljasti, postoje i na nepcu. Kod odraslih na očima postoje i adipozni kapci. Dužina glave zauzima oko  $\frac{1}{4}$  dužine tijela. Leđno peraje se nalazi na sredini između vrha gubice i početka repnog peraja. Ljuske su tanke, cikloidne, lako otpadaju; oko 40 u uzdužnom nizu. D: 15-18, A: 16-18, P: 14-19, V: 7 šipčica (slika 2).

Odozgo je zelenkastomodrikast, bokovi i trbuh su srebrnasti. Duž boka se proteže vodoravna srebrnasta pruga odozgo omeđena tamnom crtom.

**Dužina:** Do 18 (20) cm, obično 7-15 cm.

**Rasprostranjenost:** Cijelom dužinom istočnog Atlantika, od Norveške do Južnoafričke Republike do Durban (Whitehead, 1990); cijeli Mediteran uključujući Crno i Azovsko more sa zalutalim primjercima nađenim u Sueckom kanalu i Sueckom zalivu; zabilježen je oko ostrva Sv. Helena (Whitehead *et al.*, 1988) (slika 3). Pojedni primjerci ulovljeni su i na obalama Estonije (Anonymous, 1999).



**Slika 3.** Mapa rasprostranjenosti inćuna ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

U Jadranskom moru, inćun je široko rasprostranjen. Nalazimo ga u zalivima, kanalima i na otvorenom moru, od Tršćanskog zaliva do Otrantskog kanala, sa izuzetkom područja sa velikim dubinama (Sinovčić, 2000). Inćun živi u velikim jatima koja po formi mogu biti rastresita horizontalna ili gusta vertikalna, a njihova veličina je i do četiri puta veća u odnosu na veličinu jata srdele sa kojom se zajedno lovi (Azzali, 1980; Azzali *et al.*, 2002). Za inćuna su karakteristične vertikalne dnevno-noćne migracije koje počinju još u larvalnom stadijumu života. Prve podatke o vertikalnim migracijama larvi inćuna daje Regner (1972), koji dokazuje da se u toku noći jata larvi inćuna nalaze bliže površini vode, dok se tokom dana spuštaju u veće dubine. Ove vertikalne migracije se zadržavaju i u juvenilnoj i u adultnoj fazi života, gdje je primijećeno da su jata u toku noći manje gustine (srednja gustina 1-2 individue m<sup>-3</sup>), dok za vrijeme dana jedinice obrazuju jata veće gustine (srednja gustina 8 individua m<sup>-3</sup>) na većim dubinama (Azzali, 1980). Impuls za obavljanje vertikalnih dnevno-noćnih migracija jeste reakcija na svjetlosne uslove, tako da je i jedna od glavnih tehnika ulova ove vrste upravo sakupljanje jedinki inćuna uz upotrebu vještačkog svjetla u toku noći (Mužinić, 1964).

O ishrani inćuna u raznim fazama života urađene su brojne studije. Proučavajući ishranu post-larvi inćuna na području centralnog Jadrana, Regner (1971) je izvjestio da

se one hrane najčešće ranim razvojnim stadijumima račića iz klase Copepoda. Juvenilni i adultni stadijumi se najintenzivnije hrane u toku dana (Duka, 1963; Regner, 1972) i to tokom cijele godine. Najveći procenat u ishrani čine račići iz klase Copepoda srednje veličine, a struktura hrane zavisi od sezonskog sastava zooplanktona (Borme, 2006). Isti autor navodi da se inćun hrani najviše u toku dana, sa dva pika u ishrani, jedan oko 15:00 časova, dok je drugi pik jedan sat nakon zalaska sunca. Kao i kod migracija, svjetlost ima veoma važnu ulogu u ishrani. Naime, juvenilni i adultni inćuni prilikom ishrane biraju svoj plijen na osnovu vizualne selekcije. Svi stadijumu inćuna su u lancima ishrane dostupni kao hrana vrstama koji se nalaze na višim trofičkim nivoima. U tom smislu, najviše su ugroženi larvalni stadijumi inćuna, jer lov larvi inćuna od strane predatora dovodi do velikog povećanja smrtnosti ove vrste, a samim tim i do smanjenja ukupne biomase na određenom području. Vučetić (1963) je pronašla post-larve inćuna u sadržaju želuca srdele. Takođe, u sadržaju želuca meduze *Pelagia noctiluca* pronađena su jaja i larve ove vrste (Zavodnik, 1991). Masovno prisustvo ove meduze na Jadranu zabilježeno je u periodu od 1978. do 1987. godine, što je možda jedan od uzroka naglog pada biomase i ulova inćuna na Jadranu koji je zabilježen 1987. godine. U oblasti Manfredonije (južni Jadran) takođe je primijećeno da je vrsta *Lepidopus caudatus* jedna od glavnih predatora post-larvi inćuna (Morello & Arneri, 2009). Što se tiče juvenilnih i adultnih inćuna, oni služe kao hrana prije svega osliću (*Merluccius merluccius*), skuši (*Scomber scombrus*), velikim pelagičnim ribama, morskim pticama i delfinima (Coll *et al.*, 2006), dok je juvenilni inćun glavna hrana tuni (*Thunnus thynnus*) (Orsi Relini *et al.*, 1999).

Brojni naučnici su u zadnjih 100 godina pokušavali da vrstu *Engraulis encrasicolus* razdvoje u nekoliko podvrsta. Prvi pokušaji su rađeni na osnovu razlika u morfološkim karakteristikama, a kasnije, sa naprednim tehnološkim inovacijama, i na osnovu razlika u genetičkoj strukturi populacija inćuna u Sredozemnom moru. Fage (1911, 1920) podijelio je vrstu *E. encrasicolus* u dvije rase: atlantskog inćuna i mediteranskog inćuna. Alexandrov (1927) razlikuje tri podvrste u Mediteranu i to *E. encrasicolus mediterraneus* (zapadni Mediteran i Jadran), *E. encrasicolus ponticus* (zapadno Crno more) i *E. encrasicolus maeoticus* (istočno Crno more i Azovsko more). Nadalje, Majarova & Chugunova (1954) razlikuju samo dvije podvrste inćuna u Crnom moru, jednu koja živi na istočnoj strani i drugu koja živi na zapadnoj. Analizom rasta

inćuna u Jadranu na osnovu čitanja otolita, Levi *et al.* (1994) razlikuju dva odvojena stoka inćuna. Po njima, stok koji živi na sjevernom Jadranu odlikuje se sporijim rastom i srebrnom bojom tijela, dok se drugi stok koji živi na području centralnog i južnog Jadrana odlikuje bržim rastom i crno/smeđom bojom tijela. Ovi nalazi se slažu i sa izvještajima ribara koji takođe potvrđuju razlike u boji tijela inćuna između sjevera i juga Jadrana (lično opažanje).

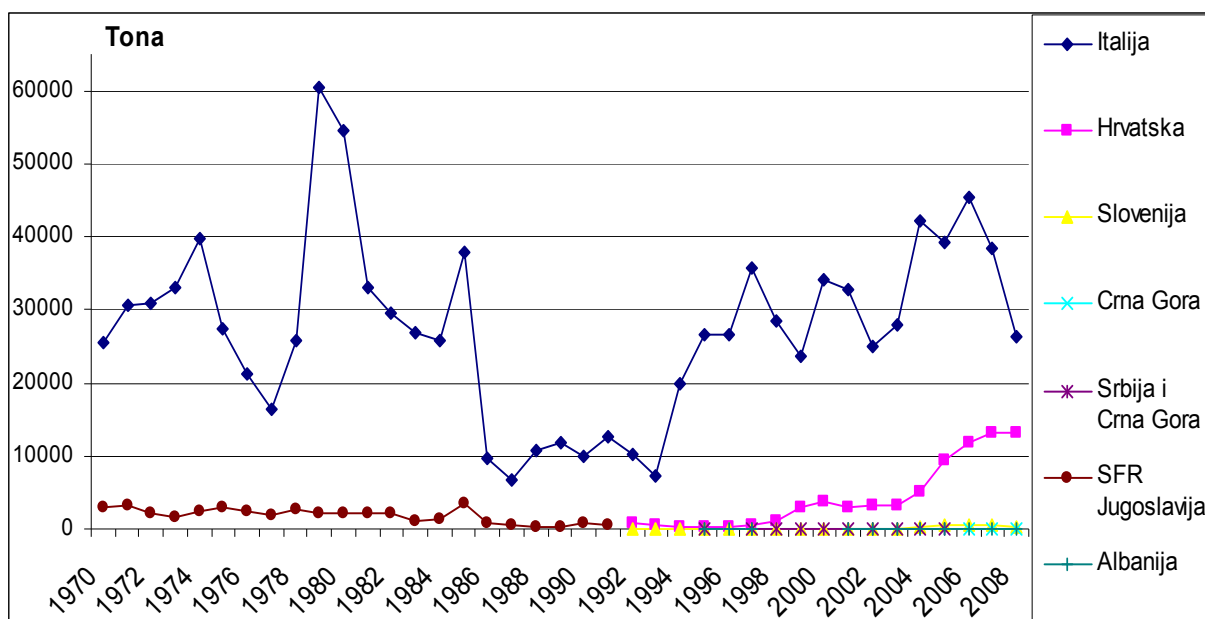
Razvojem genetičkih istraživanja unazad dvadesetak godina, pokušavalo se da se utvrdi da li postoje različite populacije inćuna na području Mediterana. Analizom strukture genskih alela i morfometrijskim karakteristikama, Bembo *et al.* (1996) razlikuju dvije populacije inćuna u Jadranu, sjevernu i južnu, baš onako kako su to opisali Levi *et al.* (1994). Sa druge strane, Magoulas *et al.* (1996, 2006) dijele vrstu *E. encrasicolus* na tri podvrste: zapadno mediteransku, egejsku i jadransku. Ivanova & Dobrovolov (2006) su analizirali proteine mišića inćuna sa različitih područja Mediterana i nijesu uočili nikakvu razliku koja bi podržala teoriju o podvrstama na području Mediterana.

Osim veoma važnog komercijalnog značaja, inćun ima jako značajnu ekološku ulogu u marinskom ekosistemu. Naime, inćun, zajedno sa drugim sitnim pelagičnim ribama kao što je srdela, pripada srednjem trofičkom nivu u ekosistemu Jadrana i predstavlja jednu od ključnih vrsta u ekosistemu (Coll *et al.*, 2006). Značaj organizama nižeg i srednjeg trofičkog nivoa ogleda se prije svega u prenošenju energije sa nižih trofičkih nivoa ka višim nivoima. Povećanje biomase inćuna pozitivno se odražava na njegove predatore, dok sa druge strane negativno utiče na ostale vrste male plave ribe. Tudela & Palomera (1999) su dokazali da je ekskrecija azota kod inćuna jednaka vrijednosti od 2% ukupne potrebe fitoplanktona, i da u periodima stratifikacije značajno doprinosi ravnomjernoj distribuciji azota u vodenom stubu, putem dnevno-noćnih vertikalnih migracija. Ovo je jako značajno u plitkim vodenim sistemima gdje su lanci ishrane kratki, kao što je to na sjevernom Jadranu (Bombace, 1991).

Lov male plave ribe na Jadranu veoma je razvijen, a najveći dio ulova čine inćun i srdela. Mala plava riba predstavlja 85% ukupnog ulova plave ribe u Italiji, 85% ukupnog ulova u Hrvatskoj i značajan procenat ulova u Sloveniji. U Albaniji je ulov male plave ribe u porastu (Cingolani *et al.*, 2003). Sastav ulova male plave ribe nije jednak na cijelom Jadranu. Na zapadnoj obali inćun predstavlja 90% ulova, dok je na



istočnoj obali više zastupljena srdela (Anonymous, 1975-1993). Ukupan ulov inćuna na Jadranu u periodu 1970-2008. dat je na slici 4. Od 1970-1974, ulovi rastu i dostižu vrijednost od 42912 tona. Zatim dolazi do pada ulova inćuna 1977. godine, da bi opet rastao, tako da 1979. godine dostiže apsolutni maksimum ulova od 62492 tone. Zatim dolazi do pada u ulovu iz godine u godinu, te 1987. dolazi do potpunog kolapsa stoka inćuna, kada je zabilježen najmanji ulov na Jadranu od svega 7055 tona. Sledećih šest godina ulov se drži na ovako niskom nivou, da bi 1996. godine počeo oporavak stoka inćuna i ulovi rastu sa manjim oscilacijama, tako da 2005. godine ulov dostiže vrijednost od 49301 tone. Najveći procenat inćuna na Jadranu ulovljen je od strane italijanske flote, izuzev 1999. godine kada je hrvatska ribarska flota imala nešto veći ulov.



**Slika 4.** Godišnji ulovi inćuna u Jadranskom moru u periodu 1970-2008. godina: Hrvatska (1992-2008), Italija (1970-2008), Crna gora (Srbija i Crna Gora, 1992-2008), Slovenija (1992-2008), SFRJ (1970-1991), Albanija (1983-2008), (FAO, 2000).

Lov male plave ribe na Crnogorskom primorju tehnikama industrijskog ribolova na otvorenom moru još uvek je nerazvijen. Trenutno na Crnogorskom primorju postoje samo dva komercijalna broda plivaričara za lov male plave ribe i 8 manjih plivarica. Inćun i srdela love se gotovo isključivo mrežama potegačama uz upotrebu vještačkog

svijetla u priobalnom području, najviše u Boki Kotorskoj. Tradicionalno je ta vrsta lova najrazvijenija u Kotorskom zalivu. Ovaj tip ribolova ima u zalivu Boke Kotorske vjekovnu tradiciju. Prvi podaci o lovu nedorasle srdele nalaze se u Arhivu grada Kotora i potiču iz 1331. godine (Basioli, 1958). Osnovni problem s jedne strane, ali i prednost za analizu juvenilnih stadijuma inćuna s druge strane, kod ovog tipa ribolova jeste to što se upotrebljavaju mreže sa veličinom oka od 4,5 mm, kojima se lovi skoro isključivo nedorasli inćun i srdela. Pri tome se krši Zakon o morskom ribarstvu, prema kojem je najmanja dozvoljena veličina oka mreža za lov male plave ribe 10 mm, dok je minimalna dozvoljena dužina inćuna 11 cm (Pravilnik o konstrukcijsko-tehničkim osnovama, veličini oka, načinu upotrebe i namjeni pojedinih vrsta mreža i drugih sredstava za obavljanje privrednog i sportskog ribolova, vađenje školjkaša, korala, sundera i morskog bilja, Sl. list RCG, broj 10/04). Naredbom o zabrani lova i stavljanja u promet riblje mlađi, nedoraslih riba i drugih morskih organizama i Pravilnikom o osnovnim konstruktivno-tehničkim karakteristikama, načinu upotrebe, vremenu, namjeni, količini i vrsti ribolovnih alata i opreme koja se smije upotrebljavati u velikom i malom provrednom ribolovu (Sl. list Crne Gore, broj 08/11), veličina oka mreže za izlov male plave ribe mrežama potegačama smanjena je na 6 mm samo za područje Bokokotorskog zaliva, dok je minimalna veličina inćuna koja je dozvoljena za ulov u Bokokotorskom zalivu 6 cm, a za područje otvorenog mora Crnogorskog primorja 11 cm.

Veliki problem u ribarstvenoj biologiji jeste nedovoljno poznavanje stopa rasta i stopa smrtnosti juvenilnih stadijuma životnog ciklusa riba. Dozvola da se u Bokokotorskom zalivu mogu koristiti mreže sa okcima od 6 mm omogućila je da se detaljno istraži juvenilni inćun, odrede parametri populacione dinamike, procijeni biomasa na ovom području, kao i da se odredi optimalni ribolovni napor u cilju očuvanja vrste na području zaliva. Takođe po sporazumu Ujedinjenih nacija iz 1995 (UN agreement 1995) preporučeno je očuvanje tradicionalnih vrsta ribolova, tako da će se, uz određivanje mjera optimalnog izlova juvenilnog inćuna, u Bokokotorskom zalivu očuvati i lov mrežama potegačama koji ima viševjekovnu tradiciju.

## 1.1. Ciljevi istraživanja

U okviru ove doktorske disertacije postavljeni su sledeći ciljevi:

- Odrediti strukturu populacije inćuna i ulov po jedinici napora (CPUE) na području Kotorskog zaliva.
- Odrediti parametre dužinskog-težinskog odnosa i koeficijente kondicije inćuna.
- Analizirati otolite juvenilnog inćuna, odrediti realnu starost u danima i odrediti starost dužinskih grupa; odrediti dužinu pri kojoj dolazi do metamorfoze iz larvalnog u juvenilni stadijum.
- Na osnovu dobijenih rezultata o starosti iz otolita, odrediti parametre rasta za juvenilni dio populacije, kao i za kompletnu populaciju inćuna, odrediti indeks uspješnosti rasta ( $\phi'$ ).
- Utvrditi da li postoji specifična faza rasta juvenilnih jedinki i pri kojoj dužini ona završava.
- Izračunati stope prirodne i ribolovne smrtnosti posebno, kao i stopu ukupne smrtnost za cijelu populaciju inćuna na ovom području.
- Procijeniti selektivnost ribolovnog alata i uticaj promjene veličine oka na strukturu populacije inćuna u Kotorskom zalivu.
- Proučiti reproduktivnu biologiju, polni ciklus, proces razvoja polnih žlijezda i njihovog sazrijevanja.
- Procijeniti biomasu populacije inćuna u Kotorskom zalivu.
- Na osnovu dobijenih rezultata procijeniti da li može da se dozvoli lov juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva i odrediti optimalni ribolovni napor.

## 1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Inćun je jedna od najviše proučavanih vrsta u Jadranskom i Sredozemnom moru. Veliki broj radova je objavljen o ekologiji planktonskih stadijuma ove vrste, kao i ekologiji adultnih jedinki, dok su podaci o juvenilnom stadijumu inćuna vrlo oskudni. Izučavanje ove vrste je i dalje aktuelno zbog ekonomskog značaja za velike ribarske flote, koje direktno zavise od količine ulova inćuna.

Rani stadijumi inćuna u Jadranskom moru proučavaju se više od 100 godina. Tako je Graeffe (1888) prvi izvjestio o pronalasku jaja inćuna u planktonu na području sjevernog Jadrana. Podatke o horizontalnoj distribuciji jaja inćuna na području cijelog Jadrana daju Steuer (1913), Piccinetti *et al.* (1979, 1980), Gamulin & Hure (1983) i Regner *et al.* (1985), dok iste podatke na određenim lokalitetima na Jadranu daju Gamulin (1940), Varagnolo (1965), Štirn (1969), Vučetić (1971), Regner (1972, 1979, 1985) i Casavola *et al.* (1987). Na području Bokokotorskog zaliva prvo istraživanje distribucije i gustine jaja inćuna daju Merker & Vujošević (1972).

Podatke o ekologiji planktonskih stadijuma inćuna za područje srednjeg Jadrana daje Regner (1972, 1979, 1985), dok podatke o rastu larvi inćuna na području Jadrana na osnovu čitanja dnevnih prstenova otolita daju Regner & Dulčić (1990), Dulčić & Kraljević (1996) i Dulčić (1997).

Dužinsko-težinski odnosi, parametri rasta, smrtnost kao i starosna struktura adultne populacije inćuna jako su dobro obrađeni za područje cijelog Jadrana (Sinovčić, 1978, 1988, 2000; Casavola *et al.*, 1981; Giannetti, 1985; Cingolani *et al.*, 1993; Borme, 2006; Kolutari, 2006; Regner *et al.*, 2006), dok su isti parametri za juvenilni dio populacije na Jadranu jako oskudni i postoje jedino za područje srednjeg Jadrana (Sinovčić, 1998, 1999).

Mužinić (1956, 1978), Varagnolo (1967), Sinovčić (1978, 2000), Marano *et al.*, (1998), Casavola *et al.*, (1998), Sinovčić & Zorica (2006) i Kolutari (2006) iznose podatke o odnosu polova, reproduktivnim karakteristikama i dostizanju polne zrelosti, određujući makroskopski stadijum zrelosti gonada adultnih jedinki inćuna, dok su Rampa *et al.*, (2005), na osnovu mikroskopskih analiza gonada, odredili dostizanje prve polne zrelosti mužjaka i ženki inćuna na području sjevernog Jadrana. Što se tiče

juvenilnih jedinki, jedino su Sinovčić (1998, 1999) i Sinovčić & Zorica (2006) na osnovu makroskopske analize gonada odredile najmanju dužinu pri kojoj dolazi do dostizanje polne zrelosti kod oba pola, kao i pri kojoj dužini 50% populacije juvenilnog inćuna dostiže polnu zrelost na području centralnog Jadrana.

Podatke o dinamici ishrane inćuna na Jadranu daju Duka (1963); Regner (1972), Conway *et al.* (1998) i Borme (2006). Istraživanja ishrane inćuna vršena su najčešće posebno po stadijumima razvoja. Coombs *et al.* (1997), Conway *et al.* (1998) i Borme (2006) proučavaju ishranu larvi inćuna na području sjevernog Jadrana, dok podatke o ishrani postlarvi daje Regner (1971, 1985), za područje srednjeg Jadrana. Štirn (1969) i Borme (2006) daju podatke o ishrani juvenilnih i adultnih jedinki inćuna.

Regner (1996), daje pregled istraživanja planktonskih stadijuma inćuna na Jadranu i objašnava povezanost u variranju količine jaja i larvi na Jadranu sa efektima promjena u temperaturi, salinitetu, primarnoj produkciji i količini zooplanktona.

Veliki doprinos u proučavanju otolita kod inćuna uradili su Cermeño *et al.* (2003, 2006, 2008), koji potvrđuju dnevno formiranje prstenova u otolitima juvenilnih i adultnih jedinki inćuna, daju podatke o hemijskoj strukturi otolita inćuna, i određuju kriterijume prilikom određivanja starosti kod otolita juvenilnih jedinki inćuna, dok Aldanondo *et al.* (2008), takođe u laboratorijskim uslovima, dokazuju da se prvi prsten u otolitu inćuna formira na dan izlijeganje jedinke, a ne dva dana nakon izlijeganja kako se do tada pretpostavljalo.

Biomasa inćuna na Jadranu procjenjivana je direktnim i indirektnim metodama. Za procjenu biomase upotrijebljavane su tri direktne metode koje ne zavise od analize ulova – metoda ukupne proizvodnje jaja (ukupni relativni fekunditet), metoda dnevne produkcije jaja – DEPM (relativni porcioni fekunditet) i akustična metoda, dok je od indirektnih metoda korišćena metoda VPA – analiza virtuelne populacije.

Istraživanja koja su rađena u cilju procjene biomase adultne populacije inćuna primjenom metode ukupne proizvodnje jaja i metodom dnevne produkcije jaja brojnija su za područje sjevernog i srednjeg Jadrana, dok za područje južnog Jadrana postoji svega nekoliko procjena koje su rađene u većim vremenskim razmacima. U sjevernom i srednjem Jadranu procjenu količine adultne populacije na osnovu brojnosti jaja i larvi radili su Štirn (1969), Piccinetti *et al.* (1979, 1981) i Regner *et al.*, (1985), dok prve

podatke o biomasi inćuna ovom metodom za zapadni dio južnog Jadrana daju Casavola *et al.* (1987).

Metodom dnevne produkcije jaja (DEPM), procjenjivana je biomasa za sjeverni i srednji Jadran u periodu 1976-1989 (Regner, 1990), a podatke za jugozapadni Jadran daju Casavola *et al.* (1996) i Marano *et al.* (1998).

Procjena biomase inćuna akustičnom metodom započeta je 1976. godine za područje sjevernog i srednjeg Jadrana (Azzali *et al.*, 1983). Kasnije ovom metodom vrše se procjene biomase posebno za područje zapadne obale Jadrana do linije razdvajanja od istočne obale (Azzali *et al.*, 2002; Azzali *et al.*, 2007), dok su prve procjene biomase za istočnu obalu sjevernog i srednjeg Jadrana ovom metodom urađene 2003. i 2004. godine (Tičina *et al.*, 2006).

Što se tiče indirektnih metoda, Santojanni *et al.* (2003) daju procjenu veličine populacije inćuna za područje sjevernog i srednjeg Jadrana metodom analize virtualne populacije (VPA), kao i procjenu populacione dinamike ove vrste za period 1975-2006. godine, na osnovu podataka koji su prikupljeni u okviru AdriaMed-SP projekta (Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea). Istom metodom, Sinovčić (2000) daje procjenu biomase inćuna za područje Kaštelanskog zaliva i Dalmacije za period 1974-1979. godine. Takođe je procjenjivana biomasa inćuna za područje sjevernog i srednjeg Jadrana na osnovu ulova i ribolovnog napora upotrebom produkcionog modela De Lury (Cingolani *et al.*, 1998; Cingolani *et al.*, 2001; Santojanni *et al.*, 2003).

Na Crnogorskom primorju do 2002. godine nisu rađene procjene biomase male plave ribe. Po prvi put je Institut za biologiju mora u Kotoru, 2002, 2004, 2005, 2008 i 2010 godine, u saradnji sa Institutom za marinska istraživanja (ISMAR) iz Ankone, akustičnom metodom uz primenu ehointegratora prikupio podatke o biomasi pelagičnih riba na otvorenom moru. Tokom istraživanja 2005. i 2010. godine istom metodom određena je biomasa male plave ribe i unutar Bokokotorskog zaliva.

## **2. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA**

## 2. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Bokokotorski zaliv se nalazi na jugoistočnoj obali Jadranskog mora i predstavlja specifično područje koje je najvjerojatnije nastalo kombinovanim dejstvom tektonskih sila i fluvijalne erozije (Milojević, 1953) (slika 5). Bokokotorski zaliv sa geografskog i okeanografskog stanovišta predstavlja zatvoren bazen sa specifičnim hidrografskim i dinamičkim karakteristikama. Komunikacija sa otvorenim dijelom Jadrana odvija se kroz prolaz rt Oštra – rt Mirište. U poređenju sa otvorenim dijelom Crnogorskog primorja, ovaj bazen ispoljava svoje specifičnosti u pojedinim klimatološkim, hidrološkim i hidrografskim elementima. To uslovljava velike godišnje, sezonske, mjesečne i dnevne varijacije fizičkih okeanografskih parametara mora, zbog čega je utvrđivanje zakonitosti nekih promjena i procesa jako složeno. Obala zaliva je duga 105,5 km i okružuje jednu cjelinu sa četiri manja zaliva za koje su osnovni podaci prikazani u tabeli 1.

**Tabela 1.** Prosječne i maksimalne dubine po zalivima.

	prosječna dubina (m)	maksimalna dubina (m)
Bokokotorski zaliv	27,6	60,0
Hercegovski zaliv	31,0	60,0
Tivatski zaliv	25,5	46,0
Risanski zaliv	25,7	36,0
Kotorski zaliv	26,0	52,0

Prema istraživanjima Lepetića (1965), na morskom dnu u Kotorskom i Risanskom zalivu uglavnom je zastupljena glina, a neposredno ispred grada Risna pjeskovita-glina. U Tivatskom zalivu je osim gline prisutan i glinasto-ilovasti pijesak,



dok je u Hercegnovskom zalivu morsko dno prekriveno glinom, ilovastom glinom, pijeskom i glinastim pijeskom (Mačić, 2001). Centralne djelove zaliva pokriva fini terigeni mulj sa detritičnim elementima (Karaman & Gamulin-Brida, 1970). Hridinasto dno sa podvodnim grebenima i vrtačama nalazi se u priobalnom pojasu unutrašnjeg dijela Bokokotorskog zaliva, a posebno na potezu Orahovac-Perast i Risan-Morinj. Podvodni grebeni se nalaze i na ulazu u zaliv i u tjesnacu Verige. Između grebena, na ulazu u Bokokotorski zaliv, javljaju se pjeskoviti i muljeviti elementi, a u Verigama dno prekriva terigeni mulj (Lepetić, 1965).



Slika 5. Bokokotorski zaliv.

U odnosu na temperaturu, Jadransko more kao cjelina, pa tako i Bokokotorski zaliv, pripada grupi umjereno toplih mora, gdje se temperatura kreće od 12°-23°(25°)C (Pérès and Gamulin-Brida, 1973). Kako je Bokokotorski zaliv dosta zatvoren i plitak bazen, sa prilivom velike količine kopnenih voda, dinamika temperaturnog režima je vrlo izražena. Zakonitost za ovo područje jeste da srednje vrijednosti temperature rastu od Kotorskog prema Tivatskom i Hercegnovskom zalivu i to prvenstveno zbog priliva

kopnenih voda (Stjepčević, 1967). Na Kotorsko-Risanskom području se prosječne površinske temperature kreću tokom godine od 10,55°C do 26,19°C. U srednjim i pridnenim slojevima ljeti je temperatura između 23,20°C i 23,65°C. Zimi se, naprotiv, najniže površinske temperature javljaju u Kotorskom zalivu, gdje se, zbog jačeg priliva slatke vode, površinski slojevi brže ohlade od onih u spoljašnjem dijelu zaliva (Hercegovskom). Vrijednosti saliniteta u Kotorsko-Risanskom zalivu se kreću od 3,24 do 35,46 ppt na površini i 28 do 38,39 ppt u dubljim slojevima, u zavisnosti od padavina i upliva slatke vode sa obale i podmorskih izvora. Gustina morske vode, zbog uticaja upliva slatke vode i čestih padavina u Kotorsko-Risanskom zalivu, kreće se od 3,39 do 26,39  $\sigma_t$ . Boja morske vode kreće se u Bokokotorskom zalivu od plave do zelenkaste naročito u Kotorskom delu, a zatim, bez obzira na godišnje doba, za vreme jakih padavina ide i do žuto-smeđe. Providnost mora kreće se u pojedinim godinama između 3 i 16,15 m i nikada ne prelazi 20 metara. Prosječne količine kiseonika kreću se između 5,28 i 8,01 ml/l, dok se zasićenje morske vode kiseonikom na površini mora kreće između 95,08 i 162,63% zasićenosti, što ukazuje na visoku produkciju fitoplanktona u zalivu (tabela 2).

**Tabela 2.** Hidrografski podaci za Kotorsko-Risanski zaliv (Mandić *et al.*, 2001).

Mjeseci	Temperatura (°C)	Salinitet (ppt)	Gustina ( $\sigma_t$ )	Kiseonik (ml/l)
III	11,34	24,27	19,94	7,05
IV	11,82	5,53	5,04	8,01
VII	26,19	29,39	20,12	7,22
VIII	25,06	34,69	24,58	5,75
IX	23,90	31,80	22,70	5,74
X	20,42	35,46	26,39	5,28
XII	10,55	3,24	3,39	7,67

Strujanja vodenih masa u Bokokotorskom zalivu su dosta nepravilna i zavise uglavnom od morskih doba i slobodnih oscilacija, tzv. seša (Mandić *et al.*, 2001). Na pravac i jačinu struja u Bokokotorskom zalivu veliki uticaj imaju i vjetrovi, promjena pritiska kao i miješanje slane i slatke vode. Ljeti su struje slabe, dok su u jesen, zimi i u proljeće dosta jake. Ljeti je jača ulazna struja koja ima sjeverozapadni pravac. Takođe se od oktobra do maja u Bokokotorskom zalivu javljaju i vertikalna strujanja vode, koja su vrlo izražena u unutrašnjem dijelu zaliva. Ove struje podižu s dna naslage hranljivih soli i detritus, pa na taj način značajno doprinose povećanju količine hranljivih materija i produktivnosti uopšte (*ibid.*). U Kotorskom i Risanskom zalivu primjetne su jake turbulentne struje, koje su utoliko jače, ukoliko je veći priliv kopnenih voda, a karakteristične su za područja gdje se ulivaju veće količine kopnenih voda – Morinj, Orahovac (Stjepčević & Parenzan, 1980). U Kotorsko-Risanskom zalivu, u mjesecima sa relativno malim dotokom slatke vode na površini, tok strujanja ima izlazni smer sa najmanjim brzinama u perifernim djelovima zaliva. U srednjem sloju, na dubinama od 5 i 10 m, struje zadržavaju izlazni smjer, ali su po intenzitetu znatno slabije. Brzina strujanja vode u tjesnacu Verige iznosi oko 0,66 čvorova (34 cm/sec). Pri većem prilivu atmosfere i izvorske slatke vode dinamika strujanja postaje intenzivnija. Dinamika je i tada najslabija na periferiji zaliva, dok se u centralnom dijelu povremeno javljaju i struje kružnog toka zbog konfiguracije obale. Brzine se kreću od 0,1 do 0,5 cv (5 do 26 cm/sec). U tjesnacu Verige intenzivne struje izlaznog smjera dostižu vrijednosti od 0,9 do 1,1 cv (46 do 56 cm/sec) (Mandić *et al.*, 2001).

Najučestaliji vjetar preko cijele godine je jugozapadni (15%), dok su podjednako zastupljeni N, NE i SE sa oko 8%, ostali smjerovi su znatno manje učestali. Prosječno su najjači N i NE vjetrovi sa srednjom jačinom 3,9, odnosno 3,2 bofora (Mandić *et al.*, 2001).

### **3. MATERIЈAL I METODE**

### 3. MATERIJAL I METODE

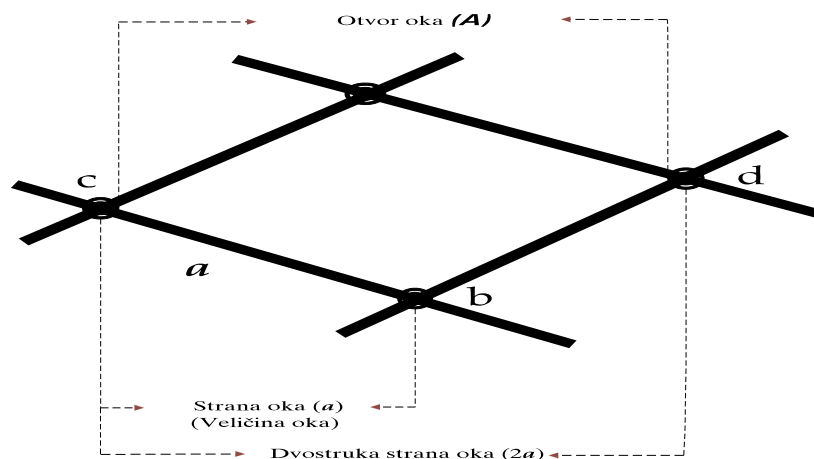
Nedorasli inćun se lovi na području Bokokotorskog zaliva tradicionalnom mrežom potegačom uz upotrebu vještačkog svijetla. Lov se obavlja najčešće noću ili rano izjutra, a mreža se izvlači na posebnim mjestima na obali koja se zovu poste. Poste su mjesta na obali gdje se nakon zapasa jata, izvlači, odnosno poteže mreža potegača. To je dio obale, oko 150 metara dužine, sa šljunkovitim ili pjeskovitim dnom, koje nije ograđeno, gdje nije izgrađena punta ili mulo, dakle mjesto gdje se neometano može izvući mreža sa ulovom na obalu. Mreže potegače koje se koriste na području Bokokotorskog zaliva imaju sledeće karakteristike: dužina mreže je od 80 do 120 metara i sastoji se od dva dijela, krila mreže i mrežne vrećice („sak“); na krilima mreže nalaze se užad koja služe za njeno izvlačenje isključivo upotrebom fizičke snage; na gornjim dijelju krila i otvora mreže nalazi se plutnja koja stvara uzgon i omogućava vertikalno otvaranje mreže, dok se na donjem dijelu nalazi olovnja koja drži donji dio mreže na dnu. Za izvlačenje ove mreže obično je potrebno od 8-12 ljudi.

Postupak lova se odvija sa dvije barke. Na jednoj barci se nalazi vještačko svijetlo i na njoj je obučeni ribar – feralista koji se otisne od obale i paljenjem svijetla – ferala počinje da sakuplja ribu oko svoje barke. Taj postupak traje između tri i četiri sata u zavisnosti od procjene o količini sakupljene ribe. Nakon toga upotrebom vesla barka se polako kreće ka obali i za njom ide riba koju je privuklo svijetlo. Kada se dovoljno primakne obali onda kreće postupak opkoljavanja ribe mrežom potegačom. Mreža se nalazi na drugoj barci i jedan njen kraj se drži na obali. Barka počinje da se kreće prema feralisti i polako se dio po dio mreže spušta u more. Ova barka opkoljava feralistu i nastavljajući da spušta mrežu u more dolazi do drugog kraja obale. Kada je donji dio mreže dotakao dno počinje potezanje mreže na oba kraja prema obali. U jednom trenutku feralista, koji je opkoljen mrežom, uz upotrebu vesla naglo prelazi preko

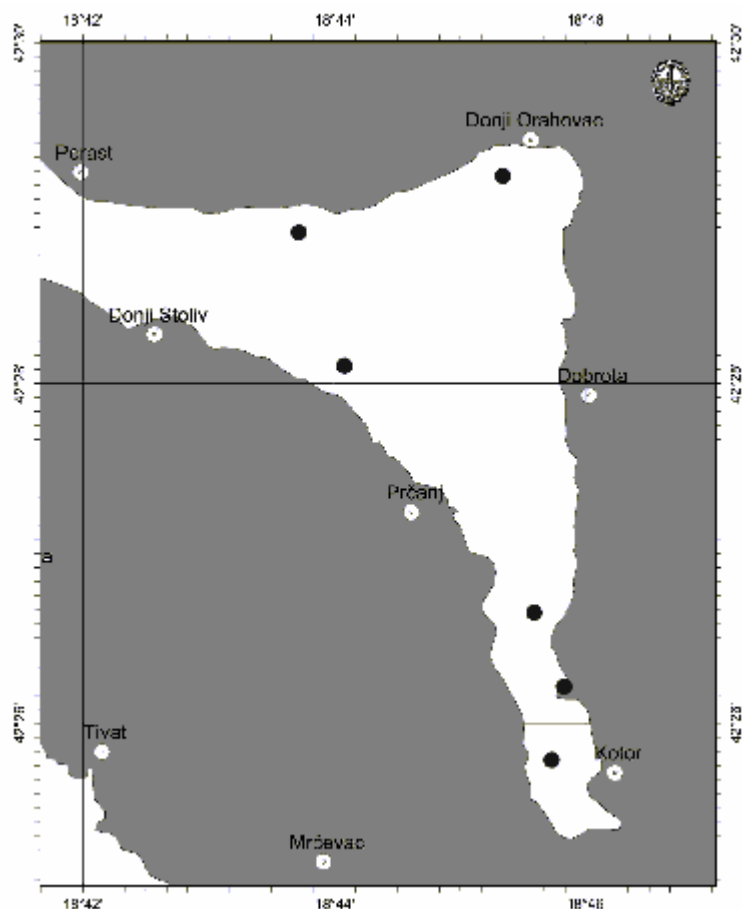
sredine mreže gdje se nalazi mrežni sak i riba krećući se za njim biva uhvaćena i izvlači se na obalu.

Uzorci za analizu ekoloških karakteristika inćuna u Kotorskom zalivu uzimani su od komercijalnih ribara koji love nedoraslog inćuna i srdelu na ovom području . Prilikom uzimanja uzoraka prikupljeni su i osnovni podaci o čamcu (ime i dužina, jačina ferala) i mreži (dužina pojedinih djelova i veličine oka na tim djelovima), kao i dužina prikupljanja jata (svijetljenja) i tačno vrijeme izvlačenja mreže (tabela 3). Istovremeno su bilježene Merkatorove geografske koordinate pozicija na kojima su uzeti uzorci. Veličina oka na saku mjerena je mikrometrom i izražavana u milimetrima. S obzirom na to da su oka ribarskih mreža najčešće tkana u obliku kvadrata, njihova se veličina može mjeriti na dva načina (slika 6):

1. Na oku rastegnutom bez naprezanja izmjeri se dužina od sredine čvora  $c$  do sredine čvora  $b$  .
2. Na potpuno ispruženom oku, tako da mu se čvorovi nalaze u istoj visini sa čvorovima susjednih oka, mjeri se dužina od sredine čvora  $c$  do sredine čvora  $d$  i dobijena vrijednost podijeli sa dva.



**Slika 6.** Šematski prikaz načina merenja veličine oka.



Slika 7. Mjesta uzorkovanja u Kotorskom zalivu.

Tabela 3. Podaci o komercijalnim čamcima korišćenim u toku istraživanja.

Čamac	Dužina čamca (m)	Snaga motora (KW)	Dužina mreže(m)	Veličina oka (mm)	Agregat za svijetljenje (cd)
99 - KT	4,00	4,0	87	4,5	1 x 800
10 - KT	6,60	2,9	100	6,0	1 x 800
47 - KT	4,90	3,3	120	6,5	1 x 800
2 - KT	5,18	2,9	100	5,0	1 x 800
3 - KT	5,50	nema	120	8,0	2 x 400

Izvršeno je ukupno 25 povlačenja mreže na 6 lokacija u Kotorskom zalivu (slika 7, tabela 4).

**Tabela 4.** Lokacije uzorkovanja u Kotorskom zalivu.

Mjesto uzorkovanja	Geografska širina $\Phi$	Geografska dužina $\lambda$
Muo (300m E od obale)	42°25'47.1"	18°45'43.6"
Markov rt (N od Prcnja 300m NNE)	42°28'06.2"	18°44'04.8"
Institut za biologiju mora (70m N od obale)	42°26'13.1"	18°45'49.5"
Sveti Matija (300m NW od obale)	42°26'39.2"	18°45'35.3"
D. Orahovac (300m S od obale)	42°29'13.3"	18°45'20.4"
Dražin vrt (300m SW od obale)	42°28'53.4"	18°43'43.1"

Sakupljanje uzoraka je obavljeno na području Kotorskog zaliva najmanje jednom mjesečno u periodu od dvije kalendarske godine, i to od juna 2004. godine do jula 2005. godine, i od jula 2006. godine do juna 2007. godine. Prilikom uzimanja uzoraka bilježen je ukupan ulov svih vrsta, a zatim je uziman slučajan uzorak od nekoliko kilograma iz ukupnog ulova. Uzorak je obrađivan u laboratoriji Instituta za biologiju mora u Kotoru. S obzirom da su u svakom ulovu dominirale vrste *E. encrasicolus* i *S. pilchardus*, iz svakog uzorka je određena ukupna težina ove dvije vrste, kao i ukupna težina svih ostalih pelagičnih vrsta koje su identifikovane u ulovu.

Za identifikaciju populacije inćuna sa područja Kotorskog zaliva analizirane su sledeće karakteristike:

- LT – totalna ili ukupna dužina tijela (dužina od vrha gubice do kraja repnog peraja), izražena u centimetrima sa preciznošću od 0,1 cm;
- W – ukupna težina svake jedinice izražena u gramima sa preciznošću od 0,01 gram;
- Wg – ukupna težina gonada izražena u gramima sa preciznošću od 0,01 gram;
- OL – dužina otolita izražena u milimetrima (najveća dužina otolita mjerena od postrostruma do rostruma).

Alometrijski odnos između totalne dužine tijela (LT) i ukupne težine tijela (W) procijenjen je eksponencijalnom funkcijom (Ricker, 1975):

$$W = aL^b \quad (1),$$

gdje je W težina, L dužina, dok su *a* i *b* konstante.

Funkcija (1) se logaritmovanjem transformiše u linearni oblik:



$$\log W = \log a + b \log L \quad (2).$$

Na osnovu jednačine (2) konstante  $a$  i  $b$  se procjenjuju metodom linearne regresije, pri čemu je  $\log L$  nezavisna, a  $\log W$  zavisna varijabla. Eksponent  $b$  predstavlja faktor alometrije odnosa dužine i težine. Povećanje logaritma težine biće jednako  $b$  puta povećanju logaritma dužine za isto vremensko razdoblje. Tokom kritičnih trenutaka u biologiji vrste, kao što su metamorfoza, sazrijevanje i mriješćenje, dolazi do promjene odnosa  $W/L$ . Smatra se da jedinka ima izometrijski rast ako je  $b \approx 3$ . Kada je vrijednost faktora alometrije  $b < 3$  to znači da riba raste brže u dužinu nego u težinu (negativan alometrijski rast), a kada je  $b > 3$  suprotno (pozitivan alometrijski rast).

Kondicija predstavlja fizičko stanje ribe koje proizilazi iz dužinsko-težinskog odnosa i može se izraziti relativnim faktorom kondicije (Le Cren, 1951):

$$Ka = W / a L^b \quad (3),$$

gdje je  $Ka$  relativni faktor kondicije,  $W$  ukupna težina tijela,  $L$  ukupna dužina tijela, dok su  $a$  i  $b$  koeficijenti dužinsko-težinskog odnosa.

Za izračunavanje parametara rasta u ribarstvenoj biologiji gotovo isključivo se upotrebljava slijedeća funkcija (von Bertalanffy, 1934, 1938):

$$Y = A - Be^{-cX} \quad (4),$$

gdje je  $A$  asimptota,  $B$  presek sa ordinatom,  $c$  trenutna stopa rasta, a  $X$  jedinica vremena.

U ribarstvenoj biologiji, von Bertalanffy-jeva funkcija je modifikovana tako što je uzeto da je  $B = A$ , pa funkcija dobija formu:

$$L_t = L_\infty \left[ 1 - e^{-K(t-t_0)} \right] \quad (5),$$

pri čemu je:

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \ln \frac{(L_\infty - L_t)}{L_\infty} \quad (6),$$

gdje je  $L_t$  dužina ribe u vremenu  $t$ ,  $L_\infty$  je asimptota, dok je  $K$  koeficijent trenutne stope rasta.

Procjena parametara rasta vršena je metodom sume najmanjih kvadrata nelinearnih funkcija (SSE). Upotrebljeni su programi TRAWLAN (Regner, 1999) i SIMPLY GROWTH (PISCES Conservation, 2002). Parametri funkcije, asimptotska dužina ( $L_{\infty}$ ), stopa rasta ( $K$ ) i početno vrijeme ( $t_0$ ) procjenjivani su na osnovu podataka o starosti ( $t$ ) i dužini riba ( $LT$ ).

Na osnovu izračunatih vrijednosti parametara rasta, izračunat je indeks uspješnosti rasta tj. indeks fi prime ( $\varphi'$ ), po empirijskoj formuli koju su dali Munro & Pauly (1983):

$$\varphi' = \log_{10} k + 2\log_{10} L_{\infty} \quad (7).$$

Ova indeks se pokazao kao veoma dobar pokazatelj uporedne uspješnosti rasta između populacija iste vrste koje žive u različitim ekosistemima (Pauly and Munro, 1984).

Za procjenu optimalnog nivoa eksploatacije, osim poznavanja stopa rasta, neophodno je poznavati i stope smrtnosti. U pravilu, od vremena dolaska mladih jedinki na ribolovno područje ( $t_r$ ) do vremena prvog ulova ( $t_c$ ) djeluju isključivo prirodni faktori smrtnosti ( $M$ ). Od vremena kada mlade jedinke počnu da se love ( $t_c$ ), počinje i djelovanje ribolovnih faktora smrtnosti ( $F$ ). Prema tome, od tog momenta djeluju kombinovani faktori prirodne i ribolovne smrtnosti. Od tada je stopa smrtnosti jednaka (Gulland, 1969):

$$F + M = Z \quad (8),$$

gde je  $Z$  koeficijent ukupne trenutne stope smrtnosti.

Sa povećanjem starosti, odnosno dužine jedinki,  $F$  se zbog selektivnosti alata postepeno povećava. Sa druge strane, kod starijih jedinki zbog manjeg broja predatora,  $M$  se vrlo često smanjuje (Beverton & Holt, 1957; Kolding & Ubal Giordano, 2002).

Za određivanje smrtnosti upotrijebljena je metoda linearizovane krive ulova, koja se u praksi pokazala kao veoma precizna, konvertovane iz podataka o dužini (Pauly, 1983), upotrebom programa TRAWLAN (Regner, 1999). Ovom metodom se dužinski intervali pretvaraju u vremenske pomoću inverzne von Bertalanffy-jeve jednačine:

$$t_L = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left( 1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right) \quad (9),$$

gde je  $t_L$  starost pri dužini  $L_t$ , dok su  $t_0$ ,  $K$  i  $L_\infty$  parametri von Bertalanffy-jeve funkcije rasta.

Ako su  $L_1$  i  $L_2$  donja i gornja granica dužinskog intervala, onda je starost  $L_1 = t$ , a starost  $L_2 = t + \Delta t$ . S obzirom na to da je  $\Delta t$  vrijeme koje je potrebno da bi jedinka porasla od dužine  $L_1$  do dužine  $L_2$ , ovaj parametar se može izračunati iz sledeće relacije:

$$\Delta t = t_{L_2} - t_{L_1} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left( 1 - \frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right) \quad (10).$$

$Z$  se procenjuje u odnosu na sredinu vremenskog intervala koji se izračunava pomoću funkcije:

$$\Delta t/2 = \frac{t_{L_1} + t_{L_2}}{2} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left( 1 - \frac{L_1 + L_2}{2L_\infty} \right) \quad (11).$$

Zbog nejednakih intervala, jednačina dobija oblik:

$$\ln \left[ \frac{C_{(t,\Delta t)}}{\Delta t} \right] = a - Z \left( t + \frac{\Delta t}{2} \right) \quad (12).$$

Selektivnost ribolovnog alata izračunata je takođe uz pomoć posebnog programa za računanje selektivnosti kočarskih alata u okviru programskog paketa TRAWLAN (Regner, 1999), gde su ulazni podaci  $L_\infty$ ,  $K$ ,  $t_0$ ,  $Z$  i intercept  $Z$ , a izlazni  $t$  srednje,  $\Delta t$ ,  $S_{opaz}$  i  $S_{proc}$ .

Kod djelovanja svakog alata javlja se takozvana kriva selekcije, koja zavisno od karakteristika alata, može imati različite oblike. U slučaju povlačnih mreža, kao što je mreža potegača, kriva selekcije ima sigmoidni oblik. Ovaj oblik ukazuje da nove uzrasne klase kako rastu, odnosno stare, sve manje prolaze kroz oka mreže, ukoliko ih je ona zahvatila. Selekcione krive ovog tipa su simetrične u odnosu na srednju starost ( $t_c$  50%) i srednju dužinu ( $L_c$  50%), što znači da, kod ove starosti ili dužine, 50% primjeraka biva ulovljeno a 50% prolazi kroz oka mreže. Od momenta kada jedinke

dođu na lovište ( $t_r$ ) do vremena potpune eksploatacije ( $t'$ ) izložene su djelovanju selektivnosti alata. Prema tome, područje selekcionih krive obuhvata gradijent od starosti/dužine prvog ulova ( $t_r$  i  $L_r$ ) do starosti/ dužine potpunog zadržavanja u mreži ( $t'$  i  $L'$ ).

Luk koji se nalazi na lijevoj strani krive ulova u odnosu na pravu konvertovane krive ulova iz dužinskih intervala, koja počinje od dužine 100% zadržavanja zove se luk selekcije (Beverton & Holt, 1956).

Podešavanje oka mreža tako da se vrijeme  $t_c$  nalazi desno u odnosu na vrijeme dostizanja polne zrelosti ( $t_s$ ), uz regulisanje ribolovnog napora, osigurava reprodukciju populacije.

Izračunavanje krive selekcije vršeno je pomoću logističke funkcije (Pauly, 1983), koja ima oblik:

$$S_L = \frac{1}{1 + e^{S_1 - S_2 * L}} \quad (13).$$

Ukoliko su poznati parametri von Bertalanffy-jeve funkcije,  $L_\infty$ ,  $K$  i  $t_0$ , logistička funkcija može da se izrazi kao funkcija starosti umesto funkcije dužine:

$$S_t = \frac{1}{1 + e^{T_1 - T_2 * t}} \quad (14).$$

Budući da je domen ove funkcije od 0 do 1 i da je ona simetrična u odnosu na srednju vrijednost selekcionog luka ( $L$  50%), dobija se da je:

$$L \text{ 50\%} = S_1/S_2,$$

$$L \text{ 75\%} = (\ln 3 + S_1)/S_2,$$

$$L \text{ 25\%} = (\ln 3 - S_1)/S_2.$$

S obzirom da funkcija (14) asimptotski teži vrijednosti 1, dužina pri kojoj se zadržavaju jedinke koje su ušle u mrežu ( $L'$ ), određuje se ili po vrijednosti koja je najbliža jedinici ili matematički tako da je  $L' \approx L \text{ 50\%} \times 2$ .

Raspon:

$$2 \ln \frac{3}{S_2} = L \text{ 75\%} - L \text{ 25\%} \quad (15),$$

zove se selekcionim rasponom.

Za dalja izračunavanja korišćena je vrijednost  $Z$  izračunata po metodi objašnjennoj u jednačinama 9. – 12. Procijenjene su opažene vrednosti selektivne krive po formuli:

$$S_{\text{opaz}} = \frac{C}{\Delta t e^{a-Zt}} \quad (16),$$

dok se podaci za izračunavanje teorijske krive dobijaju iz jednačine:

$$X = \bar{t}, Y = \ln \left[ \left( \frac{1}{S} \right) - 1 \right] \quad (17),$$

tako da se procjenjena teorijska kriva izračunava metodom linearne regresije parova podataka, gde je  $\bar{t}$  nezavisna varijabla ( $X$ ), dok je zavisna varijabla ( $Y$ ) jednačina (xxx).

Institut za biologiju mora u Kotoru je, zajedno sa Institutom za marinska istraživanja (ISMAR) iz Ankone, uradio procjenu biomase male plave ribe na otvorenom moru akustičnom metodom uz primjenu ehointegratora. Ovom metodom se najbrže dobijaju podaci o biomasi plave ribe. Tokom avgusta 2005. godine izvršeno je ehosondiranje na području Bokokotorskog zaliva na transektu dužine 14 Nm. Podaci o ehogramima obrađivani su u Institutu za marinska istraživanja u Ankoni, a biološki podaci u Institutu za biologiju mora u Kotoru i djelimično u Institutu u Ankoni.

Da bi se procjenilo da li je neka populacija ugrožena eksploatacijom, potrebno je znati stopu eksploatacije. Stopa eksploatacije se računa prema formuli :

$$E = \frac{F}{Z} \quad (18),$$

gde je  $E$  stopa eksploatacije,  $F$  je stopa ribolovne, a  $Z$  je stopa ukupne smrtnosti (Sparre *et al.*, 1989).

Stopa ribolovne smrtnosti može se procjeniti pomoću formule:

$$F = q * f \quad (19),$$

gdje je  $q$  koeficijent ranjivosti koji pokazuje koliki je dio populacije dostupan ribolovnom alatu, dok je  $f$  ribolovni napor (*ibid.*).

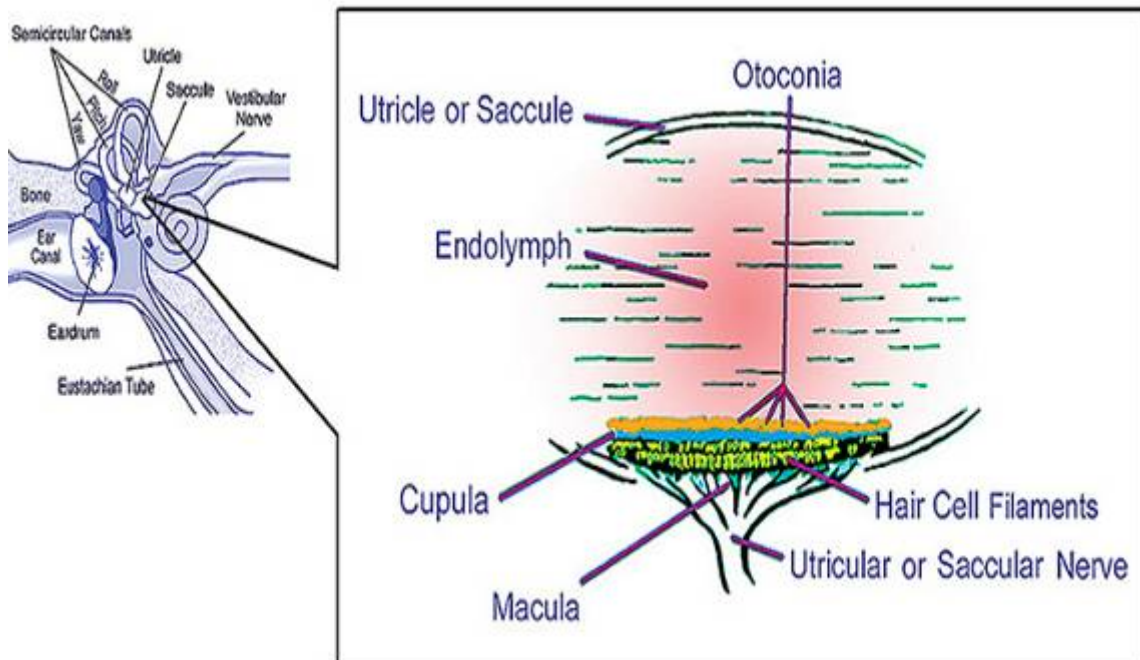
Procjena koeficijenta ranjivosti je u najvećem broju slučajeva veoma komplikovana i vrši se različitim metodama, koje ovdje nije potrebno opisivati. Samo u jednom slučaju se  $q$  može procjeniti na jednostavan način, a to je kada su, što je slučaj

kod naših istraživanja, poznati ulov i biomasa, pri čemu biomasa mora da bude procijenjena direktnom metodom koja se ne oslanja na analizu ulova. Tada je:

$$q = \frac{C}{B}, \quad (20),$$

pri čemu je  $C$  ulov, a  $B$  procijenjena biomasa (*ibid.*).

Kod svih riba iz klase Actinopterygii unutrašnje uho je membranozna kesica smještena u lobanjskoj šupljini bočno ili ispred zadnjeg mozga (slika 8). Sastoji se od nekoliko kesica i kanala koji su zajedno uronjeni u intersticijalnu tečnost – endolimfu (Platt & Popper, 1981). U unutrašnjem uhu razlikujemo tri semicirkularna kanala i to: *utricleus*, *sacculus* i *lagena*. Sve ribe imaju sva tri kanala. Primarna funkcija sakulusa i lagene jeste slušna, dok je utrikulus glavni organ za određivanje položaja ribe u prostoru i horizontalna kretanja. Svaki semicirkularni kanal ima okrugli završetak na kraju koji se naziva ampulla. U ampuli svakog kanala nalazi se želatinozna membrana ili macula. Kod riba dolazi do zadebljanja ove membrane u procesu mineralizacije formirajući čvrste strukture zvane otoconium ili otolit.



**Slika 8.** Unutrašnje uho kod riba i uvećani izgled ampule jednog od semicirkularnih kanala ([www.cami.jccbi.gov/AAM-400A/Brochures/spatialD2/spatialdgraphics/bigotolith.jpg](http://www.cami.jccbi.gov/AAM-400A/Brochures/spatialD2/spatialdgraphics/bigotolith.jpg)).

Otoliti služe kao organ za ravnotežu, a takođe pomažu i čulu sluha. Sastoje se primarno od kalcijum karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u formi aragonita. Osim aragonita, a u zavisnosti od vrste do vrste, otoliti sadrže od 0,2 do 10% organske materije u formi proteina koji se zove otolin (Degens *et al.*, 1969). Otoliti utrikulusa zovu se *lapillus*, otoliti sakulusa poznati su ka *sagittae*, a otoliti lagene se zovu *asteriscus*. Osim što imaju auditornu funkciju otoliti su poznati po tome što prilikom rasta ribe dolazi do pravilnog deponovanja materijala u otolitima, pri čemu nastaju prstenovi ili annuli koji nam daju informaciju o starosti svake individue. Prstenovi se najbolje vide kod *sagittae*, te se one najviše koriste za određivanje starosti. Veličina i oblik *sagittae* nije ista kod svake vrste i određen je sa više faktora, a među njima su dva glavna. Prvi je selektivni pritisak na *sagittae* da se oblikuju na najbolji način kako bi mogle obavljati auditornu funkciju kod svake vrste ponaosob (Gauldie, 1988), a drugi faktor koji utiče na rast otolita jeste efekat okruženja, prije svega temperatura vode, dubina i dostupnost minerala i hrane (Aguirre & Lombarte, 1999). Veličina otolita varira od vrste do vrste. Generalno, kod dermezalnih vrsta riba čije je kretanje sporo, otoliti su veliki i debeli, dok su kod brzoplivajućih vrsta otoliti veoma mali i tanki. Možemo slobodno konstatovati da je sama funkcija koju otoliti obavljaju kod riba dugo bila zanemarena od strane ribarstvenih biologa. Naime, kada je Reibisch (1899) otkrio da se kod otolita stvaraju prstenovi ili annuli koji nam daju informaciju o starosti individue, došlo je do "male revolucije" u ribarstvenoj biologiji. Sama informacija o starosti dovoljna je da se uz ostale parametre dodje do realnih podataka o rastu, smrtnosti i evoluciji same vrste. Ono što je takođe karakteristično za otolite jeste to da su stabilni i metabolično inertni, što omogućava da od momenta izlijezanja jedinke do njenje smrti otolit kontinuirano raste i kasnije nam daje informacije o starosti individue. S obzirom da na rast otolita utiču faktori spoljašnje sredine možemo ih nazvati „crnom kutijom” svake individue (Lecomte-Finiger, 1999).

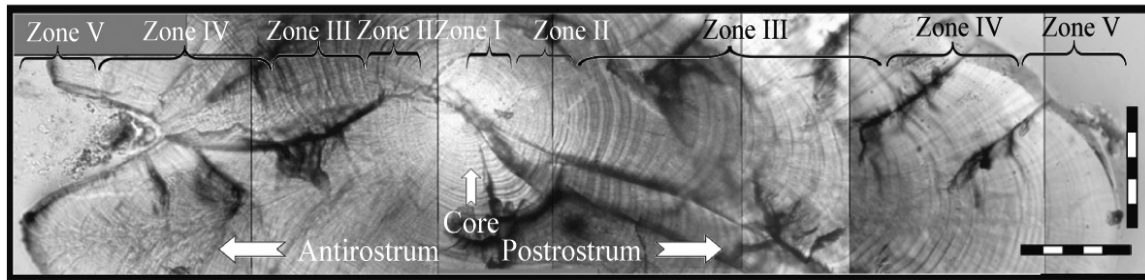
Sve do 1971. godine, starost jedinki očitavala se u godinama. Kad je Panella (1971) otkrio dnevne prstenove otolita, uvidjelo se da je njihovo postojanje univerzalna karakteristika svih riba (Campana & Neilson, 1985). Način nastanka dnevnih prstenova povezan je sa efektom fotoperioda i vremenom hranjena same jedinke. U periodu od 24 sata stvaraju se dva koncentrična kruga različitog hemijskog sastava koji zajedno čine jedan dnevni prsten otolita. Deblju i dobro razvijenu zonu nazivamo zona priraštaja, a

drugu zovemo zona diskontinuiteta i ona je vrlo tanka i liči na mali žlijeb (Tanaka *et al.*, 1981). Gledajući ove dvije zone pod svjetlosnim mikroskopom, zona diskontinuiteta ili D-zona je tamna, dok je zona priraštaja ili L-zona svijetla. Razlika je u hemijskom procesu stvaranja ove dvije zone i načinu i količini deponovanja kristala aragonita i organskog materijala.

Otoliti su kod inćuna u odnosu na tijelo dosta mali i tanki, što je razumljivo iz razloga što inćun veliki dio svog života provodi u brzom plivanju. Anatomski izgled otolita je takav da je sa ventralne strane konkavan, a sa dorzalne konveksan. Na otolitu juvenilnog inćuna razlikujemo jezgro ili nukleus (slika 9), rostrum, postrostrum i antirostrum (Secor *et al.*, 1991). Što se hemijske strukture otolita tiče, slabo su mineralizovani i bogati su organskom materijom male gustine. Postojanje dnevnih prstenova kod roda *Engraulis* potvrđeno je u brojnim studijama koje su se bavile larvalnom fazom razvića kod *E. encrasicolus* (Palomera *et al.*, 1988; Regner & Dulčić, 1990), *E. mordax* (Methot & Kramer, 1979), *E. rigens* (Morales-Nin, 1989). Postojanje dnevnih prstenova kod juvenilnog i adultnog inćuna potvrđeno je studijom koju su uradili Cermeño *et al.* (2006). Problem kod čitanja dnevnih prstenova predstavlja postojanje poludnevnih prstenova, koji su opisani kod inćuna u vremenu metamorfoze (Palomera *et al.*, 1988). Sama metodologija razlikovanja dnevnih od poludnevnih prstenova još uvijek nije standardizovana, ali je opšte pravilo da se prilikom čitanja otolita fokus okulara lagano pomjera sve dok poludnevni prsteni nestanu (Morales-Nin, 1992). Po pravilu čitanje otolita počinje od nukleusa, odnosno prvog prstena koji se jasno vidi, prema postrostrumu. Sam otolit možemo podijeliti u pet zona rasta i to:

- Zona I – Tipično larvalno jezgro, jasno postojanje ritmičnih i regularnih prstenova.
- Zona II – Pojavljuju se prvi poludnevni prstenovi, lako ih je prepoznati.
- Zona III – Obrazac rasta pokazuje jasne prstenove sa naizmjeničnim providnim prstenovima. Prilikom variranja fokusa ove strukture ne nestaju .
- Zona IV – Povećano je prisustvo organske materije. Prstnovi postaju pravilniji, poludnevnih prstenova ima manje.
- Zona V – Kontinuirano nestajanje prstenova.





**Slika 9.** Sagitalni otolit juvenilnog inćuna sa podijeljenim zonama rasta (preuzeto iz Cermeño *et al.*, 2006).

Za određivanje starosti juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva uzet je uzorak od 100 inćuna 19. oktobra 2005. na lokaciji Orahovac. Svim jedinkama izvađen je par sagitalnih otolita (lijevi i desni), po kriterijumima koje su preporučili Secor *et al.* (1991), ispod binokularne lupe WILD HEERBRUGG. Otoliti su zatim dobro isprani u destilovanoj vodi, očišćeni od djelova tkiva i osušeni. Zatim su stavljeni na predmetno staklo tako da konveksna strana bude okrenuta prema gore. Da bi se otolit mogao brusiti, potrebno je da se fiksira za predmetno staklo. Pomoću šprica i igle širokog promjera ispuštali smo kap providnog laka direktno na otolit, pri čemu smo vodili računa da ne ostane neki mjehurić i da otolit leži ravno postavljen. Kada se lak dobro stegnuo (nakon 48 sati), počinje se sa brušenjem otolita, prvo koristeći sitni i mekani šmirgl papir, a zatim kartonske turpije za poliranje noktiju, od najhrapavije do najmekše. Brušenje se vršilo lagano, kružnim pokretima i uvijek u istoj ravni da bi svaki dio otolita bio jednako izbrušen. Nakon završetka brušenja, dnevni prstenovi otolita su pročitani po mikroskopom marke Carl Zeiss Axio Imager Microscope, pod uvećanjem 400x, uz pomoć digitalne kamere koja je povezana na monitor. Otoliti su čitani od strane dvije osobe, nezavisno. Ukoliko je razlika u čitanju bila velika, čitanje dnevnih prstenova se ponavljalo dok konačan rezultat ne bude isti, u suprotnom taj otolit je bio odbačen.

Izračunata je srednja starost u danima, srednja starost u godinama, kao i tačan datum izlijeganja svake dužinske klase. Osim što smo određivali starost svake jedinke, za ovaj uzorak smo posebno uradili i dužinsko-težinski odnos po formuli (2).

Zatim smo odredili stopu rasta jedinke na dan po modelu linearne regresije:

$$LT = a + b t \text{ (dani)} \quad (21),$$

gdje je LT totalna dužina tijela, t je srednja starost u danima, dok su a i b konstante, odnosno izračunato b je stopa rasta jedinke u milimetrima po danu (mm/danu), dok koeficijent a predstavlja dužinu pri kojoj nastupa metamorfoza iz larvalnog u juvenilni stadijum.

Takođe je određen i odnos dužina ribe – maksimalna dužina otolita (LT–LO) po formuli:

$$LO = a + b LT \quad (22),$$

Procjena parametara rasta von Bertalanffy-jeve funkcije iz otolita juvenilnog inćuna, asimptotske dužine ( $L_{\infty}$ ), stope rasta (K) i početnog vremena ( $t_0$ ), vršena je metodom sume najmanjih kvadrata nelinearnih funkcija u programu TRAWLAN (Regner, 1999).

Odnos polova (R) određen je na osnovu jednačine:

$$R = M / F \quad (23),$$

gde je F ukupan broj ženki, dok je M ukupan broj mužjaka (Sinovčić & Zorica, 2006).

U cilju detaljnijeg istraživanja reproduktivnog ciklusa mjerena je i težina gonada inćuna. Težina tijela i gonada riba mjerena je digitalnom vagom sa preciznošću od 0,01 gram. Vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) određene su na osnovu jednačine:

$$GSI = 100 * G / W \quad (24),$$

gde je G težina gonada, a W ukupna težina tijela (Jons & Miranda, 1997).

Pol je određivan makroskopski na osnovu oblika, izgleda, veličine, strukture i boje gonada. Kako je u uzorku bio veliki broj nedoraslih i mladih jedinki u stadijumu mirovanja kod kojih je bilo poteškoća pri određivanju pola, u sezoni 2007–2008. godina pristupilo se histološkoj analizi gonada, kako bi se sa sigurnošću utvrdili tok i faze

oogeneze i spermatogeneze. Nakon što su gonade izvađene iz svježe ribe, tkivo gonada je fiksirano u 10% formaldehidu, kako bi se izbjeglo razgrađivanje tkiva enzimima (autoliza) ili bakterijama. Proces izrade histoloških preparata gonada obavljen je kroz sljedeće faze:

1. Poprečno rezanje fiksirane gonade na sitnije dijelove;
2. Ispiranje fiksativa i fiksiranje u sredstvo za impregnaciju tkiva (parafin). Postupku impregnacije prethodila su dva pripremna postupka: dehidriranje i postizanje prozirnosti. Iz fiksiranih i ispranih dijelova gonada najprije je uklonjena voda uzastopnim prebacivanjem tkiva u sve koncentrovanije rastvora etanola i vode (od 70% do 100% etanola). Nakon toga etanol je zamijenjen rastvorom ksilola, nakon čega je tkivo gonade postalo prozirno. Tako obrađeno tkivo je potom u termostatu uronjeno u otopljeni parafin na temperaturi od 60°C. Pod uticajem toplote ksilol je ispario, a svi prostori u tkivu gonade su se ispunili parafinom. Dobijeni su parafinski blokovi sa uklopljenim gonadama.
3. Rezanje parafinskih blokova sa uklopljenim dijelom gonade pomoću mikrotoma na rezove debljine 4-6 µm. Pomoću tople vode rezovi su ispravljani i prenijeti na predmetno staklo.
4. Bojenje, kako bi se istakli pojedini dijelovi tkiva i uočila razlika među njima.

Histološki preparati gonada su posmatrani na elektronskom mikroskopu Zeiss pod uvećanjem 100x i fotografisani kamerom. Na histološkim preparatima gonada posmatrani su procesi oogeneze i spermatogeneze i praćeno je procentulano ućešće pojedinih razvojnih faza.

Za određivanja procesa oogeneze korišćena je klasifikacija koju su dali Hunter & Macewicz (1985) i ona je podijeljena u četiri faze.

Primarni ili nežumanćani oociti ukljućuju sve oocite bez žumanćanih granula. Obićno su sferićnog oblika, imaju veliki nukleus, citoplazma zauzima vrlo uzak prostor u oociti i veoma je homogena. Ovalni nukleus ovih oocita sadrži nekoliko nukleola, koje su okrućene granularnom perinuklearnom membranom. Opna ovih oocita na unutrašnjoj strani sadrži pojedinaćne kuboidalne granulozne ćelije, dok se na spoljašnjoj strani nalaze tekalne ćelije sa krvnim kapilarima. Najveće oocite iz ove klase mogu da

sadrže male vezikule na periferiji citoplazme. U oocitama inćuna ne postoje uljne vakuole, iz razloga što njegova jaja ne sadrže uljne kapljice.

Sekundrani ili djelimično žumanćani oociti obuhvataju rani stadijum početka vitelogeneze. Ovoj klasi pripadaju oocite kod kojih poćinje formiranje žumanćanih granula i kod kojih one zauzumaju maksimalno  $\frac{3}{4}$  razmaka od periferije do perinuklearne zone. Formiranje žumanćanih granula poćinje na periferiji citoplazme koje se zatim šire prema unutrašnosti ka nukleusu dok ne stignu do granularne perinuklearne zone. Ovalni nukleus u ovom stadijumu sadrži nekoliko nukleola. U vrijeme kada poćinje pojavljivanje žumanćanih granula, pojavljuje se tanka pruga između oocite i folikularne opne i ona se zove zona radiata. Kako proces sazrijevanja odmiće, folikularna opna postaje deblja zbog razmnožavanja granuloznih ćelija i njihovog povećanja u obimu.

Tercijarni ili žumanćani oociti sadrže kompletno formirane žumanćane granule od periferije do perinuklearne zone. Nukleus kod ovih oocita je centralno postavljen, ovalan i sadrži veći broj nukleola. Granulozne ćelije imaju pravougani oblik i veliki ovalni nukleus.

Ćetvrti stadijum ili stadijum hidratiranih oocita obuhvata one oocite kod kojih je poćeo poćetak migracije nukleusa ka animalnom polu. Prije nego doće do pucanja oocite, žumanćane granule se spajaju jedna sa drugom formirajući žumanćane ploće. U ovu klasu oocita spadaju i one kod kojih je došlo do dezintegracije jedra, ćiji sadržaj se rasipa u citoplazmu. Uoćavanje ovog stadijuma oocita na histološkim preparatima je dosta rijetko, iz razloga što je trajanje stadijuma jako kratko (manje od jednog dana), dok je s druge strane postojanje ostalih faza razvoja oocita uvijek prisutno u reproduktivno aktivnim inćunima.

Osim praćenja procesa oogeneze i odrećivanja stadijuma razvoja oocita, praćeno je i prisustvo postovulatornih folikula (POF), a njihova klasifikacija uraćena je po skali koju su dali Hunter & Macewicz (1985).

D-0 – predstavljaju postovularne folikule stare 0-23h nakon mriješćenja. Granulozne ćelije u ovoj fazi pravilno su porećane na krajevima lumena, izdućene su i uske sa istaknutim nukleusom u centru.

D-1 – folikuli stari između 19 i 28h nakon mriješćenja. Ovi folikuli su skupljeni, izgledaju „osušeno“, posjeduju nekoliko nabora i imaju manje nepravilnu formu u

odnosu na predhodnu grupu. Lumen je redukovan i može sadržati granulozni materijal, ali u mnogo manjoj mjeri u odnosu na D-0.

D-2 – ovoj grupi pripadaju POF stariji od 28h. Njihova klasifikacija je veoma teška jer se degeneracija ćelija nastavlja i nakon 48h. Lumen je veoma redukovan ili potpuno odsutan i ne postoje eozinofilne granule. Ćelijskih zidova nema u preostalom tkivu granuloznih ćelija i moguće je vidjeti poneko jedro ili vakuolu. Broj POF se smanjuje 48h nakon mriješćenja. Može biti prisutno nekoliko folikula ili se one mogu vidjeti samo u određenim djelovima gonade zbog rasta krupnijih oocita.

## **4. REZULTATI**

## 4. REZULTATI

### 4.1. Struktura populacije

Istraživanje juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu obavljeno je u dvije istraživačke godine i to 2004/2005 i 2006/2007. U prvoj godini istraživanja, uzorci juvenilnog inćuna uzimani su od komercijalnih ulova obalnim mrežama potegačama sa veličinom oka na mreži od 4,5 – 6 mm, dok su u drugoj godini oka na mrežama bila 8 mm. Da bi se prikazao uticaj veličine oka na mrežama na sastav i dinamiku populaciju juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu, rezultati su prikazani odvojeno za svaku istraživačku godinu, kao i za cijeli period 2004-2007. Ukupno je obrađeno 4203 jedinke, od čega u prvoj godini istraživanja 2432 jedinke, a u drugoj godini 1771 jedinka. Radi preciznijeg računanja jedinke su podijeljene u dužinske klase od po 3mm.

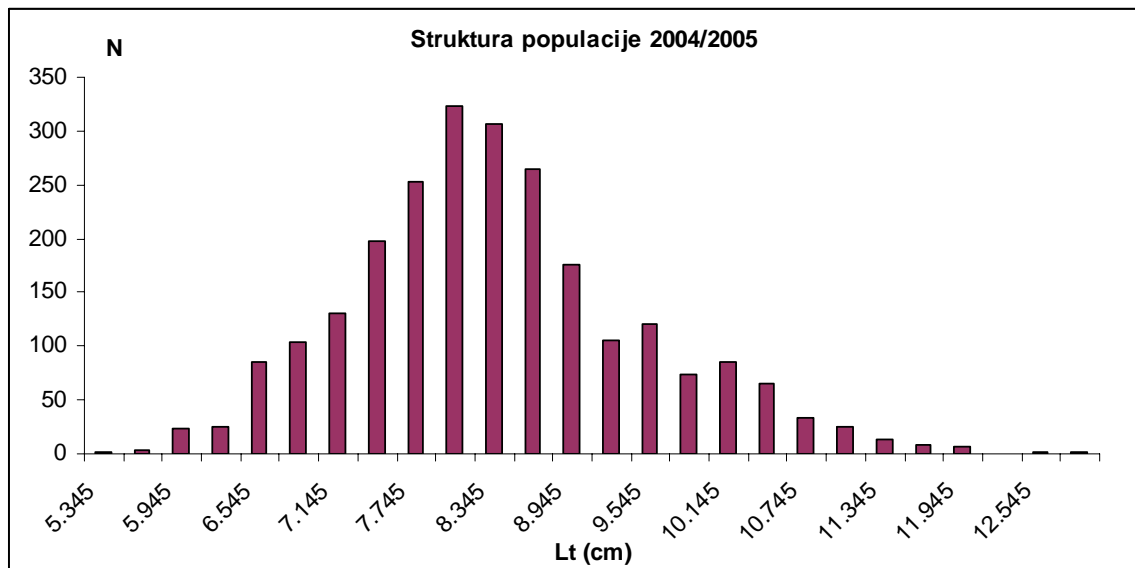
Datumi uzorkovanja, dužinski raspon, težinski raspon, srednja dužina tijela i srednja težina tijela svakog uzorka dati su u tabeli 5.

U periodu 2004-2005. godina obrađene su 2432 jedinke. Ukupan dužinski raspon iznosi od 5,2 do 12,7 cm (slika 10), sa srednjom dužinom  $8,32 \pm 1,11$  cm. Raspon težine kreće se od 0,76 do 13,13 g, sa srednjom težinom  $3,52 \pm 1,60$  g. Od ukupnog broja ulovljenih primjeraka najveći broj jedinke (324) pripada dužinskoj klasi 7,9-8,1 cm sa srednjim dužinskim intervalom od 8,04 cm.

**Tabela 5.** Struktura analiziranih uzoraka inćuna sa područja Kotorskog zaliva u periodu 2004-2005 i 2006-2007. godine.

Datum uzorkovanja	Dužinski raspon (cm)	Težinski raspon (g)	Srednja dužina tijela	Standardna devijacija	Srednja težina tijela	Standardna devijacija	N
10.06.2004	6,9-9,2	1,68-4,37	8,12	0,46	3,11	0,53	200
23.06.2004	6,5-9,1	1,39-3,99	8,03	0,63	2,66	0,62	24
21.07.2004	5,7-10,0	-	7,06	0,66	-	-	200

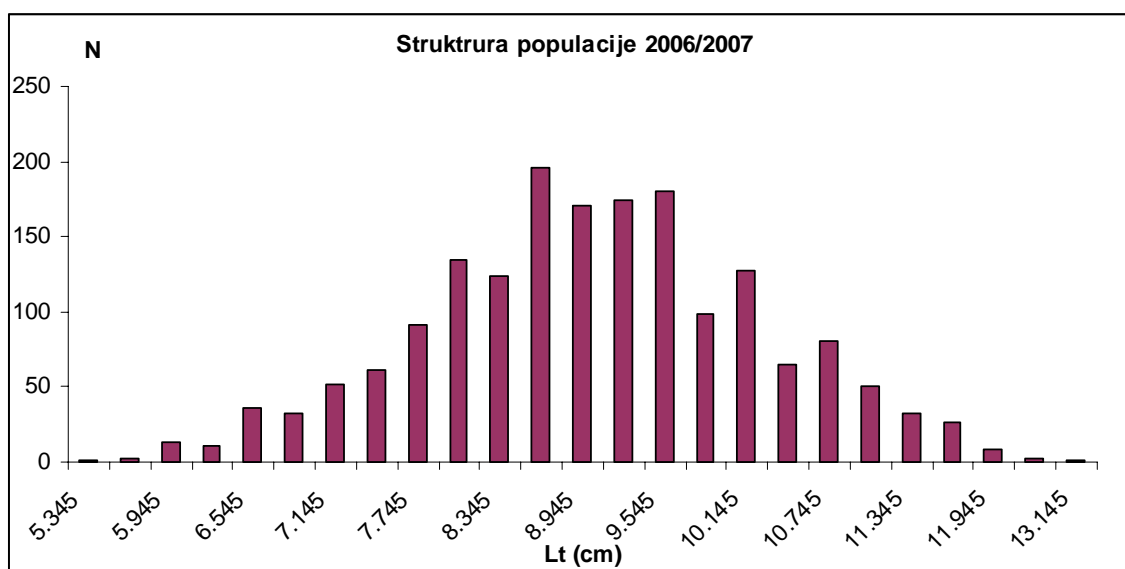
10.08.2004	5,7-9,3	0,89-4,24	7,13	0,68	2,05	0,61	200
13.09.2004	6,5-9,5	1,39-4,36	8,04	0,53	2,77	0,56	200
7.10.2004	6,6-9,7	1,58-5,16	8,05	0,50	2,81	0,54	200
6.11.2004	7,0-10,0	1,71-4,87	8,32	0,56	3,19	0,63	200
9.12.2004	6,5-10,0	1,36-5,00	8,42	0,56	3,02	0,63	200
26.02.2005	7,2-10,0	1,91-6,47	8,27	0,54	3,17	0,69	200
18.04.2005	7,0-11,0	1,81-7,84	9,40	0,85	4,91	1,41	65
28.04.2005	7,2-12,5	1,77-13,13	9,78	0,90	5,72	1,80	200
31.05.2005	7,4-12,7	2,15-12,95	9,70	0,95	5,52	3,09	200
24.06.2005	7,4-11,6	1,97-10,26	9,64	0,78	5,58	3,00	145
29.07.2005	5,2-9,8	0,76-5,63	7,44	0,76	2,32	0,78	198
22.07.2006	6,6-11,8	1,36-9,83	8,91	0,77	3,81	1,17	168
19.08.2006	5,3-11,7	1,04-9,43	7,81	1,36	2,93	1,68	200
20.09.2006	6,6-11,9	1,65-9,13	9,07	0,98	4,45	1,42	116
20.10.2006	6,3-11,1	1,34-7,85	9,17	1,15	4,47	1,55	84
28.11.2006	6,0-12,3	1,02-9,83	8,71	1,19	3,87	1,60	188
28.12.2006	7,7-10,7	2,48-7,02	9,09	0,63	4,23	0,96	85
17.01.2007	6,2-10,6	1,17-6,26	8,66	0,66	3,49	0,81	200
22.02.2007	6,5-10,7	1,12-7	8,63	0,77	3,57	1,00	200
13.04.2007	6,1-13,2	1,24-15,27	9,98	1,11	6,13	2,09	199
10.05.2007	7,5-12,0	2,27-11,82	9,79	0,93	5,96	1,78	181
29.06.2007	6,0-12,2	1,4-10,77	9,39	1,55	5,31	2,26	150



**Slika 10.** Struktura populacije inćuna u Kotorskom zalivu u istraživanom periodu 2004-2005. godine.

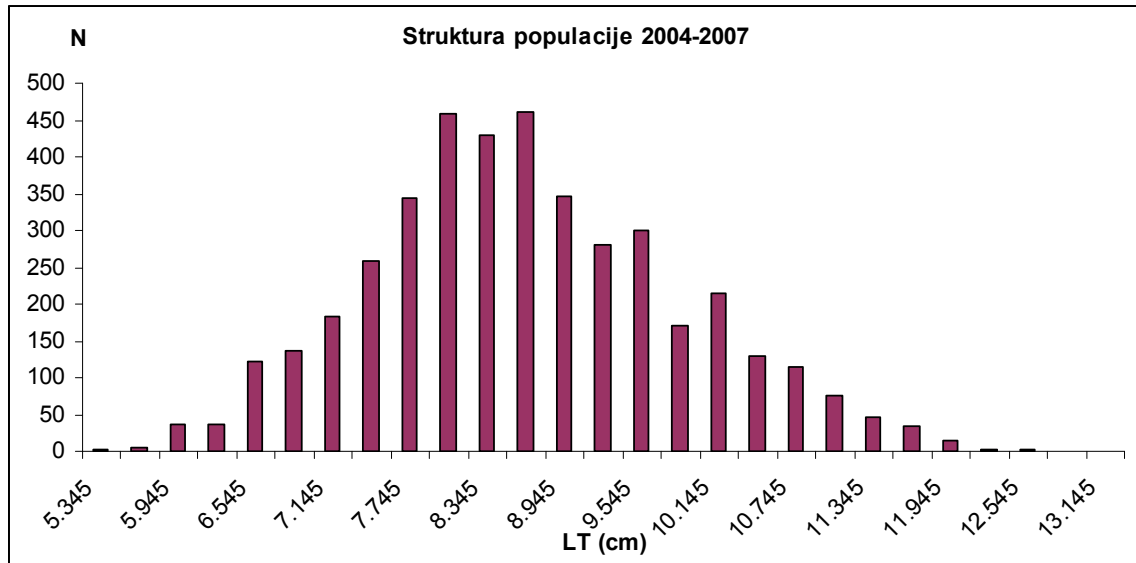


U periodu 2006-2007. godina obrađena je 1771 jedinka. Ukupan dužinski raspon iznosi od 5,3 do 13,2 cm (slika 11), sa srednjom dužinom  $8,99 \pm 1,21$  cm. Raspon težine kreće se od 1,02 do 15,27 g, sa srednjom težinom  $4,36 \pm 1,9$  g. Od ukupnog broja ulovljenih primjeraka najveći broj jedinki (196) pripada dužinskoj klasi 8,5-8,7 cm, sa srednjim dužinskim intervalom od 8,64 cm.



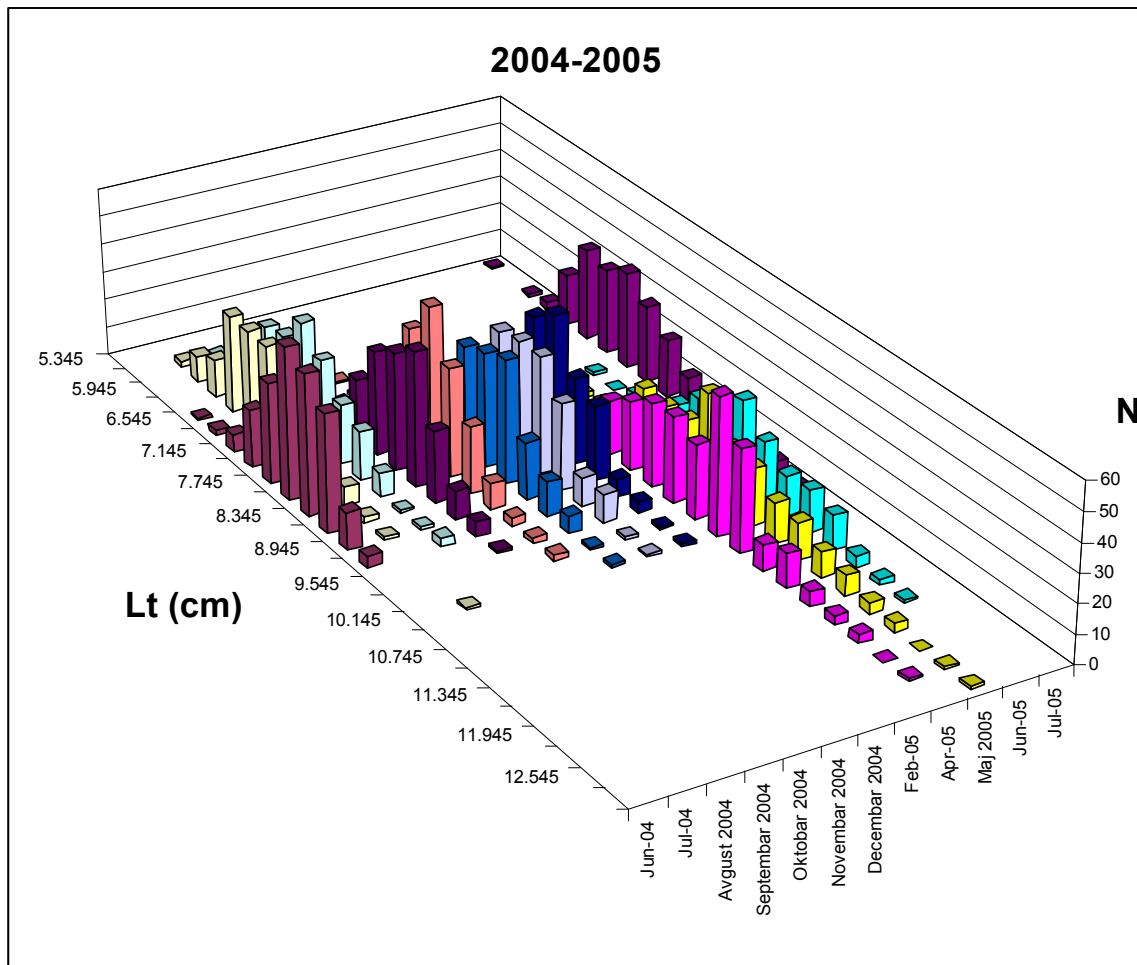
**Slika 11.** Struktura populacije inćuna u Kotorskom zalivu u istraživanom periodu 2006-2007. godine.

Ukupan dužinski raspon svih analiziranih jedinki u oba istraživačka perioda iznosi od 5,2 do 13,2 cm (slika 12), sa srednjom dužinom  $8,6 \pm 1,2$  cm. Raspon težine kreće se od 0,76 do 15,27 g, sa srednjom težinom  $3,89 \pm 1,78$  g. Od ukupnog broja ulovljenih primjeraka najveći broj jedinki (460) pripada dužinskoj klasi 8,5-8,7 cm, sa srednjim dužinskim intervalom od 8,64 cm.

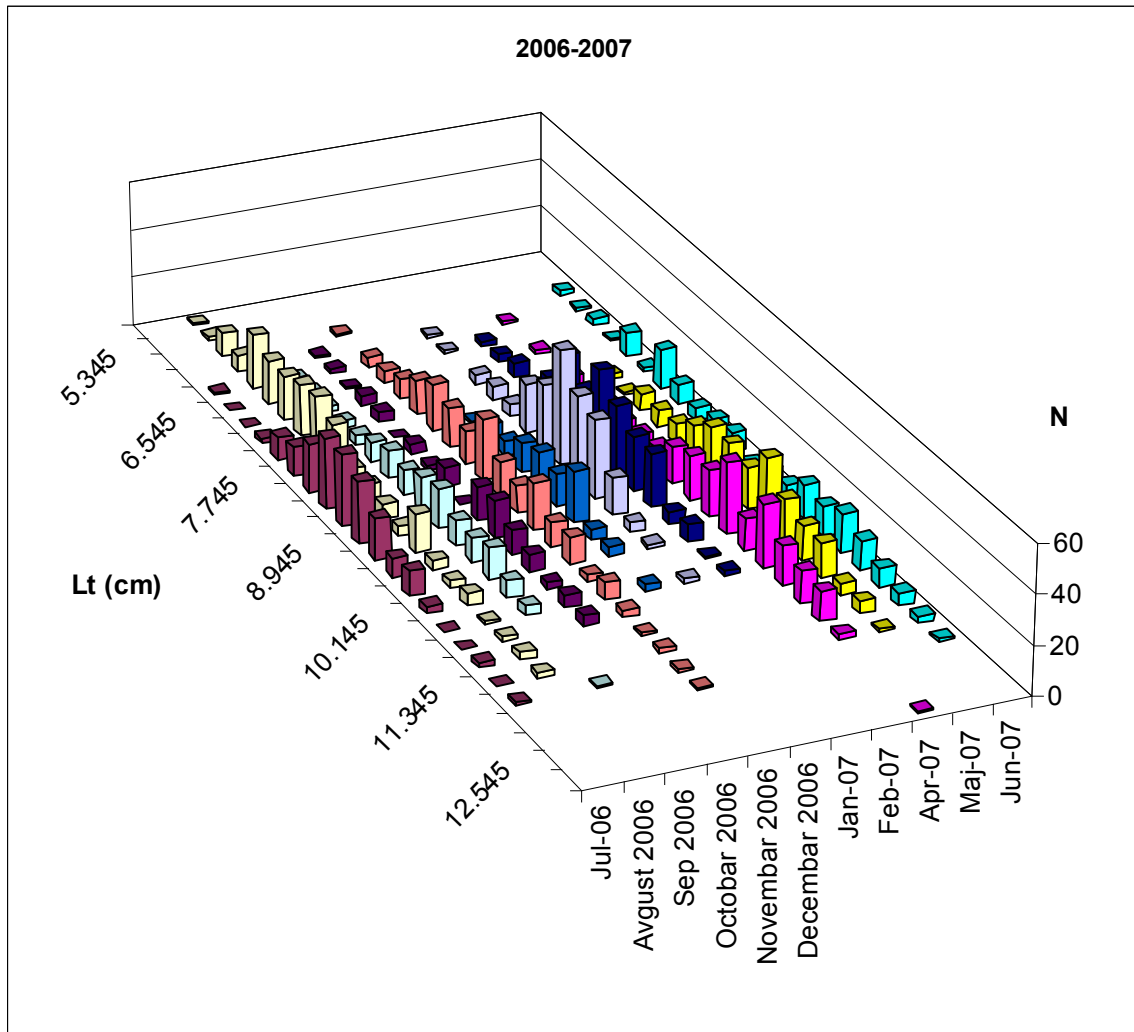


**Slika 12.** Struktura populacije inćuna u Kotorskom zalivu u istraživanom periodu 2004-2007. godine.

Na slikama 13 i 14 date su raspodjele obrađenih uzoraka juvenilnog inćuna po dužinskim frekvencijama od 3 mm za svaki mjesec posebno.

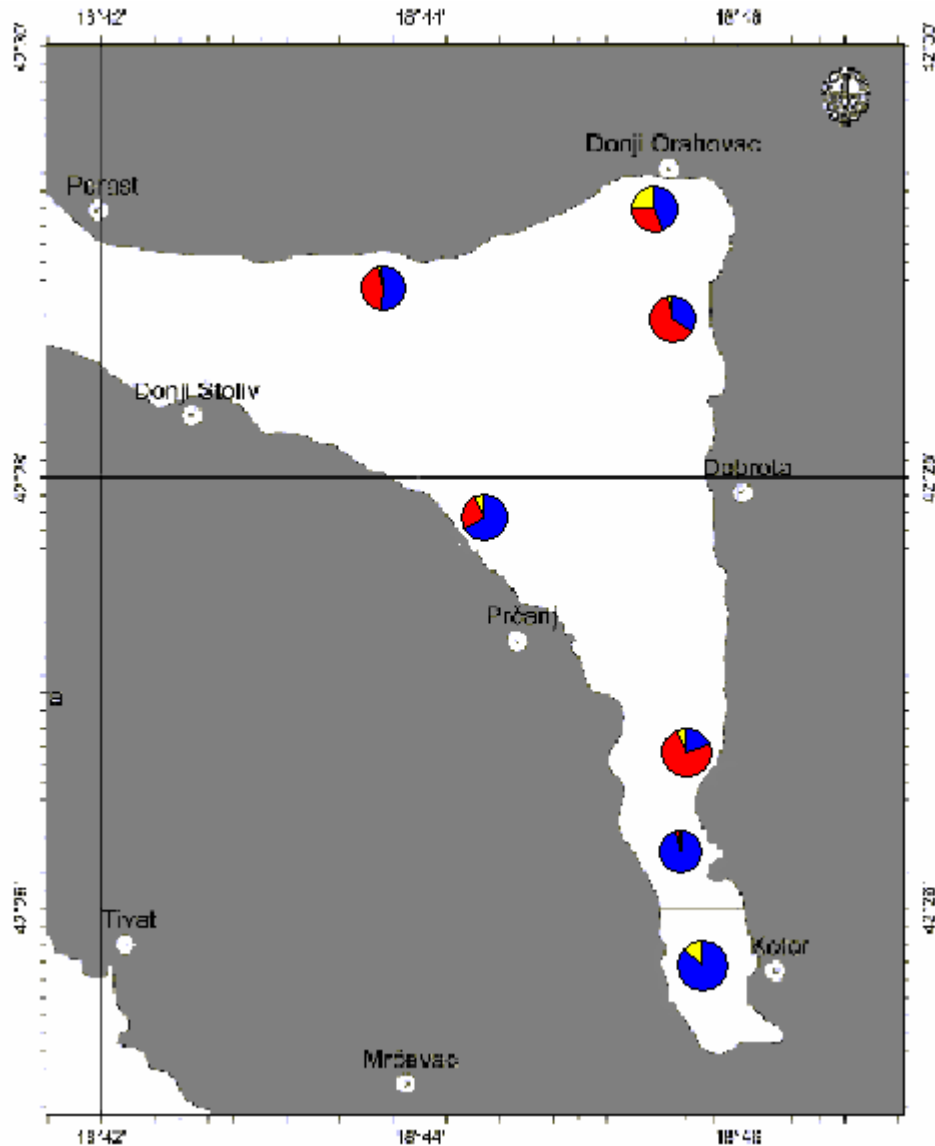


**Slika 13.** Rapodjela svih uzoraka po dužinskim frekvencijama za svaki mjesec posebno u istraživanom periodu 2004-2005. godine.



**Slika 14.** Rapodjela svih uzoraka po dužinskim frekvencijama za svaki mjesec posebno u istraživanom periodu 2006-2007. godine.

Pored juvenilnog inćuna, u ulovima je određivano i procentualno učešće srdele i ostalih pelagičnih vrsta, te je njihovo procentualno učešće na pojedinačnim lokacijama u Kotorskom zalivu prikazano na slici 15.



**Slika 15.** Procentualna zastupljenost incuna, srdela, i ostalih pelagičnih vrsta u ulovu u Kotorskom zalivu, u periodu 2004-2007. godina (crvena boja – incun, plava boja – srdela, žuta boja – ostale pelagične vrste).

**Tabela 6.** Prikaz ulova po jedinici napora (CPUE) i procentualno učešće incuna, srdela i ostalih pelagičnih vrsta (OPV) na području Kotorskog zaliva za cijeli period istraživanja.

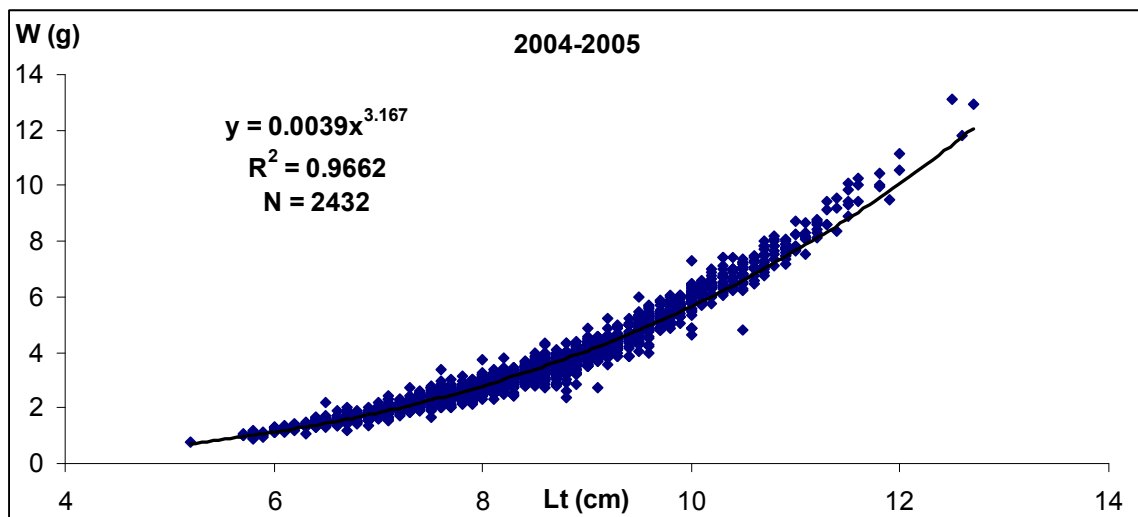
	CPUE kg/potez	Incun %	Srdela %	OPV %
2004-2005	156,44	37,17	59,17	3,65
2006-2007	141,92	37,00	59,71	3,30

U toku istraživanja u periodu 2004-2005. godine izračunato je da srednji ulov po jedinici napora - CPUE (catch per unit effort) mrežom potegačom u Bokokotorskom zalivu iznosi 156,44 kg po potezu, dok je težinsko procentualno učešće juvenilnog inćuna u ukupnom ulovu 37,17%, srdele 59,17% i ostalih pelagičnih vrsta 3,65% (tabela 6). Tokom istraživanja u periodu 2006-2007. godine izračunato je da je srednji CPUE mrežom potegačom u Bokokotorskom zalivu nešto manji i iznosi 141,92 kg po potezu, dok je težinsko procentualno učešće juvenilnog inćuna u ukupnom ulovu gotovo isto i iznosi 37,00 %, srdele 59,71 % i ostalih pelagičnih vrsta 3,30% (tabela 6).

## 4.2. Dužinsko-težinski odnosi

Odnos totalne dužine tijela i težina tijela inćuna u Kotorskom zalivu za period istraživanja 2004-2005. godine (N =2432) (slika 16) izražen je funkcijom:

$$W = 0,003 L^{3,167}; \quad r^2 = 0,966$$



**Slika 16.** Odnos dužine i težine tijela za period 2004-2005. godina.

Linearna regresija je računata iz logaritmovanih srednjih vrijednosti dužina i težina po dužinskim intervalima od po 0,3 cm (tabela 7).

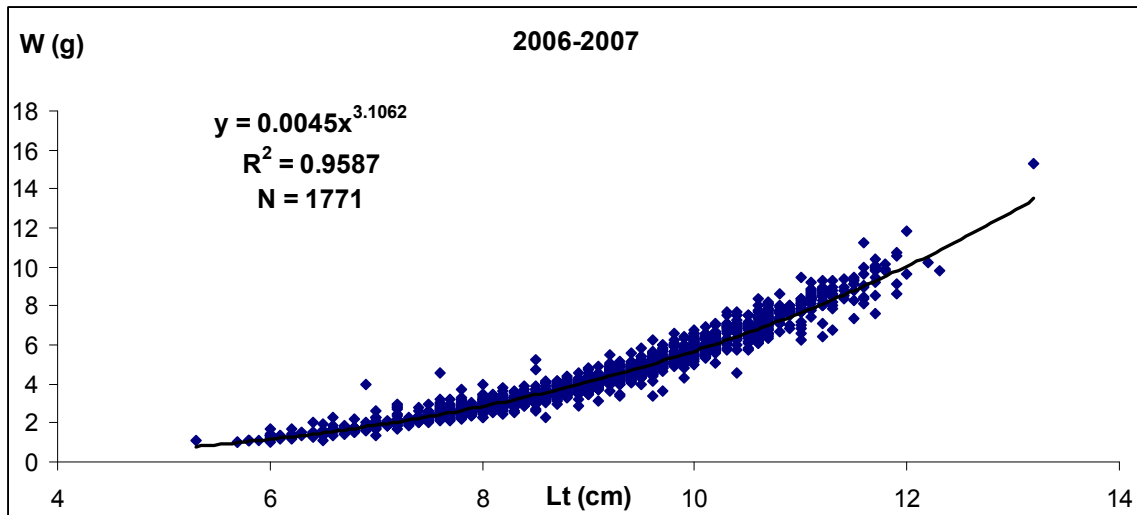
**Tabela 7.** Srednje vrijednosti dužine i težine tijela po dužinskim intervalima i njihove logaritamske vrijednosti za period 2004-2005. godina.

Dužinski interval (cm)	Srednja težina (g)	log LT	log W
5,345	0,76	0,7279	-0,1192
5,645	0,6933	0,7517	-0,1591
5,945	1,12	0,7742	0,0492
6,245	1,3126	0,7955	0,1181
6,545	1,4927	0,8159	0,1740
6,845	1,6428	0,8354	0,2156
7,145	1,6216	0,8540	0,2100
7,445	2,0491	0,8719	0,3116
7,745	2,2655	0,8890	0,3552
8,045	2,7356	0,9055	0,4370
8,345	3,0741	0,9214	0,4877
8,645	3,3866	0,9368	0,5298
8,945	3,7960	0,9516	0,5793
9,245	4,1779	0,9659	0,6210
9,545	4,6797	0,9798	0,6702
9,845	5,3667	0,9932	0,7297
10,145	5,6703	1,0063	0,7536
10,445	6,6261	1,0189	0,8213
10,745	7,4104	1,0312	0,8698
11,045	7,8832	1,0432	0,8967
11,345	8,7172	1,0548	0,9404
11,645	9,8242	1,0661	0,9923
11,945	10,265	1,0772	1,0114
12,545	12,48	1,0985	1,0962
12,845	12,95	1,1087	1,1123

Logaritmovana vrijednost koeficijenta  $a$  iznosi  $a = -2,579$ , standardna pogreška konstante  $b$  je  $S_b = 0,053$ , a granice pouzdanosti za 95% su  $-2,684$  i  $-2,474$ .  $F_s$  vrijednost je  $3842,55$ ,  $P < 0,001$  (99,9%), dok su koeficijenti determinacije i korelacije  $r^2 = 0,994$  i  $r = 0,997$ .

Odnos totalne dužine tijela i težina tijela incuna u Kotorskom zalivu za period istraživanja 2006-2007. godine ( $N = 1771$ ) (slika 17) izražen je funkcijom:

$$W = 0,004 L^{3,106}; \quad r^2 = 0,958.$$



**Slika 17.** Odnos dužine i težine tijela za period 2006-2007. godina.

Linearna regresija je računata iz logaritmovanih srednjih vrijednosti dužina i težina po dužinskim intervalima od po 0,3 cm (tabela 8).

**Tabela 8.** Srednje vrijednosti dužine i težine tijela po dužinskim intervalima i njihove logaritamske vrijednosti za period 2006-2007. godina.

Dužinski interval (cm)	Srednja težina (g)	log LT	log W
5,345	1,14	0,7279	0,0569
5,645	1,045	0,7517	0,0191
5,945	1,2577	0,7742	0,0996
6,245	1,3589	0,7955	0,1332
6,545	1,5444	0,8159	0,1888
6,845	1,7466	0,8354	0,2422
7,145	2,0144	0,8540	0,3041
7,445	2,3433	0,8719	0,3698
7,745	2,5863	0,8890	0,4127
8,045	2,8796	0,9055	0,4593
8,345	3,1468	0,9214	0,4979
8,645	3,5798	0,9368	0,5539
8,945	3,9753	0,9516	0,5994
9,245	4,3751	0,9659	0,6410
9,545	4,8398	0,9798	0,6848
9,845	5,2766	0,9932	0,7224
10,145	5,8709	1,0063	0,7687
10,445	6,4430	1,0189	0,8091
10,745	6,9085	1,0312	0,8394
11,045	7,7394	1,0432	0,8887

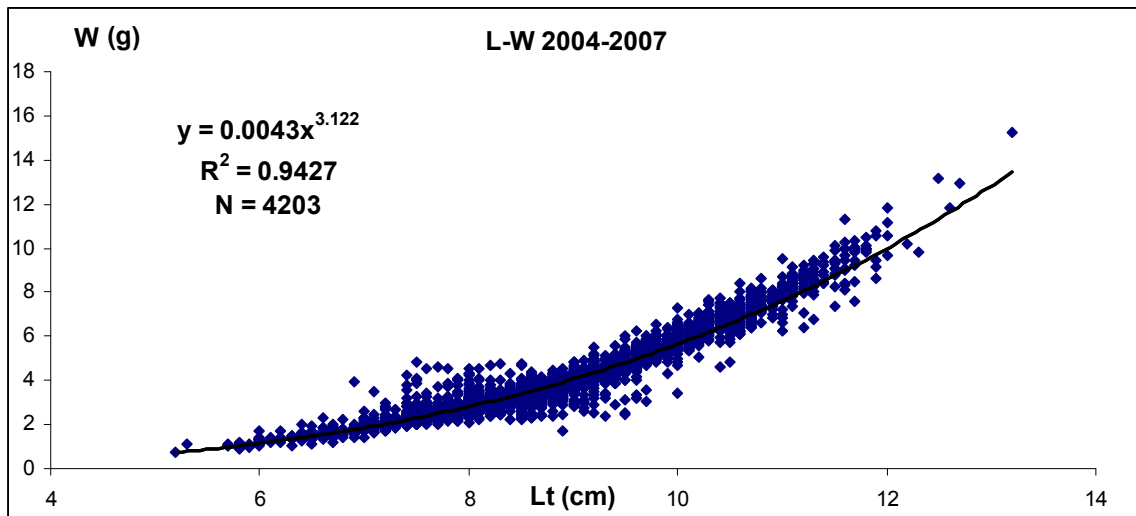


11,345	8,3675	1,0548	0,9226
11,645	9,4323	1,0661	0,9746
11,945	9,9761	1,0772	0,9990
12,245	10,025	1,0880	1,0011
13,145	15,27	1,1188	1,1838

Logaritmovana vrijednost koeficijenta  $a$  iznosi  $a = -2,210$ , standardna pogreška konstante  $b$  je  $S_b = 0,056$ , a granice pouzdanosti za 95% su  $-2,320$  i  $-2,100$ .  $F_s$  vrijednost je  $2784,66$ ,  $P < 0,001$  (99,9%), dok su koeficijenti determinacije i korelacije  $r^2 = 0,991$  i  $r = 0,995$ .

Odnos totalne dužine tijela i težina tijela inćuna u Kotorskom zalivu za čitav uzorak ( $N = 4203$ ) (slika 18), tj. za jedinke sakupljene u periodu 2004-2007. godine, izražen je funkcijom:

$$W = 0,004 L^{3,122}; \quad r^2 = 0,942.$$



**Slika 18.** Odnos dužine i težine tijela za period 2004-2007. godina.

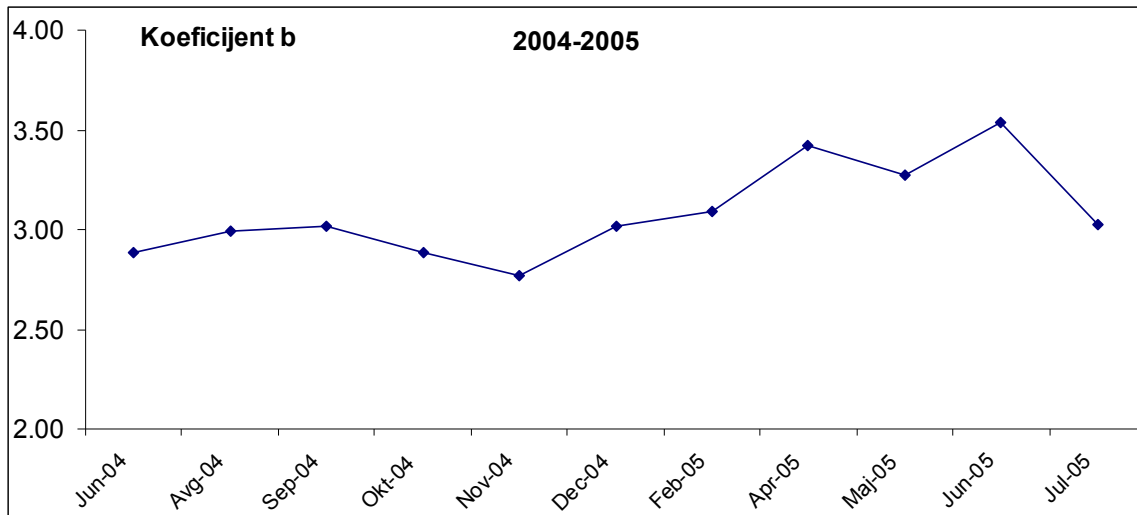
Za računanje dužinsko težinskog odnosa iz logaritmovanih podataka za cijeli period istraživanja 2004-2007. godine, uzete su logaritmovane vrijednosti težine i dužine prikazane u tabeli 9.

**Tabela 9.** Srednje vrijednosti dužine i težine tijela po dužinskim intervalima i njihove logaritamske vrijednosti za period 2004-2007. godine.

Dužinski interval (cm)	Srednja težina (g)	log LT	log W
5,345	0,95	0,7279	-0,0223
5,645	0,8692	0,7517	-0,0609
5,945	1,1888	0,7742	0,0751
6,245	1,3358	0,7955	0,1257
6,545	1,5185	0,8159	0,1814
6,845	1,6947	0,8354	0,2291
7,145	1,8180	0,8540	0,2596
7,445	2,1962	0,8719	0,3417
7,745	2,4259	0,8890	0,3849
8,045	2,8076	0,9055	0,4483
8,345	3,1104	0,9214	0,4928
8,645	3,4832	0,9368	0,5420
8,945	3,8856	0,9516	0,5895
9,245	4,2765	0,9659	0,6311
9,545	4,7597	0,9798	0,6776
9,845	5,3216	0,9932	0,7260
10,145	5,7706	1,0063	0,7612
10,445	6,5346	1,0189	0,8152
10,745	7,1595	1,0312	0,8549
11,045	7,8113	1,0432	0,8927
11,345	8,5424	1,0548	0,9316
11,645	9,6282	1,0661	0,9835
11,945	10,1206	1,0772	1,0052
12,245	10,025	1,0880	1,0011
12,545	12,48	1,0985	1,0962
12,845	12,95	1,1087	1,1123
13,145	15,27	1,1188	1,1838

Logaritmovana vrijednost koeficijenta  $a$  iznosi  $a = -2,398$ , standardna pogreška konstante  $b$  je  $S_b = 0,044$ , a granice pouzdanosti za 95% su  $-2,485$  i  $-2,311$ .  $F_s$  vrednost je  $5089,84$ ,  $P < 0,001$  (99,9%), dok su koeficijenti determinacije i korelacije  $r^2 = 0,995$  i  $r = 0,997$ .

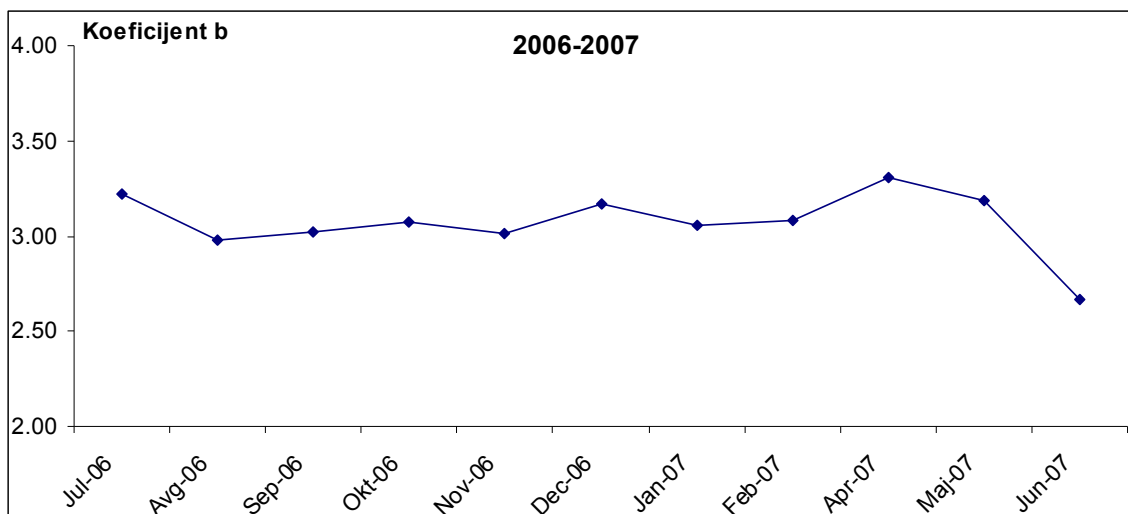
Praćeno je kolebanje vrijednosti faktora alometrije odnosa dužine i težine  $b$  po mjesecima za svaku istraživanu godinu posebno, kao i po dužinskim klasama od po 1 cm za cijeli period istraživanja. Kolebanje faktora alometrije  $b$  za period 2004-2005. godina dato je na slici 19.



**Slika 19.** Mjesečno kolebanje faktora alometrije  $b$  inćuna u Kotorskom zalivu (2004-2005. godina).

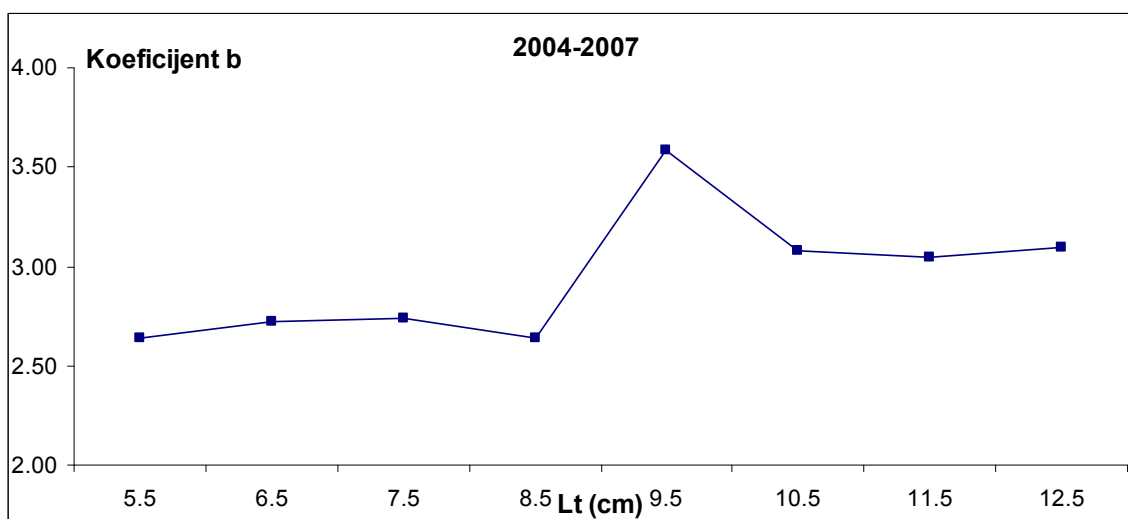
U prvom periodu istraživanja (2004-2005) vrijednost faktora alometrije  $b$  manja od 3 zabilježena je u junu, avgustu, oktobru i novembru mjesecu u kome je zabilježena i njegova najmanja vrijednost ( $b = 2,772$ ). U svim ostalim mjesecima vrijednost koeficijenta  $b$  bila je veća od 3, varirajući od namanje u septembru ( $b = 3,017$ ) do najviše u maju ( $b = 3,535$ ).

Za istraživanja tokom 2006-2007. godine kolebanje koeficijenta  $b$  je prikazano je na slici 20. Vrijednosti manje od 3 zabilježene su jedino u avgustu 2006. ( $b = 2,974$ ) i junu 2007. godine ( $b = 2,668$ ). U ostalim mjesecima vrijednost  $b$  je bila veća od 3 sa najmanjom vrijednošću u novembru ( $b = 3,010$ ) i najvećom u aprilu ( $b = 3,308$ ).



**Slika 20.** Mjesečno kolebanje faktora alometrije  $b$  inćuna u Kotorskom zalivu (2006-2007. godina).

Vrijednost faktora alometrije  $b$  data je za dužinske klase za cio uzorak u Kotorskom zalivu ( $N = 4203$ ) na slici 21. Za dužinske klase do 9 cm vrijednosti faktora alometrije  $b$  su bile manje od 3, sa najmanjom vrijednošću za dužinsku klasu od 8-9 cm ( $b = 2,637$ ), dok je u dužinskim klasama preko 9 cm vrijednost faktora alometrije  $b$  bila veća od 3, a najveća vrijednost zabilježena je u dužinskoj klasi od 9-10 cm ( $b = 3,584$ ).

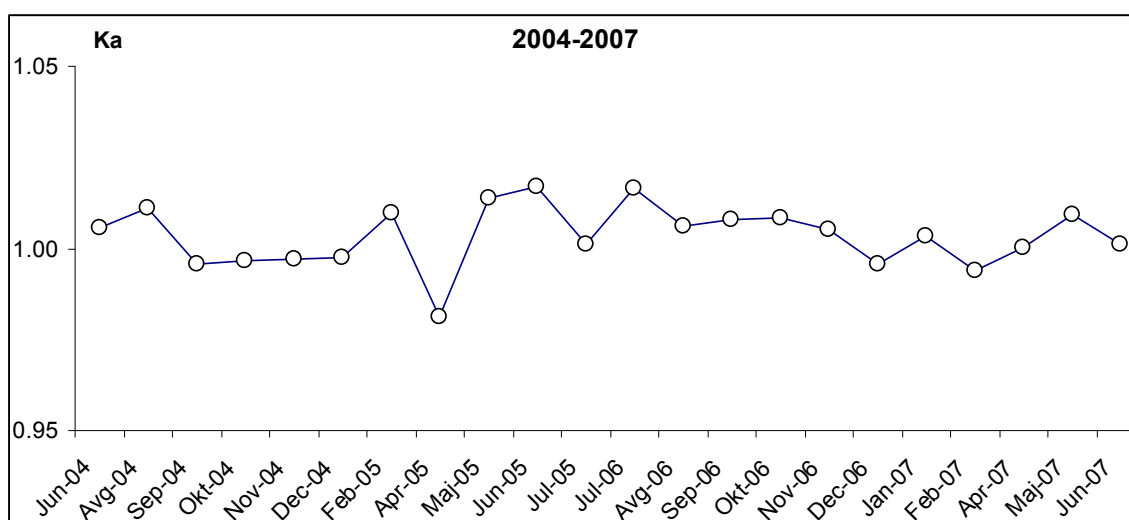


**Slika 21.** Vrijednosti alometrijskog koeficijenta  $b$  inćuna u Kotorskom zalivu po dužinskim klasama (2004-2007. godina).

### 4.3. Koeficijent kondicije

Kolebanje koeficijenta kondicije izračunat je za svaku istraživačku godinu posebno, kao i po dužinskim klasama za obje godine istraživanja zajedno.

Srednja vrijednost koeficijenta kondicije juvenilnog inćuna za cijeli period istraživanja od 2004-2007. godine iznosio je  $Ka = 1,003 \pm 0,009$  (slika 22). Najniža vrijednost zabilježena je u aprilu 2005. godine,  $Ka = 0,981 \pm 0,05$ , dok je najveća vrijednost koeficijenta kondicije zabilježena u junu iste godine,  $Ka = 1,017 \pm 0,06$ .

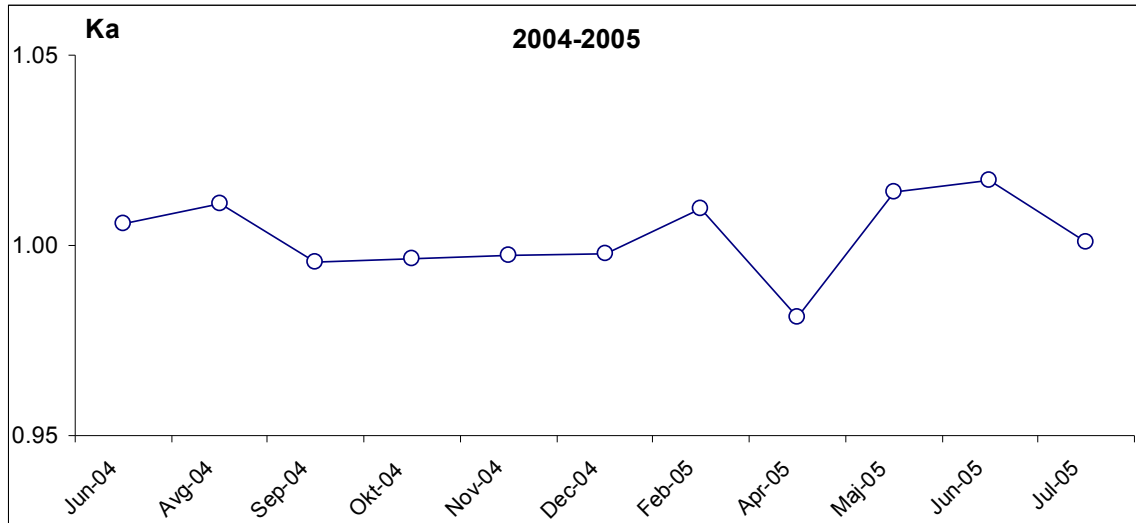


**Slika 22.** Mjesečna kolebanja srednje vrijednosti koeficijenta kondicije juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu za period 2004-2007. godina.

Srednje vrijednosti koeficijenta kondicije izračunate po istraživačkom godinama posebno nijesu pokazivale značajnu razliku, tako je vrijednost za prvi period istraživanja (2004-2005) iznosila  $Ka = 1,002 \pm 0,01$ , a za drugi period istraživanja (2006-2007)  $Ka = 1,004 \pm 0,01$ .

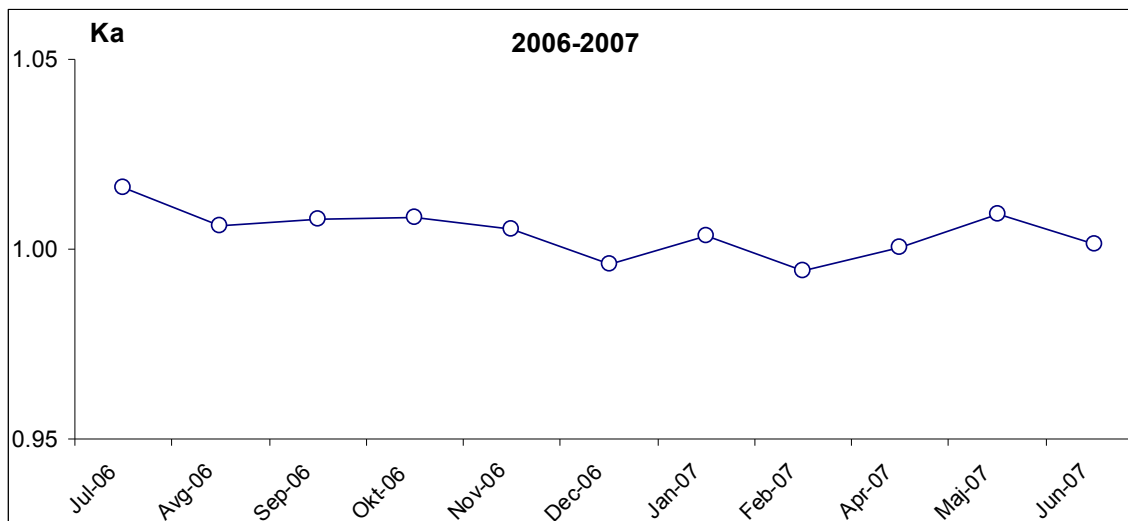
Na slici 23, prikazano je mjesečno kolebanje koeficijenta kondicije za period istraživanja 2004-2005. godine. U junu je vrednost iznosila  $Ka = 1,006 \pm 0,08$ , zatim raste u avgustu ( $Ka = 1,011 \pm 0,07$ ), onda slijedi nagli pad u septembru ( $Ka = 0,995 \pm 0,06$ ), da bi vrijednost imala tendenciju rasta od oktobra ( $Ka = 0,996 \pm 0,06$ ), novembra ( $Ka = 0,997 \pm 0,07$ ), decembra ( $Ka = 0,998 \pm 0,06$ ) i februara ( $Ka = 1,009 \pm 0,06$ ). U

aprilu dolazi do pada koeficijenta kondicije i u istom mjesecu zabilježena je i njegova najmanja vrijednost za prvi istraživački period ( $Ka = 0,981 \pm 0,05$ ). Koeficijent naglo raste u maju ( $Ka = 1,014 \pm 0,06$ ) i junu ( $Ka = 1,017 \pm 0,06$ ), kada je zabilježena i njegova najveća vrijednost ovom periodu, da bi u julu došlo do laganog pada koeficijenta kondicije ( $Ka = 1,001 \pm 0,07$ ).



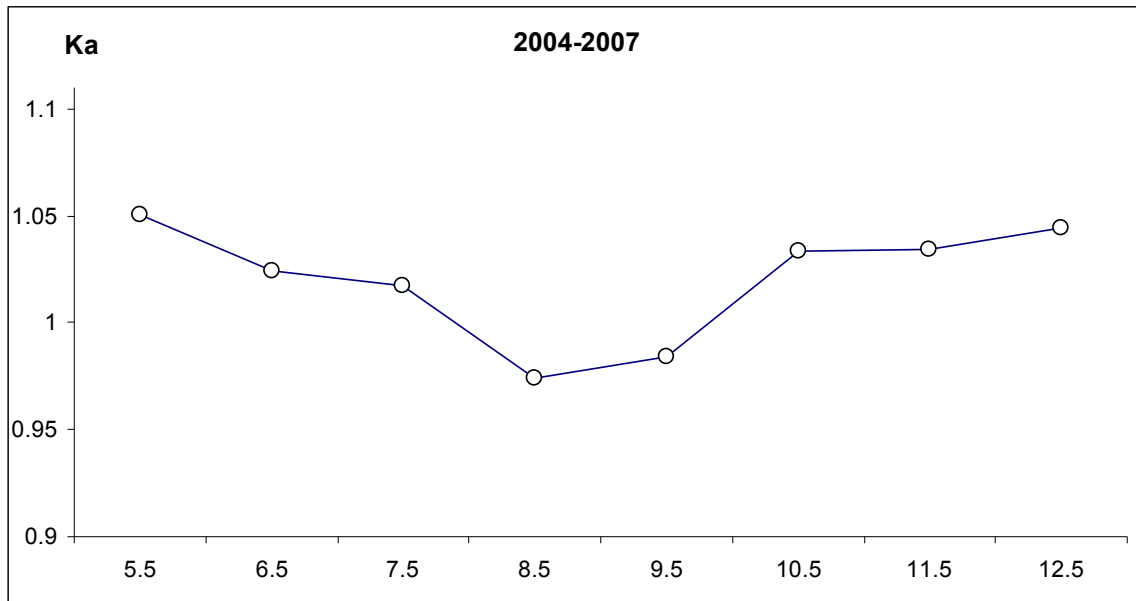
**Slika 23.** Mjesečna kolebanja srednje vrijednosti koeficijenta kondicije juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu za period 2004-2005. godina.

U drugoj godini istraživanja (2006-2007), koeficijent kondicije u julu je iznosio  $Ka = 1,016 \pm 0,07$  i to je ujedno i njegova najveća vrijednost za drugu istraživačku godinu (slika 24). Zatim koeficijent kondicije pada u avgustu ( $Ka = 1,006 \pm 0,06$ ), da bi u septembru ( $Ka = 1,007 \pm 0,05$ ) i oktobru ( $Ka = 1,008 \pm 0,06$ ) imao lagani rast. Od novembra ( $Ka = 1,008 \pm 0,06$ ) do februara ( $Ka = 0,994 \pm 0,08$ ) dolazi do pada vrijednosti koeficijent kondicije, što je ujedno i njegova najmanja vrijednost za drugu godinu istraživanja. U aprilu ( $Ka = 1,000 \pm 0,06$ ) i maju ( $Ka = 1,009 \pm 0,07$ ) dolazi do povećanja koeficijenta kondicije, a da bi u junu ( $Ka = 1,001 \pm 0,08$ ) ponovo došlo do pada.



**Slika 24.** Mjesečna kolebanja srednje vrijednosti koeficijenta kondicije juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu za period 2006-2007. godina.

Koeficijent kondicije izračunat je po dužinskim grupama od po 1 cm i kreće se u rasponu od 0,973 do 1,051 (slika 25). Najveća vrijednost zabilježena je u najmanjoj dužinskoj klasi (5-6 cm) i ona je iznosila  $Ka = 1,051 \pm 0,13$ . Zatim koeficijent kondicije lagano opada kroz dužinske klase 6-7 cm i 7-8 cm i iznosi  $Ka = 1,024 \pm 0,13$ , odnosno  $Ka = 1,017 \pm 0,14$ . Najmanja vrijednost koeficijenta kondicije zabilježena je u dužinskoj klasi 8-9 cm,  $Ka = 0,973 \pm 0,10$ . Koeficijent kondicije u sledećim dužinskim klasama od 9-13cm ima tendenciju rasta i njegova vrijednost u klasi od 9-10cm iznosi  $Ka = 0,984 \pm 0,09$ , u klasi 10-11 cm  $Ka = 1,033 \pm 0,07$ , u klasi 11-12 cm  $Ka = 1,034 \pm 0,07$ , i u klasi 12-13cm  $Ka = 1,044 \pm 0,09$ .



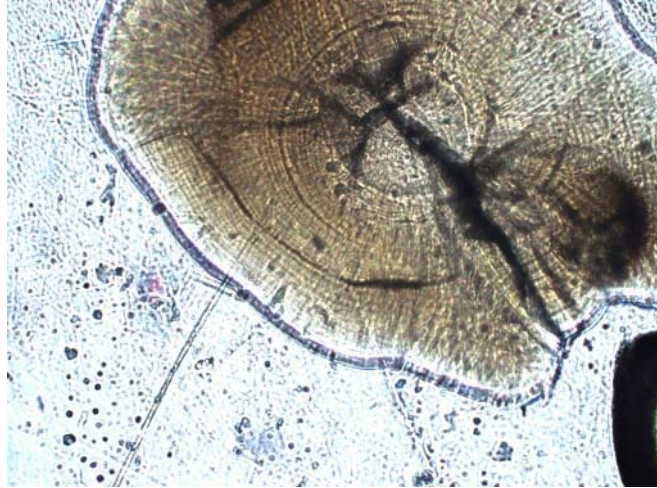
**Slika 25.** Kolebanje koeficijenta kondicije u odnosu na totalnu dužinu svih analiziranih jedinki inćuna u Kotorskom zalivu u periodu 2004-2007. godina

#### 4.4. Rast

Parametri rasta kod juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu određeni su na dva načina. U prvoj istraživanoj godini (2004-2005), na osnovu čitanja otolita određena je realna starost jedinki i izračunati su parametri von Bertalanffyjeve funkcije rasta (VBGF) direktno iz čitanja otolita za juvenilnog inćuna. Zatim je praćen rast kohorte tokom cijelog istraživanog perioda (od vremena pojavljivanja prvog pika), a određena realna starost jedinki poslužila je da odredimo tačan datum izlijeganja ispitivane kohorte i određivanje parametara von Bertalanffyjeve funkcije rasta. Iste godine uzet je i set podataka do dužine koja predstavlja juvenilnu fazu rasta da bi se procjenili parametri VBGF i isti usporedili sa onim dobijenim iz čitanja otolita. U drugoj istraživanoj godini (2006-2007) takođe je praćena kohorta kroz cijeli istraživani period i na osnovu već izračunate starosti i dužine određen je datum izlijeganja i parametri von Bertalanffyjeve funkcije rasta.

Od ukupno 100 jedinki, uhvaćenih u oktobru 2005. godine, kojima su izvađeni otoliti, uspješno je određena starost kod 88 jedinki (slika 26), dok su ostale jedinke isključene iz analize zbog oštećenja prilikom obrade.





**Slika 26.** Sagitalni otolit inćuna, dužina 5.4 cm, izračunata starost – 55 dana.

**Tabela 10.** Izračunata srednja starost u danima i godinama, datum izlijeganja juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu.

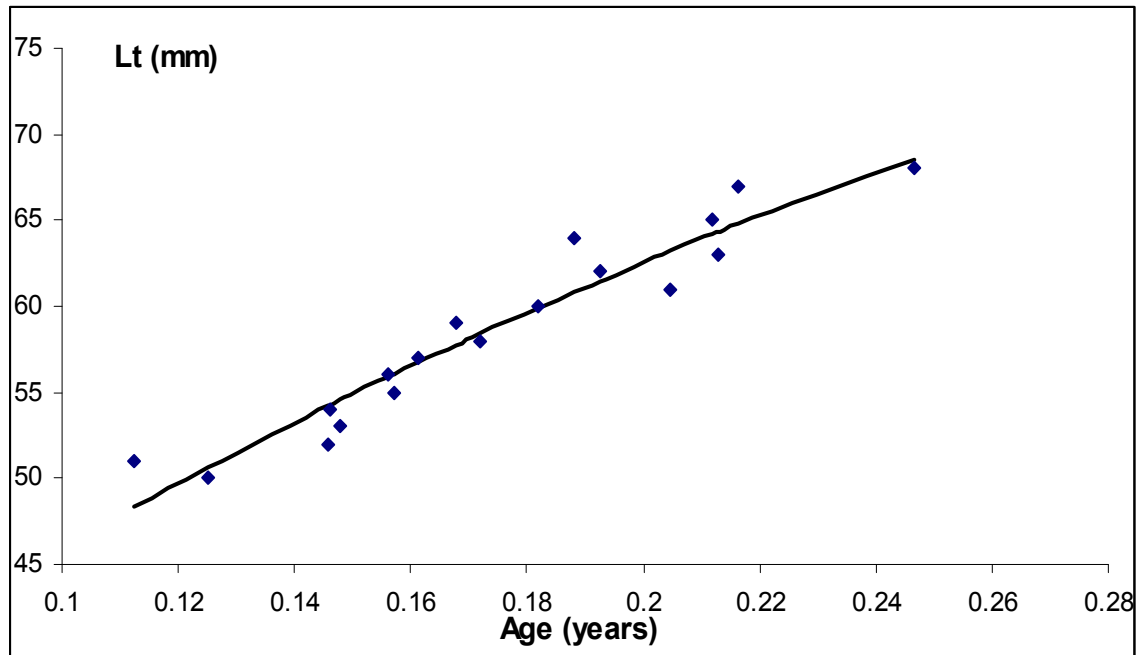
Dužinska klasa TL (cm)	Datum uzorkovanja	Srednja starost (dani)	Srednja starost (godine)	Datum izlijeganja	N
5,0	19-Okt-05	45,67	0,125	3-Sep-05	3
5,1	19-Okt-05	41,00	0,112	8-Sep-05	1
5,2	19-Okt-05	53,25	0,146	26-Avg-05	4
5,3	19-Okt-05	54,00	0,148	26-Avg-05	6
5,4	19-Okt-05	53,29	0,146	26-Avg-05	7
5,5	19-Okt-05	57,33	0,157	22-Avg-05	6
5,6	19-Okt-05	57,00	0,156	23-Avg-05	6
5,7	19-Okt-05	58,80	0,161	21-Avg-05	9
5,8	19-Okt-05	62,75	0,172	17-Avg-05	8
5,9	19-Okt-05	61,20	0,168	18-Avg-05	5
6,0	19-Okt-05	66,40	0,182	13-Avg-05	5
6,1	19-Okt-05	74,75	0,205	5-Avg-05	8
6,2	19-Okt-05	70,25	0,192	9-Avg-05	8
6,3	19-Okt-05	77,67	0,213	2-Avg-05	3
6,4	19-Okt-05	68,67	0,188	11-Avg-05	4
6,5	19-Okt-05	77,33	0,212	2-Avg-05	3
6,6	-	-	-	-	-
6,7	19-Okt-05	79,00	0,216	1-Avg-05	1
6,8	19-Okt-05	90,00	0,247	21-Jul-05	1

Dužinski raspon uzorka iznosio je od 5,0 do 6,8 cm, sa težinom od 0,59 do 1,83 grama. Raspon maksimalne dužine otolita kretao se od 1,42 do 1,95 mm. Zatim su sve jedinice raspoređene u dužinske klase od po 0,1 cm i određena im je srednja starost za svaku dužinsku klasu posebno. Datum izlijeganja izračunat je za svaku dužinsku klasu prostim oduzimanjem dobijene starosti u danima od datuma uzorkovanja (tabela 10).

Parametri rasta procjenivani su metodom modalne progresije (metodom najmanjih kvadrata odstupanja nelinearnih funkcija) posebno za juvenilni dio populacije inćuna na području Kotorskog zaliva, kao i za ukupnu populaciju (juvenilni + adultni) na ovom području. Parametri rasta takođe su procijenjeni i na osnovu direktnog čitanja otolita. Parametri von Bertalanffyjeve funkcije rasta izračunati na osnovu ove dvije metode dati su u tabeli 11. Parametri dobijeni direktno iz očitavanja otolita prikazani su i na slici 27.

**Tabela 11.** Parametri rasta juvenilnog inćuna i ukupne populacije inćuna na području Kotorskog zaliva procijenjeni metodom modalne progresije (SSE – sum of squared errors) i na osnovu direktnog čitanja otolita.

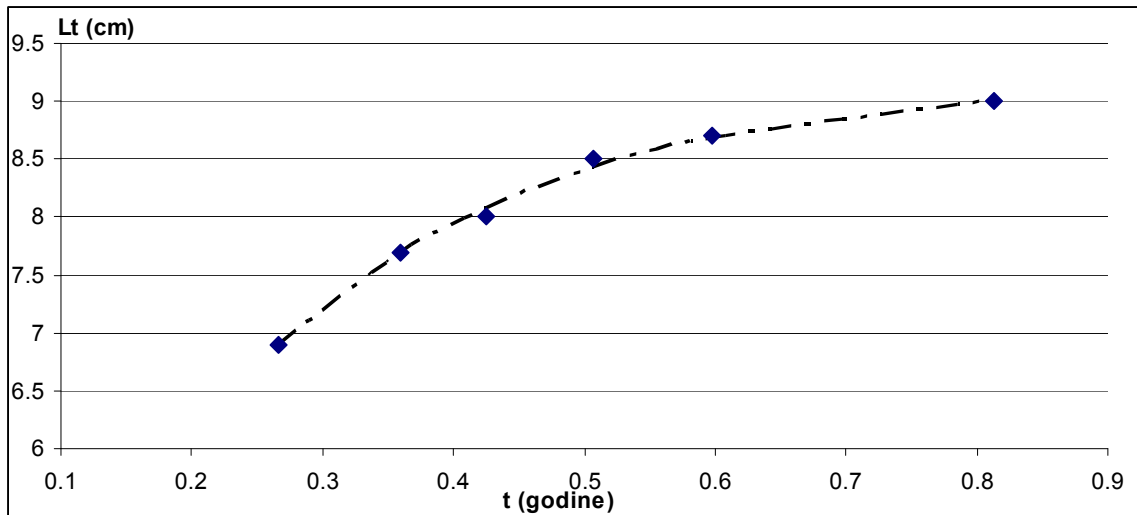
Stadijum	Metod	Period	$L_{\infty}$	K	$t_0$	p	$r^2$	r
Juvenilni	Otoliti	2005	10,41	3,36	-0,074	<0,001	0,92	0,96
Juvenilni	SEE	2004-2005	9,21	4,51	-0,04	<0,001	0,86	0,93
Juvenilni	SEE	2006-2007	10,94	2,25	-0,175	<0,001	0,98	0,99
Juvenilni + Adultni	SEE	2004-2005	15,41	0,59	-0,761	<0,001	0,98	0,99
Juvenilni + Adultni	SEE	2006-2007	15,36	0,98	-0,399	<0,001	0,98	0,99



**Slika 27.** Procjena parametara rasta juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu na osnovu očitanih otolita.

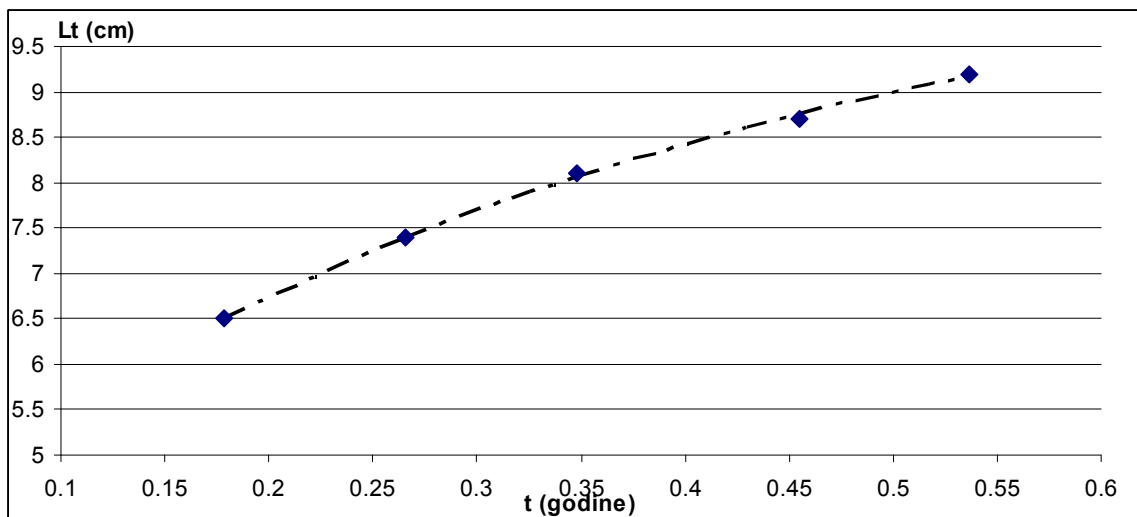
S obzirom na činjenicu da 50% populacije inćuna u Jadranu dostiže polnu zrelost pri dužini od 8,6-9 cm, a 95% pri dužini 10,8 cm (Sinovčić, 2000; Rampa *et al.*, 2005, Sinovčić & Zorica, 2006), za izračunavanje parametara rasta za juvenilni dio populacije u obje godine istraživanja upotrijebljeni su podaci za dužinske klase od 6,5 cm do 9,6 cm.

Procjene parametara VBFG juvenilnog inćuna za prvu godinu istraživanja (2004-2005) prikazane su u tabeli 11 i na slici 28.



**Slika 28.** Procjena parametara rasta metodom SSE za juvenilnog inćuna za period 2004-2005. godine.

Procjene parametara VBFG juvenilnog inćuna za drugu godinu istraživanja (2006-2007) prikazane su u tabeli 11 i na slici 29.



**Slika 29.** Procjena parametara rasta metodom SSE za juvenilnog inćuna za period 2006-2007. godine.

Određivanje parametara VBGF za cijelu populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva urađeno je za svaku godinu istraživanja posebno. Za izračunavanje

parametara VBGF u prvoj i drugoj istraživanoj godini praćena je kohorta od prvog pojavljivanja pika pri dužini od 6,7 cm (2004-2005), odnosno 6,5 cm (2006-2007). Procijenjena realna srednja starost nakon oćitavanja otolita pri dužini od 6,7 cm iznosi 76 dana, odnosno 0,208godina, dok srednja starost pri dužini od 6,5 cm iznosi 65 dana, odnosno 0,178 godina. Srednja dužina kohorte i korigovana starost na osnovu datuma izlova za obje istraživacke godine data je u tabelama 12 i 13.

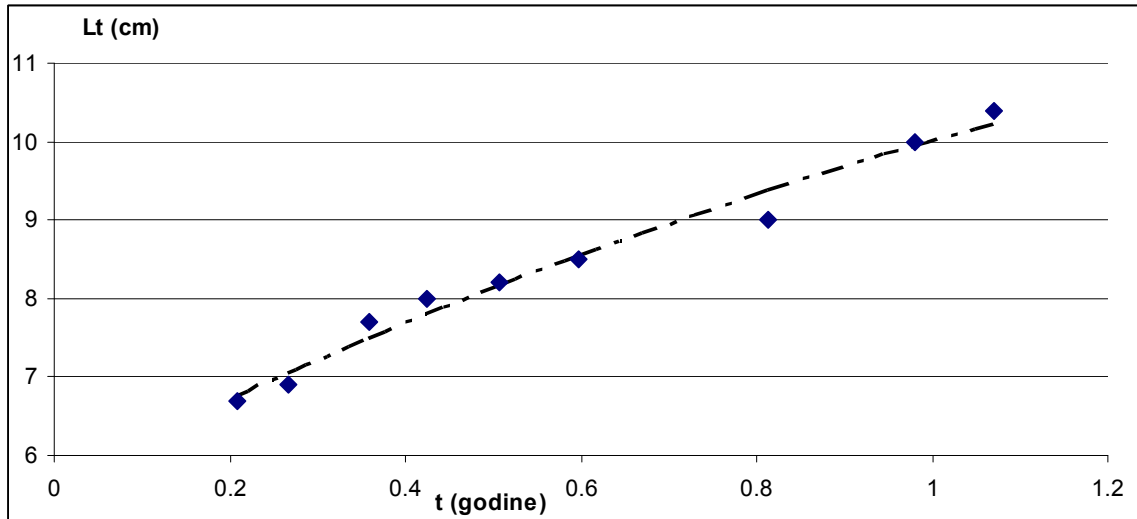
**Tabela 12.** Srednja dužina kohorte i ukupna starost korigovana na osnovu dana izlova za period istraživanja 2004-2005.

Datum uzorkovanja	Srednja dužina (cm)	Srednja starost (dani)	Srednja starost (godine)
21. 07. 04.	6,7	76	0,208
10.08.04	6,9	97	0,265
13.09.04.	7,7	131	0,358
07.10.04.	8	155	0,424
06.11.04.	8,2	185	0,506
09.12.04.	8,5	218	0,597
26.02.05.	9	297	0,813
28.04.05.	10	358	0,981
31.05.05.	10,4	391	1,071

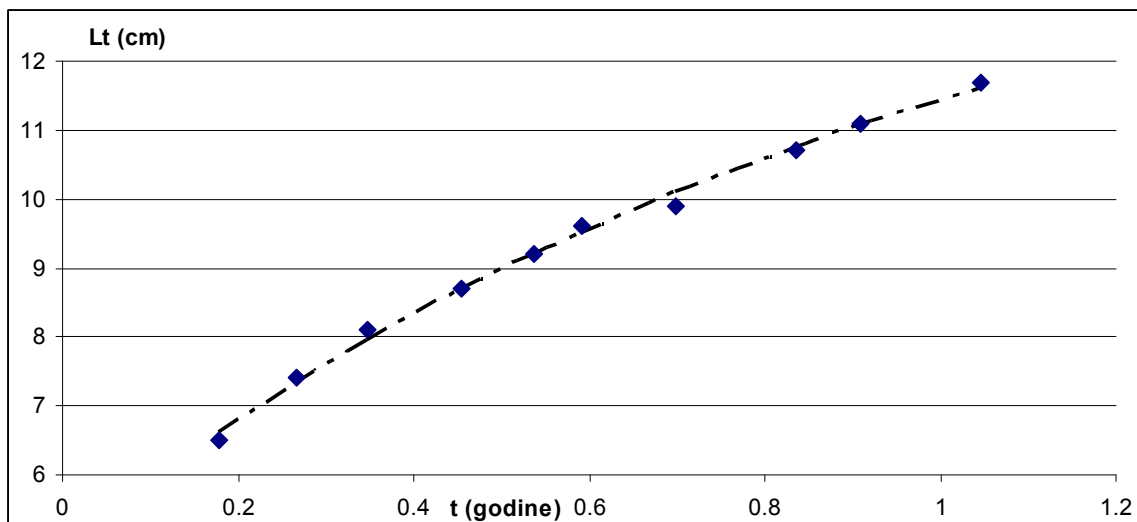
**Tabela 13.** Srednja dužina kohorte i ukupna starost korigovana na osnovu dana izlova za period istraživanja 2006-2007.

Datum uzorkovanja	Srednja dužina (cm)	Srednja starost (dani)	Srednja starost (godine)
19.08.06	6,5	65	0,178
20.09.06	7,4	97	0,265
20.10.06	8,1	127	0,347
28.11.06	8,7	166	0,454
28.12.06	9,2	196	0,536
17.01.07	9,6	216	0,591
22.02.07	9,9	255	0,698
13.04.07	10,7	305	0,835
10.05.07	11,1	332	0,909
29.06.07	11,7	382	1,046

Izračunati parametri rasta za obje istraživačke godine dati su tabeli 11, kao i na slikama 30 i 31.



**Slika 30.** Procjena parametara rasta metodom SSE za populaciju inćuna u Kotorskom zalivu za period 2004-2005. godina.



**Slika 31.** Procjena parametara rasta metodom SSE za populaciju inćuna u Kotorskom zalivu za period 2006-2007. godina.

Indeks  $\varphi'$ , odnosno indeks uspješnosti rasta, posebno za juvenilni dio populacije u obje godine istraživanja, zatim indeks uspješnosti rasta na osnovu dobijenih

parametara rasta iz otolita, kao i indeks uspješnosti rasta za cijelu populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva za svaku godinu posebno prikazani su u tabeli 14.

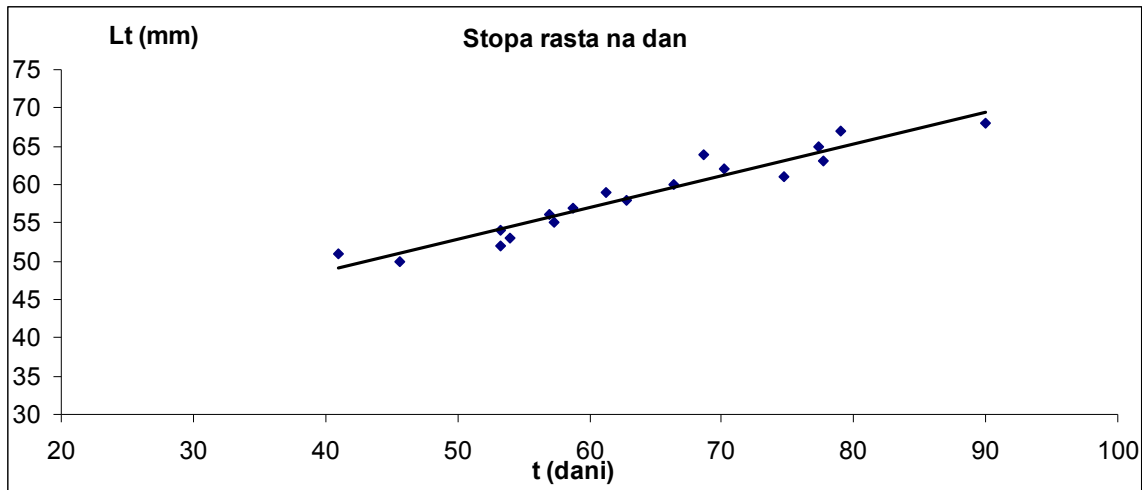
**Tabela 14.** Procjena indeksa uspješnosti rasta ( $\phi'$ ), za juvenilni dio populacije i za cijelu populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva.

Stadijum	Metod	Period	$L_{\infty}$	K	$\phi'$
Juvenilni	Otoliti	2005	10,41	3,36	2,561
Juvenilni	Suma najmanjih kvadrata nelinearnih funkcija	2004-2005	9,21	4,51	2,583
Juvenilni	Suma najmanjih kvadrata nelinearnih funkcija	2006-2007	10,94	2,25	2,430
Kompletna populacija	Suma najmanjih kvadrata nelinearnih funkcija	2004-2005	15,41	0,59	2,146
Kompletna populacija	Suma najmanjih kvadrata nelinearnih funkcija	2006-2007	15,36	0,98	2,364

Za određivanje dnevne stope rasta i dužine pri kojoj počinje metamorfoza urađena je linearna regresija na osnovu cijelog seta podataka o dužini i starosti individua. Rezultat odnosa dužina ( $L_t$ ) i starost u danima ( $t$ ) može se prikazati sljedećom funkcijom:

$$L_t = 32,14 + 0,41 (\text{dani}), r^2 = 0,92, P < 0,001, n = 88$$

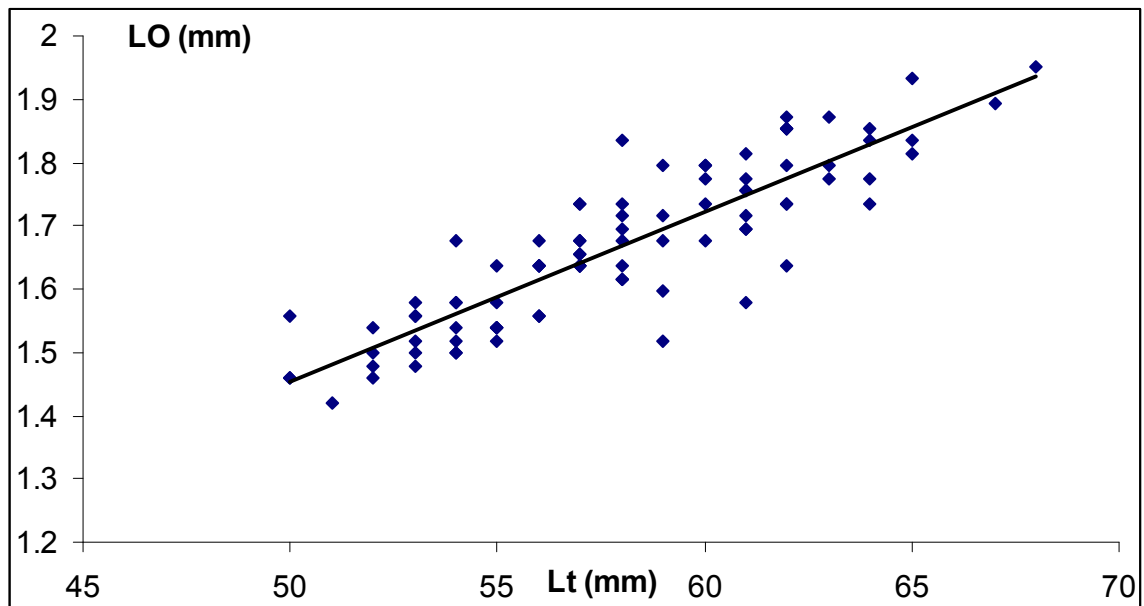
gdje je izračunata dnevna stopa rasta juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva 0,41 mm po danu. Izračunata dužina pri koji dolazi do metamorfoze iz larvalnog u juvenilni stadijum života iznosi 32,14 mm (slika 32).



**Slika 32.** Stopa rasta na dan kod juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu.

Maksimalna dužina otolita izmjerena je kod svake jedinke i na osnovu toga određena je i stopa rasta otolita po modelu linearne regresije (slika 33). Dobijeni rezultat može se prikazati sljedećom funkcijom:

$$LO = 0,027 TL + 0,12, r^2 = 0,77, P < 0,001, n = 88$$

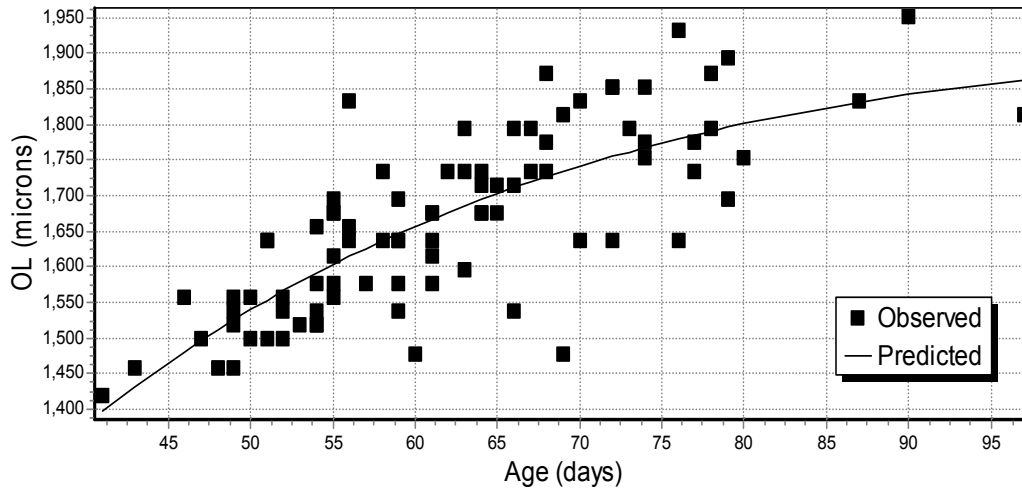


**Slika 33.** Odnos dužine otolita i totalne dužine tijela za sve analizirane jedinke inćuna u Kotorskom zalivu.

Rast otolita i asimptotska dužina otolita prikazani su na slici 34. Asimptotska dužina otolita na kraju prve godine života iznosi  $L_{\infty} = 1918 \mu\text{m}$ , dok je maksimum rasta



otolita 62 dana nakon izlijeganja. Koeficijent rasta otolita iznosi  $k = 0,036$ , dok je tačka infleksije  $IP = 61,86$ .



Slika 34. Gompertz-ova kriva za dužinu otolita (OL) u odnosu na starost (dani).

#### 4.5. Mortalitet

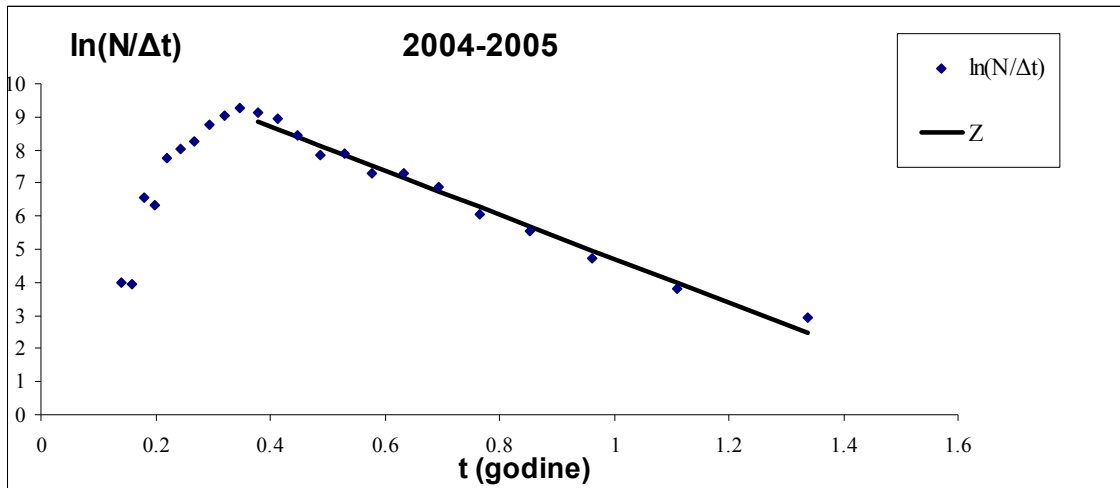
Procjena stope ukupne trenutne smrtnosti ( $Z$ ) za populaciju inćuna urađena je posebno za svaku istraživanu godinu iz razloga što je veličina oka na mrežama potegačama bila različita, te je iz toga razloga bilo nemoguće odrediti procjenu ukupne trenutne smrtnosti za cijeli period istraživanja.

Za procjenu ukupne trenutne smrtnosti ( $Z$ ), za prvu godinu istraživanja (2004-2005), korišćeni su ulazni podaci prikazani u tabeli 15.

**Tabela 15.** Ulazni podaci za izračunavanje trenutne smrtnosti ( $Z$ ) metodom linearizovane krive ulova konvertovane iz dužinskih intervala u periodu 2004-2005. godina.

L1	L2	t	ln (N/ $\Delta$ t)
5,2	5,5	0,14116	4,00436
5,5	5,8	0,15979	3,96071
5,8	6,1	0,17928	6,55413
6,1	6,4	0,19969	6,35215
6,4	6,7	0,22114	7,74884
6,7	7,0	0,24371	8,01262
7,0	7,3	0,26755	8,27263
7,3	7,6	0,29279	8,76713
7,6	7,9	0,31962	9,02868
7,9	8,2	0,34825	9,26537
8,2	8,5	0,37894	9,14769
8,5	8,8	0,41201	8,93808
8,8	9,1	0,44785	8,45049
9,1	9,4	0,48698	7,85739
9,4	9,7	0,53006	7,88869
9,7	10,0	0,57798	7,27091
10,0	10,3	0,63196	7,29636
10,3	10,6	0,69377	6,88286
10,6	10,9	0,76606	6,06473
10,9	11,2	0,85313	5,55191
11,2	11,5	0,96263	4,71278
11,5	11,8	1,11026	3,80017
11,8	12,1	1,33775	2,95064

Zbog djelovanja selektivnosti i smanjenog prirodnog mortaliteta starijih uzrasnih klasa, za izračunavanje regresije uzeti su su parovi podataka od dužinskog intervala 8,2-8,5 cm do 11,8-12,1 cm (slika 35).



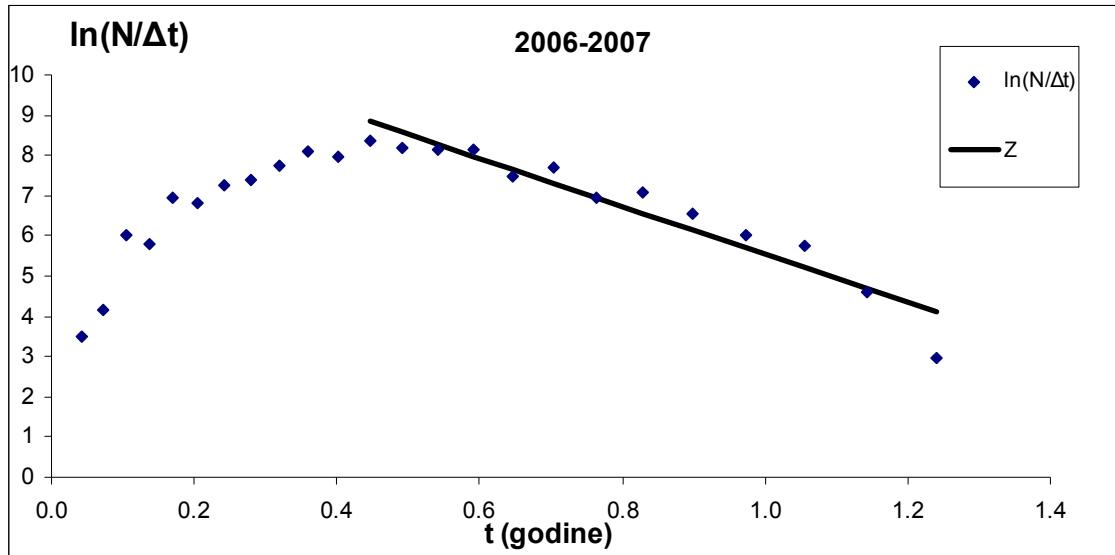
**Slika 35.** Stope ukupne smrtnosti (Z) inćuna u Kotorskom zalivu u periodu 2004-2005. godina.

Ulazni podaci za izračunavanje ukupne trenutne smrtnosti (Z), za drugu godinu istraživanja (2006-2007), prikazani su u tabeli 16.

**Tabela 16.** Ulazni podaci za izračunavanje Z metodom linearizovane krive ulova konvertovane iz dužinskih intervala u periodu 2006-2007. godine.

L1	L2	t	ln(N/Δt)
5,2	5,5	0,04255	3,50506
5,5	5,8	0,07307	4,16708
5,8	6,1	0,10457	6,00675
6,1	6,4	0,13711	5,80650
6,4	6,7	0,17078	6,95779
6,7	7,0	0,20564	6,80445
7,0	7,3	0,24179	7,25309
7,3	7,6	0,27932	7,37444
7,6	7,9	0,31835	7,73463
7,9	8,2	0,35900	8,08759
8,2	8,5	0,40141	7,95935
8,5	8,8	0,44573	8,37197
8,8	9,1	0,49216	8,18817
9,1	9,4	0,54089	8,15588
9,4	9,7	0,59218	8,13747
9,7	10,0	0,64630	7,47429
10,0	10,3	0,70358	7,68294
10,3	10,6	0,76443	6,94325
10,6	10,9	0,82931	7,08474
10,9	11,2	0,89879	6,56370
11,2	11,5	0,97359	6,02135
11,5	11,8	1,05457	5,73116
11,8	12,1	1,14287	4,58028
12,1	12,4	1,23993	2,97728

Za izračunavanje regresije uzeti su parovi podataka od dužinskog intervala 8,5-8,8 cm do 12,1-12,4 cm (slika 36).



**Slika 36.** Stope ukupne smrtnosti (Z) inćuna u Kotorskom zalivu u periodu 2006-2007. godina.

Dobijene vrijednosti trenutne ukupne stope smrtnosti (Z) za obje godine istraživanja prikazane su u tabeli 17.

**Tabela 17.** Procijenjene trenutne ukupne stope smrtnosti za populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva.

Period istraživanja	Z	ln a
2004-2005	6,65	11,38
2006-2007	5,99	11,52

Za  $Z=6,65$  standardna greška koeficijenta regresije je  $S_b = 0,1975$ , a granice pouzdanosti za 95% su od -7,2249 do -6,0809, dok su koeficijenti determinacije i korelacije,  $r^2 = 0,98$  i  $r = 0,99$ .

Za  $Z=5,99$  standardna greška koeficijenta regresije je  $S_b = 0,4659$ , a granice pouzdanosti za 95% su od  $-7,2202$  do  $-4,7523$ , dok su koeficijenti determinacije i korelacije,  $r^2 = 0,91$  i  $r = 0,95$ .

#### 4.6. Selektivnost ribolovnog alata

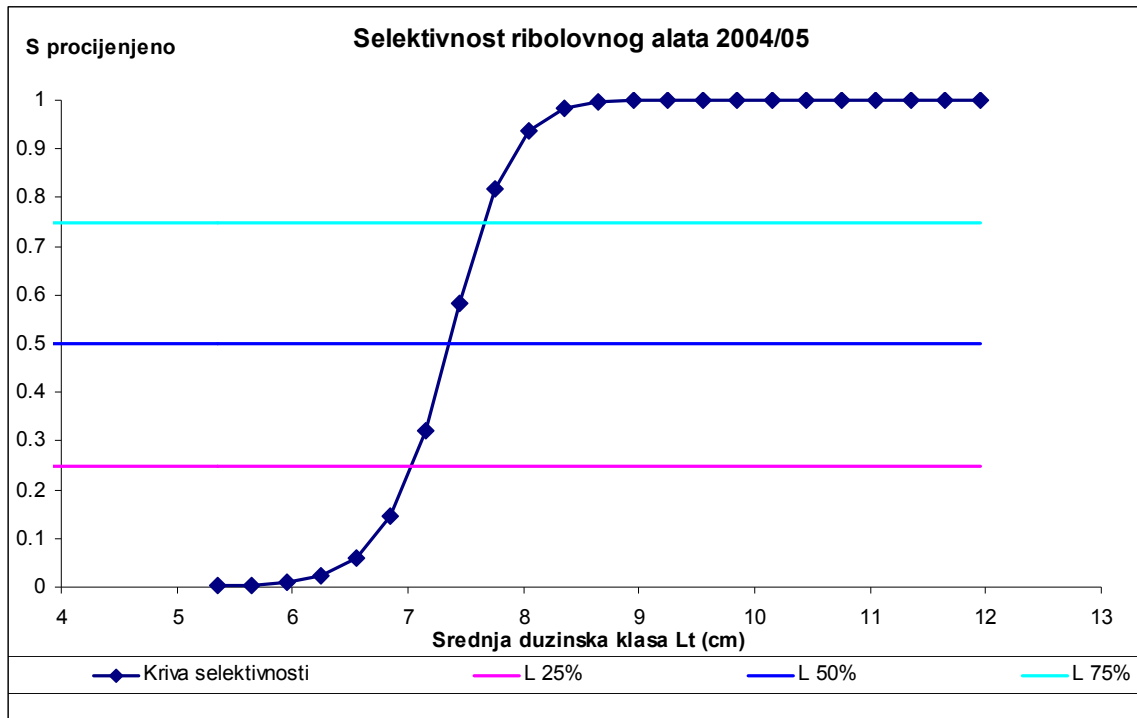
Zbog promjene veličine oka na mrežama kojima su sakupljani uzorci selektivnost alata procijenjena je za svaku godinu istraživanja posebno.

Iz linearizovane funkcije  $x.x.$  u kojoj su korišćeni već izračunati parametri von Bertalanffyjeve funkcije rasta, ( $L_\infty$ ,  $K$  i  $t_0$ ) metodom linearne regresije, upotrebom programa TRAWLAN (Regner, 1999) dobijene su vrijednosti za period istraživanja 2004-2005. godine koje su prikazane u tabeli 18.

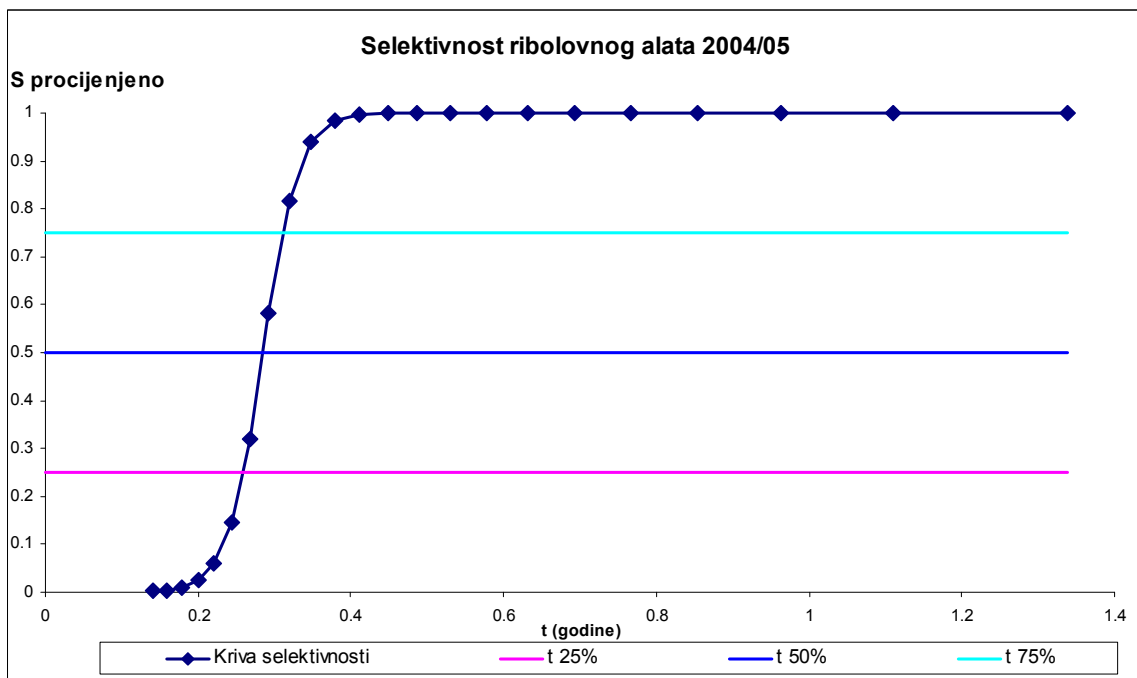
**Tabela 18.** Procijenjene vrijednosti korišćene za konstruisanje grafika selekcionih krivih za period 2004-2005. godine.

Oko (mm)	$T_1$	$T_2$	$r^2$	$r$	t25%	t50%	t75%	L25%	L50%	L75%	$t'$	$L'$
4,5-6	12,271	- 43,058	0,955	0,977	0,259	0,285	0,310	7,050	7,359	7,650	0,570	9,802

Na osnovu ovih vrijednosti konstruisani su i grafici selekcionih krivih u odnosu na dužinsku (slika 37) i vremensku skalu (slika 38).



**Slika 37.** Grafički prikaz krivih selekcije u odnosu na dužinu, gdje su prikazane i procijenjene dužine za 25%, 50% i 75% zadržavanja u mreži, za period 2004-2005.godine.

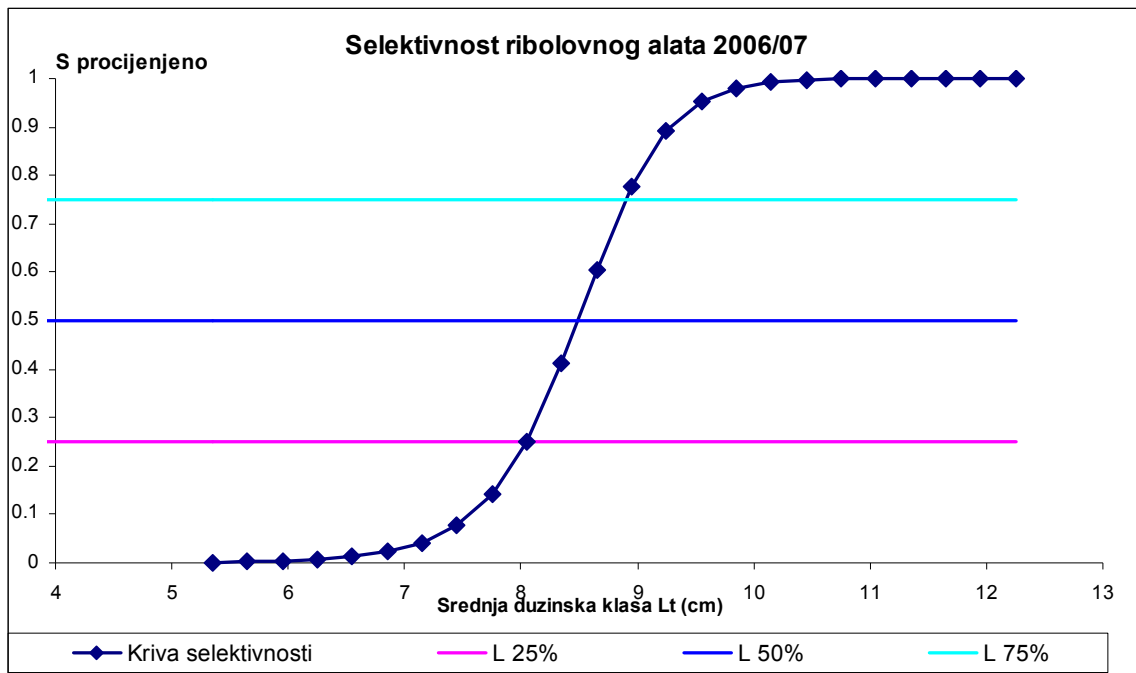


**Slika 38.** Grafički prikaz krivih selekcije u odnosu na starost, gdje je prikazana i procijenjena starost za 25%, 50% i 75% zadržavanja u mreži, za period 2004-2005.godine.

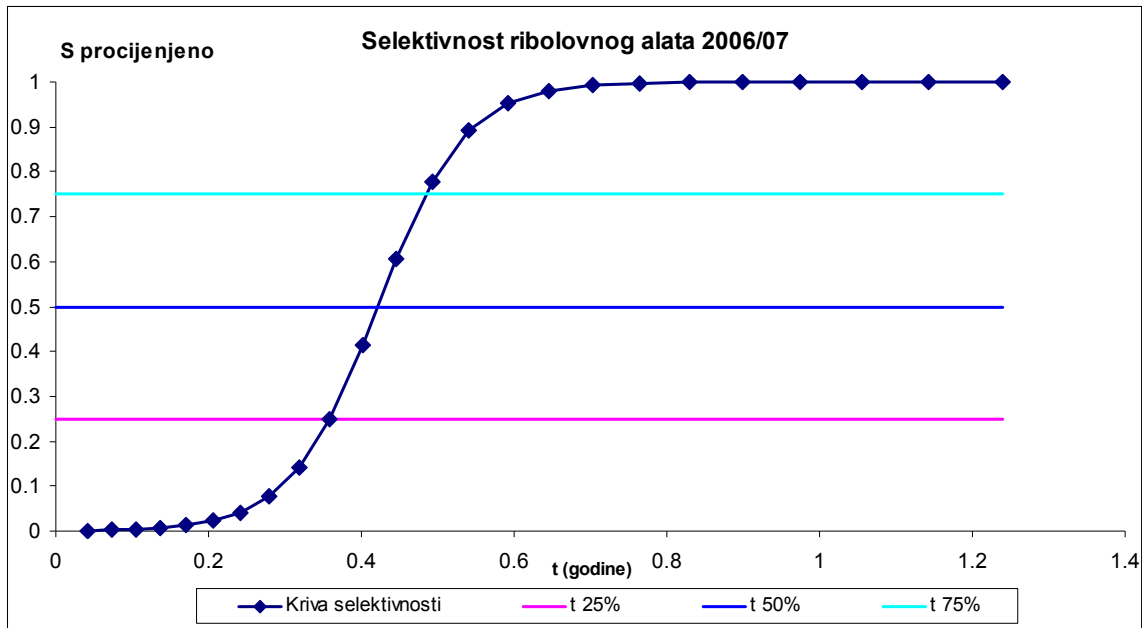
Dobijene vrijednosti za period istraživanja 2006-2007. godina prikazane su u tabeli 19. Na osnovu ovih vrijednosti konstruisani su i grafici selekcionih krivih u odnosu na dužinsku (slika 39) i vremensku skalu (slika 40).

**Tabela 19.** Procijenjene vrijednosti korišćene za konstruisanje grafika selekcionih krivih za period 2006-2007. godine.

Oko (mm)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	r <sup>2</sup>	r	t <sub>25%</sub>	t <sub>50%</sub>	t <sub>75%</sub>	L <sub>25%</sub>	L <sub>50%</sub>	L <sub>75%</sub>	t'	L'
8	7,41	-17,59	0,963	0,982	0,359	0,421	0,484	7,976	8,464	8,952	0,842	12,25



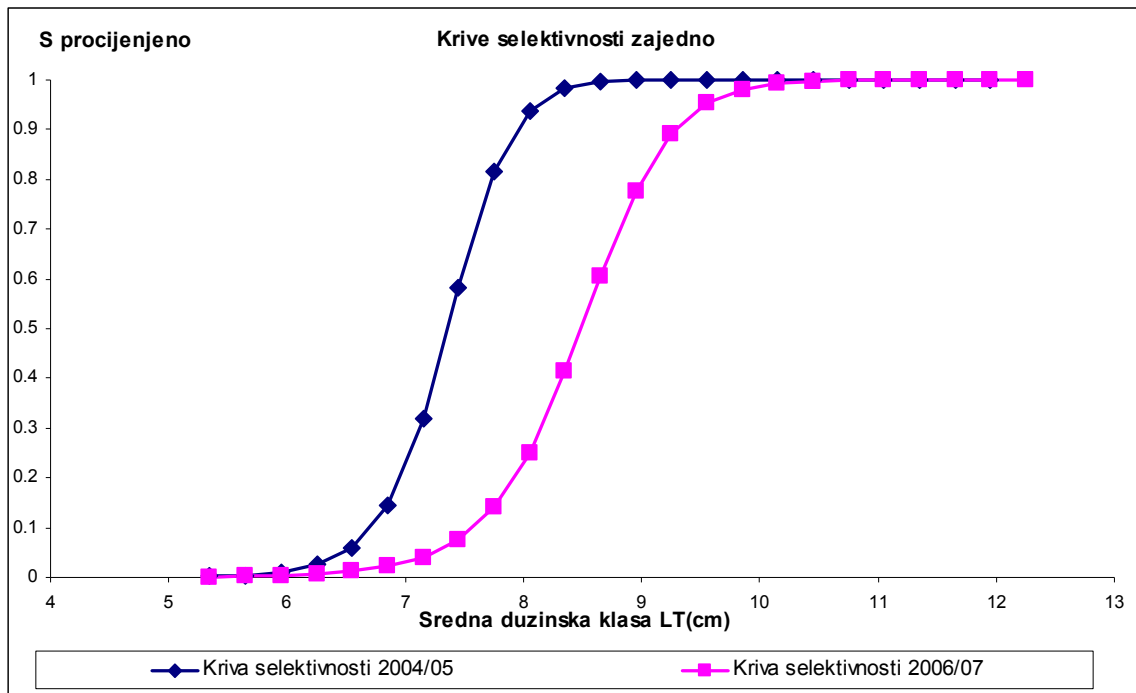
**Slika 39.** Grafički prikaz krivih selekcije u odnosu na dužinu, gdje su prikazane i procijenjene dužine za 25%, 50% i 75% zadržavanja u mreži, za period 2006-2007.godina.



**Slika 40.** Grafički prikaz krivih selekcije u odnosu na starost, gdje je prikazana i procijenjena starost za 25%, 50% i 75% zadržavanja u mreži, za period 2006-2007.godina.

Na slici 41. dat je zajednički prikaz krivih selekcija za obje godine istraživanja na kojoj se vidi da je prilikom povećanja oka na mreži u drugoj istraživanoj godini došlo do značajnog pomjeranja selekcionne krive u desnu stranu grafika, čime je veličina jedinki koje se love povećana u odnosu na prvu godinu istraživanja, a samim tim je omogućeno manjim jedinkama da prođu kroz oko mreže i obezbijede populaciji veći reproduktivni potencijal.





**Slika 41.** Grafički prikaz krivih selekcije 2004/05. i 2006/07. u odnosu na dužinu za juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu.

## 4.7. Polni ciklus i reproduktivne karakteristike

### 4.7.1 . Odnos polova

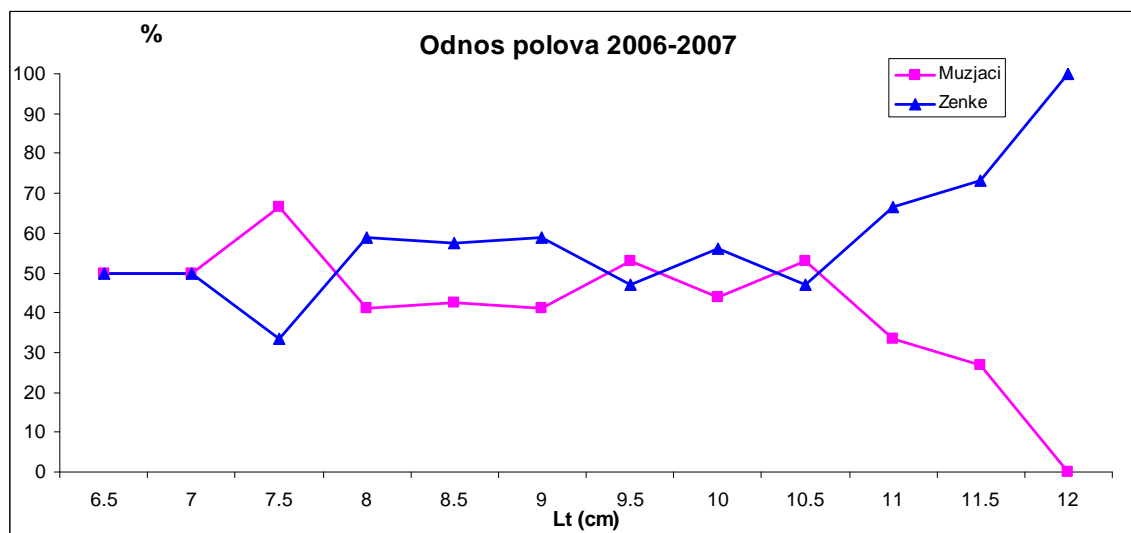
U istraživačkoj godini 2006-2007. urađena je i analiza polne strukture populacije inćuna u Kotorskom zalivu. Ukupan broj jedinki kojima je određen pol u odnosu na cijeli ispitivani uzorak iznosi 25,75%. Od ukupnog broja jedinki kojima je određen pol, mužjaci su učestvovali sa 47,81%, dok su ženke bile nešto brojnije sa 52,19%. Totalna dužina tijela mužjaka kretala se u rasponu od 6,6 – 11,7 cm, sa srednjom vrijednošću od  $9,52 \pm 0,9932$  cm. Totalna dužina tijela ženki kretala se u rasponu od 6,7-12,2 cm, sa srednjom vrijednošću od  $9,62 \pm 1,0533$  cm. Odnos polova urađen je po dužinskim grupama od po 0,5 cm, kao i za svaki mjesec istraživanja posebno.

U tabeli 20. dat je odnos polova po dužinski grupama gdje se vidi da su ženke brojnije u većini dužinskih grupa u odnosu na mužjake. Vrijednost R su odnosu na dužinske grupe kretala se u rasponu od 0,36 do 2. U odnosu na cijeli uzorak vrijednost R je iznosila 0,92.

**Tabela 20.** Odnos mužjaka i ženki inćuna prema dužinskim grupama u Kotorskom zalivu u periodu 2006-2007. godina (M – broj mužjaka, F – broj ženki, R – odnos polova).

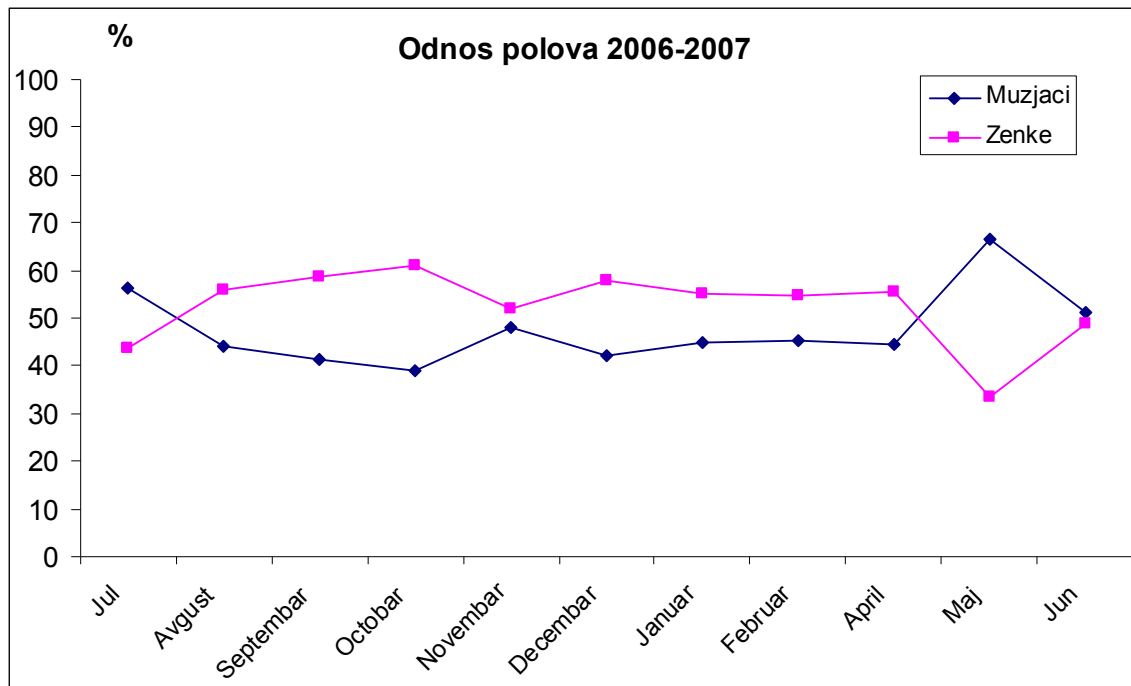
Dužinske grupe (cm)												
	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
M	50,00	50,00	66,67	41,18	42,37	41,00	52,86	43,94	53,06	33,33	26,67	0,00
F	50,00	50,00	33,33	58,82	57,63	59,00	47,14	56,06	46,94	66,67	73,33	100,00
R	1,00	1,00	2,00	0,70	0,74	0,69	1,12	0,78	1,13	0,50	0,36	

Grafički prikaz odnosa polova po dužinskim grupama dat je na slici 42.



**Slika 42.** Odnos mužjaka i ženki inćuna prema dužinskim grupama u Kotorskom zalivu u periodu 2006-2007. godine.

Gledajući odnos polova po mjesecima (slika 43), vidi se da su ženke bile brojnije u istraživanim mjesecima od avgusta 2006. do aprila 2007, dok su mužjaci bili brojniji samo u julu 2006. i maju 2007. godine. Vrijednost R po mjesecima kretala se od 0,64 u oktobru kada je zabilježen najveći broj ženki u odnosu na mužjake, do 2,00 u mjesecu maju kada su mužjaci dominirali u uzorku. Ukupan odnos polova za period istraživanja 2006-2007. godina iznosio je 0,92.



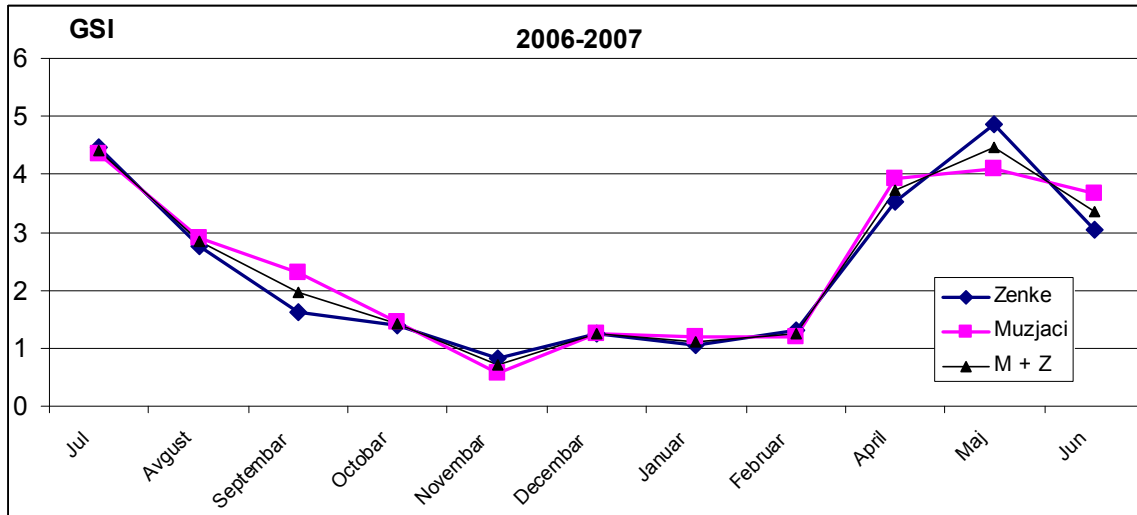
**Slika 43.** Odnos mužjaka i ženki inćuna u Kotorskom zalivu u periodu jul 2006. – jun 2007. godine.

#### 4.7.2. Gonadosomatski indeks (GSI)

Vrijednost gonadosomatskog indeksa (GSI) je odnos između ukupne težine tijela i težine gonada. Na slici 44, prikazan je izračunati GSI za svaki mjesec posebno po polovima, kao i ukupan GSI. Gledano po polovima vrijednost GSI je bila veoma slična i kriva vrijednosti GSI je imala istu putanju. Na početku istraživanja u julu mjesecu vrijednost GSI je bila 4,46 za ženke i 4,35 za mužjake. Nakon toga dolazi do pada ove vrijednosti do novembra kada je i zabilježena najniža vrijednost i za ženke (0,83) i za mužjake (0,70). Od decembra do marta GSI se ne mijenja i kreće se u rasponu od 1,04 do 1,24 za ženke, odnosno 1,18 do 1,24 za mužjake. Zatim dolazi do naglog skoka vrijednosti GSI u aprilu i maju kada je za ženke zabilježena najveća vrijednost 4,85 za ženke i 4,08 za mužjake. U junu 2007. je zabilježen lagani pad GSI.

Trend vrijednosti GSI kod inćuna se poklapa sa periodom mrijesta. Naime inćun se mrijesti u ljetnjim mjesecima kada su i zabilježene najveće vrijednosti GSI. Najniže

vrijednosti GSI zabilježene su u zimskim mjesecima, kada se jedinke nalaze u fazi mirovanja.



**Slika 44.** Kretanje gonadosomatskog indeksa kod inćuna na području Kotorskog zaliva u periodu jul 2006-jun 2007.

#### 4.8. Histologija gonada i stadijumi zrelosti

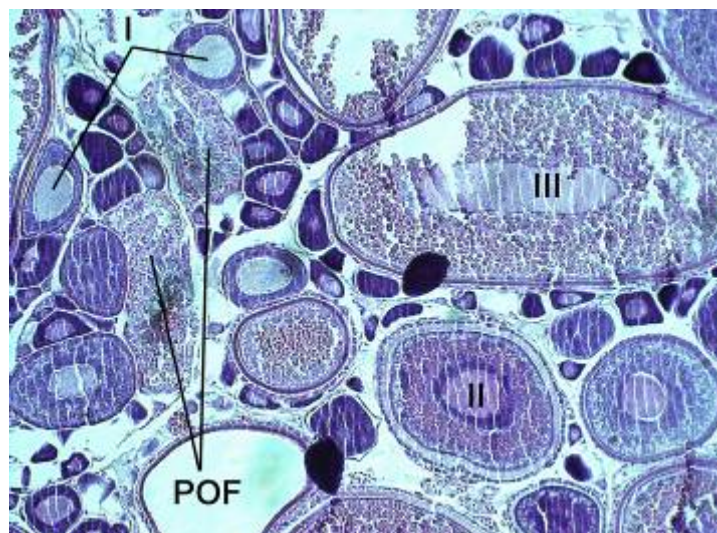
Proces razvoja gonada i određivanje procentualnog učeća pojedinih stadijuma zrelosti oocita u gonadama određivan je mjesečno od jula 2006. do juna 2007, sa izuzetkom mjeseca marta kada nije bilo moguće uzeti gonade za histološku analizu.

U julu 2006, u mjesecu kada je i najveća frekvencija mriješćenja ove vrste, prisutne su oocite u svim razvojnim stadijumima. Takođe je na analiziranim preparatima uočeno postojanje postovularnih folikula. Učešće primarnih oocita je 54% dok je učešće oocita u IV stadijumu oko 6% i na kojima je jasno uočljivo migriranje nukleusa ka animalnom polu (slika 45).

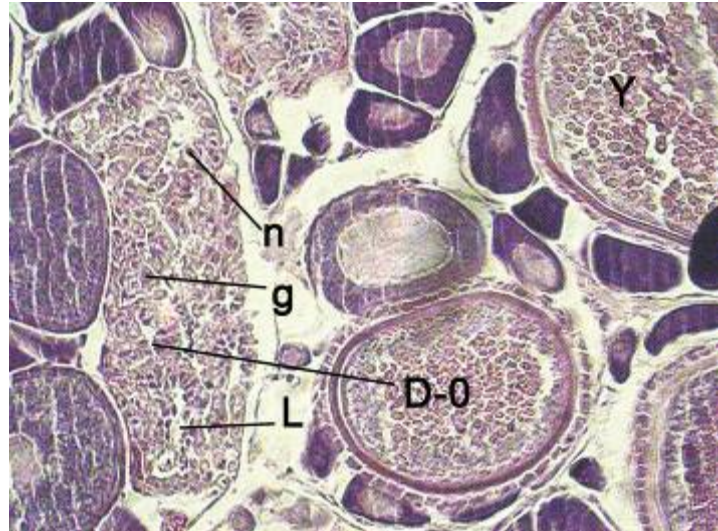


**Slika 45.** Jajnik inćuna u julu 2006. godine. Dužina jedinke 11,4 cm; uvećanje 10x; I – primarni oociti, III – žumančani oociti, IV – hidratizani oociti, migracija nukleusa ka animalnom polu.

U avgustu 2006. godine takođe su bili prisutni svi stadijumi sazrijevanja oocita, s tim da je u tom mjesecu zabilježena najmanja jedinka koja je dostigla polnu zrelost pri dužini od 7,5 cm. Ovo je za područje Jadranskog mora najmanja dužina mikroskopski određene polno zrele ženke i na histološkom preparatu uočljivi su postovulatozni folikuli, što nam govori da je ova jedinka već obavila proces reprodukcije (slike 46 i 47).

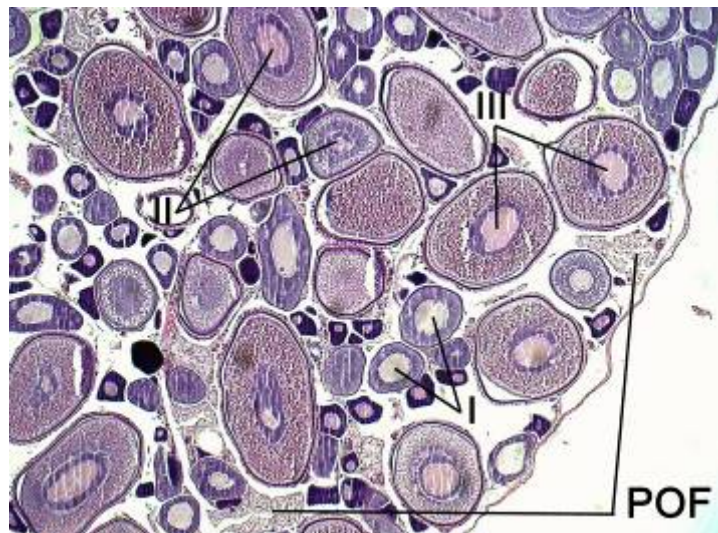


**Slika 46.** Jajnik inćuna u avgustu 2006. godine. Dužina jedinke 7,5 cm; uvećanje 20x; I – primarni oociti, III – žumančani oociti, POF – postovulatorni folikuli.



**Slika 47.** Jajnik inćuna u avgustu 2006. godine. Dužina jedinke 7,5 cm; uvećanje 40x; y – žumančane granule, n – nukleus granuloznih ćelija, g – granulozne ćelije, L – lumen postvulatornog folikula, D-O – postovulatorni folikul.

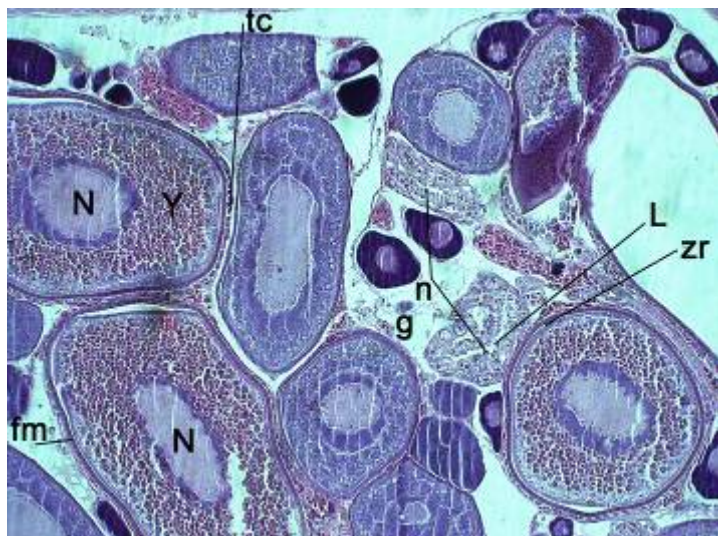
U septembru i oktobru 2006. godine evidentan je pad učešća zrelih oocita, ali se oni još uvijek nalaze u gonadama (slike 48, 49 i 50), što nam ukazuje da proces reprodukcije traje i u ovim mjesecima.



**Slika 48.** Jajnik inćuna u septembru 2006. godine. Dužina jedinke 10,5 cm; uvećanje 10x; I – primarni oociti, III – žumančani oociti, POF – postovulatorni folikuli.

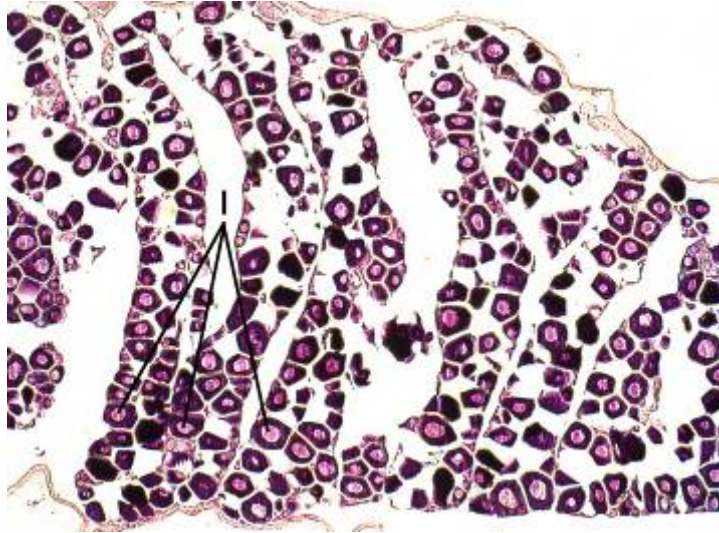


**Slika 49.** Jajnik inćuna u oktobru 2006. godine. Dužina jedinke 9,3 cm; uvećanje 10x; I – primarni oociti, III – žumančani oociti, POF – postovulatorni folikuli.

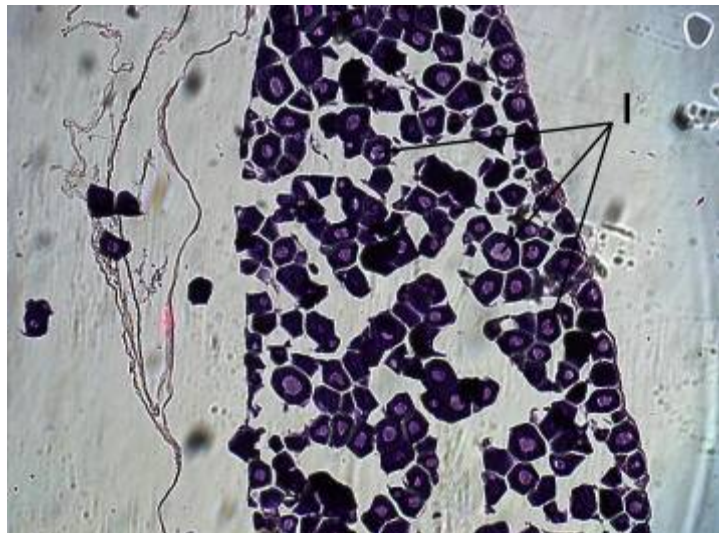


**Slika 50.** Jajnik inćuna u oktobru 2006. godine. Dužina jedinke 9,3 cm; uvećanje 20x; N-nukleus oocite, Y – žumančane granule, fm – folikularna membrana, tc – tekalne ćelije, zr – zona radiata, g – granulozne ćelije, n – nukleus granuloznih ćelija, L – lumen postovulatornog folikula.

Od novembra do februara u gonadama su prisutne samo oocite u I stadijumu razvoja, što ukazuje na činjenicu da je to period mirovanja za inćuna na području Kotorskog zaliva (slike 51, 52, 53 i 54).

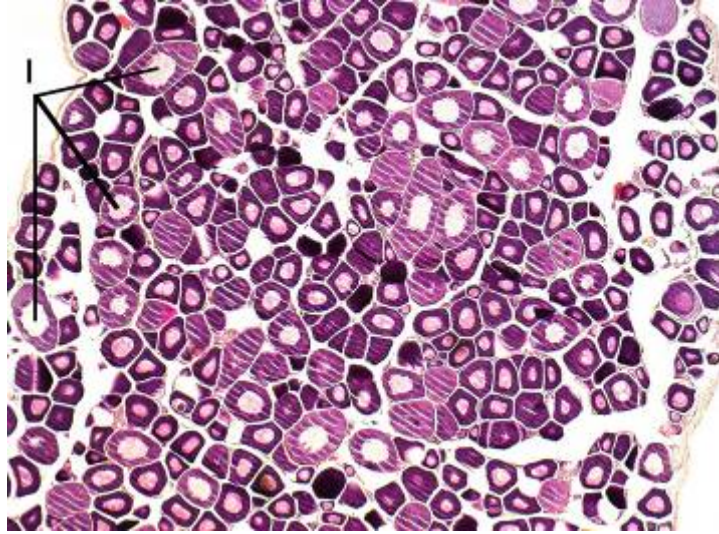


**Slika 51.** Jajnik inćuna u novembru 2006. godine. Dužina 10,1 cm; uvećanje 10x;  
I – primarne oocite.

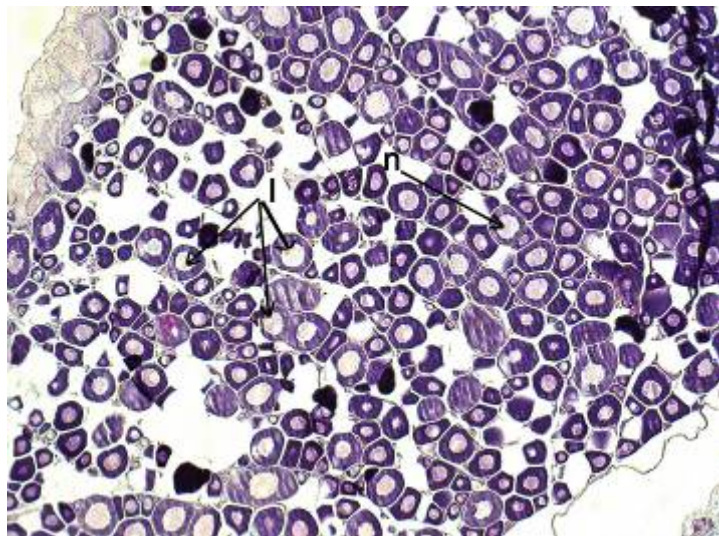


**Slika 52.** Jajnik inćuna u decembru 2006. godine. Dužina 9,4 cm; uvećanje 10x;  
I – primarne oocite.



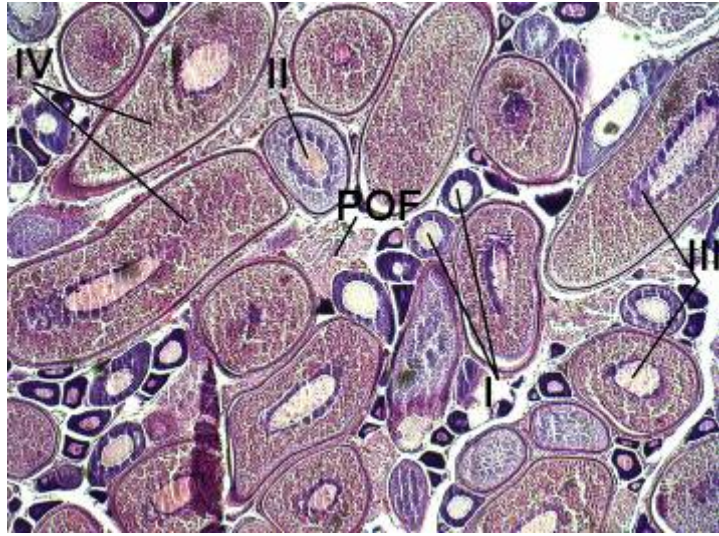


**Slika 53.** Jajnik inćuna u januaru 2007. godine. Dužina 10,1 cm; uvećanje 10x;  
I – primarne oocite.



**Slika 54.** Jajnik inćuna u februaru 2007. godine. Dužina 10,1 cm; uvećanje 10x;  
I – primarne oocite.

U aprilu 2007. godine prisutni su svi stadijumi razvoja oocita i u tom mjesecu i počinje proces reprodukcije inćuna u Kotorskom zalivu (slika 55 i 56).

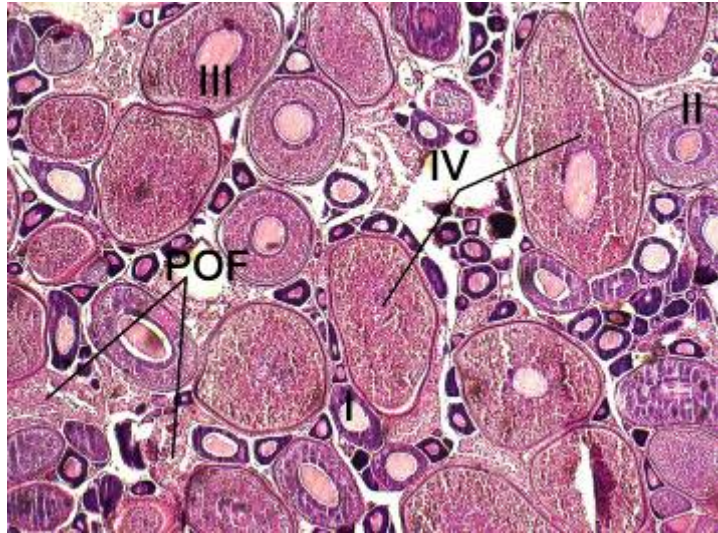


**Slika 55.** Jajnik inćuna u aprilu 2007. godine. Dužina jedinke 10,9 cm; uvećanje 10x; I – primarni oociti, III – žumančani oociti, IV – hidratirani oociti, migracija nukleusa ka animalnom polu. POF – postovulatorni folikuli.

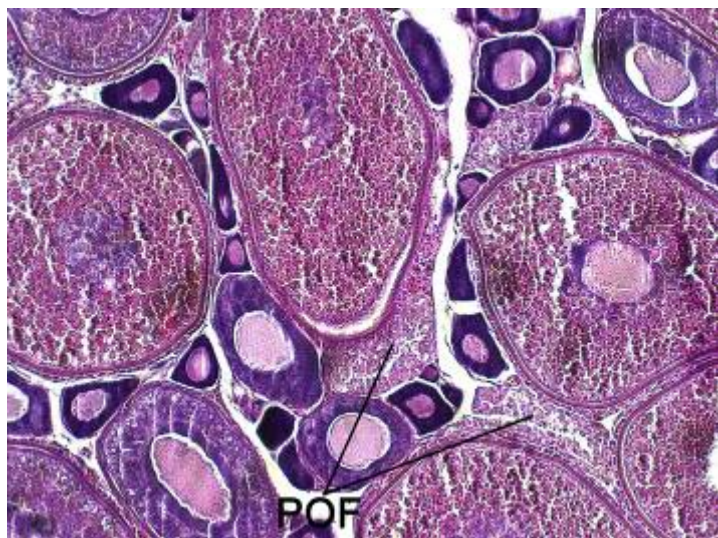


**Slika 56.** Jajnik inćuna u aprilu 2007. godine. Dužina jedinke 10,9 cm; uvećanje 20x; POF – postovulatorni folikuli.

U maju 2007. godine zabilježen je najveći procenat oocita u II, III i IV stadijumu, a takođe i najveća vrijednost gonadosomatskog indeksa (slika 57 i 58).

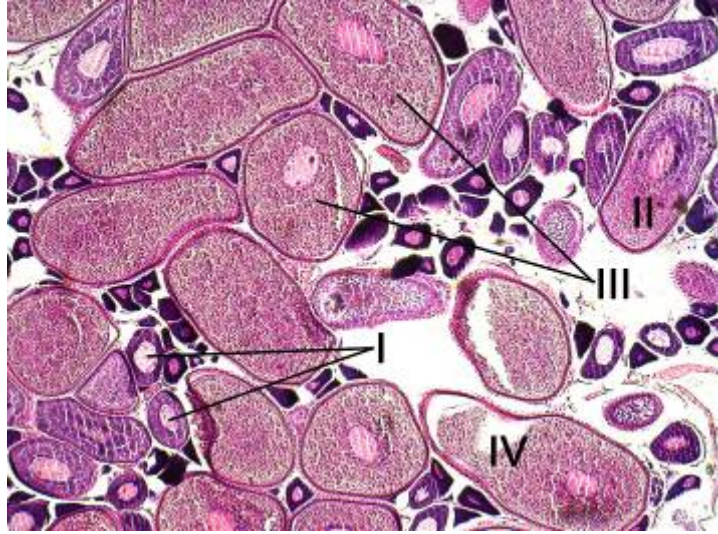


**Slika 57.** Jajnik inćuna u maju 2007. godine. Dužina jedinke 10 cm; uvećanje 10x; I – primarni oociti, III – žumančani oociti, IV – hidratirani oociti, migracija nukleusa ka animalnom polu. POF – postovulatorni folikuli.

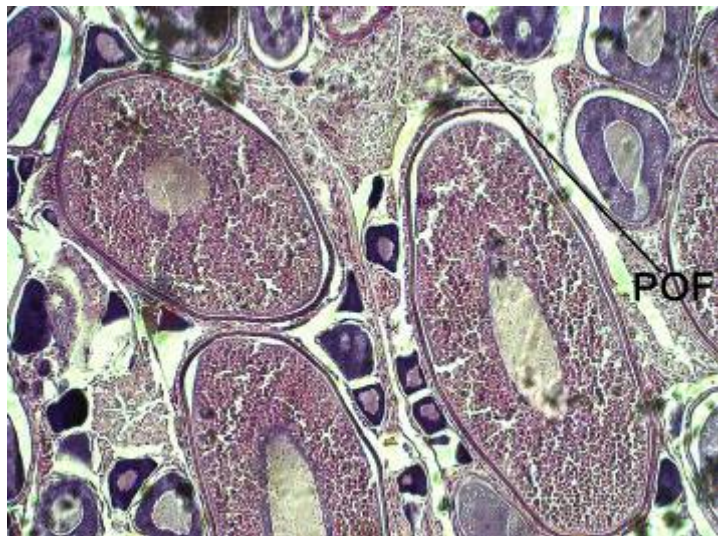


**Slika 58.** Jajnik inćuna u maju 2007. godine. Dužina jedinke 10 cm; uvećanje 20x; POF – postovulatorni folikuli.

U junu 2007. godine prisutni su svi stadijumi razvoja oocita, uočeno je postojanje postovulatornih folikula, i u ovom mjesecu je zabilježen i najveći procenat oocita u trećem stadijumu sazrijevanja u cijelom periodu istraživanja (slika 59 i 60).



**Slika 59.** Jajnik inćuna u junu 2007. godine. Dužina jedinke 9,7 cm; uvećanje 20x; I – primarni oociti, II – djelimično žumančani oociti, III – žumančani oociti, IV – hidratizirani oociti, migracija nukleusa ka animalnom polu.



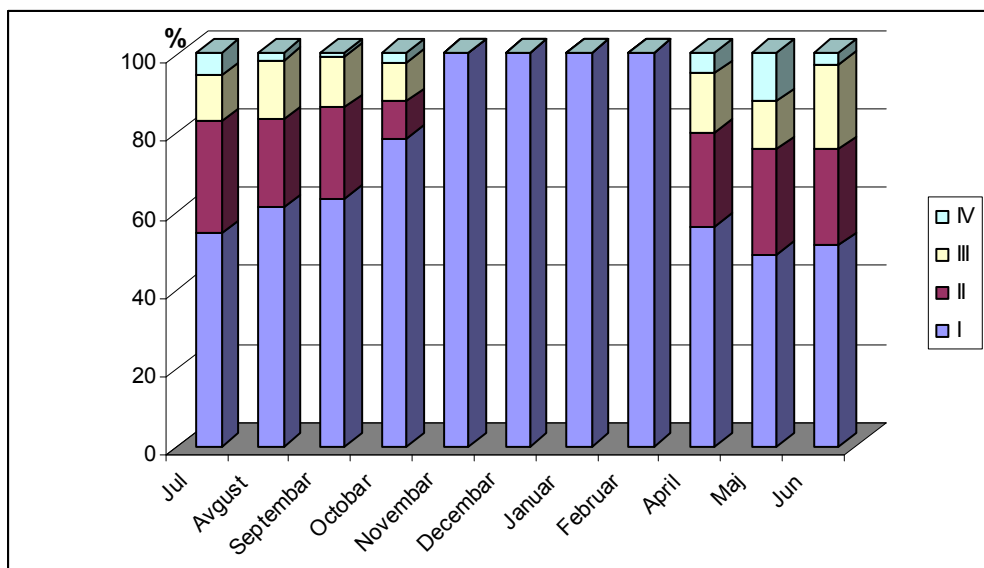
**Slika 60.** Jajnik inćuna u junu 2007. godine. Dužina jedinke 9,7 cm; uvećanje 40x; POF – postovulatorni folikuli.

Određeno je i procentualno učešće oocita u svim stadijumima po mjesecima za istraživani period od jula 2006. do juna 2007. godine (slika 61).

U julu 2006. godine, u analiziranim jajnicima inćuna prisutni su svi stadijumi oocita, učešće I stadijuma oocita iznosi 54%, i za 2006. godinu to je najniža vrijednost

zabilježena za primarni stadijum. Učešće II stadijuma je 28%, III stadijuma 12%, dok je učešće IV stadijuma 6%.

Od jula 2006. godine do oktobra iste godine procentualno učešće primarnih oocita se povećava, tako da ih je u avgustu bilo 61%, septembru 63% i oktobru 78%. Uporedo sa tim dolazi do smanjena procentalnog učešća oocita u II, III i IV stadijumu. Tako su oocite u II stadijumu učestvovala sa 22% u avgustu, 23% u septembru i 9% u oktobru. Učešće oocita III stadijuma je u 2006. godini bilo najveće avgustu (15%) da bi se njihov procenat smanjivao u septembru na 13% i oktobru na 10%. U odnosu na sve ostale stadijume, oocite u IV stadijumu bile su najmanje procentualno zastupljene u 2006. godini, u avgustu 2%, septembru 1% i oktobru 3%.



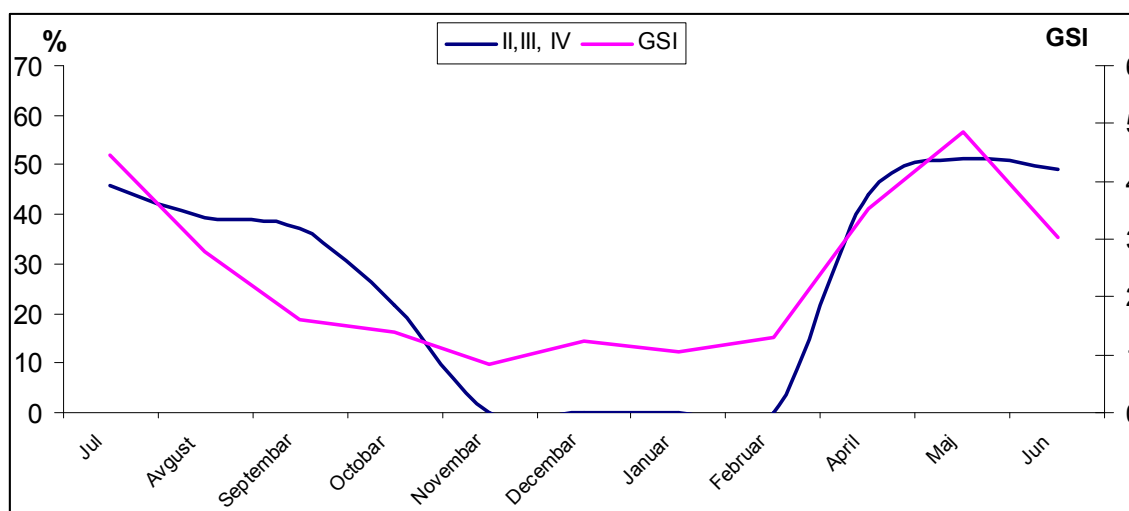
**Slika 61.** Procentualno učešće oocita u različitim stadijumima u jajnicima inćuna po mjesecima; I – stadijum primarne oocite; II – stadijum formiranja žumančanih granula; III – formiranje žumanceta; IV – stadijum zrele oocite.

Od novembra do februara, u gonadama ženki inćuna prisutne su samo oocite u I stadijumu mirovanja, što je razumljivo jer je to period mirovanja poslije sezone mirjesta.

Nakon zimskog perioda mirovanja, u aprilu, maju i junu 2007. godine, u jajnicima ženki nalazimo sva četiri stadijuma razvoja oocita. Od ukupnog broja oocita na I stadijum otpada 56% u aprilu, 49% u maju i 51% u junu, Učešće II stadijuma u

aprilu iznosi 24%, 27% u maju i 24% u junu. Učešće III stadijuma razvoja oocita u aprilu iznosi 15%, 12% u maju i 22% u junu, dok je učešće IV stadijuma u aprilu iznosi 5%, 12% u maju i 3% u junu. U maju 2007, zabilježen je najmanji procenat učešća primarnih oocita i najveće procentualno učešće oocita u IV stadijumu, a takođe je u tom mjesecu zabilježena i najveća vrijednost gonadosomatskog indeksa.

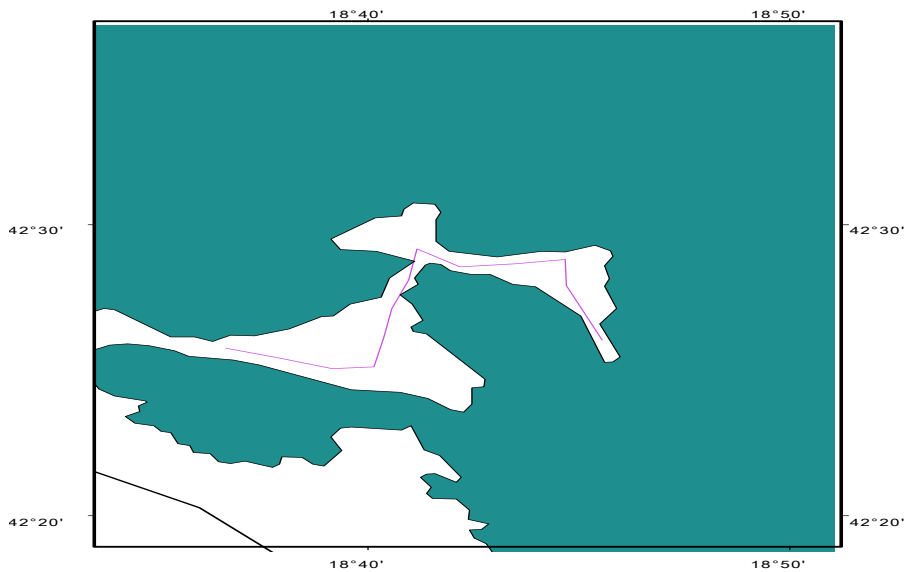
Kako je već utvrđeno da se mrijest inćuna na području Kotorskog zaliva odvija u periodu aprilu – oktobar, zbog datuma uzorkovanja nije moguće dati pregled procentualnog učešća pojedinih stadijuma oocita u jajnicima inćuna. Nezavisno od toga utvrđen je, na osnovu prisustva oocita u IV stadijumu na histološkim preparatima, kao i na osnovu prisustva postovularnih folikula, početak i kraj mriješćenja ove vrsta na području Kotorskog zaliva. Takođe dobijeni rezultati se slažu sa kretanjem gonadosomatskog indeksa (slika 62), gdje je uočeno da procentualno učešće II, III i IV stadijuma oocita u jajnicima inćuna po mjesecima ima isti trend rasta i pada kao i izračunati gonadosomatski indeks ženki inćuna u periodu jul 2006. – jun 2007. godine.



**Slika 62.** Uporedni prikaz kretanja vrijednosti GSI ženki inćuna i procentualnog učešća II, III, IV stadijuma oocita u jajnicima inćuna za period jun 2006 – jul 2007. godine na području Kotorskog zaliva.

#### 4.9. Procjena biomase i prirodnog mortaliteta

Na osnovu akustičnih podataka prikupljenih tokom ehosondiranja, kao i bioloških podataka o srednjim dužinama i procentualnom učešću u ulovu pojedinih vrsta prikupljenih tokom 2004 i 2005. godine urađena je procjena biomase riba za ovo područje (slika 63).



**Slika 63.** Kurs broda duž koga je izvršeno ehosondiranje u Bokotorskom zalivu (avgust, 2005).

Za procjenu su upotrebljeni sljedeći biološki podaci iz 2005. godine:

- Srednja dužina inćuna = 7,60 cm; procentualno učešće u ulovu = 29,3%
- Srednja dužina srdele = 7,67 cm; procentualno učešće u ulovu = 66,0%
- Srednja dužina ostalih pelagičnih vrsta = 26,01cm; procentualno učešće u ulovu = 4,7%

Na osnovu ovih kao i akustičnih podataka dobijeni su sledeći rezultati za područje Bokotorskog zaliva, na trasi broda od 14 Nm:

- Biomasa inćuna = 144,4 tone, sa srednjom gustinom od 10,3 t/ Nm<sup>2</sup>
- Biomasa srdele = 324,9 tona, sa srednjom gustinom od 23,2 t/ Nm<sup>2</sup>
- Biomasa ostalih pelagičnih vrsta = 23,2 tone, sa srednjom gustinom od 1,7 t/ Nm<sup>2</sup>

Ukupna procijenjena biomasa iznosi 429,3 tone, sa srednjom gustinom 30,66 t/Nm<sup>2</sup>.

Ova procjena biomase inćuna odnosi se samo na masu ispod trase broda, tako da je stvarna biomasa najmanje tri puta veća. Naime, zbog kratkoće raspoloživog vremena nije se mogla upotrijebiti metoda transekta ili cik-cak linije, te se nije mogla izvršiti integracija po površini kako se obično i radi. Zbog toga i smatramo da je stvarna biomasa inćuna procijenjena akustičnom metodom najmanje tri puta veća i iznosi:

$$3 \cdot 144,4 = 433,2 \text{ tone}$$

Prema podacima ribara, u avgustu 2005. godine na istraživanom području mrežama potegačama ulovljeno je ukupno 3,144 kilograma sa ribolovnim naporom od 37 povlačenja mreže. Ovaj ulov su ostvarila 4 ribara. S obzirom da je prema našim istraživanjima procentualno učešće inćuna u ulovima bilo 29,3%, može se zaključiti da su ova 4 ribara ulovili 921,2 kg inćuna u avgustu 2005. godine.

Kako na području Kotorskog i Tivatskog zaliva, gde je određivana biomasa akustičnom metodom, lovi 12 ribara, ekstrapolacijom se može procijeniti da je u avgustu 2005. godine ulovljeno približno 2,76 tona inćuna uz ribolovni napor od oko 110 potezanja mreže.

Na osnovu podataka o ulovu i procijenjene biomase prema formulama 19 i 20 određeni su koeficijent ribolovne smrtnosti i koeficijenti vulnerabilnosti.

U ovom slučaju koeficijent vulnerabilnosti iznosi:

$$q = 0,006371$$

Budući da je ribolovni napor u avgustu bio oko 110 povlačenja mreža potegača, može se procijeniti da je stopa ribolovne smrtnosti bila:

$$F = 0,006371 \cdot 110 = 0,7$$

Prema tome, izračunata stopa eksploatacije iznosi:



$$E = 0,701 / 6,56 = 0,106$$

U ribarstvenoj biologiji se smatra da ukoliko se lovi samo adultni dio populacije, populacija je pretjerano eksploatisana ukoliko je stopa eksploatacije veća od 0,5.

Da bi se to izbjeglo, treba stopu ribolovne smrtnosti svesti na vrijednost pri kojoj stopa eksploatacije ne bi trebalo da bude veća od približno 0,1, što znači da  $F$  ne bi smio da bude veći od 0,5.

Na osnovu izraza  $F = q * f$ , optimalni  $f$  za stopu smrtnosti  $F = 0,5$  je:

$$f_{opt} = F_{opt}/q = 0,5 / 0,006 \approx 78$$

Ovo ukazuje da ribolovni napor ne bi trebalo da prelazi više od 78 potezanja mreže tokom jednog mjeseca.

Prosječan ribolovni napor po jednoj potegači je devet povlačenja mjesečno, a optimalni ribolovni napor je 47 dana po mesecu, te bi stoga broj izdatih dozvola trebalo da bude:

$$N = 78 / 9 = 8,67$$

Iz ovog proizilazi da se na području Kotorskog i Tivatskog zaliva za mreže potegače veličine oka od oko 6 mm može izdati 8 do 9 dozvola na godišnjem nivou, čime bi se obezbjedio održivi ulov inćuna na području ova dva zaliva.

Na osnovu dobijenih podataka o stopama ukupnog mortaliteta ( $Z$ ) i ribolovnog mortaliteta ( $F$ ) izračunat je prirodni mortalitet ( $M$ ) za područje Kotorskog zaliva po formuli:

$$M = Z - F = 6,65 - 0,701 = 5,949$$

Ukoliko su podaci koji su ribari dali tačni, ribolovni mortalitet je mnogo manji u odnosu na prirodni, ali s obzirom da se radi o populaciji juvenilnog inćuna potrebne su

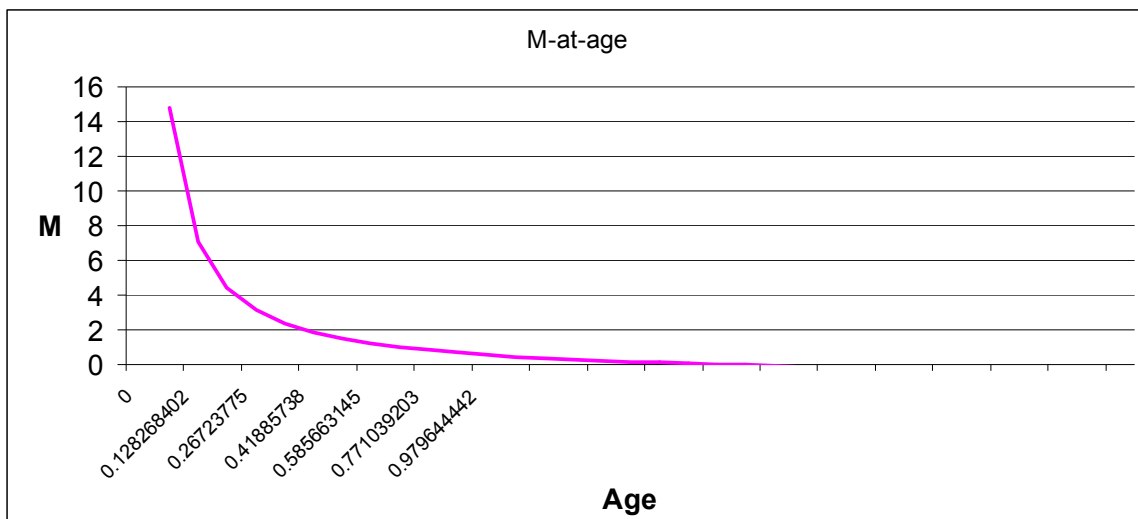
posebne mjere opreza i kontinuiranog monitoringa ove vrste na području Kotorskog zaliva.

S obzirom da je procijenjena vrijednost prirodnog mortaliteta (M) za populaciju juvenilnog inćuna jako visoka, izračunali smo ovu vrijednost i po empirijskoj formuli koju je dao Pauly (1980), za vrste koje žive u jatima:

$$M = 0.8e^{(-0.0152-0.279*\ln L_{\infty}+0.6543*\ln K+0.463*\ln T)}$$

kao i u programu PRODBIOM (Abella *et al.*, 1997; Abella *et al.*, 1998), gdje smo kao ulazne podatke za izračunavanje prirodnog mortaliteta (M) koristili  $L_{\infty} = 10,19$  i  $K = 3,37$ , dok je vrijednost srednje godišnje temperature za područje Kotorskog zaliva u tom periodu iznosila  $19,77^{\circ}$  (Mandić, 2011).

Izračunata vrijednost prirodnog mortaliteta (M), po formuli Pauly-ja iznosi 3,57, dok je procijenjena vrijednost M u programu PRODBIOM, (slika 64), gdje se jasno vidi da je vrijednost M jako visoka, naročito u prvih šest mjeseci života, kada je srednja vrijednost prirodnog mortaliteta 5,03.



**Slika 64.** Procjena kretanja vrijednosti prirodnog mortaliteta (M) u prvoj godini života kod juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva izračunatog u programu PRODBIOM.

## **5. DISKUSIJA**

## 5. DISKUSIJA

U toku istraživanja populacije juvenilnog incuna na području Kotorskog zaliva analizirano je 4203 jedine, u rasponu dužina tijela od 5,2 do 13,2 cm, sa srednjom dužinom  $8,6 \pm 1,2$  cm. U prvoj istraživanoj godini (2004-2005) raspon dužina se kretao od 5,2 do 12,7 cm (N=2432.), sa srednjom dužinom  $8,32 \pm 1,11$  cm. U drugoj godini istraživanja (2006-2007), raspon dužina se kretao od 5,3 do 13,2 cm (N=1771), sa srednjom dužinom  $8,99 \pm 1,21$  cm. Kao rezultat povećanja oka na mrežama potegačama u drugoj godini istraživanja na 8 mm došlo je i do povećanja srednje dužine ulovljenih jedinki sa 8,32 cm (2004-2005) na 8,99 cm (2006-2007).

Srednje vrijednosti totalne dužine tijela incuna po mjesecima na području Kotorskog zaliva kretale su se od  $7,06 \pm 0,66$ cm (jul 2004) do  $9,98 \pm 1,11$ cm (april 2007). Analizom srednjih vrijednosti totalne dužine incuna na području Kotorskog zaliva u toku obje godine istraživanja, uočena je određena pravilnost u mjesečnom variranju srednjih totalnih dužina ulovljenih jedinki. Naime, najmanje vrijednosti srednjih totalnih dužina tijela u obje godine istraživanja zabilježene su u julu u avgustu mjesecu ( $7,06$  u jul 2004;  $7,13$  u avgustu 2004;  $7,44$  u julu 2005;  $7,81$  u avgustu 2006), dok su najveće vrijednosti srednjih dužina zabilježene u aprilu i maju mjesecu ( $9,78$  u aprilu 2005;  $9,70$  u maju 2005;  $9,98$  u aprilu 2007;  $9,79$  u maju 2007). Kako je analizom otolita i određivanjem starosti dužinskih grupa utvrđeno da srednja starost dužinske grupe od 6,8 cm iznosi 90 dana, odnosno 3 mjeseca, smramo da mrijest incuna na ovom području u obje godine istraživanja počinje u aprilu mjesecu. Kao još jednu potvrdu ove konstatacije navodimo i rezultate dobijene za gonadosomatski indeks incuna za period 2006-2007. godina, gdje su upravo za period april-maj zabilježene najveće vrijednosti ovog indeksa za populaciju incuna na području Kotorskog zaliva.

Slične podatke o dužinama incuna za zalivska područja na Jadranu daje Sinovčić (1998), za područje Novigradskog mora, gdje se raspon analiziranih dužina kretao od

4,4-12,5 cm. Za isto područje Sinovčić & Zorica (2006) analiziraju raspon dužina od 4,5-14,5 cm. Za područje otvorenog mora raspon dužina je nešto veći, te za centralni Jadran iznosi 7,5-16,8 cm (Sinovčić, 2000), a za otvoreno more južnog Jadrana 5-18 cm (Regner *et al.*, 2006). Razlika u dužinama između otvorenog mora i zalivskog područja objašnjava se činjenicom da se adultni inćun zadržava i mresti na otvorenom moru, u dubljim vodama (Mužinić, 1956, 1972; Regner, 1973; Sinovčić, 1978). Mlađe jedinke odnosno prinove, provode zimu u priobalnim, najčešće zalivskim područjima, tu obavljaju prvi mrest pri dužinama 8-9 cm i tek nakon toga migriraju ka otvorenom moru (Sinovčić, 2000; Marano, 2001). Ovo potvrđuju i nalazi da se mlade jedinke u velikom broju zadržavaju u zalivima duž istočne obale Jadrana (Sinovčić, 1978, 1998; Sinovčić & Zorica, 2006). I na osnovu analize veličine jaja inćuna nađeno je da je njihova veličina manja u zalivskom područjima, nego na otvorenom moru (Regner, 1973), što takođe ukazuje na činjenicu da su i jedinke koje obavljaju proces reprodukcije manje u zalivima nego na otvorenom moru.

Gledajući procentualno učešće inćuna i sređele u ulovima po lokacijama u Kotorskom zalivu, uočava se da se inćun više lovi u oblastima u kojima se nalazi veći broj podvodnih izvora slatke vode, dok je srđela brojnija na lokacijama gdje takvih izvora nema, odnosno gdje je salinitet morske vode veći. Struje sa otvorenog mora koje nose hladnu vodu visokog saliniteta ulaze u Zaliv i pružaju se uz obalu u smjeru suprotno od kazaljke sata, tj. u Kotorskom zalivu prate lijevu obalu, i na tim lokacijama je zabilježen i veći procenat srđele u ulovima. Sa suprotne strane zaliva nalazi se veći broj podvodnih izvora slatke vode (Sveti Matija, Ljuta i Orahovac), gdje je salinitet smanjen upravo zbog priliva slatke vode i na tim lokacijama je u ulovima bilo više inćuna u odnosu na srđelu. Jedino su na lokaciji Dražin vrt ove dvije vrste bile gotovo podjednako zastupljene. Slična zapažanja o tome da mlade jedinke inćuna preferiraju vode smanjenog saliniteta iznose Demir (1965) i Sinovčić (2000).

Izračunavanje odnosa dužina – težina kod riba jedna je od standardnih metoda u ribarstvenoj biologiji. Često se koristi u praćenju sezonskih promjena u rastu ribe za različita područja, ali i za procjenu faktora kondicije. Ovaj odnos dobro ističe neke kritične trenutke u biologiji vrste kao što je sazrijevanje, mriješćenje i slično, kada dolazi do promjene dužinsko – težinskog odnosa.

Alometrijski koeficijent  $b$  u toku prve godine istraživanja (2004-2005) iznosio je  $b=3,167$ , a u toku druge godine istraživanja (2006-2007)  $b = 3,106$ . Poređenjem dobijenih vrednosti faktora alometrije  $b$ , zasebno za obe istraživačke godine, sa vrednošću izometrijskog rasta ribe ( $b=3$ )  $t$ -testom, uočeno je da se ove vrednosti statistički značajno razlikuju od izometrijskog rasta ribe. Faktor alometrije cjelokupnog analiziranog materijala u periodu 2004-2007. godina iznosio je  $b = 3,122$  i statistički se razlikovao od izometrijskog rasta. Dobijena razlika je najverovatnije posljedica broja analiziranih jedinki i razlike u njihovoj dužinskoj distribuciji, kao i posljedica spajanja uzoraka iz ulova ostvarenih mrežama sa malom (4-6 mm) i velikom (8 mm) veličinom oka.

Analizirajući vrijednost faktora alometrije po dužinskim grupama, u svim dužinskom grupama manjim od 9 cm vrijednost alometrijskog koeficijenta bila je  $b < 3$ , sa najnižom vrijednošću u dužinskoj klasi od 8-9 cm ( $b = 2,637$ ), dok je u svim dužinkom grupama većim od 9 cm  $b > 3$ . Vrlo niska vrijednost alometrijskog koeficijenta u dužinskoj klasi 8-9 cm objašnjava se činjenicom da u tom intervalu dužine 50% populacije postane polno zrelo na Jadaranu (Rampa *et al.*, 2005; Sinovčić & Zorica, 2006), te tada jedinke preusmjeravaju potrošnju energije na metaboličke procese u toku polnog sazrijevanja.

Analizirane su i mjesečne fluktuacije faktora alometrije  $b$  za svaku godinu istraživanja posebno. Upoređivanjem dobijenih vrijednosti kretanja ovog koeficijenta nije uočeno da su mjesečne vrijednosti za obje istraživane godine bile slične, a najvjerojatniji uzrok tome jeste povećanje veličine oka na mrežama potegačama u drugoj godini istraživanja, što je uzrokovalo drugačiju dužinsku strukturu uzorka, a samim tim i različite vrijednosti koeficijenata dužinsko-težinskog odnosa. S druge strane, uočena je i određena pravilnost u kretanju faktora alometrije  $b$ . U obje istraživane godine niske vrijednosti zabilježene su u avgustu mjesecu, što se povezuje sa činjenicom da tada na ribolovno područje dolaze mlade jedinke. I u mjesecu novembru u obje istraživane godine zabilježen je pad ovog koeficijenta, što je posljedica završetka polnog ciklusa, gdje su jedinke iscrpljene nakon sezone mrijesta, a što se očitava u padu alometrijskog koeficijenta  $b$ .

**Tabela 21.** Vrijednosti faktora alometrije  $b$  i regresione konstante  $a$  dužinsko-težinskog odnosa inćuna u različitim područjima Jadranskog mora.

<b>Autor</b>	<b>Područje</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
Sinovčić (1978)	Kaštelanski zaliv (Hrvatska)	0,01	2,958
Sinovčić (1978)	ostrva Vis i Biševo (Hrvatska)	0,01	2,709
Casavola <i>et al.</i> (1981)	Južni Jadran (Italija)	0,005	3,529
Sinovčić (1998)	Novigradsko more (Hrvatska)	0,004	3,190
Sinovčić (2000)	Srednji Jadran	0,015	2,731
Tičina <i>et al.</i> (2006)	Sjeverni i srednji Jadran (Hrvatska)	0,003	3,341
Sinovčić & Zorica (2006)	Novigradsko more (Hrvatska)	0,004	3,211
Borme (2006)	Sjeverni Jadran (Italija)	-	3,178
Regner <i>et al.</i> (2006)	Južni Jadran (Crna Gora)	0,006	3,030

Upoređujući dobijene vrijednosti faktora alometrije sa literaturnim podacima za Jadran (tabela 21), uviđa se sličnost sa vrijednostima koeficijenta  $b$  inćuna sa područja Novigradskog mora (Sinovčić, 2000; Sinovčić & Zorica, 2006). Podudarnost sličnih vrijednosti faktora alometrije objašnjava se činjenicom postojanja sličnih uslova životne sredine koji vladaju u ovim zalivima, naročito u pogledu eutrofikacije, gdje je količina nutrijenata veća u odnosu na otvorena mora uslijed jakog antropogenog uticaja i slabih cirkulacija vodenih masa, ali isto tako i činjenicom da se tu zadržavaju mlade jedinke. Za područje otvorenog mora srednjeg Jadrana, Sinovčić (1978, 2000) navodi vrijednosti koeficijenta  $b$  manje od 3, dok je vrijednost za područje južnog Jadrana  $b=3,030$  (Regner *et al.*, 2006).

Relativni koeficijent kondicije  $Ka$  (Le Cren, 1951) izračunava se na osnovu empirijskih podataka, odnosno vrijednosti faktora alometrije  $b$  iz dužinsko – težinskog odnosa za svaku ribu posebno. Promjene vrijednosti ovog koeficijenta objašnjavaju se različitim biološkim osobinama, kao što su nakupljanje rezervi masnog tkiva, rast, sazrijevanje, razvoj gonada i dr. Mjesečno kolebanje koeficijenta kondicije za cijeli

period istraživanja (2004-2007) kretao se u rasponu od 0,981 do 1,017 sa srednjom vrijednošću od  $1,003 \pm 0,009$ . Gledano po istraživačkim godinama posebno, u prvoj godini (2004-2005), koeficijent kondicije se kretao u rasponu od 0,981 do 1,017, sa srednjom vrijednošću od  $1,002 \pm 0,01$ . U drugoj godini istraživanja (2006-2007), srednja vrijednost koeficijenta kondicije bila je skoro ista kao i u prvoj ( $1,004 \pm 0,01$ ), dok se raspon koeficijenta kretao od 0,994 do 1,016.

S obzirom da je u ovom radu mjerena težina tijela zajedno sa gonadama, nismo mogli da uporedimo promjene vrijednosti gonadosomatskog indeksa sa promjenama vrijednostima koeficijenta kondicije. U studijama koje su uradili Andreu & Rodríguez-Roda (1951), Sinovčić (2000) i Sinovčić i Zorica (2006), uočeno je da kod inćuna dolazi do pada koeficijenta kondicije pri povećanju gonadosomatskog indeksa. Ovo se objašnjava činjenicom da se tokom reproduktivnog ciklusa uskladištena energija u tijelu preusmjerava na razviće gonada i jaja, te koeficijent kondicije na kraju reproduktivnog ciklusa bude jako mali uslijed iscrpljenosti organizma tokom reprodukcije. Nasuprot ovim studijama, neki autori navode da mlade jedinke inćuna, koje se prvi put mrijeste, istovremeno povećavaju i tjelesnu masu i masu gonada u toku proljeća i ljeta (Millan, 1999). Lisovenko & Andrianov (1996), proučavajući populacije inćuna u Crnom moru, dokazali su da se oni početkom mrijesta još intenzivnije hrane, obezbjeđujući istovremeno rast tijela i razvoj gonada. Sličan fenomen je primijećen i kod vrste *Engraulis mordax* (Hunter & Leong, 1981). Ovi autori se rukovode činjenicom da koeficijent kondicije prije svega mladih individua koje se po prvi put mrijeste zavisi od godišnjeg ciklusa primarne produkcije. Takođe, uočeno je da se fluktuacije u godišnjoj količini jaja inćuna na Jadranu poklapaju sa fluktuacijama primarne produkcije (Regner, 1985). Nestanak termokline u proljećnom periodu omogućava cirkulaciju nutrijenata u eufotičnoj zoni vodenog stuba, te dolazi do povećanja primarne produkcije i povećanja koeficijenta kondicije u u kasno proljeće (Giráldez & Abad, 1995). Isti autori su za inćuna sa područja Alboranskog mora (Španija) našli slične raspone koeficijenta kondicije kao i u našem istraživanju, od 0,92-1,11. Basilone *et al.* (2004), proučavajući inćuna na području Sicilije (Italija), pokazuju da pik koeficijenta kondicije dolazi u junu mjesecu. Iako su mjesečne promjene koeficijenta kondicije u našem istraživanju dosta male, možemo se uočiti da se u sezoni 2004-2005. godina glavni pik javlja u junu mjesecu, dok se u sezoni 2006-2007. godina javljaju dva pika, jedan u julu 2006, a drugi



u maju 2007, što ide u prilog činjenici da koeficijent kondicije kod mlađih, tj. juvenilnih jedinki prije svega zavisi od primarne produkcije.

Istraživanja populacije inćuna u Novigradskom moru 2003. godine pokazuju da je koeficijent kondicije manji (0,5) u periodu proljeće – jesen (Sinovčić & Zorica, 2006), što je u suprotnosti sa našim rezultatima. Posmatrajući dužinske frekvencije obrađenih uzoraka u Novigradskom moru, uočava se da su one nešto veće i da se radi o većem broju adultnih jedinki, koje ponavljaju proces reprodukcije. Za adultne jedinke inćuna koje ponavljaju proces razmnožavanja ipak je dokazano da u toku mrijesta dolazi do pada koeficijenta kondicije, jer ove jedinke moraju mnogo više energije, koja je nakupljena u masnom tkivu i koja se normalno koristi za razviće i rast, da preusmjere na razviće gonada i produkciju jaja (Lucio *et al.*, 1989; Waldron *et al.*, 1989; Millan, 1999).

Koeficijent kondicije u odnosu na totalnu dužinu tijela analiziranih primjeraka kretao se u rasponu od od 0,973 do 1,051. Najveći koeficijent zabilježen je u najmanjoj dužinskoj klasi od 5-6 cm. Zatim koeficijent kondicije opada do dužinske klase od 8-9 cm, kada je zabilježena najmanja vrijednost ( $Ka = 0,973 \pm 0,10$ ). Nakon ove grupe koeficijent konstantno raste i u poslednjoj dužinskoj klasi iznosi  $Ka = 1,044 \pm 0,09$ . Skoro identične podatke dali su i Giráldez & Abad (1995) za koeficijent kondicije inćuna u zapadnom Mediteranu. Naime, i u ovom istraživanju zabilježena je najmanja vrijednost koeficijenta kondicije u dužinskoj klasi od 8-9 cm, a zatim ka većim klasama koeficijent raste. Dobijene vrijednosti koeficijenta kondicije po dužinskim klasama ukazuju na činjenicu da su najmanje vrijednosti ovog koeficijenta u rasponu dužina 8-9 cm posljedica preusmjerenja energije na polno sazrijevanje i prvo mriješćenje.

Od kada je Pannella (1971), otkrio formiranje dnevnih prstenova u otolitima riba, mnoge studije su urađene na analizi njihovog formiranja i kod inćuna. Ré (1987), Palomera *et al.* (1988), Regner & Dulčić (1990) i Dulčić (1997) su potvrdili formiranje dnevnih prstenova kod larvi inćuna, dok su Cermeño *et al.* (2003) u laboratorijskim uslovima potvrdili njihovo formiranje kod juvenilnog i adultnog inćuna.

Po prvi put su na ovom području, i uopšte na južnom Jadranu, analizirani otoliti juvenilnog inćuna, određena je starost u danima i na osnovu dobijenih rezultata izračunati su parametri rasta na osnovu očitanih otolita, dužina pri kojoj dolazi do metamorfoze iz larvalnog u juvenilni stadijum, a takođe je određena i stopa rasta otolita

kod juvenilnog inćuna. Upošte, podaci o juvenilnoj fazi života inćuna na Mediteranu jako su oskudni (Regner, 1996), te s tim u vezi postoji jako malo podataka o određivanju starosti juvenilnog inćuna na osnovu čitanja otolita. U stvari, postoje svega dvije studije koje su obradile ovu oblast (La Mesa *et al.*, 2009; Aldanondo *et al.*, 2011). Suprotno od toga, veliki broj studija urađen je na larvalnom stadijumu razvoja inćuna, uključujući i određivanje starosti na osnovu čitanja otolita kao i analize drugih karakteristika ove faze života (Regner, 1985; Ré, 1987; Palomera *et al.*, 1988; Dulčić & Kraljević, 1996; Dulčić, 1997).

Datum formiranja prvog dnevnog prstena je specifičan za svaku vrstu i najčešći faktori koji uzrokuju početak formiranja prvog prstena povezani su sa izlijeganjem, početkom hranjenja i početkom aktivnosti (Joh *et al.*, 2005), dok se kod nekih vrsta početak formiranja otolita dešava prije izlijeganja (Quiñonez-Velásquez, 1999). Za vrstu *E. mordax*, Brothers *et al.* (1976) su zapazili da se prvi prsten formira tek nakon kompletne apsorpcije hrane iz žumančane kesice, petog dana nakon izlijeganja. Za *E. japonicus* uočeno je da je formiranje prvog prstena povezano sa početkom egzogenog hranjenja (Aoki & Miyashita, 2000). S obzirom na nedostatak podataka, pretpostavljeno je da isto važi i za *E. encrasicolus*, odnosno da se prvi prsten formira prilikom početka spoljašnjeg hranjenja, dva dana nakon izlijeganja (Palomera *et al.*, 1988). Autori koji su čitali dnevne prstenove otolita inćuna i rukovodili se kriterijumima koje su postavili pomenuti autori, na dobijeni rezultat broja prstenova dodavali su još dva dana. Međutim, najnovija studija koju su uradili Aldanondo *et al.* (2008) u laboratorijskim uslovima pokazuje da se prvi prsten ipak formira na dan izlijeganja. Na osnovu toga odlučili smo da izračunati broj dnevnih prstenova bude definitivna starost u danima.

Dužinski raspon analiziranih jedinki iznosio je od 5,0 do 6,8 cm sa izračunatom srednjom starošću od od 41 do 90 dana. Jednostavnim oduzimanjem izračunate starosti od datuma ulova analiziranog uzorka (19.10.2005), određen je datum izlijeganja svake dužinske klase posebno. Dobijeni podaci iskorišćeni su kod određivanja starosti kohorte u prvoj i drugoj godini života i na osnovu toga su dobijene vrijednosti parametara rasta u realnom vremenu.

Linearnom regresijom podataka o starosti i dužini ispitivanog uzorka procijenjena je dužina pri kojoj dolazi do metamorfoze iz larvalnog u juvenilnu fazu

života i ona za populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva iznosi 32,14 mm. Takođe je procijenjeno da dnevna stopa rasta iznosi 0,41mm po danu.

Dobijena vrijednost o dužini pri kojoj dolazi do metamorfoze (32,41 mm), nešto je niža u odnosu na ostale dužine koje se navode za područje Jadrana. Za područje sjevernog Jadrana ona iznosi 37 mm (Dulčić, 1997), dok je za područje srednjeg Jadrana 35-40 mm (La Mesa *et al.*, 2009). Nešto niža vrijednost mogla bi se objasniti činjenicom da su oba autora vršila uzorkovanja na otvorenom području, što je možda razlog da je dobijena vrijednost u Kotorskom zalivu niža, jer je poznato da su zalivska područja bogatija nutrijentima u odnosu na otvorena mora, te omogućavaju brži rast i sazrijevanje mladih individua.

Dnevna stopa rasta koju smo mi procijenili (0,41 mm/danu, oktobar) nešto je niža od vrijednosti koju daje La Mesa *et al.* (2009) i ona za područje centralnog Jadrana iznosi 0,55 mm/danu (novembar), dok Aldanondo *et al.* (2011), za inćuna iz Biskajskog zaliva daju vrijednosti dnevne stope rasta od 0,4-1,00 mm/danu (septembar-oktobar). Poznata je činjenica da inćun raste vrlo brzo u prvim mjesecima života i da rast usporava tokom približavanja prve zime u životu jedinke, usljed pada temperature životne sredine u kombinaciji sa opadanjem količine dostupne hrane i ostalih faktora koji utiču na rast (Wilhelm *et al.*, 2005; Fey, 2006). Takođe, uslovi životne sredine nijesu jednaki svake godine, tako da se i stopa rasta mijenja u zavisnosti od faktora životne sredine.

Izračunato je da asipmtotska dužina otolita inćuna u Kotorskom zalivu na kraju prve godine života iznosi  $L_{\infty} = 1918 \mu\text{m}$ , dok je maksimum rasta otolita 62 dana nakon izlijeganja. Sličnu vrijednost za rast otolita inćuna daju Aldanondo *et al.*, (2011), koji su procijenili da je je  $L_{\infty} = 1759 \mu\text{m}$ , sa maksimumom rasta 56 dana nakon izlijeganja.

Parametri rasta za juvenilnu fazu života inćuna u Kotorskom zalivu procijenjeni metodom modalne progresije i na osnovu direktnog čitanja otolita skoro su identični, i na osnovu dobijenih vrijednosti može se uzeti da su srednje vrijednosti parametara za juvenilnog inćuna  $L_{\infty} = 10,19$  i  $K = 3,37$ . Takodje, na osnovu analize ukupne populacije inćuna na području Kotorskog zaliva pokazalo se da je asimptotska dužina po istraživačkim godinama bila identična (15,41 i 15,36), dok je vrijednost trenutne stope rasta K bila 0,59 u prvoj i 0,98 u drugoj godini istraživanja. S obzirom na veliku sličnost

u rezultatima može se uzeti da su srednje vrijednosti parametara rasta za ukupnu populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva  $L_{\infty} = 15,39$  i  $K = 0,79$ .

Procijenjeni parametri rasta juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu upoređeni su sa vrijednostima dobijenim za populaciju juvenilnog inćuna u centralnom Jadranu. Naime, Sinovčić (1998) je analizirala populaciju juvenilnog inćuna na području Novigradskog mora i dobila sledeće parametre rasta:  $L_{\infty} = 13,2$  i  $K = 0,82$ . Nešto veća vrijednost  $L_{\infty}$  u odnosu na Kotorski zaliv vjerovatno je posljedica prisustva odraslih jedinki, jer kako i sam autor navodi, u uzorku je osim juvenilnih bilo i 2% odraslih jedinki.

Polno sazrijevanje označava prelazak iz juvenilne u adultnu fazu života i prema nalazima mnogih autora najveći broj individua inćuna (95%) postaje polno zrelo na kraju prve godine života (Motos, 1996; Sinovčić, 1998, 2001; Bacha *et al.*, 2010). Na Jadranu, 95% populacije inćuna postaje polno zrelo pri dužini od 10,8 cm (Sinovčić, 1998), te je dobijena vrijednost za populaciju juvenilnog inćuna u Kotorskom zalivu ( $L_{\infty} = 10,19$ ) vrlo slična tome nalazu. Nadalje, zbog nedostatka podataka o juvenilnom inćunu, dobijenu vrijednost ( $L_{\infty} = 10,19$ ) uporedili smo sa dobijenim dužinama na kraju prve godini života sa područja Mediterana (tabela 22).

U svim navedenim studijama korišćen je von Bertalanffyjev model rasta i dobijena vrijednost za  $L_{\infty}$  na području Kotorskog zaliva je slična sa ostalim vrijednostima, izuzev nalaza Aldanondo *et al.* (2011), koji za područje Biskajskog zaliva (Atlantski okean) navode dužinu pri kraju prve godine života od čak 16,8 cm što je u suprotnosti sa svim ostalim rezultatima na Mediteranu.

**Tabela 22.** Dužine na kraju prve godine života za vrstu *E. encrasicolus* iz raznih djelova Mediterana i Atlantika.

Područje	Dužina na kraju prve godine života	Metod	Izvor
Sicilijanski moreuz (Italija)	11,60	Otoliti	Basilone <i>et al.</i> (2004)
Katalonski zaliv ( Španija)	11,00	Otoliti	Morales-Nin & Pertierra (1990)
Katalonski zaliv ( Španija)	11,88	Otoliti	Pertierra (1987)
Zaliv Kadiza (Španija)	11,14-11,31	Analiza dužinskih frekvencija	Bellido <i>et al.</i> (2000)
Centralni Jadran (Hrvatska)	13,20	Otoliti	Sinovčić (1998, 2004)
Zaliv Kadiza (Španija)	10,57	Analiza krljušti	Rodriguez-Roda (1977)
Biskajski zaliv (Španija)	16,83	Otoliti	Aldanondo <i>et al.</i> (2011)
Zaliv Benisaf (Alžir)	12,87	Otoliti	Bacha <i>et al.</i> (2010)

Izračunata stopa rasta (K) dobijena je na više načina i za populaciju juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva iznosi 3,36. Ovako visoka vrijednost stope rasta za juvenilnog inćuna nije zabilježena u drugim područjima, i najpribližnja vrijednost je ona koju daje Padoan (1963) za inćuna na području sjevernog Jadrana (2,44), dok Sinovčić (1998) za populaciju juvenilnog inćuna u Novigradskom moru (srednji Jadran) daje mnogo manju stopu rasta (0,82).

Dobijene vrijednosti za  $L_{\infty}$  za juvenilnog inćuna u potpunosti se slažu sa procijenjenim dužinama pri kraju prve godine života ove vrste u raznim djelovima Mediterana, kao i sa dužinom kada 95% populacije postane polno zrelo u Jadranskom moru. Analizom kohorti pri određivanju  $L_{\infty}$  za kompletnu populaciju inćuna uočeno je da se na grafiku pojavljuje tzv. "sedlo" od posmatranih vrijednosti u odnosu na procijenjene (poglavlje REZULTATI, slike 29 i 30) pri dužinama od 9-10 cm, što znači da u tom intervalu dužina dolazi do evidentnog usporenja rasta.

S obzirom da smo u obje istraživane godine imali istu pojavu, a kako smo već utvrdili da pri istim dužinama završava juvenilna faza rasta, smatramo da smo ovim potvrdili da u životu vrste *E. encrasicolus* postoji specifična juvenilna faza života koja se odlikuje visokom stopom rasta i da se na području Kotorskog zaliva odnosno južnog Jadrana završava pri dužini od 10,2 cm.

U tabeli 23 dati su literaturni podaci o procijenjenim parametrima rasta odraslog inćuna na području Jadrana i Mediterana.

**Tabela 23.** Parametri rasta odraslog inćuna iz raznih dijelova Mediterana i Atlantika.

Područje istraživanja	Metod	$L_{\infty}$	K	$t_0$	Autori
Novigradsko more (srednji Jadran)	Otoliti	13,2	0,82	-0,5	Sinovčić (1998)
Srednji Jadran	Otoliti	19,4	0,57		Sinovčić (2000)
Sjeverni Jadran	Krljušt	15,2	2,44		Padoan (1963)
Južni Jadran	Otoliti	18,9	0,46	1,247	Regner <i>et al.</i> (2006)
Sicilijanski moreuz	Otoliti	18,6	0,29	-1,81	Basilone <i>et al.</i> (2004)
Sjeverna Portugalija	Otoliti	15,8	0,53		Ramos & Santos (1999)
Zaliv Kadiza (Španija)	Analiza dužinskih frekvencija	18,8	0,9		Bellido <i>et al.</i> (2000)
Jonsko more (Grčka)	Otoliti	17,5	0,51		Machias <i>et al.</i> (2000)
Zapadna obala Alžira	Otoliti	15,6	0,75	-1,32	Bacha <i>et al.</i> (2010)

Upoređujući parametre rasta dobijene ovim istraživanjem za cijeli niz podataka, sa vrijednostima drugih autora na Jadranu i Mediteranu, primjećuju se određene sličnosti. Za juvenilni dio populacije inćuna na području srednjeg Jadrana, Sinovčić (1998) navodi vrlo slične vrijednosti ( $L_{\infty} = 13,2$  i  $K = 0,82$ ). Padoan (1963) za područje sjevernog Jadrana navodi vrijednost za  $L_{\infty} = 15,2$ . Sličnost u rezultatima je posljedica sličnih ekoloških uslova koji vladaju na ovim područjima i koji utiču na rast inćuna.

Nadalje, oba područja (Kotorski zaliv i Novigradsko more), predstavljaju mjesta mrijesta i ishrane ranih stadijuma ove vrste, koji nakon što dostignu određenu starost odlaze na područja otvorenog mora. Procijenjeni parametri rasta inćuna za područje otvorenog mora mnogo su veće nego u zalivskim područjima, za južni Jadran  $L_{\infty} = 18,9$  i  $K = 0,46$  (Regner *et al.*, 2006) i za srednji Jadran  $L_{\infty} = 19,4$  i  $K = 0,57$  (Sinovčić, 2000), što dokazuje da su na tim područjima populacije sastavljene od većih jedinki u odnosu na zalivska područja. Sličnu vrijednost rasta ( $L_{\infty} = 15,6$ ) daju Bacha *et al.*, (2010), takođe iz zalivskog područja, kao i Ramos & Santos (1999) za područje sjeverne obale Portugalije ( $L_{\infty} = 15,8$ ).

U ribarstvenoj biologiji, emprijska formula koju su dali Munro & Pauly (1983) za određivanje indeksa uspješnosti rasta, u širokoj je primjeni iz razloga što se na osnovu njega mogu jasno opaziti razlike između različitih ekosistema (dostupnost hrane, metabolizam, energija staništa) u kojima žive populacije iste vrste ili roda. Određivanje ovog parametra je jako značajno iz razloga što se na osnovu dobijenih vrijednosti ocjenjuje pouzdanost izračunatih parametara rasta ( $L_{\infty}$  i  $K$ ), jer je dokazano da je vrijednost ovog koeficijenta slična kod iste vrste i roda (Bellido *et al.*, 2000). Na osnovu svih izračunatih parametara rasta VBGF, kao i na osnovu rezultata rasta dobijenih iz otolita juvenilnog inćuna, urađeno je testiranje indeksa uspješnosti rasta kako za juvenilne jedinke, tako i za cijelu populaciju inćuna, posebno za svaku istraživačku godinu.

Izračunati indeks ( $\phi'$ ) iz otolita juvenilnog inćuna iznosi 2,561, dok su na osnovu procijenjenih parametara rasta iz dužinskih frekvencija juvenilnog inćuna dobijene vrijednosti od 2,583 za prvu godinu (2004-2005), odnosno 2,43 za drugu godinu istraživanja (2006-2007). Na osnovu dobijenih vrijednosti izračunata je srednja vrijednost ovog indeksa i za juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva koja iznosi 2,524.

Ovaj indeks je takođe izračunat za kompletnu populaciju inćuna posebno po godinama na području Kotorskog zaliva i dobijene su vrijednosti od 2,146 (2004-2005), odnosno 2,364 (2006-2007). Na osnovu svih dobijenih vrijednosti izračunata je srednja vrijednost indeksa uspješnosti rasta inćuna na području Kotorskog zaliva koja iznosi 2,416.

Kako je već naglašeno, upoređivanje indeksa uspješnosti rasta između populacija iste vrste i roda pouzdanije je od upoređivanja vrijednosti parametara rasta ( $L_{\infty}$  i  $K$ ). U tabeli 24, date su vrijednosti ovog indeksa za vrstu *E. encrasicolus* na području Mediterana.

**Tabela 24.** Uporedna analiza indeksa uspješnosti rasta na području Mediterana i Atlantika.

Područje istraživanja	$\varphi'$	Stadijum	Metod	Autori
Novigradsko more (srednji Jadran)	2,154	Juvenilni	Otoliti	Sinovčić (1998)
Srednji Jadran	2,331	adultni	Otoliti	Sinovčić (2000)
Sjeverni Jadran	2,757	adultni	Krljušt	Padoan (1963)
Sicilijanski moreuz	2,016	adultni	Otoliti	Basilone <i>et al.</i> (2004)
Biskajski zaliv (Španija)	2,343	adultni	Otoliti	Cendrero <i>et al.</i> (1981)
Zaliv Kadiza (Španija)	2,50-2,51	adultni	Analiza dužinskih frekvencija	Bellido <i>et al.</i> (2000)
Jonsko more (Grčka)	2,194	adultni	Otoliti	Machias <i>et al.</i> (2000)
Zapadna obala Alžira	2,267	adultni	Otoliti	Bacha <i>et al.</i> (2010)

U navedenim literaturnim podacima stope rasta su izračunate upotrebom različitih metoda (čitanjem otolita, analizom dužinskih frekvencija, čitanjem krljušti), a s obzirom da se pokazalo da se kod inćuna dobijaju slične stope rasta bilo da se analiza vrši putem interpretacije otolita ili na osnovu analize dužinskih frekvencija (Morales-Nin & Pertierra, 1990), svi se ovi podaci mogu međusobno upoređivati. Upoređivanjem indeksa uspješnosti rasta kod inćuna na području Kotorskog zaliva sa vrijednostima dobijenim od strane drugih autora u Jadranu i Mediteranu može se uočiti da dobijene vrijednosti pokazuju određenu sličnost (tabela 24). Što se tiče samo juvenilnih jedinki, dobijena srednja vrijednost za ovo područje (2,524) je nešto viša od one koju daje Sinovčić (1998) za područje Novigradskog mora (2,154), dok je nešto niža od one koju daje Padoan (1963) za sjeverni Jadran. Nadalje, srednja vrijednost indeksa uspješnosti



rasta za populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva iznosi 2,416 i vrlo je slična sa onom koju daje Sinovčić (2000) za područje srednjeg Jadrana, što ukazuje na činjenicu da ove dvije populacije rastu u sličnim ekološkim sredinama.

Upoređujući naše podatke sa podacima na Mediteranu i Atlantiku, velika sličnost se se zapaža sa rezultatima koju daju Bellido *et al.*, (2000) za područje zaliva Kadiza. Naime sličnost se objašnjava činjenicom da se i na tom području kao i u Kotorskom zalivu lovi veliki broj mladih jedinki. Basilone *et al.* (2004), objašnjavajući nizak indeks uspješnosti rasta inćuna na području Sicilije (Italija), dolaze do zaključka da je jedan od razloga što su u ulovima koji su oni analizirali mlade jedinke predstavljale zanemarljiv procenat u odnosu na veće. Takođe, navodi se da je ovaj indeks u direktnoj korelaciji sa koncentracijom hlorofila *a*, odnosno da indeks raste sa povećanjem njegove koncentracije na ispitivanom području (Basilone *et al.*, 2004, Bacha *et al.*, 2010).

Procjena trenutne ukupne stope smrtnosti ( $Z$ ) veoma je važna u ribarstvenoj biologiji, jer se na osnovu nje dalje procjenjuje selektivnost alata i maksimalno biološki dozvoljeni nivo izlova (MSY – maximum sustainable yield). Stopa smrtnosti juvenilnog inćuna izračunata je posebno po istraživanim godinama, iz razloga što su ulovi ostvareni mrežama potegačama različitih veličina oka.

Literaturni podaci o smrtnosti juvenilnog inćuna dosta su oskudni, jedino Sinovčić (1998) navodi da je ukupna stopa mortaliteta juvenilnog inćuna na području Novigradskog mora  $Z=1,664$ . Izračunate stope smrtnosti za populacije inćuna koje žive na otvorenom moru (južni Jadran), stope smrtnosti su bile  $Z=1,44$  za 2002. godinu, odnosno  $Z= 1,04$  za 2004. godinu (Regner *et al.*, 2006), dok Sinovčić (2000), daje procjene  $Z$  za period 1974-1979. godina, za područje Kaštelanskog zaliva  $Z=0,64$ , dok je za područje centralnog Jadrana  $Z=1,183$

Procijenjene trenutne stope smrtnosti za inćuna u Kotorskom zalivu jako su visoke. Već je naglašeno da je trenutna ukupna stopa smrtnosti ( $Z$ ) zbir prirodne smrtnosti ( $M$ ) i ribolovne smrtnosti ( $F$ ). Stopa ukupne smrtnosti je nešto veća u prvoj godini istraživanja u odnosu na drugu godinu istraživanja, a najvjeroatnija posledica smanjenja ukupne smrtnosti je nastala usled povećanja oka na mrežama potegačama u drugoj godini.

Ukoliko su podaci koji su ribari dali tačni, izračunata stopa ribolovne smrtnosti u prvoj godini iznosila je 0,7, što znači da je stopa prirodne smrtnosti (M) jako visoka i iznosi 5,95. Ovako visoka vrijednost prirodnog mortaliteta (M) juvenilnog inćuna vjerovatno je posljedica predatorstva, jer je u ribarstvenoj biologiji opšte poznato da su stope smrtnost juvenilnih i mladih polno zrelih jedinki veće nego kod potuno odraslih, iz prostog razloga što su oni mnogo lakši plen za predatore. Takođe, Beverton i Holt (1959) su dokazali da je veličina koeficijenta von Bertalanffyjeve krive rasta K u direktnoj vezi sa fiziološkom dužinom života vrste. Kasnije su Tanaka (1960), Holt (1965) i Saville (1977) dokazali da su fiziološka dužina života i trenutna stopa prirodne smrtnosti obrnuto proporcionalne. Iz ova dva odnosa proizilazi da su K i M u direktnoj funkcionalnoj vezi, što je i logično, jer vrsta koja kratko živi raste brzo, tako da je trenutna stopa rasta K visoka, ali je i visoka trenutna stopa prirodne smrtnosti M. Izračunata trenutna stopa rasta (K) za populaciju juvenilnog inćuna iznosi 3,36, što je veoma visoka vrijednost, te smatramo da je i dobijena vrijednost za prirodni mortalitet relativno tačna. Nadalje, juvenilne i adultne jedinke inćuna veoma su važne u ishrani oslića, tune, lokarde i ostalih velikih pelagičnih vrsta riba, morskih ptica i delfina (Frogia, 1973; Orsi Relini *et al.*, 1999; Coll *et al.*, 2006). Prisustvo svih pomenutih organizama na području Kotorskog zaliva zapaženo je kroz brojna istraživanja koja se vrše u Institutu za biologiju mora, te smatramo da uticaj predatorstva zajedno sa efektom visoke stope rasta juvenilnog inćuna određuje visoku stopu prirodnog mortaliteta ove vrste na području Kotorskog zaliva. Methot (1989) je dokazao da je kod vrste *E. mordax* došlo do povećanja prirodnog mortaliteta usled povećane biomase njegovog predatora lokarde (*Scomber japonicus*) u Kalifornijskom zalivu.

Iako su procjene prirodnog mortaliteta, odnosno trenutnih stopa prirodne smrtnosti (M), jedan od najvećih i još uvijek neriješenih problema u ribarstvenoj biologiji, pokušali smo da damo njihovu procijenu za inćuna u Kotorskom zalivu.. Za sada jedini siguran način za procjenu stope prirodnog mortaliteta jeste procjena trenutnih stopa ukupne smrtnosti (Z) neeksploatisanih populacija, jer je tada  $Z = M$ , međutim, takve populacije su danas veoma rijetke. Mnogi autori navode da uspjeh u rastu ranih stadijuma juvenilnih jedinki igra veliku ulogu u brojnosti populacije i jačanju uzrasne klase (Bradford, 1992; Spring, 1992; Bailey 1994; Campana, 1996), te razumijevanje i određivanje stopa mortaliteta u toku juvenilne faze života može dati

odgovor na stope rasta populacija, promjenljivost u regrutovanju i ostalim faktorima koji utiču na veličinu i brojnost određenih uzrasnih klasa (Sogard, 1997).

Na osnovu dobijenih podataka o procjeni trenutne stope prirodnog mortaliteta kod juvenilnog inćuna, može se zaključiti da je populacija na ovom području pod jakim pritiskom prirodnih faktora, prije svega predatorstva. Gulland (1971) je ustanovio vezu između veličine prirodnog mortaliteta  $M$  i  $MSY$  (maksimalno biološki dozvoljenog ulova) gdje je pravilo da što je veći prirodni mortalitet ( $M$ ) povećava se i  $MSY$ , a time i mogućnost povećanja ribolovnog napora. Iako je stopa ribolovne smrtnosti mala (0,7), ne bi bilo poželjno povećavati ribolovni napor zbog opreznog pristupa resursima inćuna na području Kotorskog zaliva.

Selektivnost ribolovnog alata izračunata je posebno za svaku istraživani period posebno. U prvoj godini, kada je veličina oka bila manja, dobijena je vrijednost  $L_{50\%} = 7,359$ , odnosno  $t_{50\%} = 0,285$  godina. U drugoj godini istraživanja, kada je došlo do povećanja oka na mreži, dobijene su vrijednosti za  $L_{50\%} = 8,464$ , odnosno  $t_{50\%} = 0,421$  godina. Na osnovu dobijenih rezultata vidi se da postoje značajne razlike za vrijednosti  $L_{50\%}$  i  $t_{50\%}$ , te da je povećanjem veličine oka na mrežama omogućeno manjim jednicama da prolaze kroz oka i na taj načina populaciji obezbijede veći reproduktivni potencijal. Prema literaturnim podacima, 50% populacije inćuna na Jadranu dostiže polnu zrelost pri dužini 8,1 cm (Rampa *et al.*, 2005) i 8,2 cm (Sinovčić & Zorica, 2006), dok je 95% populacije polno zrelo pri dužini od 10,8 cm (Sinovčić, 1998). Dobijeni rezultat  $L_{50\%} = 8,464$  za veličinu oka od 8 mm nešto je veći od navednih vrijednosti i upotreba ovih mreža na području Kotorskog zaliva ne ugrožava populaciju juvenilnog inćuna. Sa druge strane upotrebom manjeg oka (4,5-6 mm) na mrežama love se jединke koje su ispod granice dostizanja prve polne zrelosti i na duži period bi ugrozile populaciju juvenilnog inćuna. S obzirom da se izračunata vrijednost  $L_{50\%}$  za mreže sa manjim okom odnosi na raspon od 4,5 – 6 mm, smatramo da se u određenoj mjeri može dozvoliti upotreba mreža sa okom od 6 mm iz razloga što je  $L_{50\%}$  za oko na mreži od 8 mm veće od vrijednosti kada 50% populacije dostiže polnu zrelost. Takođe, kako postoji potreba za očuvanjem tradicionalnog načina lova u Bokotorskom zalivu, novim Zakonom je dozvoljena upotreba mreža potegača veličine oka od 6 mm na području Bokotorskog zaliva, ali uz ograničen broj dozvola i stalni monitoring promjene stanja populacije i biomase inćuna.

Od ukupnog broja jedinki kojima je određen pol mužjaci su učestvovali sa 47,81% dok su ženke bile nešto brojnije sa 52,19%. U odnosu na dužinske klase ženke su brojnije u svim klasama većim od 11 cm, dok je najveći odnos u korist mužjaka zabilježen u klasi 7-7,5cm ( $R=2$ ). Gledajući kretanje odnosa polova po mjesecima, mužjaci su bili brojniji u ljetnim mjesecima, odnosno na početku perioda mrijesta inćuna (maj, jun, jul), dok su u svim ostalim mjesecima preovladavale ženke. Veći procenat mužjaka inćuna u periodu mrijesta na Jadranu zabilježen je od strane više autora. Tako, Sinovčić (2000) za područje srednjeg Jadrana nalazi da su mužjaci brojniji u periodu mrijesta, dok su u periodu mirovanja (zimski mjeseci) brojnije ženke. Padoan (1963), analizirajući populaciju inćuna na sjevernom Jadranu, takođe konstatuje da su ženke brojnije u zimskom periodu godine. U odnosu na cijeli uzorak vrijednost  $R$  je iznosila 0,92. Ovaj rezultat je u skladu sa svim dosadašnjim istraživanjima odnosa polova inćuna na Jadranu. Varagnolo (1967) za područje sjevernog Jadrana navodi vrijednost od 0,95, dok za područje srednjeg Jadrana Sinovčić (2000) navodi vrijednost od 0,91. Kolutari (2006) izvještava da su 2004. godine u albanskim vodama u ulovima inćuna ženke bile brojnije ( $R=0,96$ ). Najnovija istraživanja u Novigradskom moru (Sinovčić & Zorica, 2006) pokazuju blagu dominaciju ženki u odnosu na mužjake ( $R=0,99$ ).

Gonadosomatski indeks određen je posebno za mužjake i ženke i tokom cijelog perioda istraživanja oba indeksa su pokazivala isti trend. Kretanje srednje vrijednosti GSI kod mužjaka je u rasponu 0,70 do 4,35, dok se kod ženki ovaj indeks kretao u rasponu od 0,83 do 4,85. Najveće vrijednosti GSI i kod mužjaka i ženki zabilježene su u proljećnim i ljetnim mjesecima (jul i avgust 2006, april, maj i jun 2007) godine, dok su najniže vrijednosti zabilježene od novembra do marta. Slične vrijednosti GSI inćuna za srednji Jadran daje Sinovčić (2000), za mužjake 0,1-3,57, odnosno za ženke 0,12-3,71. Za područje Novigradskog mora vrijednosti GSI se kreću za mužjake od 0,192 do 8,910 i za ženke od 0,198 do 6,969 (Sinovčić & Zorica, 2006).

Uporedo sa ovim istraživanjem, urađeno je istraživanje brojnosti jaja i larvi na području Kotorskog zaliva (Mandić, 2011), u julu 2006, decembru 2006 i aprilu 2007 godine. Brojnost jaja na području Kotorskog zaliva je u julu 2006. godine iznosila 193 jaja/m<sup>2</sup>, a u aprilu 2007. godine 590 jaja/m<sup>2</sup>. Isti autor navodi da je tokom istraživanja jaja i larvi utvrđeno da je Kotorski zaliv jedan od centara mrijesta inćuna i da

reproduktivni ciklus traje od marta do oktobra mjeseca, što je u saglasnosti sa dobijenim rezultatima gonadosomatskog indeksa.

Mikorskopskom analizom jajnika inćuna uočeno je postojanje svih stadijuma razvoja jajnih ćelija, kao i prisustvo postovularnih folikula u mjesecima u kojima je sezona mrijesta inćuna na području Kotorskog zaliva. U cijelom periodu istraživanja prisutne su primarne oocite, i od juna 2006. do oktobra 2006. njihovo procentualno učešće se povećava, da bi u periodu novembar – februar zabilježeno prisustvo samo oocita u I stadijumu razvoja, što nam ukazuje da je to period mirovanja. Uočeno je prisustvo oocita u II, III i IV stadijumu u istom periodu godine (jul 2006 - oktobar 2006), i njihovo procentualno učešće u gonadama smanjuje se od jula do oktobra. Nakon zimskog perioda, prisustvo ovih stadijuma zabilježeno je u aprilu mjesecu, što nam ukazuje na to da vrsta počinje da se mrijesti. U maju je zabilježen najveći procenat oocita u IV stadijumu, kada je i vrijednost GSI bila najveća za cijeli period istraživanja. U odnosu na druge stadijume, IV stadijum je procentualno najmanje zastupljen, što je razumljivo iz razloga što on traje manje od jednog dana. Naime, Motos (1996) je ustanovio da početak migracije nukleusa ka animalnom polu u jajnoj ćeliji (IV stadijum) označava poslednji stadijum sazrijevanja jaja i on počinje otprilike 24h prije izbacivanja jaja, u toku noći. Kretanje nukleusa se odvija tokom cijele noći, da bi njegova dezintegracija počela kasno poslije podne i trajala nekoliko sati, te nakon toga dolazi do pucanja jajne ćelije i izbacivanja jaja. Nakon toga nastaju postovulatorni folikuli. Isti autor navodi da je maksimum mrijesta inćuna u periodu od 23h do ponoći, s tim da izbacivanje jaja prestaje oko 6h ujutro. Najveći broj uzetih uzoraka za histološku analizu ulovljen je u periodu od ponoći do 4h ujutro, te je iz toga razloga manji procenat IV stadijuma na histološkim preparatima.

U mjesecima mrijesta utvrđeno je prisustvo svih stadijuma razvoja oocita, što je i razumljivo, jer je proces mriješćenja kod inćuna kontinuiran, odnosno izbacivanje jaja se odvija u serijama, a broj serija kada se izbacuju jaja u toku perioda mrijesta je varijabilan (Regner *et al.*, 1985; Sinovčić & Zorica 2006). Broj mriješćenja ženki inćuna u toku perioda mrijesta može da bude i do 20 puta (Marano *et al.*, 1998; Marano, 2001).

Iako naša istraživanja nijesu pratila jednogodišnji ciklus razvoja jajnih ćelija, na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da mrijest inćuna na području Kotorskog zaliva počinje u aprilu, a završava u oktobru.

Ovo je u saglasnosti sa nalazima mnogih autora koji su proučavali mrijest inćuna na području Jadranskog mora na osnovu prisustva jaja i larvi (Varagnolo, 1964; Zavodnik, 1970; Vučetić, 1971; Regner, 1972, 1985), i koji navode da se mrijest inćuna na Jadranu odvija od aprila do oktobra. Nadalje, analizom reproduktivnih karakteristika inćuna u Jadranu, takođe je potvrđeno da mrijest traje od aprila do oktobra (Sinovčić, 1978, 2000; Marano *et al.*, 1998; Kolitari, 2006; Sinovčić & Zorica 2006).

Mikroskopskom analizom gonada utvrđeno je da je najmanja dužina polno zrele ženke inćuna na području Kotorskog zaliva bila 7,5 cm. Kod ove jedinke ustanovljeno je prisustvo postovulatornih folikula, što ukazuje da je već obavila proces mrijesta. Ova ženka inćuna potiče iz ulova ostvarenog 19. avgusta, a kako je na osnovu analize otolita utvrđeno da je srednja starost dužinske grupe od 6,8 cm 90 dana i da su vrijednosti GSI bile najveće u aprilu i maju, možemo reći da je ova jedinka izležena u tom periodu, odnosno da određeni dio populacije inćuna na području Kotorskog zaliva postaje polno zreo iste godine kada se i izlegao.

Ovako brzo sazrijevanje i mriješćenje dijela populacije inćuna na području Kotorskog zaliva slaže se sa podacima koje je dao Fage (1911). Naime, prema njegovim istraživanjima, inćun koji se izlegao na početku sezone mrešćenja dostiže polnu zrelost nakon otprilike tri mjeseca.

Sa druge strane rano sazrijevanje najvjerovatnije predstavlja posljedicu odgovora populacije na određene faktore životne sredine. Kako je već naglašeno da je stopa mortaliteta, prije svega prirodnog, na području Kotorskog zaliva jako visoka, ovo može biti jedan od razloga zašto dolazi do ovako brzog sazrijavanja i brzog obnavljanja populacije od strane jedinki malih dužina. Utvrđeno je da se reproduktivne karakteristike inćuna, srdele i papaline odlikuju visokim stepenom plastičnosti (Alheit, 1989), u smislu promjena pojedinih faza u mrijestu (porcioni fekunditet, frekvencija mriješćenja, starost/dužina pri prvoj polnoj zrelosti), kad god se uslovi životne sredine naglo mijenjaju bilo u pozitivnom ili negativnom smislu za populaciju (Millan, 1999). I drugi autori navode nalaze da ove vrste pokazuju sličnu promjenljivost u

reproduktivnoj taktici, koja osigurava preživljavanje dovoljnog broja jaja i larvi (Hunter & Goldberg, 1980; Giráldez & Abad, 1995)

Literaturni podaci o dužini tijela pri prvoj polnoj zrelosti inćuna kreću se u dosta širokom rasponu, i određivani su makroskopskim pregledom gonada, izuzev nalaza Rampa *et al.*, (2005), koji su uradili histološki analizu gonada inćuna za sjeverni Jadran, i na osnovu njih procenili da 50% populacije postaje polno zrelo pri dužini od 8,1 cm. Mužinić (1956) objavljuje najmanju zabilježenu dužinu polno zrele ženke od 10,9 cm na području Dalmatinskih ostrva, Sinovčić (1978) za područje srednjeg Jadrana navodi najmanju dužinu polno zrele ženke od 9,7 cm, Sinovčić & Zorica, (2006) navode dužinu od 7,1 cm, dok Kolutari (2006), za područje Albanije, navodi dužinu od 10 cm.

U avgustu 2005. godine izvršeno je ehosondiranje na području Tivatskog i Kotorskog zaliva, duž transekta od 14 Nm. Ukupna procijenjena biomasa svih pelagičnih vrsta iznosi 429,3 tone, sa srednjom gustinom 30,66 t/Nm<sup>2</sup>, a od toga je biomasa inćuna 144,4 tone, sa srednjom gustinom od 10,3 t/Nm<sup>2</sup>. Budući da je ovo procijenjena biomasa samo ispod trase broda, ova vrijednost je utrostručena da bi se dobila stvarna biomasa za čitavo istraživano područje i ona iznosi približno 433,2 tone. Ovo je biomasa juvenilnog inćuna jer je srednja dužina inćuna u avgustu 2005. godine iznosila 7,60 cm.

Uporedo sa istraživanjem populacione dinamike juvenilnog inćuna na području Kotorskog zaliva, urađena je procjena biomase inćuna na području Bokotorskog zaliva DEP metodom (daily egg production method) (Mandić, 2011). Na osnovu histoloških preparata jedinki koje su bile polno zrele izračunata je frekvencija mriješćenja metodom postovularnih folukula, pri čemu su za frekvenciju mriješćenja korišćeni D-1 postovularni folikuli i na osnovu dnevne produkcije jaja i reproduktivnih parametara procijenjena je biomasa polno zrelog dijela populacije na području Bokotorskog zaliva. Biomasa inćuna na području cijelog zaliva u julu 2006. godine je bila 1336,97 tona, a u avgustu 2007. godine 1030,59 tona. Kao centri mrijesta označeni su Kotorski i Tivatski zaliv, u kojima je zabilježen i najveći procenat izračunate biomase. Kako se ova biomasa odnosi samo na polno zreli dio populacije, smatramo da je ova procjena dosta preciznija i realnija nego procjena biomase akustičnom metodom iz 2005. godine.

Na osnovu ribolovnog napora i koeficijenta vulnerabilnosti, određena je stopa eksploatacije populacije inćuna na području ova dva zaliva i ona iznosi  $E = 0,105$ .

Budući da se na ovom području u najvećoj mjeri lovi juvenilni inćun, možemo zaključiti da je potrebno uvesti posebne mjere zaštite. Prilikom istraživanja došli smo do podataka da je ribolovni mortalitet ( $F = 0,7$ ) dosta manji od prirodnog mortaliteta ( $M = 5,949$ ), što znači da populacija juvenilnog inćuna na ovom području ne trpi preveliki ribolovni pritisak. Na osnovu ovih podataka izračunat je optimalni ribolovni napor ( $f_{opt}$ ) za ovo područje i on iznosi 78 potezanja mreže u toku jednog mjeseca, što znači da bi broj izdatih dozvola za ovaj tip ribolova trebalo da bude 8 do 9 dozvola godišnje.

Na osnovu naših istraživanja, kao i u cilju zaštite i očuvanja tradicionalnog tipa ribolova u Bokokotorskom zalivu, data je preporuka Ministarstvu poljoprivrede i ruralnog razvoja da se dozvoli lov mrežama potegačama čija veličina oka ni na jednom dijelu mreže ne smije biti manja od 6 mm (Pravilnik o osnovnim konstruktivno – tehničkim karakteristikama, načinu upotrebe, vremenu, namjeni, količini i vrsti ribolovnih alata i opreme koja se smije upotrebljavati u velikom i malom privrednom ribolovu, član 9, Sl. list Crne Gore broj 8/11).

U istom periodu urađena je procjena optimalnog ribolovnog napora za srdelu na području Kotorskog zaliva, i broj dozvola za ovaj tip ribolova bi trebalo da bude 9 – 10 na godišnjem nivou (Pešić, 2011). Kako se mrežama potegačama love i inćun i srdela, te kako je procjena biomase od strane Mandić (2011) pokazala da je biomasa mnogo veća od biomase procijenjene 2005. godine, u 2011. godini, prilikom raspodjele dozvola za obavljanje ribolova na Crnogorskom primorju, određena je kvota od 10 dozvola za upotrebu mreža potegača srdelara na području Bokokotorskog zaliva čija je veličina oka 6 i 7 mm.



## **6. ZAKLJUČCI**

## 6. ZAKLJUČCI

1. Po prvi put je na području Kotorskog zaliva urađena procjena parametara populacione dinamike juvenilnih jedinki inćuna. Istraživanja su vršena u dvogodišnjem periodu (2004-2005. i 2006-2007. godine). Istraživanja su pokazala da je procentualno učešće inćuna u ulovima mrežama potegačama na području kotorskog zaliva oko 37%, da je ulov po jedinici napora (CPUE) oko 150 kg po vučenju mreže i da je inćun na drugom mjestu u ulovima poslije srdele koja dominira sa učešćem od oko 59%.
2. Struktura istraživane populacije u odnosu na dužinska kretala se u rasponu od od 5,2 do 13,2 cm, sa srednjom dužinom  $8,6 \pm 1,2$  cm. U prvoj godini istraživanja srednja dužina tijela istraživane populacije (  $8,32 \pm 1,11$  cm ) bila je manja od srednje dužine u drugoj godini ( $8,99 \pm 1,21$  cm), što je posljedica povećanja oka na mrežama potegačama u drugoj godini istraživanja sa 4-6 mm na 8 mm.
3. Faktor alometrije  $b$  u toku prve godine istraživanja iznosio je  $b = 3,167$ , a u toku druge godine istraživanja  $b = 3,106$ . Analizom mjesečnog kretanja koeficijenta  $b$  uočeno je da su najmanje vrijednosti zabilježene u avgustu, kada na ribolovno područje dolaze mlade jedinke, kao i u novembru mjesecu, kada se završava mrijest inćuna na području Kotorskog zaliva. Najmanja vrijednost koeficijenta  $b$  zabilježena je u dužinskoj klasi od 8-9 cm, što se poklapa sa činjenicom da tada najveći dio populacije postaje polno zreo.
4. Mjesečno kolebanje koeficijenta kondicije za cijeli period istraživanja (2004-2007) kretalo se u rasponu od 0,981 do 1,017 sa srednjom vrijednošću od  $1,003 \pm 0,009$ . Ustanovljeno je da su najveće vrijednosti koeficijenta kondicije za cijeli period istraživanja u mjesecima maju, junu i julu. Analiza koeficijenta kondicije po dužinskim grupama je pokazala da je najveća vrijednost zabilježena je u najmanjoj dužinskoj klasi 5-6 cm ( $1,051 \pm 0,13$ ), a najmanja u dužinskoj klasi od

- 8-9 cm ( $0,973 \pm 0,10$ ), što je posljedica preusmjeravanja energije na polno sazrijevanje i prvo mriješćenje.
5. Po prvi put su na ovom području, i uopšte na južnom Jadranu, analizirani otoliti juvenilnog inćuna i određena starost u danima, kao i srednja starost dužinskih grupa. Raspon analiziranih dužinskih grupa kretao se od 5 do 6,8 cm sa srednjom starošću od 41-90 dana. Na osnovu ove analize, određena je i dužina pri kojoj dolazi do prelaza iz larvalnog u juvenilni stadijum života i ona iznosi 32,14 mm. Procijenjena je i dnevna stopa rasta koja iznosi 0,41 mm/dan. Izračunati su brzina rasta otolita i njihova asimptotska dužina, koja označava približni dužinu otolita pri prelazu iz juvenilne u adultnu fazu života i ona iznosi  $L_{\infty} = 1918 \mu\text{m}$ , dok je maksimum rasta otolita 62 dana nakon izlijevanja.
  6. Dobijeni parametri rasta za jedinke juvenilnog inćuna su  $L_{\infty} = 10,41$ ,  $K = 3,37$  i  $t_0 = -0,074$  za direktno očitavanje iz otolita, dok je na osnovu analize kohorti nađeno da su te vrednosti bile  $L_{\infty} = 9,21$ ,  $K = 4,51$  i  $t_0 = -0,04$ , u periodu 2004-2005. godina, i  $L_{\infty} = 10,94$ ,  $K = 2,25$  i  $t_0 = -0,175$ , u periodu 2006-2007. godina. Na osnovu svih rezultata procijenjena je srednja vrijednost parametara rasta za juvenilnog inćuna, i to  $L_{\infty} = 10,19$  i  $K = 3,37$ . Analizom istraživane populacije procijenjeno je da su parametri rasta cijele populacije inćuna na području Kotorskog zaliva bili  $L_{\infty} = 15,39$  i  $K = 0,79$ . Na osnovu dobijenih rezultata i na osnovu analize krivih rasta posmatranih i predviđenih vrijednosti, uočeno je da pri dužini od 9-10 cm dolazi do evidentnog usporenja rasta ove vrste, te time možemo da potvrdimo da postoji specifična faza rasta u juvenilnom stadijumu života inćuna, koja se karakteriše veoma visokom vrijednošću  $K$  (3,37) i koja završava pri dužini od 10,2 cm na području Kotorskog zaliva. Izračunat je indeks uspješnosti rasta ( $\varphi'$ ) i srednja vrijednost ovog indeksa na osnovu svih izračunatih parametara rasta iznosi 2,416.
  7. Procijenjene su srednje vrijednosti ukupne trenutne stope smrtnosti ( $Z$ ), posebno po istraživanim godinama, i nađeno je da je u prvoj godini vrijednost  $Z$  (6,65), bila nešto veća nego u drugoj godini (5,99). Ovako visoke stope ukupne smrtnosti posljedica su velikog prirodnog mortaliteta, jer je u prvoj godini izračunato da je ribolovni mortalitet bio  $F=0,7$ . Vrijednost prirodnog mortaliteta

(M) po formuli Pauly-ja iznosila je 3,57, dok je izračunata srednja vrijednost M u prvih šest mjeseci života u programu PRODBIOM iznosila 5,03. Ovako visoke stope prirodnog mortaliteta najvjerojatnije su posljedica predatorstva i ukazuju nam na činjenicu da je populacija inćuna na području Kotorskog zaliva pod veoma visokim pritiskom prirodnih faktora. Kako je već naglašena pozitivna korelacija između prirodnog mortaliteta i ribolovnog napora, tj. da se povećanjem prirodnog mortaliteta povećava i ribolovni napor, za populaciju inćuna na području Kotorskog zaliva ne preporučuje se povećanje ribolovnog napora zbog opreznog pristupa ovom resursu.

8. Analizom reproduktivnih karakteristika inćuna putem ispitivanja GSI i histologije gonada, utvrđeno je da reproduktivni ciklus ove vrste na području Kotorskog zaliva traje od aprila do oktobra mjeseca. Mikroskopskom analizom jajnika inćuna utvrđena je najmanje dužina dostizanja polne zrelosti za ženke koja iznosi 7,5cm i to je za sada najmanja mikroskopski potvrđena dužina u Jadranu. Odnos polova je bio  $R=0,92$ , što nam ukazuje da u populaciji inćuna na području Kotorskog zaliva blago preovladavaju ženke i da je njihova brojnost u odnosu na mužjake veća u zimskim mjesecima i obratno.
9. Analizirajući selektivnost ribarskih alata – mreža potegača, za ulove iz mreža veličine oka 4,5-6 mm procijenjene su dužine za 50% zadržavanja jedinki u mreži  $L_{50\%} = 7,359$  cm, a izraženo u vremenskoj skali to predstavlja starost od  $t_{50\%} = 0,285$  godina. Za jedinke ulovljene mrežama veličine oka 8 mm, procijenjena je vrijednost  $L_{50\%}$  koja iznosi 8,47 cm, a izraženo u vremenskoj skali to predstavlja starost od  $t_{50\%} = 0,421$  godina. Iz ovoga se vidi da se sa manjim okom na mreži lovi veći broj nedoraslih primjeraka nego upotrebom oka od 8 mm, te se tako upotrebom manjeg oka na mreži eliminiše srazmjerno veći dio populacije koji ne uspijeva da obavi proces reprodukcije. Međutim, kako je već utvrđena najmanja dužina dostizanja polne zrelosti (7,5 cm), moguće je u određenoj mjeri dozvoliti upotrebu mreža potegača sa okom od 6 mm uz strogo kontrolisan monitoring.
10. Na osnovu svih analiziranih bioloških parametara, kao i procijenjene biomase akustičnom metodom i metodom DEPM, utvrđeno je da se određeni dio

populacije može loviti mrežama potegačama veličine oka 6 mm. Intenzitet ribolova i broj izdatih dozvola ne smije da se povećava i ulovi moraju biti pod stalnom kontrolom u cilju očuvanja populacije inćuna na ovom području, ali i očuvanja tradicionalnog ribolova mrežama potegačama u Kotorskom zalivu.

## **7. LITERATURA**

## 7. LITERATURA

- Abella, A., J. F., Caddy & F. Serena. 1997. Do natural mortality and availability decline with age? An alternative yield paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean. IFREMER Aquat. Living Resour. 10: 257-269.
- Abella, A., J. F., Caddy & F. Serena. 1998. Estimation of the parameters of the Caddy reciprocal M-at-age model for the construction of natural mortality vectors. DYNPOP Cahiers. Options Médit. 35: 191-200
- Aguirre, H. & A. Lombarte. 1999. Ecomorphological comparisons of sagittae in *Mulus barbatus* and *M. surmuletus*. J. Fish Biol. 55: 105-114.
- Aldanondo, N., U. Cotano, & E. Etxebeste. 2011. Growth of young-of-the-year European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) in the Bay of Biscay. Sci. Mar. 75(2): 227-235.
- Aldanondo, N., U. Cotano, E. Etxebeste, X. Irigoien, P. Álvarez, A. Martínez de Murguía & D. L. Herrero. 2008. Validation of daily deposition increments in the otoliths of European anchovy larvae (*Engraulis encrasicolus* L.) reared under different temperature conditions. Fish. Res. 93: 257–264.
- Alexandrov, A. 1927. Anchois de la mer d'Azoff et de la Mer Noire, leur origine et indications taxonomiques. Rep. Sci. Sta. Fish. Kertch, 1: 93-100.
- Alheit, J. 1989. Comparative spawning biology of anchovies, sardines and sprats. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 191: 7–14.

- Andreu, B. & J. Rodríguez-Roda. 1951. La pesca marítima en Castellón e Rendimiento por unidad de esfuerzo (1945-1949) y consideraciones biométricas de las especies de interés comercial. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada 8: 223-277, (in Spanish, with English summary).
- Anonymous, 1975-1993: Morska lovina SFRJ po područjima i glavnim vrstama. Morsko Ribarstvo, 27-45.
- Anonymous, 1999. Systematic list of Estonian fishes. World Wide Web Electronic Publication, 14 January 2000.
- Aoki, I. & K. Miyashita. 2000. Dispersal of larvae and juveniles of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in the Kuroshio Extension and Kuroshio-Oyashio transition regions, western North Pacific Ocean. Fish. Res. 49: 155–164.
- Azzali, M. 1980. Summary of the results of the research project "Evaluation of pelagic resources using electroacoustic instruments" from 1975 to 1980. FAO Fish. Rep. 239, 33-42.
- Azzali, M., G. Cosimi & M. Luna. 1983. Some applications and preliminary results of acoustic methods in monitoring resources in the north and middle Adriatic sea. FAO Fish. Rep. 290: 201-215.
- Azzali, M., A. De Felice, M. Luna, G. Cosimi & F. Parmiggiani. 2002. The state of the Adriatic Sea centred on the small pelagic fish populations. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli: Mar. Ecol. 23(1): 78-91.
- Azzali, M., I. Leonori & A. De Felice. 2007. Fluttuazioni spazio-temporali della biomassa dei piccoli pelagici nel mare Adriatico in relazione ai cambiamenti climatici. Pages 547-550 in: B. Carli, G. Cavarretta, M. Colacino and S. Fuzzi (eds.). Clima e Cambiamenti Climatici. Le Attività di Ricerca del CNR. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.



- Bacha, M., A. Moali, N. E. Benmansour, J. M. Brylinski, K. Mahé & R. Amara. 2010. Relationships between age, growth, diet and environmental parameters for anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Bay of Bénisaf (SW Mediterranean, west Algerian coast). *Cybium*, 34(1): 47-57.
- Bailey, K. M. 1994. Predation on juvenile flatfish and recruitment variability. *Neth. J. Sea Res.* 32:175-189.
- Basilone, G., C. Guisande, B. Patti, S. Mazzola, A. Cuttitta, A. Bonanno & A. Kallianiotis. 2004. Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Fish Res.* 68, 9–19.
- Basioli, J. 1958. Ribarstvo Boke Kotorske. *Morsko ribarstvo* 11: 371-376.
- Bellido, J. M., G. J. Pierce, J. L. Romero & M. Millan. 2000. Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Fish. Res.* 48: 107-115.
- Bembo, D. G., G. R. Carvalho, N. Cingolani, E. Arneri, G. Giannetti & T. J. Pitcher. 1996. Allozymic and morphometric differences for two stocks of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in Adriatic waters. *Mar. Biol.* 126: 529–538.
- von Bertalanffy, L. 1934. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Poux' Arch. Entwicklungsmech Org.* 131: 613-653.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology* 10(2): 182-213.
- Beverton, R. J. H. & S. J. Holt. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P – V. Réun. CIEM.*, 140, 67-83.
- Beverton, R. J. H. & S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food. G. B. (2 Sea Fish.)*, 19, 533p.

- Beverton, R. J. H. & S. J. Holt. 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. Pages 142-180 in: Wolstenholme, G. E. W. & M. O'Connor (eds.). Ciba Foundation colloquia on ageing Vol 5, London, Churchill.
- Bombace, G. 1991. Ecological and fishing features of the Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 32: 837-868.
- Borme, D. 2006. Ecologia trofica dell'acciuga, *Engraulis encrasicolus*, in Adriatico settentrionale. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Trieste: 171 pp.
- Bradford, M. L. 1992. Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes. *Fish. Bull.* 90: 439-453.
- Brothers, E. B., C. P. Mathews & R. Lasker. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. *Fish. Bull.* 74: 1-8.
- Campana, S. E. 1996. Year-class strength and growth rate in young Atlantic cod *Gadus morhua*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 135: 21-26.
- Campana, S. E. & J. D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1014-1032.
- Casavola, N., G. Marano, L. de Martino & C. Saracino. 1987. Preliminary evaluation of anchovy and sardine stocks in the lower Adriatic. *FAO Fish. Rep.* 394: 84-90.
- Casavola, N., G. Marano & E. Rizzi. 1996. Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the southwestern Adriatic Sea. *Sci. Mar.* 60 (2-3): 369-377
- Casavola, N., G. Marano, C. Saracino & L. de Martino. 1981. Osservazioni sulla pesca e ciclo riproduttivo dei Clupeiformi nel basso Adriatico: *Engraulis encrasicolus* L. *Oebalia*, 7: 24-42.
- Cendrero, O., J. L. Cort & E. Cardenas. 1981. Revisión de algunos datos sobre la biología de la anchoa *Engraulis encrasicolus* L. del Mar Cantabrico. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 311(6): 117-123.

- Cermeño, P., B. Morales-Nin & A. Uriarte. 2006. Juvenile European anchovy otolith microstructure. *Sci. Mar.* 70: 553-557.
- Cermeño, P., A. Uriarte, A. Martínez de Murguía & B. Morales-Nin. 2003. Validation of daily increment formation in otoliths of juvenile and adult European anchovy. *J. Fish. Biol.* 62: 679-691.
- Cermeño, P., A. Uriarte, B. Morales-Nin, U. Cotano & P. Álvarez. 2008. Setting up interpretation criteria for ageing juvenile european anchovy otoliths. *Sci. Mar.*, 72(4): 733-742.
- Cingolani, N., E. Arneri, G. Giannetti, A. Santojanni & A. Belardinelli. 1998. Valutazione degli stocks pelagici di alici e sardine in Adriatico con metodi di dinamica di popolazione. Relazione Finale al Ministero delle Politiche Agricole, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura. 137 pp.
- Cingolani, N., E. Arneri, G. Giannetti, A. Santojanni, A. Belardinelli, S. Colella & F. Donato. 2001. The small pelagic fisheries on the western coast of the Adriatic sea: monitoring and assessment. Pages 39-52 in: P. Mannini, F. Massa, and N. Milone (eds.). Priority topics related to small pelagic fishery resources of the Adriatic Sea, ADRIAMED Technical Documents, 3.
- Cingolani, N. G. Giannetti, E. Arneri, D. Levi & A. Piersimoni. 1993. Valutazione degli stocks pelagici di alicie e sardine in Adriatico con metodi di dinamica di popolazione. Ministero delle Politiche Agricole, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, Final Report, 137 pp.
- Cingolani, N. & A. Santojanni. 2003. Manual of the Recorder. AdriaMed Training Course on Data Collection and Biological Sampling System on Small Pelagics. AdriaMed Occasional Papers. No. 6 (Rev.1). GCP/RER/010/ITA/OP-06-Rev. 1, Termoli, 2003: 53 pp.
- Coll, M., A. Santojanni, I. Palomera, S. Tudela & E. Arneri. 2006. An ecological model of the northern and central Adriatic Sea: analysis of ecosystem structure and fishing impacts. *J. Mar. Syst.* 67: 165-175.

- Conway, D. V. P., Coombs, S. H. & Smith, C. 1998. Feeding of anchovy *Engraulis encrasicolus* larvae in the northwestern Adriatic Sea in response to changing hydrobiological conditions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 175: 35–49.
- Coombs, S. H., O. Giovanardi, D. V. P. Conway, L. Manzueto, N. C. Halliday & C. D. Barrett. 1997. The distribution of eggs and larvae of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in relation to hydrography and food availability in the outflow of the river Po. *Acta Adriat.* 38(1): 33-47.
- Degens, E. T., W. G. Deuser & R. L. Haedrich. 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Mar. Biol.* 2: 105-113.
- Demir, N. 1965. Synopsis of biological data on anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Mediterranean and adjacent seas). *FAO Fish. Synop.* 26, Rev.1.
- Duka, L.A. 1963. Pitanje ličink hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) v Adriatičeskom more. *Tr. Sev. Biol. St.* 16: 299-305.
- Dulčić, J. 1997. Growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), larvae in the Northern Adriatic Sea. *Fish. Res.* 31: 189–195.
- Dulčić, J. & M. Kraljević. 1996. Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fish. Res.* 28: 243-251.
- Fage, L. 1911. Recherches sur la biologie de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* Linné); race-age-migrations. *Ann. Inst. Oceanogr.* 311: 103-114.
- Fage, L. 1920. *Engraulidae, Clupeidae*. Rep. Danish Oceanogr. Exped. *Medit.* 2(A9): 1-136.
- FAO, 2000. FISHSTAT PLUS: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3.2000. Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistic Unit. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>
- FAO, 2009. State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, 176 pp.

- Fey, D. P. 2006. The effect of temperature and somatic growth on otolith growth: the discrepancy between two clupeid species from a similar environment. *J. Fish. Biol.* 69: 794–806.
- Frogia, C. 1973. Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius*) del Medio Adriatico. *Atti V Congresso SIBM*: 327-341.
- Gamulin, T. 1940. Observations on the occurrence of fish eggs in the surroundings of Split (in Serbo-Croatian). *Godisnjak Oceanogr. Inst.* 2: 73-91.
- Gamulin, T. & J. Hure. 1983. The spawning and spawning areas of pelagic fishes (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* and *Sprattus sprattus sprattus*) in the Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 24: 97-131.
- Gauldie, R. W. 1988. Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. *Comp. Biochem. Physiol. A* 91(2): 395-402.
- Giannetti, G. F. 1985. Age-reading of anchovy otoliths. A methodological note. *Quad. Ist. Ric. Pesca Maritima*, IV, 1: 47-50.
- Giraldez, A. & R. Abad. 1995. Aspects on the reproductive biology of the Western Mediterranean anchovy from the coasts of Málaga (Alboran Sea). *Sci. Mar.* 59: 15-23.
- Graeffe, E. 1888. Übersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs und Fortpflanzungszeit der einzelnen Arten. *Pisces* 4. *Arb.Zool. Inst.* 7: 445-470.
- Gulland, J. A. 1969. Manual of Methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.* 4: 154 pp.
- Gulland, J. A. 1971. The Fish Resources of the Ocean. Fishing News (Books), West Byfleet, 255 pp.

- Holt, S. J. 1965. A note on the relationship between mortality rate and the duration of life in an exploited fish population. ICNAF Res. Bull. 2: 73 -75.
- Hunter, J. R. & S. R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull. 77: 641–652.
- Hunter, J. R. & R. Leong. 1981. The spawning energetics of female northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull. 79(2): 215-230.
- Hunter, J. R. & B. J. Macewicz. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. Pages 79-94 in: R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy *Engraulis mordax*. Tech.Rep. NMFS, 36. NOAA.
- Hureau, J. C. & T. Monod. 1973. Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean. UNESCO, Paris, Presses Universitaires de France, Vendôme, Vols. I - II: 1014 pp.
- Ivanova, P. P. & I. S. Dobrovolov. 2006. Population-genetic structure on European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Engraulidae) from Mediterranean Basin and Atlantic Ocean. Acta Adriat. 47(1): 13-22.
- Joh, M., T. Takatsu, M. Nakaya & T. Higashitani. 2005. Otolith microstructure and daily increment validation of marbled sole (*Pseudopleuronectes okohamae*). Mar. Biol. 147: 59–69.
- Jons, G. D. & L. E. Miranda. 1997. Ovarian weight as an index of fecundity, maturity, and spawning periodicity. J. Fish Biol. 50: 150-15.
- Kalish J. M. 1993. Pre- and post-bomb radiocarbon in fish otoliths. Earth Planet. Sci. Lett. 114: 549-554
- Karaman, G. & H. Gamulin-Brida. 1970. Contribution aux recherches des biocenoses benthiques du Golfe de Boka Kotorska. Studia Marina 4: 3-43.

- Kolding, J. & W. Ubal Giordano. 2002. Lectures notes. Report of the AdriaMed Training Course on Fish Population Dynamics and Stock Assessment. GCP/PER/010/ITA/TD-08. AdriaMed Technical Documents 8, 143 pp.
- Kolitari, J. 2006. Preliminary results of small pelagic sampling in the context of the project AdriaMed (for Albania). Data presented on AdriaMed Working Group on Shared Small Pelagic Fisheries Resources, Ancona 15-19 May 2006.
- La Mesa, M., F. Donato, G. Giannetti & E. Arneri. 2009. Growth and mortality rate of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Adriatic Sea during the transition from larval to juvenile stages. *Fish. Res.* 96: 275-280.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* 20: 201-219.
- Lecomte-Finiger, R. 1999. L'otolithe: la "boîte noire" des Téléostéens. *L'Année Biologique* 38(2): 107-122.
- Lepetić, V. 1965. Sastav i sezonska dinamika ihtiobentosa i jestivih avvertebrata u Bokokotorskom zalivu i mogućnosti njihove eksploatacije. *Studia Marina* 1: 3-127.
- Levi, D., M.G. Andreoli, E. Arneri, G. Giannetti & P. Rizzo. 1994. Otolith reading as a tool for stock identification. *Fish. Res.* 20: 97-107.
- Lisovenko, L. A. & D. P. Adrianov. 1996. Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov 1927) in the Black Sea. *Sci. Mar.* 60(2): 209-218.
- Lucio, P., I. Martin, L. Motos, J. Santiago & A. Uriarte. 1989. Informe técnico de la pesquería de la anchoa en el año 1988. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Victoria-Gasteiz, 41 pp.

- Machias, A., S. Somarakis, P. Kapadagakis, P. Drakopoulos, M. Giannoulaki, E. Maraveya, L. Manousakis, D. Vatsos, C. Tsimenidou & N. Tsimenides. 2000. Evaluation of the southern Greek anchovy stocks. Final report DGXIV contract no. 97/0048.
- Mačić, V. 2001. Taksonomska, morfološko-anatomska i fiziološka istraživanja morskih trava *Posidonia oceanica* (L.) Del. and *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. u Bokokotorskom zalivu u cilju zaštite. Magistarski rad Inžinjerstva za životnu sredinu TEMPUS, Univerziteta u Novom Sadu, 97 pp.
- Magoulas A., R. Castilho, S. Caetano, S. Marcato & T. Patarnello. 2006. Mitochondrial DNA reveals a mosaic pattern of phylogeographical structure in Atlantic and Mediterranean populations of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39: 734-746.
- Magoulas, A., N. Tsimenides & E. Zouros. 1996. Mitochondrial DNA phylogeny and the reconstruction of the population history of a species: the case of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Mol. Biol. Evol.* 13(1): 178-190.
- Majarova, A. A. & N. I. Chugunova. 1954. Biologija, rasporedjenje i ocena zapasa černomorskoj hamsi. *Trudy Institut Morsko Ribartvo Hazov* 28: 5-33.
- Mandić, M. 2011. Sezonski aspekti diverziteta ihtioplanktona u Bokokotorskom zalivu. Doktorska disertacija. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu: 169 pp.
- Mandić, M., S. Regner, J. Krpo-Četković & A. Joksimović. 2011. Unusual occurrence of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) eggs in December 2006 in the Boka Kotorska Bay (Adriatic Sea). *Acta Adriat.*, in press.
- Mandić, S., D. Regner, S. Regner, A. Joksimović, Z. Kljajić & Gojković, M. 2001. Elaborat: Istraživanje, korišćenje, i zaštita litoralnog područja Južnog Jadrana. Institut za biologiju mora, Kotor. Projekat OSI-267. Završni izvještaj: 94 pp.
- Marano, G., 2001. Small pelagic stock assessment (1984 – 1996). *AdriaMed Tech. Doc.* 3: 66-77.



- Marano, G., N. Casavola, E. Rizzi, P. De Ruggieri & S. Lo Caputo. 1998. Valutazione delle risorse dello stock di sardine e alici nell'Adriatico meridionale. Anni 1984–1996. *Biol. Mar. Medit.* 5(3): 313-320.
- Merker, K. & M. Vujošević. 1972. Density and distribution of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) eggs in the Bay of Boka Kotorska. *Poljoprivreda i šumarstvo*, 18: 15-27. (in Serbo-Croatian)
- Methot, R. D. 1989. Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy. Pages 66-82 in: E. F. Edwards & B. A. Megrey (eds.), *Mathematical analysis of fish stock dynamics*. *Am. Fish. Soc. Symp.* 6.
- Methot, R. D. & D. Kramer. 1979. Growth of northern anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the sea. *Fish. Bull.* 2: 413-423.
- Millan, M. 1999. Reproductive characteristics and condition status of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, L. from the Bay of Cadiz. (SW Spain). *Fish. Res.* 41: 73-86.
- Milojević, B. 1953. Boka Kotorska. Zbornik radova Geografskog instituta SAN, Beograd.
- Morales-Nin, B. 1989. Age and growth of the southern stock of Peruvian anchoveta based on otolith microstructures and length frequency analysis. Pages 1-439 in D. Pauly, P. Muck, J. Mendo and I. Tsukayama (eds.). *The Peruvian Upwelling System: Dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings, 18.
- Morales-Nin, B. 1992. Determination of growth in bony fishes from otolith microstructure. *FAO Fish. Tech. Pap.* 322: 51 pp.
- Morales-Nin, B. & J. P. Pertierra. 1990. Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the Northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 107, 349-356.

- Morello, E. B. & E. Arneri. 2009. Anchovy and sardine in the Adriatic Sea – an ecological review. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 47: 209-256.
- Motos, L. 1996. Reproductive biology and fecundity of the Bay of Biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.). *Sci. Mar.* 60(2): 195-207.
- Munro, J. L. & D. Pauly. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte* 1, 5–6.
- Mužinić, R. 1956. Quelques observations sur la sardine, l'anchois et le maquereau des captures au chalut dans l'Adriatique. *Acta Adriat.* 11: 219-226.
- Mužinić, R. 1964. Mortality of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) under experimental conditions. *Archives of Biological Sciences*, 16(1-2): 83-95.
- Mužinić, R. 1972. O horizontalnoj raspodjeli srdele i brgljuna u Jadranu. *Pomorski Zbornik*, 10: 603-611.
- Orsi Relini, L., G. Palandri, F. Garibaldi, C. Cima, M. Relini & G. Torchia. 1999. Biological parameters of the Mediterranean swordfish derived from observations in the Ligurian Sea. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 49(1): 397-406.
- Padoan, P. 1963. Prime osservazioni sulle acciughe (*Engraulis encrasicolus* L.) catturate al largo delle foci del Po. *ICES Rapp. Proc. Verb.* 17, 327–332.
- Palomera, I., B. Morales-Nin and J. Lleonart. 1988. Larval growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 99: 283-291.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science* 173, 1124–1127.
- Patterson W. P., G. R. Smith & K. C. Lohmann. 1993. Continental paleothermometry and seasonality using the isotopic composition of aragonitic otoliths of freshwater fishes. *Geophys. Mono.* 78:191-202

- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM. 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1983. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part I). ICLARM Fishbyte, 1 (2), 9-13.
- Pauly, D. & J. L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte 2(1): 21 pp.
- Pérès, J. M. & H. Gamulin-Brida. 1973. Biološka oceanografija (Bentonska bionomija Jadranskog mora): Školska knjiga, Zagreb, 493 pp.
- Pertierra, J. P. 1987. Crecimiento del boquerón (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) (Pisces, Engraulidae) de la costa catalana (Mediterraneo noroccidental). Inv. Pesq. 51: 263-275.
- Pešić, A. 2011. Ribarstveno-biološka istraživanja juvenilne srdele (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) u Kotorskom zalivu. Doktorska disertacija. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu: 117 pp.
- Piccinetti, C., S. Regner & M. Specchi. 1979. Estimation du stock d'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) de la haute et moyenne Adriatique. Inv. Pesc. 43(1): 69-81.
- Piccinetti, C., S. Regner & M. Specchi. 1980. Etat du stock d'anchois et de sardine en Adriatique. FAO Fish. Rep. 239: 43-52.
- Piccinetti, C., S. Regner & M. Specchi. 1981. Estimation préliminaire de la production maximale d'anchois et de sardine en Adriatique. FAO Fish. Rep. 253: 155-158.
- PISCES Conservation Ltd. (2002). Simply growth, version 1.7, Sept. 2002. PISCES Conservation Ltd, IRC House, Lymington, England.
- Platt, C. & A.N. Popper. 1981. Fine structure and function of the ear. Pages 1-36 in W.N. Tavaloga, A.N. Popper, and R.R. Fay (eds.). Hearing and sound communication in fishes. Springer-Verlag, New York.

- Quiñonez-Velázquez, C. 1999. Age validation and growth of larval and juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, and pollock, *Pollachius virens*, on the Scotian Shelf. Fish. Bull. 97: 306–319.
- Ramos, S. & P. Santos. 1999. Crescimento do biqueirao (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) na costa norte de Portugal. Rev. Bio. 17: 211–216.
- Rampa, R., E. Arneri, A. Belardinelli, E. Caputo, N. Cingolani, S. Colella, F. Donato, G. Giannetti & A. Santojanni. 2005. Length at first maturity of the Adriatic anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). Working Document. General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM) Scientific Advisory Committee (SAC) Subcommittee on Stock Assessment (SCSA), 10 pp.
- Ré, P. 1987. Ecology of the planktonic phase of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), within Mira Estuary (Portugal). Invest. Pesq. 51: 581–598.
- Regner, S. 1971. Contribution to the knowledge of the feeding of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), postlarvae in the middle Adriatic. Ekologija 6(1): 157-164.
- Regner, S. 1972. Contribution to the study of the ecology of the planktonic phase in the life history of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), in the central Adriatic. Acta Adriat. 14: 40 pp.
- Regner, S. 1973. Neki podaci o veličini jaja brgljuna, *Engraulis encrasicolus* (L.), u srednjem Jadranu. Ekologija, 8(1): 163-168.
- Regner, S. 1979. Ecology of planktonic stages of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), in the central Adriatic (in Serbo-Croatian). Ph. D. Thesis, Univ. Belgrade, 188 pp.
- Regner, S. 1985. Ecology of planktonic stages of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), in the central Adriatic. Acta Adriat. 26(1), Series Monographiae 1: 113 pp.

- Regner, S. 1990. Stock assessment of the Adriatic sardine and anchovy using egg surveys. *Quaderni ICRAP* 4: 17-31.
- Regner, S. 1996. Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.* 60: 167–177.
- Regner, S. 1999. TRAWLAN – a basic package for trawl survey analysis.
- Regner, S. & J. Dulčić. 1990. Growth parameters of anchovy postlarvae in the Adriatic estimated from otolith growth rings. *Bilješke-Notes, Inst. Oceanogr. Fish. Split* 76, 1-8.
- Regner, S., A. Joksimović, A. Pešić, & M. Đurović. 2006. Anchovy 2005 DEPM in Serbia and Montenegro waters. Data presented at AdriaMed Working Group on Shared Small Pelagic Fisheries Resources, Ancona 15-19 May.
- Regner, S., C. Piccinetti & M. Specchi. 1985. Statistical analysis of the anchovy stock estimates from data obtained by egg surveys. *FAO Fish. Rep.* 345: 169-184.
- Reibisch, J. 1899. Über die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland 4: 233-248.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Board. Can.* 191: 382 pp.
- Rodriguez-Roda, J. 1977. El boquerón *Engraulis encrasicolus* L. del Golfo de Cádiz. *Inv. Pesq.* 4: 523-542.
- Santojanni, A., E. Arneri, C. Barry, A. Belardinelli, N. Cingolani, G. Giannetti & G. Kirkwood. 2003. Trends of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) biomass in the northern and central Adriatic Sea. *Sci. Mar.* 67(3): 327-340.

- Saville, A. (ed) 1977. Survey methods of appraising fisheries resources. FAO Fish. Tech. Pap. 171: 76 pp.
- Secor, D. H., J. M. Dean & E. H. Laban. 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. Published by the Electric Power Research Institute and the Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, University of South Carolina, Columbia, SC, 85 pp.
- Sinovčić, G. 1978. On the ecology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) from the central Adriatic. Acta Adriat. 19(2): 3-32.
- Sinovčić, G. 1988. Age and growth of Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Middle Adriatic. Rapp.Comm.int.Mer Médit. 31(2): 266.
- Sinovčić, G. 1998. The Population Dynamics of the Juvenile Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) under the Estuarine Conditions (Novigrad Sea-Central Adriatic). Cah. Options Mediterr. 35: 273-282.
- Sinovčić, G. 1999. Some ecological aspects of juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), under the estuarine conditions (Novigrad sea – Central Eastern Adriatic), Acta Adriat., 99 – 107.
- Sinovčić, G. 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. Acta Adriat. 41: 1-54.
- Sinovčić, G. 2001. Small pelagic fish from the Croatian fishing ground. Pages. 53-58 in: P. Mannini, F. Massa, & N. Milone. (eds.). Priority Topics to Small Pelagic Fishery Resources of the Adriatic Sea. FAO-MiPAF Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GCP/REP//ITA/TD-03, Termoli, AdriaMed Technical Documents.
- Sinovčić, G. 2004. Growth and length–weight relationship of the juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the nursery ground (Zrmanja River estuary–eastern Adriatic Sea). J. Appl. Ichthyol. 20: 79–80.

- Sinovčić, G. & B. Zorica. 2006. Reproductive cycle and minimal length at sexual maturity of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Zrmanja River estuary (Adriatic Sea, Croatia). *Est. Coast. Shelf Sci.* 69: 439-448.
- Službeni list Crne Gore 08/11. 2011. Pravilnik o osnovnim konstruktivno-tehničkim karakteristikama, načinu upotrebe, vremenu, namjeni, količini i vrsti ribolovnih alata i opreme koja se smije upotrebljavati u velikom i malom provrednom ribolovu, 24 pp.
- Službeni list RCG 10/04. 2004. Pravilnik o konstrukcijsko-tehničkim osnovama, veličini oka, načinu upotrebe i namjeni pojedinih vrsta mreža i drugih sredstava za obavljanje privrednog i sportskog ribolova, vađenje školjkaša, korala, sunđera i morskog bilja.
- Sogard, S. M. 1997. Size-selective mortality in the juvenile stage of teleost fishes: a review. *Bull. Mar. Sci.* 60: 1129–1157
- Sparre, P., E. Ursin & S. C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.* 306/1, 337 pp.
- Spring, S. M. 1992. Comparison of larval, age-0 juvenile and age-2 recruit abundance indices of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in the western Gulf of Alaska. *ICES J. Mar. Sci.* 49: 297-304.
- Steuer, A. 1913. Ziele und Wege biologischer Mittelmerforschung. *Verhandlungen Gessel. deutscher Naturforscher und Arzte, Leipzig.*
- Štirn, J. 1969. Pelagial severnega Jadrana. *Razprave- Dissertationes*, 12(2): 92 pp.
- Stjepčević, J. 1967. Makro-Mollusca Bokokotorskog zaliva. *Studia Marina* 2: 3-64.
- Stjepčević, J. & P. Parenzan. 1980. Il Golfo delle Bocche di Cattaro- condizioni generali e biocenosi bentoniche con carta ecologica. *Studia marina* 9-10: 3-149.
- Tanaka, K., Y. Mugiya & J. Yamada. 1981. Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juvenile *Tilapia nilotica*. *Fish. Bull.* 79: 459–466.

- Tanaka, S. 1960. Studies on the dynamics and the management of fish populations. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab. 28: 1-200.
- Thresher R.E., C.H. Proctor, J.S. Gunn & I.R. Harrowfield. 1994. An evaluation of electron probe microanalysis of otoliths for stock delineation and identification of nursery areas in a southern temperate groundfish, *Nemadactylus macropterus* (Cheilodactylidae). Fish. Bull. 92: 817-840
- Tičina, V., I. Katavić, V. Dadić, I. Marasović, F. Kršinic, B. Grbec, G. Kušpilić, P. Cetinić, Ž. Ninčević, S. Matić-Skoko, M. Franičević, A. Soldo, O. Vidjak, V. Emrić Tičina, D. Bojanić, S. Marinov & F. Matić. 2006. Acoustic estimates of small pelagic fish stocks in the eastern part of the adriatic Sea: September 2003. *Biologia Marina Mediterranea* 13: 124-136.
- Tudela, S. & I. Palomera. 1999. Potential effect of an anchovy mediated pump on the vertical availability of nitrogen for primary production in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). *Journal of Sea Research* 42: 83–92.
- Varagnolo, S. 1965. Alcune osservazioni sulla distribuzione delle uova galleggianti di Teleostei nell'Alto Adriatico. *Boll. Zool.* 32: 849-858.
- Varagnolo, S. 1967. Osservazioni sulla riproduzione dell'*Engraulis encrasicolus*, L.(acciuga) dell'alto Adriatico. *Archivi di Oceanografia e Limnologia* 15 (Suppl): 71-81.
- Vučetić, T. 1963. Ishrana odrasle srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) u srednjem Jadranu. *Acta Adriat.* 10(2): 3-23.
- Vučetić, T. 1971. Fluctuations à long terme du macrozooplancton dans l'Adriatique centrale: oeufs de *Sardina pilchardus* Walb., *d'Engraulis encrasicolus* L. et larves de différentes poissons. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 17(2): 141-156.
- Waldron, M., M. J. Armstrong & R. M. Prosch. 1989. Aspects of variability in growth of juvenile anchovy *Engraulis capensis* in the southern Benguela system. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 8: 9-19.



- Whitehead, P. J. P. 1990 Engraulididae. Pages 228-229 in: J. C. Quero, J. C. Hureau, C. Karrer, A. Post & L. Saldanha (eds.). Checklist of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon, SEI, Paris, and UNESCO, Paris. Vol. 1.
- Whitehead, P. J. P., G. J. Nelson & T. Wongratana. 1988. FAO Species Catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae. FAO Fish. Synop. 125(7/2): 305-579.
- Wilhelm, M. R., S. J. Painting, J. G. Field, M. Kerstan & M. D. Durholtz. 2005. Impact of environmental factors on survival of larval and juvenile Cape anchovy *Engraulis encrasicolus* (G.) in the southern Benguela upwelling region, determined from hatchdate distributions: implications for recruitment. Mar. Freshwater Res. 56: 561–572.
- Zavodnik, D. 1970. Comparative data on the spawning of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), sprat (*Sprattus sprattus* L.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the North Adriatic. Ichthyologia 2: 171-178.
- Zavodnik, D., 1991. On the food and feeding in the northern Adriatic of *Pelagia noctiluca* (Scyphozoa). Proceedings of the Workshop on Jellyfish Blooms in the Mediterranean. Athens: UNEP. P. 212-216.

Internet izvori:

[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

[www.fao.org](http://www.fao.org)

## **Biografija autora**

Mirko A. Đurović rođen je 01.06.1976. godine u Beogradu. Osnovno i srednje obrazovanje stekao je na Cetinju. Nakon završene srednje škole upisuje Prirodno-matematički fakultet na Univerzitetu Crne Gore, odsjek Biologija. Fakultet uspješno završava 2002. godine. Od marta 2004. godine, zaposlen je u Institutu za biologiju mora u Kotoru, na mjestu saradnika u istraživanju u Laboratoriji za ihtiologiju i morsko ribarstvo.

Iste godine upisuje magistarske studije na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smjeru Ekologija zaštite i unapređivanja životne sredine. Nakon početka primjene Bolonjskog procesa, na istom fakultetu prelazi na doktorske studije, školske 2006/07 godine na smjeru Ekologija, biogeografija i zaštita biodiverziteta. Tokom dosadašnjeg rada autor je i koautor većeg broja naučnih radova objavljenih u zemlji i inostranstvu. Aktivno je učestvovao i izlagao svoje radove na nekoliko domaćih i međunarodnih kongresa. Uključen je kako u nacionalne tako i u međunarodne naučne projekte (FAO AdriaMed, MEDITS), u okviru kojih je bio na kursevima za stručno usavršavanje.

**PRILOZI**

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани Ђуровић Мирко

број уписа ДД 060200

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Еколошка истраживања јувенилног инђуна, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758),  
и Которском заливу

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 21.05.2012. год.

Ђуровић Мирко

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Мирко А. Ђуровић

Број уписа ДД 060200

Студијски програм Екологија, биогеографија и заштита биодиверзитета

Наслов рада: Еколошка истраживања јувенилног инћуна, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), у Которском заливу

Ментор: др Јасмина Крпо-Ћетковић

Потписани: Мирко Ђуровић

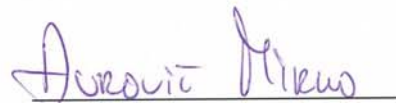
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 21.05.2012. год



Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**Еколошка истраживања јувенилног инћуна, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), у Которском заливу**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 21.05.2012. год

