Dinamika populacije kneza, Coris julis (Linnaeus, 1758) u istočnom Jadranu

Škeljo, Frane

Doctoral thesis / Disertacija

2012

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:226:880089

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of University Department of Marine Studies

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku
Međusveučilišni poslijediplomski doktorski studij
"Primijenjene znanosti o moru"

Frane Škeljo

DINAMIKA POPULACIJE KNEZA, *Coris julis* (LINNAEUS, 1758) U ISTOČNOM JADRANU

Doktorska disertacija

Split, listopad 2012.

Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku
Međusveučilišni poslijediplomski doktorski studij
"Primijenjene znanosti o moru"

Frane Škeljo

DINAMIKA POPULACIJE KNEZA, *Coris julis* (LINNAEUS, 1758) U ISTOČNOM JADRANU

Doktorska disertacija

Split, listopad 2012.

Ova je doktorska disertacija izrađena na Sveučilištu u Splitu, Sveučilišnom odjelu za studije mora, pod vodstvom prof. dr. sc. Ivana Jardasa, u sklopu Međusveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija 'Primijenjene znanosti o moru' pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Dosadašnja istraživanja 3
1.2. Svrha i ciljevi istraživanja 5
2. MATERIJALI I METODE 7
2.1. Mjesto i vrijeme istraživanja 7
2.2. Metode uzorkovanja i konstrukcijske karakteristike upotrebljavanih ribolovnih alata 8
2.3. Obrada uzoraka 11
2.4. Dužinsko – maseni odnos 13
2.5. Indeks kondicije 14
2.6. Biometrija i relativni rast 14
2.7. Ishrana 17
2.8. Starost i rast 20
2.9. Razmnožavanje 23
2.10. Smrtnost 27
2.11. Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu 28
3. REZULTATI 30
3.1. Analiza sastava populacije kneza u istočnom Jadranu 30
3.2. Dužinsko – maseni odnos 34
3.2.1. Faze disharmonije 39
3.3. Indeks kondicije 43
3.4. Biometrija 47
3.4.1. Morfometrijska obilježja kneza 47
3.4.2. Meristička obilježja kneza 58
3.4.3. Osvrt na biometrijska obilježja populacije kneza 61
3.4.4. Relativni rast kneza 62
3.5. Ishrana kneza 66
3.5.1. Morski ježinci u ishrani kneza 76
3.6. Starost i rast kneza u istočnom Jadranu 77
3.6.1. Morfometrija otolita 85
3.7. Razmnožavanje kneza 89
3.7.1. Spolno sazrijevanje 89
3.7.2. Izmjena spola 98

3.7.3. Godišnji tijek gonadogeneze i mrijest 102
3.7.4. Histološka analiza gonada 108
3.7.5. Fekunditet 112
3.8. Smrtnost kneza 116
3.9. Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu 117
3.9.1. Knez u lovinama obalne mreže potegače (migavice) 117
3.9.2. Knez u lovinama sportskih ribolovaca 119
4. RASPRAVA 124
5. ZAKLJUČCI 145
6. LITERATURA 149
7. ŽIVOTOPIS 164

DINAMIKA POPULACIJE KNEZA, *Coris julis* (LINNAEUS, 1758) U ISTOČNOM JADRANU

Frane Škeljo

Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora

Sažetak

Tijekom jednogodišnjeg istraživanja populacije kneza u istočnom dijelu Jadrana analizirane su ukupno 1393 jedinke, od čega 214 primarnih mužjaka (15,3%), 433 sekundarna mužjaka (31,1%), 570 ženki (40,9%), 104 jedinke u prijelaznom obliku (7,5%), te 72 jedinke neodređenog spola (5,2%). Omjer mužjaka i ženki nije se značajno razlikovao od 1:1. Raspon ukupne dužine tijela svih analiziranih primjeraka iznosio je od 4,8 do 22,2 cm (12,3 ± 2,55 cm), a mase od 0,9 do 104,4 g (18,8 ± 13,14 g). U dužinskim razredima od 6,0 do 12,0 cm zabilježen je veći broj ženki, dok u razredima od 13,0 do 22,0 cm dominiraju mužjaci. Dužinsko – maseni rast kneza je pozitivno alometrijski (b = 3,233), a vrijednost indeksa kondicije relativno je niska (IK = 0,862). Srednje vrijednosti morfometrijskih odnosa ne razlikuju se značajno između primarnih mužjaka i ženki, dok se sekundarni mužjaci razlikuju u osam odnosa. U ishrani kneza najzastupljenija su koljena Mollusca (razredi Gastropoda i Bivalvia) i Arthropoda (red Decapoda). Rast kneza opisan je von Bertalanffyevim modelom rasta (L_∞ = 25,4 cm; k = 0,16; t_0 = -1,19), a zabilježena je i značajna razlika u parametrima rasta među spolovima. Najveća zabilježena starost iznosila je 7 godina za mužjake i 5 godina za ženke. Starost kneza moguće je uspješno procijeniti na temelju dužine i mase otolita. Knez se u istočnom Jadranu razmnožava od travnja do rujna, s vrhuncem u lipnju i srpnju. Dužina prve spolne zrelosti primarnih mužjaka iznosi 8,5 cm, ženki 9,5 cm, a sekundarnih mužjaka 13,6 cm. Fekunditet kneza nalazio se u rasponu od 907 do 29582 zrelih oocita (8796,9 ± 5946,43), a uočeno je da se povećava s porastom veličine tijela, masom gonada i starosti jedinki. Ukupna smrtnost kneza u istočnom Jadranu je Z = 1,28, prirodna smrtnost iznosi M = 0,41, a ribolovna smrtnost F = 0,87. Udio kneza u lovinama obalne mreže potegače migavice iznosi 1,75% gledajući broj primjeraka, odnosno 1,60% gledajući masu ulova. Udio kneza u lovinama sportskih ribolovaca značajno je veći pri ribolovu s obale (48,0% broja ulovljenih primjeraka i 34,0% mase), nego pri ribolovu iz brodice (14,0% broja ulovljenih primjeraka i 9,7% mase). Srednja lovna dužina i masa kneza statistički su značajno manje pri ribolovu s obale (13,9 cm i 28,1 g), nego pri ribolovu iz brodice (16,7 cm i 48,3 g).

(166 stranica, 68 slika, 59 tablica, 204 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u: Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilišna knjižnica u Splitu

Ključne riječi: biometrija, *Coris julis*, ishrana, Jadran, rast, razmnožavanje, smrtnost, starost

Mentor: prof. dr. sc. Ivan Jardas, redoviti profesor

Ocjenjivači: 1. prof. dr. sc. Sanja Matić Skoko, izvanredni profesor
2. prof. dr. sc. Mate Šantić, izvanredni profesor
3. prof. dr. sc. Ivan Jardas, redoviti profesor

Rad prihvaćen: 09.11.2012.

POPULATION DYNAMICS OF THE MEDITERRANEAN RAINBOW WRASSE, *Coris julis* (LINNAEUS, 1758) IN THE EASTERN ADRIATIC

Frane Škeljo

University of Split, Department of Marine Studies

Abstract

A total of 1393 *Coris julis* specimens from the eastern Adriatic were analyzed: 214 primary males (15.3%), 433 secondary males (31.1%), 570 females (40.9%), 104 intermediate specimens (7.5%) and 72 specimens of undetermined sex (5.2%). Total length of specimens ranged from 4.8 to 22.2 cm (12.3 ± 2.55 cm) and weight from 0.9 to 104.4 g (18.8 ± 13.14 g). Females dominated in length classes from 6.0 to 12.0 cm and males in length classes from 13.0 to 22.0 cm. The length-weight relationship showed positive allometric growth (b = 3.233) and estimated condition factor was relatively low (CF = 0.862). No difference was found between primary males and females regarding measured morphometric characteristics, while secondary males differed from these two groups in eight characters. Diet of the Mediterranean rainbow wrasse was dominated by species in phylum Mollusca (classes Gastropoda and Bivalvia) and phylum Arthropoda (order Decapoda). The growth was described by von Bertalanffy growth model (L_∞ = 25.4 cm; k = 0.16; t_0 = -1.19) and significant difference in growth parameters between males and females was found. Maximum determined age for males and females was 7 and 5 years, respectively. Age of the Mediterranean rainbow wrasse was successfully estimated based on the otolith length and weight. Spawning of *C. julis* in the eastern Adriatic takes place from April until September, with a peak in June and July. Length of the first sexual maturity is 8.5 cm for primary males, 9.5 cm for females and 13.6 cm for secondary males. The female fecundity ranged from 907 to 29582 oocytes (8796.9 ± 5946.43) and it increased with body size, gonad size and age of the fish. Total mortality of *C. julis* in the eastern Adriatic was Z = 1.28, with natural mortality M = 0.41 and fishing mortality F = 0.87. In the landings of the coastal beach seine 'migavica', *C. julis* accounted for the 1.8% of the numbers caught and 1.6% of the total catch weight. In the 'hook and line' sport fishing, proportion of *C. julis* in overall catches was significantly higher for shore angling (48.0% of the numbers caught and 34.0% of the total weight), compared to the boat angling (14.0% of the numbers caught and 9.7% of the total weight).

(166 pages, 68 figures, 59 tables, 204 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in: National and University Library in Zagreb and Split University Library

Keywords: Adriatic, age, biometry, *Coris julis*, diet, growth, mortality, reproduction

Supervisor: Ivan Jardas, Ph.D. / Full Professor

Reviewers: 1. Sanja Matić Skoko, Ph.D. / Associate Professor
2. Mate Šantić, Ph.D. / Associate Professor
3. Ivan Jardas, Ph.D. / Full Professor

Thesis accepted: 09.11.2012.

1. UVOD

Knez, *Coris julis* (Linnaeus, 1758), pripada porodici usnjača (Labridae) koja obuhvaća oko 60 rodova i 500 vrsta isključivo morskih riba, rasprostranjenih u svim oceanima svijeta (Slika 1.1.). U pogledu veličine, oblika i obojanosti tijela pojedinih vrsta ovo je vrlo raznolika porodica, s vrstama koje dosežu veličine u rasponu od 4,5 cm do 2,3 m. Prevladavaju male priobalne vrste, aktivne danju, dok se noću skrivaju u livadama morskih cvjetnica ili se ukopavaju u pijesak. Najčešće su karnivori i hrane se bentoskim beskralježnjacima, iako postoje i herbivorne vrste, te vrste koje se hrane ektoparazitima većih riba. Kod većine vrsta u određenom razdoblju života mijenja se spol (uglavnom protoginija) i obojanosti tijela (izmjena početne jednostavne obojanosti u završne jarke boje) (Quignard & Pras 1986; Nelson, 1994).

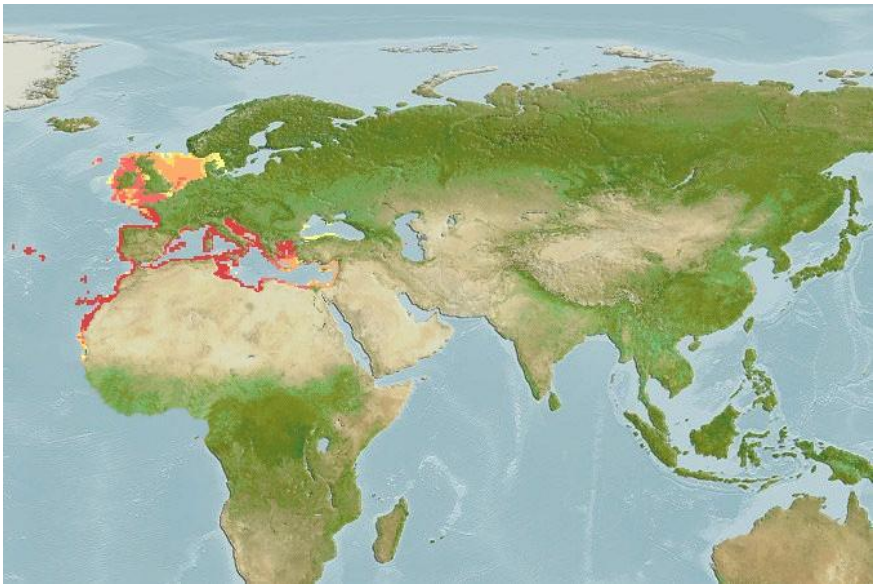


Slika 1.1. Knez, *Coris julis* (Linnaeus, 1758) (izvor fotografije: www.ossermare.net)

Porodica usnjača u Jadranu je zastupljena sa 8 rodova i 18 vrsta (Jardas, 1996): ***Labrus*** – *L. mixtus* (smokva) Linnaeus, 1758, *L. merula* (vrana) Linnaeus, 1758, *L. viridis* (drozd) Linnaeus, 1758; ***Acantholabrus*** – *A. palloni* (pešac ljuskavac) (Risso, 1810); ***Coris*** – *C. julis* (knez) (Linnaeus, 1758); ***Lappanella*** – *L. fasciata* (zdur šiljoglavac) (Cocco, 1833); ***Ctenolabrus*** – *C. rupestris* (zdur tupoglavac) (Linnaeus, 1758); ***Symphodus*** – *S. rostratus* (dugonoska) (Bloch, 1791), *S. cinereus* (hinac sivi) (Bonnaterre, 1788), *S. doderleini* (hinac dugoprugac) Jordan, 1890, *S. mediterraneus* (podujka) (Linnaeus, 1758), *S. melanocercus* (hinac crnorepi) (Risso, 1810), *S. melops* (kosirica mjesečica) (Linnaeus, 1758), *S. ocellatus*

(martinka) (Forskål, 1775), *S. roissali* (kosirica) (Risso, 1810), *S. tinca* (lumbrak) (Linnaeus, 1758); ***Thalassoma*** – *T. pavo* (vladika arbanaška) (Linnaeus, 1758); ***Xyrichthys*** – *X. novacula* (šarko crveni) (Linnaeus, 1758).

Knez je najzastupljeniji i najčešći predstavnik porodice usnjača u Sredozemnom moru (Quignard & Pras 1986), kao i u Jadranu, gdje je česta i uobičajena vrsta koju nalazimo uzduž čitave obale (Jardas, 1996). Područje rasprostranjenosti kneza obuhvaća Sredozemno more, uključujući južni dio Crnog mora, te sjeveroistočni Atlantik od Skandinavskog poluotoka do Kanarskih otoka (Fisher i sur. 1987; Porteiro i sur. 1996) (Slika 1.2.).



Slika 1.2. Područje rasprostranjenosti kneza, *Coris julis* (Linnaeus, 1758) (izvor fotografije: FishBase, www.fishbase.org)

Knez je priobalna pridnena vrsta, obitava uz hridinasta ili pjeskovito-ljušturna dna i na područjima livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, na dubinama od 1 do 120 m, iako obično od 1 do 60 m (Quignard & Pras 1986; Jardas, 1996). Ukopava se u supstrat noću ili kada je preplašen. Protoginični je hermafrodit kod kojeg postoje dva tipa mužjaka (diandrija). Može narasti do 25 cm dužine, no najčešće se love primjerci između 10 i 20 cm (Jardas, 1996).

U Jadranu se lovi različitim mrežama potegačama, trostrukim mrežama stajaćicama (poponicama) i vršama, te udičarskim alatima (povrazima) u sportskom ribolovu (Cetinić & Milišić 1987; Jardas, 1996). Gospodarska važnost je zanemariva, uz istočnu obalu Jadrana godišnji ulov ne prelazi 5 tona, a prodaje se svjež na ribarnicama pomiješan s drugom sitnom ribom (Grubišić, 1988).

1.1. Dosadašnja istraživanja

Knez, *Coris julis*, je vrsta zastupljena s dva različita morfološka tipa, koja su se u početku smatrala za dvije zasebne vrste – *C. julis* (Linnaeus, 1758) i *Coris giofredi* (Risso, 1810) (Risso, 1826; Cuvier & Valanciennes 1839; Gourret, 1893; Di Caporiacco, 1921). Krajem 19. stoljeća pojedini autori sugerirali su da se radi o spolno dimorfnim primjercima iste vrste (Steindachner, 1868; Vinciguerra, 1883), što su u drugoj polovici 20. stoljeća neovisno potvrdili Bacci & Razzauti (1957, 1958) i Reinboth (1957). Navedeni autori istraživali su sredozemnu populaciju kneza i ustanovili da je moguće razlikovati tri tipa jedinki ove vrste: ženke, s jednostavnom žuto-smeđom bojom tijela koju su nazvali 'giofredi' obojanost; primarne mužjake, s bojom tijela ženki ('giofredi' obojanost); te sekundarne mužjake jarkih boja ('julis' obojanost), koji nastaju od ženki izmjenom spola.

Zunarelli-Vandini (1965) je potvrdila da knez nije isključivo protoginična vrsta, odnosno ne nastaju svi mužjaci izmjenom spola ženki, dok je Roede (1966) objavio da su 70% primjeraka 'giofredi' obojanosti ženke, a 30% primarni mužjaci. S obzirom na prisustvo dva tipa mužjaka, Reinboth (1962, 1967, 1969) je opisao kneza kao diandričnu vrstu, što je prvi zabilježeni slučaj diandrije u porodici Labridae. Isti autor potvrdio je povezanost izmjene spola i promjene obojanosti tijela (Reinboth, 1970), iako nešto kasnije navodi kako različite stadije prijelazne obojanosti ipak nije moguće jednoznačno povezati s određenim stadijima izmjene gonada (Reinboth, 1975).

Većina postojećih znanstvenih radova o ovoj vrsti odnosi se upravo na problematiku izmjene spola i morfološko-histološke značajke gonada tijekom tog procesa, što su pored prethodno navedenih autora obradili i Roede (1975), Duchac i sur. (1982), Bentivegna & Rasotto (1983), Duchac & Buhler (1983), Besseau (1984), Reinboth & Becker (1984), Bentivegna i sur. (1985), Bruslé (1987), Reinboth i sur. (1987), Roede (1990), te Reinboth & Brusle-Sicard (1997). Povezanost izmjene spola i demografske strukture lokalnih zajednica kneza analizirao je Lejeune (1985, 1987), a reproduktivnu biologiju ove vrste opisali su Alonso-Fernández i sur. (2011).

Prva kariološka istraživanja kneza obavili su Cataudella i sur. (1973) na ženki ulovljenoj u Tirenskom moru, te su odredili diploidni broj kromosoma 2n = 45. Međutim, u kasnijem istraživanju Cano i sur. (1982) su na primjerku kneza neodređenog spola ulovljenom uz sredozemnu obalu Španjolske odredili diploidni broj kromosoma 2n = 48, što su istraživanjima u Sredozemnom moru potvrdili Duchac i sur. (1982), Vitturi i sur. (1988), Pisano i sur. (1994), te Mandrioli i sur. (2000). Iako je broj kromosoma time potvrđen,

navedeni autori se ne slažu u pogledu organizacije kariotipa kneza. Duchac i sur. (1982) su opisali tri različita kariotipa za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke, Vitturi i sur. (1988) nisu utvrdili nikakve razlike, Pisano i sur. (1994) su pronašli da se ženke i sekundarni mužjaci razlikuju od primarnih mužjaka, dok su Mandrioli i sur. (2000) ponovno ustanovili da ne postoji razlika u organizaciji kariotipa unutar ove vrste.

Budući da je knez vrsta koja pokazuje izrazitu polimorfiju, kako među spolovima, tako i među populacijama (Sanchez-Delgado, 1981; Laurent & Lejeune 1988), većina autora je i vrstu *Coris atlantica* Günther, 1862, unatoč razlikama u obojanosti tijela i morfološkim karakteristikama, smatrala sinonimom za *C. julis* (Fowler, 1936; Blache i sur. 1970; Eschmeyer i sur. 1998). Međutim, Guillemaud i sur. (2000a) predložili su genetsku analizu populacije *C. julis* putem mikrosatelitskih markera, te su na temelju ove metode došli i do zaključka da se radi o zasebnim vrstama (Guillemaud i sur. 2000b), što su kasnije potvrdili Aurelle i sur. (2003). Područje rasprostranjenosti se razlikuje za ove dvije vrste, pa se tako smatra da je *C. julis* rasprostranjen u Sredozemnom moru, južnom dijelu Crnog mora i sjeveroistočnom Atlantiku od sjeverne Europe do Senegala, a *C. atlantica* uzduž zapadne obale Afrike od Senegala do Gabona, te na otočju Cabo Verde (Gomon & Forsyth 1990; Porteiro i sur. 1996; Seret & Opic 1981).

Iako je *C. julis* vrlo čest i široko rasprostranjen u Sredozemnom moru, podataka o dinamici populacije ove vrste u literaturi ima razmjerno malo. Jedine podatke o starosti i rastu kneza objavili su Gordoa i sur. (2000) za područje Katalonske obale (Španjolska), ali samo kao dio opsežnijeg istraživanja labrida i na relativno malom broju primjeraka. Nešto bolje su poznate prostorne i vremenske karakteristike ličinačkog razvoja i novačenja za područje Azorskih otoka (Fontes i sur. 2009, 2010). Guidetti & d'Ambrosio (2004) su metodom podvodnih promatranja na jugoistočnoj obali Italije analizirali prostornu raspodjelu vrsta *C. julis* i *Thalassoma pavo*, te su ustanovili da je knez rijedak na dubinama manjim od 5 m te da veću gustoću populacija nalazimo na dubinama od 5 do 30 m.

Ishrana kneza nikada nije sveobuhvatno analizirana, a jedine podatke o zastupljenosti pojedinih porodica plijena u želucima 43 jedinke kneza objavili su De Pirro i sur. (1999), kao dio istraživanja hranidbenih interakcija nekoliko pridnenih vrsta riba u obalnom području Tirenskog mora. Iako ciljanih istraživanja ishrane ove vrste do sada nije bilo, knez se u većem broju znanstvenih radova navodi kao jedan od najvažnijih predatora nedoraslih morskih ježinaca, *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula* (Sala & Zabala 1996; Sala, 1997; Sala i sur. 1998a, 1998b; Guidetti, 2004; Guidetti & Mori 2005; Hereu i sur. 2005; Guidetti, 2006; Guidetti & Dulčić 2007).

Iz navedenih dosadašnjih istraživanja proizlazi da su neki aspekti biologije kneza jako dobro opisani, u prvom redu izmjena spola, odnosno izmjena obojanosti tijela i morfološko-histološke značajke gonada tijekom tog procesa. Međutim, s izuzetkom reproduktivne biologije, dinamika populacije kneza u cjelini je slabo poznata. Za Jadran ne postoje gotovo nikakvi podaci, izuzevši opće opise vrste s osnovnim biološkim osobinama u različitim ključevima vrsta (Šoljan, 1948; Jardas, 1996), te mnogobrojnim znanstveno-popularnim knjigama (Basioli, 1984; Grubišić, 1988; Milišić, 1994; itd.).

1.2. Svrha i ciljevi istraživanja

Ova disertacija je prvo sveobuhvatno i sustavno istraživanje vrste *Coris julis*, a svrha joj je odrediti biološko-ekološke značajke i dinamiku populacije kneza na području istočnog Jadrana. Budući da svaku populaciju karakteriziraju značajke kao što su prostorni raspored, gustoća, omjer spolova, starosna struktura, tijek rasta, strategija razvoja te interspecijski i intraspecijski odnosi, cilj ovog istraživanja je utvrditi navedene značajke za populaciju kneza. Ciljevi istraživanja ostvarit će se sljedećim bio-ihtiološkim metodama i analizama:

- Biometrijskim istraživanjima analizirat će se morfometrijske i merističke karakteristike populacije kneza u istočnom Jadranu, odredit će se relativni rast, te će se utvrditi postoje li značajne razlike u tjelesnim osobitostima među primarnim mužjacima, sekundarnim mužjacima i ženkama;

- Sastav populacije kneza u istočnom Jadranu ispitat će se analizom dužinskih frekvencija, odnosa spolova, dužinsko-masenog odnosa, indeksa kondicije, starosti i dinamike rasta, te prirodne, ribolovne i ukupne smrtnosti (gdje je to moguće, navedene značajke usporedit će se ovisno o sezoni i spolu);

- Analizom povezanosti morfoloških osobina otolita (visina, širina, duljina i masa otolita) sa starošću ispitat će se mogućnost jednostavnog određivanja starosti kneza iz navedenih mjera;

- Kvalitativno-kvantitativnom analizom sadržaja probavila odredit će se sastav hrane i intenzitet ishrane kneza, te ovisnost tih vrijednosti o sezoni, spolu i veličini analiziranih primjeraka;

- Analizom gonada odredit će se značajke spolnog sazrijevanja i mrijesta. Utvrdit će se dužina prve spolne zrelosti, razdoblje razmnožavanja i fekunditet vrste, te opisati proces gametogeneze tijekom jednogodišnjeg spolnog ciklusa;

- Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu odredit će se putem analize ulova gospodarskih i sportskih ribolovnih alata kojima se knez lovi u većim količinama. Štetnost utjecaja navedenih alata za populaciju kneza procijenit će se na temelju udjela spolno nezrelih primjeraka kneza u lovinama;

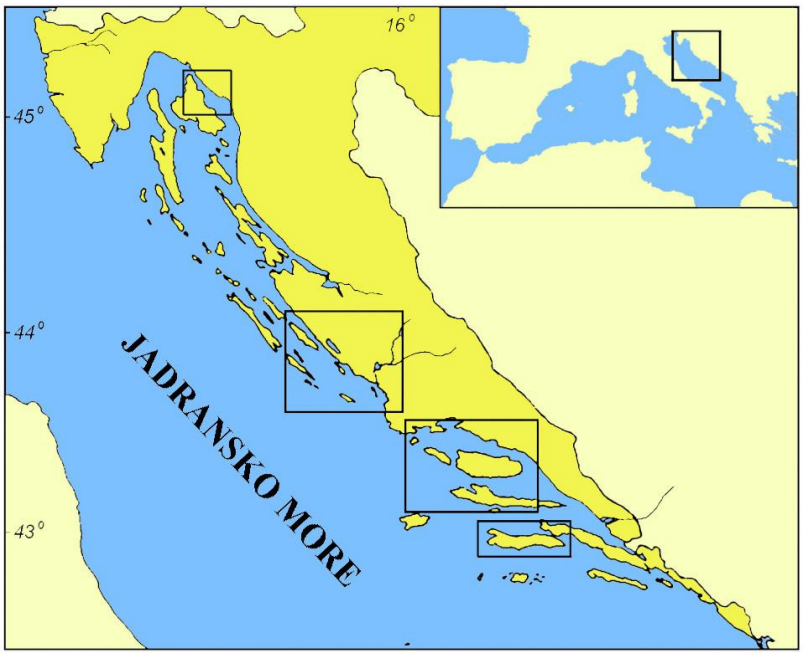
- Prostorna rasprostranjenost kneza na području istraživanja ispitat će se putem podataka o ulovu kneza na natjecanjima u sportskom udičarskom ribolovu, koja se odvijaju duž istočne obale Jadrana.

Ova doktorska disertacija će dati doprinos općem poznavanju dinamike populacije kneza, njegove biologije i ekologije. Dobiveni rezultati također će predstavljati osnovu za njegovu djelotvorniju zaštitu u ekološkom i ribarstvenom pogledu, kao i dati doprinos poznavanju sastava i odnosa unutar priobalnih ihtiozajednica istočnog Jadrana.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Mjesto i vrijeme istraživanja

Uzorkovanje kneza za potrebe ovog istraživanja izvršeno je na više postaja u priobalnom području istočnog Jadrana (Slika 2.1.1.). Primjerci za analizu prikupljeni su iz lovina gospodarskih, sportskih i rekreacijskih ribolovaca na širem području Crikvenice, Šibenika, Splita i Makarske, te na otocima Ugljan, Drvenik Mali, Čiovo, Šolta, Hvar, Paklenjaci i Korčula. Dubina uzorkovanja iznosila je od 2 do 40 m, a dno je bilo uglavnom pjeskovito – muljevito i muljevito, povremeno hridinasto, te obraslo livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.



Slika 2.1.1. Područje uzorkovanja (istočni Jadran: šire područje Crikvenice, Šibenika, Splita i Makarske, te otoci Ugljan, Drvenik Mali, Čiovo, Šolta, Hvar, Paklenjaci i Korčula.)

Srednje vrijednosti temperature mora na području istraživanja bile su u rasponu od 13,9°C (zimsko razdoblje) do 20,0°C (ljetno razdoblje), a saliniteta od 37,4‰ (proljetno razdoblje) do 38,1‰ (jesensko razdoblje) (Morović i sur. 2008; Morović & Grbec 2009). Površinski sloj mora na širem području Splita relativno je hladan zbog utjecaja bure, a njegova temperatura tijekom godine je najčešće u rasponu od 12,0°C do 24,6°C (Zore-Armanda i sur. 1991). Uzorci kneza prikupljali su se na navedenim područjima jednom do dva puta mjesečno, u razdoblju od studenog 2008. do listopada 2009. godine.

2.2. Metode uzorkovanja i konstrukcijske karakteristike upotrebljavanih ribolovnih alata

Za potrebe ovog istraživanja ukupno su uzorkovana 1393 primjerka kneza korištenjem različitih ribolovnih alata i tehnika. Najveći dio uzorka, 621 primjerak (44,6%), prikupljen je pomoću obalne mreže potegače – migavice, za vrijeme obavljanja gospodarskog ribolova. Dio uzorka prikupljen je na službenim natjecanjima u sportskom ribolovu i u lovinama rekreacijskih ribolovaca, gdje je 467 primjeraka (33,5%) ulovljeno udičarskim alatima – povrazima. Naposljetku, 305 primjeraka (21,9%) uzorkovano je pomoću mrežnjaka, nadizne mreže posebno konstruirane za potrebe ovog istraživanja.

Obalna mreža potegača – migavica. Potegače su mreže kojima se okružuje određeni vodeni prostor (morska površina), a zatim se pomoću užadi pričvršćene na krajeve mreže potežu na obalu ili na plovilo u mirovanju. Migavica je obalna potegača koja se sastoji od krila, grla i vreće te pripadajućeg armiranja (užad, sredstva plivanja i opterećenja, itd) (Slika 2.2.1.). Krila su najduži dio mreže, imaju oblik izduženog pravokutnika ili trapeza, a svrha im je usmjeravanja ribe u grlo i vreću. Grlo predstavlja dio mreže između krila i vreće, a služi za sakupljanje objekta ulova. Završava vrećom u kojoj se zadržava ulov. Gornji dio krila pričvršćen je na plutnju (uže na kojem su nanizani plovci), a donji dio krila na olovnju (uže na kojem su nanizane olovnice), čime se osigurava vertikalni otvor mreže u moru. Mreža se topi u more iz plovila na određenoj udaljenosti od obale i nakon toga pomoću užadi pričvršćene na krajeve krila vuče prema obali, ili na plovilo vezano uz obalu. Pri potezanju olovnja mreže struže po dnu, a krila se protežu od dna do površine. Budući da pri ribolovu mreža struže po dnu, može se potezati samo na položajima gdje su dna čista, bez prepreka (iznimka su pelagičke potegače) (Cetinić & Swiniarski 1985).

U ovom istraživanju korištena je obalna mreža potegača – migavica ukupne duljine 250 m, s visinom grla od 15 m i visinom na krajevima krila od 1 m. Duljina stranice oka u vreći mreže iznosila je zakonski propisanih 12 mm.



Slika 2.2.1. Obalna mreža potegača – migavica (izvor fotografija: Frane Škeljo)

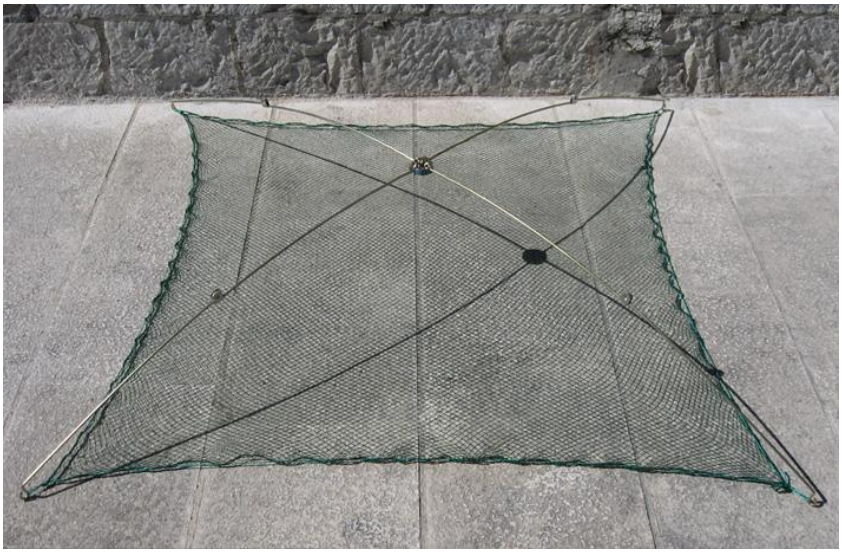
Udičarski ribolovni alati – povrazi. Povrazi su udičarski ribolovni alati koji se najviše upotrebljavaju u sportskom i rekreacijskom ribolovu. Iako se konstrukcije mogu donekle razlikovati, povraze korištene za potrebe ovog istraživanja svrstavamo u grupu kančanica (Cetinić & Swiniarski 1985; Cetinić & Milišić 1987). Obično se sastoje od osnovne uzice i predveza, na koji se nadovezuju pioke na kojima su privezane udice. Predvez se s uzicom najčešće spaja pomoću vrtuljka. Kako bi brže potonula na dno, kančenica se na donjem kraju opterećuje olovnicom čija težina ovisi o dubini na kojoj se lovi. Danas se u sportskom ribolovu lov povrazima prakticira gotovo isključivo pomoću štapa, kako s obale tako i s plovila, što je bio slučaj i tijekom ovog istraživanja (Slika 2.2.2.).



Slika 2.2.2. Udičarski ribolovni alati – povrazi; lov s obale pomoću štapa (izvor fotografije: Jure Brčić)

Mrežnjak. Mrežnjak je nadizni ribolovni alat vrlo jednostavne konstrukcije, sačinjava ga vrećasto skrojena mreža razapeta na okrugli ili kvadratni metalni obruč (Slika 2.2.3.). Za obruč su pričvršćene 3-4 uzde dužine 1-2 m, koje se na svojim suprotnim krajevima spajaju i privezuju za jedno deblje uže kojim se mrežnjak spušta i diže iz mora. Riba se primamljuje mekom, a kada je se skupi dovoljna količina mrežnjak se naglim povlačenjem užeta podiže na plovilo ili obalu (Cetinić & Swiniarski 1985).

Za potrebe uzorkovanja kneza upotrijebljen je posebno konstruirani mrežnjak s metalnim obručem promjera 1,5 m, na koji je razapet mrežni teg čija duljine stranice oka iznosi 5 mm. Ribolov se obavljao tako da se mrežnjak spuštao iz plovila na morsko dno, a riba se u njega primamljivala mekom od zdrobljenih morskih ježinaca.



Slika 2.2.3. Mrežnjak (izvor fotografije: Frane Škeljo)

2.3. Obrada uzoraka

Prikupljeni mjesečni uzorci kneza obrađeni su u laboratoriju u svježem stanju, gdje je svim jedinkama izmjerena ukupna dužina tijela s točnošću od 1 mm, te masa tijela s točnošću od 0,1 g. Probavilo je izolirano i pohranjeno za daljnju analizu u 4%-tnoj otopini formaldehida, kako bi se zaustavili procesi razgradnje hrane. Parovi sagitalnih otolita odstranjeni su kirurškom metodom, očišćeni i pohranjeni u male plastične epruvete s fiziološkom otopinom. Masa gonada izvagana je s točnošću 0,01 g, a spol i stadiji razvoja određeni su makroskopski na temelju izgleda i relativne veličine gonada, prema kriterijima koje je predložio Laevastu (1965). Ukoliko se spol nije mogao odrediti makroskopski, razmaz uzorka tkiva gonada analiziran je pod mikroskopom pri povećanju 10 – 100×.

Obojanost tijela opisana je kao početna, prijelazna ili završna, prema kriterijima koje navode Bacci & Razzauti (1957), Bentivegna i sur. (1985), te Alonso-Fernández i sur. (2011). Za početnu obojanost karakteristični su smeđi do crveno-smeđi leđni dio i bijeli trbušni dio tijela, sa žutom prugom na boku (Slika 2.3.1.A). Prijelazna obojanost ima nekoliko različitih faza, za koje je karakteristična pojava smeđe valovite pruge na boku, nestajanje žute pruge, te u posljednjoj fazi pojava crne mrlje na leđnoj peraji i na boku pored prsnih peraja (Slika 2.3.1.B i C). U završnoj fazi leđa su maslinasto-zelena do modrikasta, na boku postoji karakteristična narančasta valovita pruga, a na početku leđne peraje i pored prsnih peraja izražena crna mrlja (Slika 2.3.1.D).

Na temelju analize gonada i obojanosti tijela, jedinke su podijeljene na primarne mužjake, sekundarne mužjake, ženke i prijelazne oblike, prema kriterijima koje navode Reinboth (1975), Bentivegna i sur. (1985) i Brusle (1987). Ženke su jedinke s funkcionalnim ovarijima (uvijek s početnom bojom tijela), primarni mužjaci su jedinke s funkcionalnim testisima i početnom bojom tijela, dok su sekundarni mužjaci jedinke s funkcionalnim testisima i završnom bojom tijela. Prijelazni oblici su oni kod kojih gonade prolaze proces izmjene spola, no budući da se ove promjene mogu uočiti samo histološkom analizom, većina primjeraka je klasificirana kao prijelazna na temelju prijelazne boje tijela, budući da je povezanost promjena na gonadama i promjene obojanosti potvrdilo više autora (Bentivegna i sur. 1985; Lejeune, 1987; Reinboth & Brusle-Sicard 1997).



Slika 2.3.1. Obojanost tijela kneza: A – početna, B i C – prijelazna, D – završna (izvor fotografija: www.google.com)

Za potrebe biometrijske analize na poduzorku od 300 primjeraka kneza je pored navedene procedure prebrojano i 7 merističkih značajki, te izmjereno 17 morfometrijskih mjera pomoću digitalne pomične mjerke, s točnošću 0,1 mm.

Za analizu fekunditeta poduzorku od 83 spolno zrele ženke izolirane su gonade i pohranjene u 4%-tnoj otopini formaldehida.

Za histološku analizu gonada poduzorku od 20 jedinki u različitim stadijima spolne zrelosti izoliran je uzorak tkiva gonada (za izradu histoloških preparata) i odmah fiksiran u Davidsonovoj otopini (Shaw & Battle 1957) radi sprječavanja destruktivnih procesa autolize stanica.

Dobiveni podaci pohranjeni su u obliku Excel datoteka, a sve statističke analize obavljene su u programima za statističku obradu podataka STATISTICA 8 i PRIMER 6. Za potrebe parametarskih analiza (t-test, ANOVA, ANCOVA) tip distribucije podataka prethodno je ispitan pomoću Kolmogorov-Smirnov testa normalnosti distribucije, a homogenost varijance pomoću Levenovog testa. Podaci su po potrebi log-transformirani kako

bi se zadovoljili uvjeti normalne distribucije i homogenosti varijance. Rezultati analiza smatrali su se statistički značajnima ako je vjerojatnost nul-hipoteze $P < 0,05$.

Korišteni modeli regresije (linearni i različiti nelinearni modeli) određeni su metodom najmanjeg kvadriranog odstupanja pomoću Levenberg-Marquardt algoritma (Levenberg, 1944; Marquardt, 1963), u programu STATISTICA 8. U rezultatima su uz srednje vrijednosti svih analiziranih podataka (X_{sr}), navedene i vrijednosti standardne devijacije (SD), u obliku $X_{sr} \pm SD$.

2.4. Dužinsko-maseni odnos

Za izračun dužinsko-masenog odnosa svim jedinkama kneza prikupljenim tijekom ovog istraživanja izmjerena je ukupna dužina tijela (LT) s točnošću 1 mm, te masa (W) s točnošću 0,1 g. Dužinsko-maseni odnos opisan je pomoću eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a\,LT^{b},$$

gdje je:
W – masa tijela (g),
LT – ukupna dužina tijela (cm),
a i b – koeficijenti.

U ovom odnosu, vrijednost koeficijenta b veća od 3,0 ($b > 3$) označava pozitivnu alometriju (riba raste brže u masu nego u dužinu), a manja od 3,0 ($b < 3$) negativnu alometriju (riba raste brže u dužinu nego u masu). Ako koeficijent b iznosi 3,0 ($b = 3,0$) odnos je izometrijski, odnosno riba raste razmjerno jednako i u dužinu i u masu, zadržavajući svoj uobičajeni oblik (Ricker, 1975).

Koeficijenti a i b određeni su korištenjem metode najmanjeg kvadriranog odstupanja na log-transformiranim podacima za ukupnu dužinu i masu kneza. Kako bismo utvrdili da li se vrijednosti koeficijenta b statistički značajno razlikuju od izometrijske vrijednosti ($b = 3,0$), upotrijebljen je t-test. Razlike u vrijednostima koeficijenta b između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki, te među pojedinim mjesecima u godini, ispitane su analizom varijance (ANOVA) i Tukeyevim post-hoc testom.

2.5. Indeks kondicije

Indeks kondicije proizlazi iz dužinsko-masenog odnosa, a njegove promjene ukazuju na određena fiziološka stanja ribe. Indeks kondicije kneza analiziran je na svim jedinkama prikupljenim tijekom ovog istraživanja, a izračunat je pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta (Ricker, 1975):

$$IK = 100\ W\ LT^{-3},$$

gdje je:
IK – indeks kondicije,
W – masa tijela (g),
LT – ukupna dužina tijela (cm).

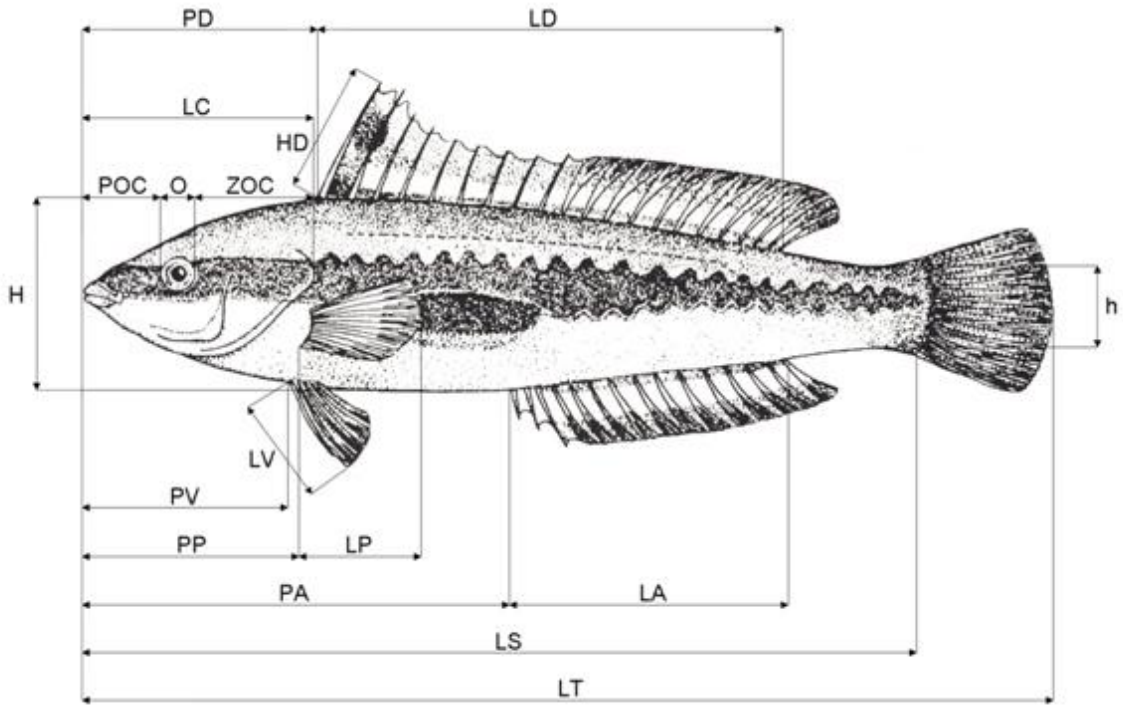
Razlike u vrijednostima indeksa kondicije između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki, te među pojedinim mjesecima u godini, ispitane su analizom varijance (ANOVA) i Tukeyevim post-hoc testom.

2.6. Biometrija i relativni rast

Biometrijske značajke i relativni rast kneza određeni su na uzorku od 300 primjeraka prikupljenih na području srednjeg istočnog Jadrana. Za analizu su upotrijebljeni isključivo svježi primjerci na kojima je određeno 17 morfometrijskih i 7 merističkih značajki. Ukupna i standardna dužina tijela određene su s točnošću 1 mm, a sve ostale morfometrijske mjere pomoću digitalne pomične mjerke s točnošću 0,1 mm. Izmjerene su sljedeće morfometrijske značajke (Slika 2.6.1.):

1. ukupna dužina tijela (LT) ;
2. standardna dužina tijela (LS) ;
3. dužina glave (LC) ;
4. dužina osnovice podrepne peraje (LA) ;
5. dužina osnovice leđne peraje (LD) ;
6. dužina trbušnih peraja (LV) ;

7. dužina prsnih peraja (LP) ;
8. predpodrepna udaljenost (PA) ;
9. predleđna udaljenost (PD) ;
10. predtrbušna udaljenost (PV) ;
11. predprsna udaljenost (PP) ;
12. najveća visina tijela (H) ;
13. najmanja visina tijela (h) ;
14. najveća visina leđne peraje (HD) ;
15. predočna udaljenost (POC) ;
16. promjer oka (O) ;
17. zaočna udaljenost (ZOC).



Slika 2.6.1. Shematski prikaz kneza s označenim mjerenim morfometrijskim značajkama (objašnjenje skraćenica nalazi se u tekstu).

Sve morfometrijske mjere tijela uspoređene su s odgovarajućom većom veličinom tijela radi dobivanja relativnih odnosa izraženih u postocima. Standardna dužina tijela izražena je kao postotak ukupne dužine tijela, najmanja visina tijela kao postotak najveće visine tijela, morfometrijske mjere na glavi izražene su kao postotak dužine glave, dok su sve ostale mjere izražene kao postotak standardne dužine tijela.

Od merističkih značajki određeni su:

1. broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje (A);
2. broj nečlankovitih i člankovitih šipčica leđne peraje (D);
3. broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (V);
4. broj člankovitih šipčica prsnih peraja (P);
5. broj trupnih i repnih kralješaka (Vert);
6. broj škržnih nastavaka prvog škržnog luka (Brsp);
7. broj ljusaka u bočnoj pruzi (Llat).

Dobivenim podacima određen je raspon vrijednosti, aritmetička sredina (X_{sr}), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijabilnosti (V).

Razlike u morfometrijskim mjerama između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki ispitane su analizom kovarijance (ANCOVA) koja uspoređuje nagibe regresijskih pravaca morfometrijskih odnosa (Zar, 1984). Kako bi se eliminirao utjecaj veličine tijela na razlike pojedinih morfometrijskih značajki između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki, kao kovarijanca korištena je standardna dužina tijela.

Razlike u merističkim značajkama među navedenim spolnim kategorijama ispitane su analizom varijance (ANOVA) i Tukeyevim post-hoc testom.

Za analizu relativnog rasta svi obrađeni morfometrijski omjeri (LS/LT; LC/LS; PA/LS; PD/LS; PV/LS; PP/LS; LA/LS; LD/LS; LV/LS; LP/LS; H/LS; h/LS; HD/LS; POC/LC; O/LC i ZOC/LC) ispitani su u ovisnosti o ukupnoj dužini tijela. Veza je opisana pomoću linearne regresije u obliku jednadžbe $Y = a + bX$, gdje je ukupna dužina tijela neovisna varijabla (X), a morfometrijski omjer ovisna varijabla (Y). Ukoliko je vrijednost koeficijenta $b \neq 0$, analizirani morfometrijski omjer mijenja se s dužinom ribe (raste ako je $b > 0$, odnosno smanjuje sa ako je $b < 0$). Pomoću t-testa analizirano je da li se vrijednost koeficijenta b statistički značajno razlikuje od nule.

2.7. Ishrana

Ishrana kneza određena je kvalitativno – kvantitativnom analizom sastava hrane u konzerviranim probavilima. Od studenog 2008. do listopada 2009. godine izolirano je probavilo sa sadržajem kod 647 jedinki, a potom pohranjeno u 4%-tnoj otopini formaldehida. U laboratoriju, nakon otvaranja želudaca, svaki dio pronađene vrste ili skupine plijena prenesen je na suhi filter papir kako bi se odstranio višak tekućine. Pronađeni ostaci organizama su determinirani uz pomoć stereomikroskopa Olympus SZX10 do najniže moguće taksonomske kategorije s obzirom na stanje pronađenih ostataka, da bi se potom odredili broj jedinki i masa (s točnošću od 0,01 g) svih pronađenih organizama.
Za opisivanje ishrane kneza i kvantitativnu procjenu osnovnih kategorija hrane izračunati su sljedeći hranidbeni indeksi (Hureau, 1970; Berg, 1979; Rossechi & Nouaze 1987):

1. postotak učestalosti pojavljivanja (%F): omjer broja probavila koja su sadržavala određeni plijen (n) i broja ukupno analiziranih probavila u kojima je pronađena hrana (N):

$$\%F = (n / N) * 100;$$

2. postotak brojnosti (%N): odnos broja jedinki određene taksonomske skupine plijena (n_p) i ukupnog broja jedinki svih pronađenih skupina plijena (N_p):

$$\%N = (n_p / N_p) * 100;$$

3. postotak mase (%W): odnos ukupne mase jedinki određene taksonomske skupine (w_p) i ukupne mase jedinki svih pronađenih skupina (W_p):

$$\%W = (w_p / W_p) * 100.$$

Za analizu selektivnosti ishrane i lakše usporedbe razlika u sastavu hrane s obzirom na različite dužinske kategorije kneza i godišnja razdoblja, izračunati su i sljedeći koeficijenti proizašli iz ranije navedenih hranidbenih indeksa:

1. koeficijent relativnog značaja (IRI) (Pinkas i sur. 1971):

$$IRI = (\%N + \%W) * \%F;$$

2. koeficijent osnovnih tipova hrane (MFI) (Zander, 1982):

$$MFI = [(\%N + \%F) / 2] * \%W,$$

prema kojem postoje 4 različita tipa hrane:

- neophodna hrana (MFI > 75),
- glavna hrana (MFI = 52 – 75),
- dodatna (sekundarna) hrana (MFI = 26 – 51) i
- slučajna (sporedna) hrana (MFI < 26);

3. koeficijent hranjivosti (Q) (Hureau, 1970):

$$Q = \%N * \%W,$$

prema kojem se hrana pronađena u analiziranim probavilima može svrstati u 3 skupine:

- glavna hrana (Q > 200; teoretski najviše 10000),
- dodatna (sekundarna) hrana (Q = 20 – 200) i
- slučajna (sporedna) hrana (Q < 20; obično između 0 i 10).

Za analizu hranidbenih aktivnosti tijekom različitih godišnjih razdoblja korišteni su sljedeći koeficijenti:

4. koeficijent punoće probavila (%J_r) (Hureau, 1970):

$$\%J_r = (\text{masa probavljene hrane / masa ribe }) * 100;$$

5. udio praznih probavila (%V) (Hureau, 1970):

$$\%V = (E_r / N) * 100,$$

gdje je:
E_r – broj praznih probavila,
N – ukupan broj svih analiziranih probavila.

Kvalitativno-kvantitativni sastav hrane uspoređen je među pojedinim dužinskim kategorijama kneza, te među pojedinim sezonama, pomoću neparametarskih multivarijatnih metoda u programa za statističku obradu podataka PRIMER 5. Sličnost sastava hrane u želucima pojedinih primjeraka analizirana je pomoću Bray-Curtisovog koeficijenta sličnosti (Clarke & Warwick 1994), koji se za svaki par jedinki računa zasebno prema jednadžbi:

$$S_{jk} = 100\left\{1 - \frac{\sum_{i=1}^{p} |y_{ij} - y_{jk}|}{\sum_{i=1}^{p} (y_{ij} + y_{jk})}\right\},$$

gdje je:
S_{jk} – sličnost sastava hrane u želucima jedinki *j* i *k*,
y_{ij} – broj/masa primjeraka *i*-te vrste hrane u želucu jedinke *j* (i = 1, 2, ...,p; j = 1, 2, ...,n),
y_{ik} – broj/masa primjeraka *i*-te vrste hrane u želucu jedinke *k* (i = 1, 2, ...,p; j = 1, 2, ...,n).

Radi preglednosti rezultati su prikazani putem MDS-a (engl. 'Multi-Dimensional Scaling'), na kojemu je međusobna sličnost sastava hrane u želucima pojedinih jedinki prikazana pomoću udaljenosti – sličnije jedinke ucrtane su bliže, a što je sličnost manja jedinke su udaljenije na MDS prikazu. Statistička značajnost rezultata ispitana je pomoću

analize sličnosti (ANOSIM), koja kao rezultat daje R vrijednost. R se uglavnom kreće u granicama od 0 do 1, a govori nam kolika je razlika u kvalitativno-kvantitativnom sastavu hrane među pojedinim dužinskim kategorijama ili sezonama, pri čemu manja R vrijednost označava manju razliku.

2.8. Starost i rast

Starost i rast kneza u istočnom Jadranu analizirani su na uzorku od 1082 primjerka prikupljena mjesečnim uzorkovanjem tijekom jednogodišnjeg perioda, od studenog 2008. do listopada 2009. godine. Svim jedinkama sagitalni otoliti su odstranjeni, očišćeni i pohranjeni u male plastične epruvete s fiziološkom otopinom.
Prilikom opisivanja morfologije otolita, koristila se terminologija koju su predložili Tuset i sur. (2008).

Obrada otolita i očitavanje starosti. Iz svakog para nasumce je izabran jedan otolit te mu je konveksna strana obrušena u vodi pomoću finog brusnog papira. Obrušeni otoliti fotografirani su na crnoj podlozi pod reflektirajućim svjetlom, korištenjem mikroskopske kamere Olympus DP25 postavljene na lupu Olympus SZX10, pri povećanju 3,75 ×. Otoliti koji su bili u potpunosti prozirni, slomljeni ili na kojima godišnji prstenovi nisu bili jasno uočljivi nisu upotrijebljeni za očitavanje starosti. Starost preostalih otolita s fotografija su neovisno očitavale dvije osobe, bez podataka o dužini tijela i spolu primjeraka kojima otoliti pripadaju. Za daljnju analizu starosti i rasta upotrijebljeni su samo oni otoliti kod kojih su se oba očitanja starosti potpuno podudarala, ukupno 691 primjerak.

Dnevni prstenovi. Za potrebe analize dnevnih prstenova prirasta upotrijebljen je poduzorak od 25 parova sagitalnih otolita. Konkavna strana otolita zalijepljena je na mikroskopsko predmetno staklo pomoću termoplastičnog ljepila Crystal Bond^{TM}, otopljenog na temperaturi od 110-130°C koristeći vruću ploču. Potom je otolit izbrušen i ispoliran s konveksne strane korištenjem finih brusnih papira gradacije 30, 12, i 5 μm. Tako pripremljeni otoliti fotografirani su pomoću mikroskopske kamere Olympus DP25 postavljene na svjetlosni mikroskop Olympus BX51, pri povećanju od 100 – 400×. Uočene hijaline i opake zone interpretirane su kao dnevni prstenovi prirasta, što je za pojedine vrste porodice Labridae dokazano metodom markiranja u kontroliranim uvjetima (Victor, 1982). Dnevni prstenovi

uspješno su izbrojani na 17 otolita (po jedan iz svakog para), počevši od jezgre prema rubu otolita. Usporedbom dnevnih i godišnjih prstenova prirasta ustanovljeno je da drugi godišnji opaki prsten približno odgovara prvoj godini starosti kneza (315,1 ± 27,8 dnevnih prstenova), što je uzeto u obzir prilikom određivanja starosti.

Marginalni prirast. Kako bi se potvrdilo stvaranje jednog hijalinog i jednog opakog prstena tijekom godine, analizirane su vrijednosti marginalnog prirasta po pojedinim mjesecima. Marginalni prirast određen je prema jednadžbi (Araújo & Martins 2007):

$$MP = (R_T - R_L) / (R_L - R_{L-1}),$$

gdje je:
MP – marginalni prirast,
R_T – radijus otolita,
R_L – radijus zadnjeg stvorenog prstena,
R_{L-1} – radijus pretposljednjeg stvorenog prstena.

Zahtjevani radijusi izmjereni su na najdužoj osi otolita, od jezgre do vanjskog ruba pretposljednjeg (R_{L-1}) i posljednjeg opakog prstena (R_L), te do samog ruba otolita (R_T). Mjerenje je izvršeno u programu OLYMPUS cell^A Imaging Software s točnošću 0,001 mm.

Parametri rasta. Rast kneza opisan je von Bertalanffyevim modelom pomoću jednadžbe (Beverton & Holt 1957):

$$LT = L_\infty [1 - e^{-k (t-to)}],$$

gdje je:
LT – ukupna dužina tijela pri starosti t,
L_∞ – asimptotska vrijednost dužine LT,
k – koeficijent rasta,
t_o – teoretska starost pri dužini LT = 0.

Von Bertalanffyevi parametri rasta dobiveni za mužjake i ženke uspoređeni su pomoću Hotelling T^2-testa (Bernard, 1981). Dugovječnost kneza, odnosno starost pri kojoj

ova vrsta dostiže 95% asimptotske vrijednosti dužine LT ($A_{0,95}$), određena je prema jednadžbi (Taylor, 1958):

$$A_{0,95} = t_o + 2,996 / k.$$

Morfometrija otolita. Morfometrijske mjere otolita izmjerene su na uzorku od 465 parova otolita. Odabrani otoliti su prije brušenja fotografirani pomoću mikroskopske kamere Olympus DP25 postavljene na lupu Olympus SZX10, te im je u programu OLYMPUS cell^A Imaging Software izmjerena dužina i širina s točnošću 0,001 mm. Dužina otolita je mjerena duž najduže osi, od prednjeg do stražnjeg dijela otolita, dok je širina mjerena uzduž osi okomite na dužinu otolita, koja pritom prolazi kroz njegovo središte. Debljina otolita izmjerena je digitalnom pomičnom mjerkom s točnošću 0,01 mm, dok je masa određena analitičkom vagom s točnošću 0,1 mg. Razlike u morfometrijskim mjerama lijevih i desnih otolita analizirane su t-testom za parove uzoraka, a razlike među spolovima analizirane su pomoću analize kovarijance (ANCOVA), uzevši ukupnu dužinu tijela kao kovarijancu.
Nakon što je svim otolitima određena starost brojanjem godišnjih prstenova, veza između starosti i morfometrijskih mjera (dužine, širine, debljine i mase) otolita opisana je pomoću nelinearne regresije jednadžbom oblika:

$$Y = a X^{b},$$

gdje je:
Y – morfometrijska mjera otolita,
X – starost,
a i b – parametri jednadžbe.

Ukupni uzorak za morfometrijsku analizu (465 otolita) podijeljen je na dva poduzorka – 60% uzorka (279 otolita) upotrijebljeno je kako bi se izračunale spomenute jednadžbe, na temelju kojih je procijenjena starost za preostalih 40% uzorka (186 otolita). Preciznost ovakve procjene starosti u odnosu na stvarne (očitane) vrijednosti analizirana je pomoću indeksa prosječne postotne pogreške (IAPE) (Beamish & Fournier 1981) i koeficijenta varijacije (CV) (Chang, 1982). Spomenuti indeksi izračunati su prema jednadžbama:

$$IAPE = 100 \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{|E_i - T_i|}{E_i + T_i},$$

$$CV = 100 \times \frac{1}{T_0} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(E_i - T_i)^2}{n-1}},$$

gdje je:

E_i – procijenjena starost ribe *i*,

T_i – očitana (stvarna) starost ribe *i*,

T_o – srednja vrijednost očitane (stvarne) starosti svih primjeraka u uzorku,

n – broj primjeraka u uzorku.

Starosne strukture procijenjenih i očitanih vrijednosti starosti uspoređene su Kolmogorov-Smirnov testom za dva uzorka kako bi se ispitalo da li se tipovi distribucije značajno razlikuju.

2.9. Razmnožavanje

Reproduktivni ciklus kneza u istočnom Jadranu opisan je na temelju analize gonada 1321 jedinke prikupljene mjesečnim uzorkovanjem tijekom jednogodišnjeg perioda, od studenog 2008. do listopada 2009. godine.

Razvoj gonada. Spol i stadiji razvoja gonada određeni su makroskopski za 1321 jedinku kneza na temelju izgleda i relativne veličine gonada, prema kriterijima koje je predložio Laevastu (1965) (Tablica 2.9.1.). Jedinkama kojima se spol nije mogao odrediti makroskopski, razmaz uzorka tkiva gonada analiziran je pod mikroskopom pri povećanju 10 – 100×.

Tablica 2.9.1. Stadiji razvoja gonada prema Laevastu (1965)

Stadiji	Ženke	Mužjaci
I	Ovariji izgledaju kao prozirne trake žute ili roze boje, a jaja nisu vidljiva golim okom.	Nepotpuno razvijeni testisi izgledaju kao tanke niti sa slabo razvijenim krvotokom.
II	Ovariji su još uvijek prozirni, no vidi se njihova prokrvljenost, a u ovoj su fazi često prekriveni masnim tkivom.	Tanki testisi gube prozirnost i postaju mutni.
III	Ovariji su žućkasto-narančaste boje i prekriveni mrežom kapilara. Jaja više nisu neprozirna i vide se golim okom unutar ovarija.	Testisi su povećani i sa završetkom ovog stadija boja im se mijenja od rozo-sive prema žućkastoj.
IV	Ovariji su žućkasto-narančaste boje te zauzimaju veliki dio trbušne šupljine. Jaja su potpuno vidljiva ispod ovojnice ovarija.	Testisi su žuto-bijele boje, a ako se razrežu iz njih curi mliječ.
V	Laganim pritiskom na trbušnu šupljinu izlaze zrela jaja koja su potpuno prozirna.	Laganim se pritiskom na trbušnu šupljinu istiskuje zrela, bijela mliječ.
VI	Ovariji su mlohavi i smanjeni, a njihova crvena boja je posljedica pucanja folikula koji oštećuju kapilare.	Testisi su znatno smanjeni, a izgledaju poput bijelih traka.
VII	Završetak mrijesta: gonade su djelomično ispražnjene, ali još sadrže zrela jaja i mliječ koji cure uslijed nešto jačeg pritiska na trbušnu stranu tijela.	

Period mrijesta određen je na temelju učestalosti pojavljivanja spolno zrelih jedinki u pojedinim mjesecima, te analizom gonadosomatskog indeksa i njegovih promjena tijekom godine. Gonadosomatski indeks određen je pomoću jednadžbe:

$$GSI = (W_g / W) * 100,$$

gdje je:

GSI – gonadosomatski indeks,

W_g – masa gonada,

W – masa tijela.

Razlike u vrijednostima gonadosomatskog indeksa među pojedinim mjesecima u godini, te među različitim stadijima razvoja gonada, ispitane su pomoću analize varijance (ANOVA) zasebno za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke.

Spolno sazrijevanje. Dužina i starost spolnog sazrijevanja primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki kneza određeni su na uzorku od 508 primjeraka prikupljenih u periodu izrazitog mrijesta, odnosno u svibnju, lipnju, srpnju i kolovozu. Odnos između udjela spolno zrelih primjeraka i ukupne dužine tijela opisan je logističkim modelom prema jednadžbi:

$$Y = 1/(1 + \exp(a-b*X))$$

gdje je:
Y – udio zrelih jedinki u odnosu na ukupnu dužinu tijela,
X – ukupna dužina tijela (LT),
a i b – parametri logističke jednadžbe.

Na temelju parametara a i b logističke jednadžbe određene su dužine pri kojima je 25% ($LT_{25\%}$), 50% ($LT_{50\%}$) i 75% ($LT_{75\%}$) jedinki spolno zrelo:

$$LT_{25\%} = (a - \ln 3) / b,$$
$$LT_{50\%} = a / b,$$
$$LT_{75\%} = (a + \ln 3) / b.$$

Starost spolnog sazrijevanja analizirana je na isti način kao dužina spolnog sazrijevanja, s tim da je u logističkoj jednadžbi umjesto ukupne dužine tijela u cm (LT) unesena starost u godinama (t).

Fekunditet. Za analizu fekunditeta korišten je poduzorak od 83 spolno zrele ženke kojima su gonade izolirane i pohranjene u 4%-tnoj otopini formaldehida. Od svakog ovarija uzeta su tri poduzorka približne mase 0,03 g (s prednjeg, srednjeg i stražnjeg dijela ovarija), te je u svakom pomoću lupe određen broj oocita. Fekunditet kneza određen je pomoću jednadžbe:

$$F = (W_{ov} / W_u) * N_u,$$

gdje je:
F – fekunditet,
W_{ov} – masa ovarija,
W_u – masa odabranog uzorka ovarija,
N_u – broj oocita u odabranom uzorku ovarija.

Veza fekunditeta sa masom gonada i gonadosomatskim indeksom opisana je linearnom regresijom, a povezanost fekunditeta s ukupnom dužinom tijela, masom tijela i starosti kneza pomoću nelinearne regresije.

Histološka analiza gonada. Za izradu histoloških preparata gonada kneza korištena je rutinska parafinska tehnika. Uzorak tkiva gonade veličine 0,5 cm^3 je izoliran od svježih jedinki u svim stadijima spolne zrelosti i odmah fiksiran u Davidsonovoj otopini (Shaw & Battle 1957) radi sprječavanja destruktivnih procesa autolize stanica.

Nakon 48 sati, uzorci su prebačeni u 70%-tnu otopinu etanola čime je započeo proces dehidratacije kojim se voda uklanja iz fiksiranog uzorka i to postupnim prebacivanjem uzorka kroz rastuće koncentracije etanola svaka 24 sata (70% → 80% → 90% → 100%). Nakon dehidratacije, obavljeno je tzv. prosvjetljivanje tkiva na način da su uzorci tkiva prebačeni u kloroform koji služi kao otapalo za parafin. Nakon prosvjetljivanja tkiva slijedio je proces uklapanja uzoraka u kojem se kloroform u tkivu postupno zamijenio parafinom. Uklapanje uzoraka u 4 parafinske kupke, svaka u trajanju od 1 sata, se provodilo u parafinskoj peći na temperaturi od 50-60°C. Uklapanjem dobiveni parafinski blokovi s uzorkom tkiva su se potom izrezali na rotacijskom mikrotomu Leica RM2155 na tanke rezove debljine 5 μm, izravnali u toploj vodenoj kupelji i zalijepili na predmetno stakalce. Nakon sušenja uzoraka, uslijedilo je deparafiniranje ksilolom, rehidratacija tkiva te bojanje bazično-kiselim bojama hematoksilinom i eozinom. Ovako obojani preparati, prekriveni kanada balzamom i pokrovnim stakalcem, su se osušili na sobnoj temperaturi, nakon čega su promatrani pod povećanjem od 40, 100, 200 i 400× mikroskopom Olympus BX51.

Za identificiranje i opisivanje pojedinih stadija razvoja gonada kneza korištena je terminologija prema Wallace & Selman (1981) za ženke te Grier (1981) za mužjake. Histološki preparati ovarija su fotografirani uz pomoć mikroskopske kamere Olympus DP25 postavljene na mikroskop Olympus BX51.

2.10. Smrtnost

Smrtnost kneza u istočnom Jadranu određena je na temelju uzorka koji se koristio za određivanje parametara starosti i rasta, odnosno na 691 primjerku kojima je uspješno određena starost. Budući da je knez protoginični hermafrodit smrtnost nije određena odvojeno za oba spola, već samo za ukupan uzorak.

Koeficijent ukupne smrtnosti (Z) kneza određen je metodom linearizirane krivulje ulova (engl. 'linearized catch curve') s konstantnim vremenskim intervalima. Krivulja ulova prikazuje broj ulovljenih primjeraka (log-transformirane vrijednosti) po pojedinim godišnjim klasama (starost svakog primjerka određena je očitavanjem otolita). Linearizirani dio krivulje predstavlja broj ulovljenih primjeraka u godišnjim klasama koje su pod punom ribolovnom eksploatacijom, a nagib tako dobivenog regresijskog pravca predstavlja vrijednost koeficijenta ukupne smrtnosti (Z) (Sparre & Venema 1998).

Koeficijent prirodne smrtnosti (M) procijenjen je pomoću Paulyeve empirijske jednadžbe (Pauly, 1980):

$$\ln M = - 0{,}0152 - 0{,}279 * \ln L_{\infty} + 0{,}6543 * \ln K + 0{,}463 * \ln T,$$

gdje je:
M – koeficijent prirodne smrtnosti,
L_{∞} – asimptotska dužina iz von Bertalanffyeve jednadžbe rasta,
k – koeficijent rasta iz von Bertalanffyeve jednadžbe rasta,
T – srednja godišnja temperatura u °C na području istraživanja za dubine od 0 do 35 m.

Koeficijent ribolovne smrtnosti (F) određen je iz vrijednosti koeficijenata ukupne (Z) i prirodne (M) smrtnosti prema jednadžbi:

$$F = Z – M.$$

Eksploatacijski omjer (E) određen je na temelju vrijednosti koeficijenata ribolovne (F) i ukupne (Z) smrtnosti prema jednadžbi:

$$E = F / Z.$$

2.11. Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu

Gospodarski ribolov. Kako bi se ispitala zastupljenost i ribarstvene značajke kneza u gospodarskom ribolovu, analizirane su lovine obalne mreže potegače – migavice, u periodu od studenog 2008. do listopada 2009. godine. Uzorkovanja su se obavljala jednom mjesečno, pri čemu je izvršena kvalitativno-kvantitativna analiza ukupnog ulova. Svim ulovljenim primjercima kneza određena je duljina s točnošću 1 mm i masa tijela s točnošću 1 g.

Na temelju prikupljenih podataka analizirana je zastupljenost kneza u ukupnom ulovu tijekom godine, kao i količina ulova kneza po jedinici ribolovnog napora (odnosno ulov po jednom potegu mrežom). Ribarstveni značaj ispitan je i na temelju prakse ribara pri sortiranju kneza u lovinama, odnosno ovisno o tome zadržavaju li ga za prodaju i/ili osobnu upotrebu, ili ga bacaju natrag u more kao prilov.

Sportski ribolov. Ribarstvene značajke kneza u sportskom ribolovu ispitane su analizom lovina na službenim natjecanjima u udičarenju, u periodu od svibnja 2005. do studenog 2011. (s izuzetkom 2010. godine). Područja uzorkovanja, odnosno područja na kojima su se odvijala natjecanja, prikazana su na slici 2.11.1. Ukupno, kvalitativno-kvantitativna analiza ulova izvršena je tijekom 22 natjecanja u udičarenju s obale, te 19 natjecanja u udičarenju iz brodice. Svim ulovljenim primjercima kneza određena je duljina s točnošću 1 mm i masa tijela s točnošću 1 g, osim u slučajevima izrazito velikih ulova kada je uziman odgovarajući poduzorak (100 – 300 primjeraka).

Na temelju prikupljenih podataka analizirana je zastupljenost kneza u ukupnom ulovu tijekom natjecanja u ribolovu s obale i iz brodice, kao i količina ulova kneza po jedinici ribolovnog napora (odnosno ulov po natjecatelju po satu).



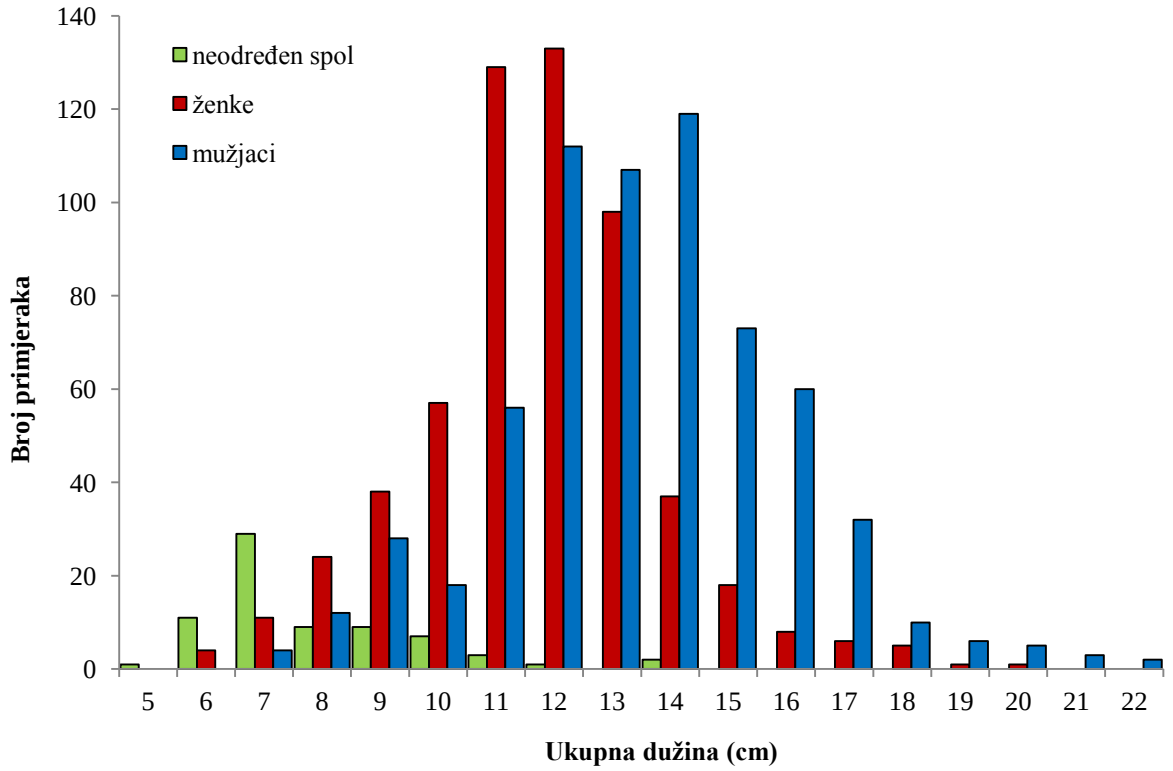
Slika 2.11.1. Područja odvijanja analiziranih natjecanja u udičarskom sportskom ribolovu od svibnja 2005. do studenog 2011. godine

3. REZULTATI

3.1. Analiza sastava populacije kneza u istočnom Jadranu

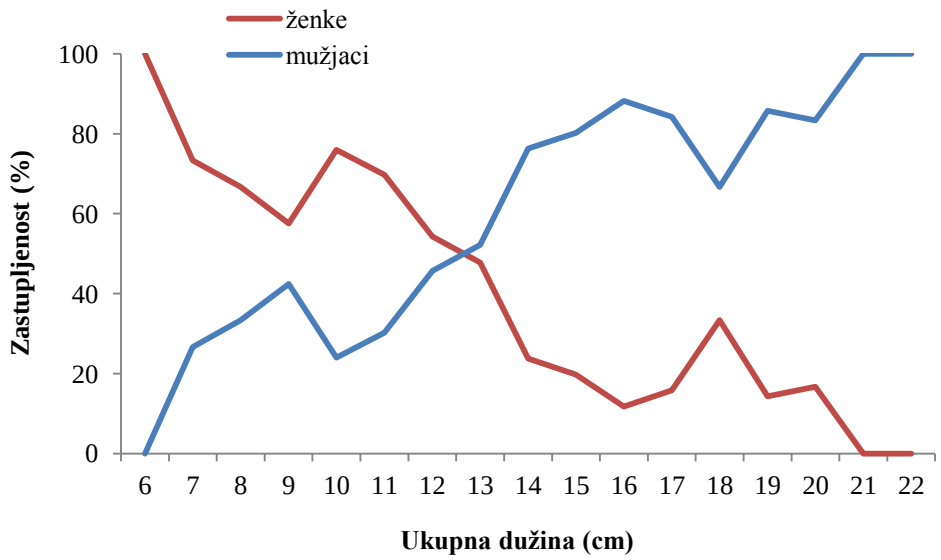
Tijekom jednogodišnjeg istraživanja populacije kneza u istočnom dijelu Jadrana analizirana su ukupno 1393 primjerka, od čega 647 mužjaka (46,4%), 570 ženki (40,9%), 104 jedinke u prijelaznom obliku (7,5%), te 72 jedinke neodređenog spola (5,2%). Raspon ukupne dužine tijela svih analiziranih primjeraka iznosio je od 4,8 do 22,2 cm (12,3 ± 2,55 cm), a mase od 0,9 do 104,4 g (18,8 ± 13,14 g).

Ukupna dužina tijela mužjaka iznosila je od 7,2 do 22,2 cm (13,4 ± 2,42 cm) s najvećim brojem primjeraka u razredu od 14 cm, ženki od 5,8 do 19,5 cm (11,6 ± 2,04 cm) s najvećim brojem primjeraka u razredu od 12 cm, te za jedinke neodređenog spola od 4,8 do 13,7 cm (7,9 ± 1,80 cm) s najvećim brojem primjeraka u razredu od 7 cm (Slika 3.1.1.). Dužinska raspodjela mužjaka i ženki statistički se značajno razlikuje (Kolmogorov-Smirnov test, $P < 0,001$), kao i srednja vrijednost ukupne dužine tijela, koja je značajno veća za mužjake nego za ženke (t-test, $P < 0,05$).



Slika 3.1.1. Dužinska raspodjela mužjaka (N = 647), ženki (N = 570) i jedinki neodređenog spola (N = 72) kneza u istočnom Jadranu

Omjer spolova u ukupnom analiziranom uzorku iznosio je 1:0,88, te se nije statistički značajno razlikovao od očekivanog omjera 1:1 (χ^2 = 2,44, P > 0,10). Omjer mužjaka i ženki analiziran je i s obzirom na ukupnu dužinu tijela, odnosno određen je za svaki dužinski razred. U razredima od 6 do 12 cm zabilježen je veći broj ženki, dok u razredima od 13 do 22 cm dominiraju mužjaci (Slika 3.1.2.). Ovakva dužinska raspodjela spolova je očekivana jer je knez protoginični hermafrodit, te kod svih ženki s vremenom dolazi do promjene spola. Omjer spolova značajno se razlikuje od 1:1 u razredima od 10 i 11 cm (u korist ženki), te u razredima od 14 do 17 cm (u korist mužjaka). Iako su u razredima manjim od 10 cm i većim od 17 cm razlike u broju mužjaka i ženki izražene, radi se o relativno malom broju primjeraka pa i razlike nisu statistički značajne (Tablica 3.1.1.).

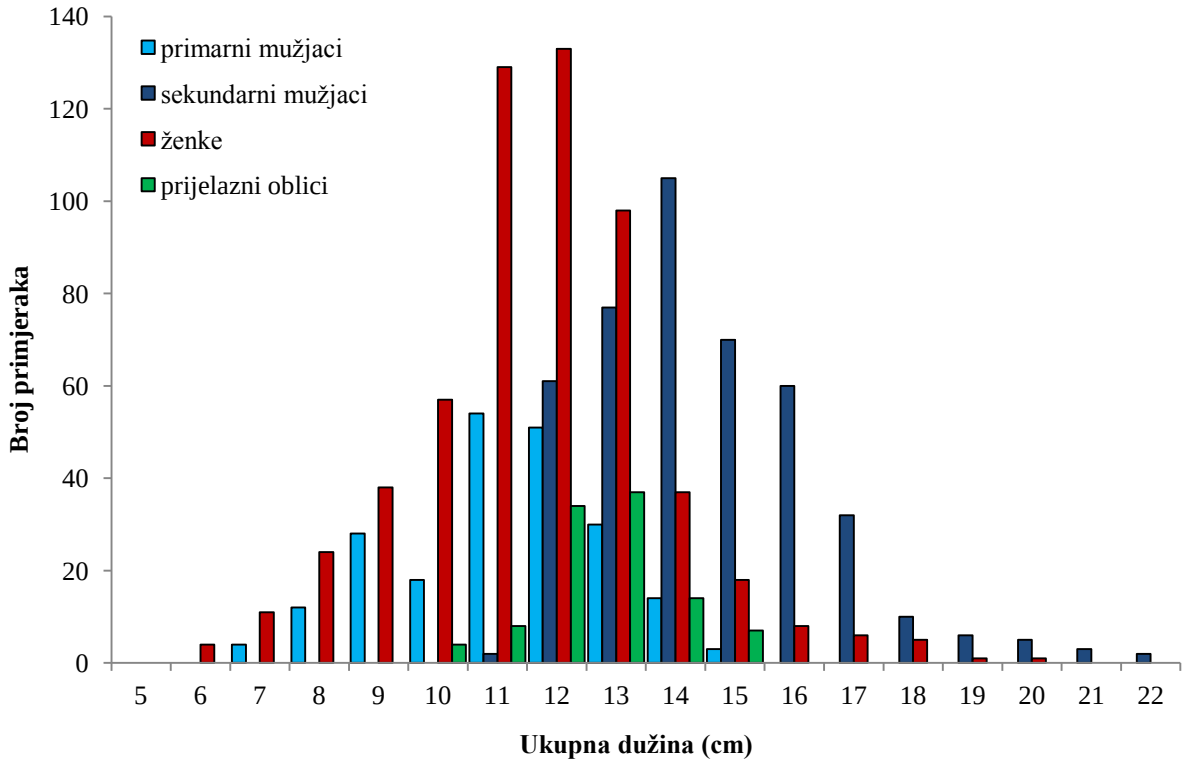


Slika 3.1.2. Postotna zastupljenost mužjaka i ženki kneza u pojedinim dužinskim razredima

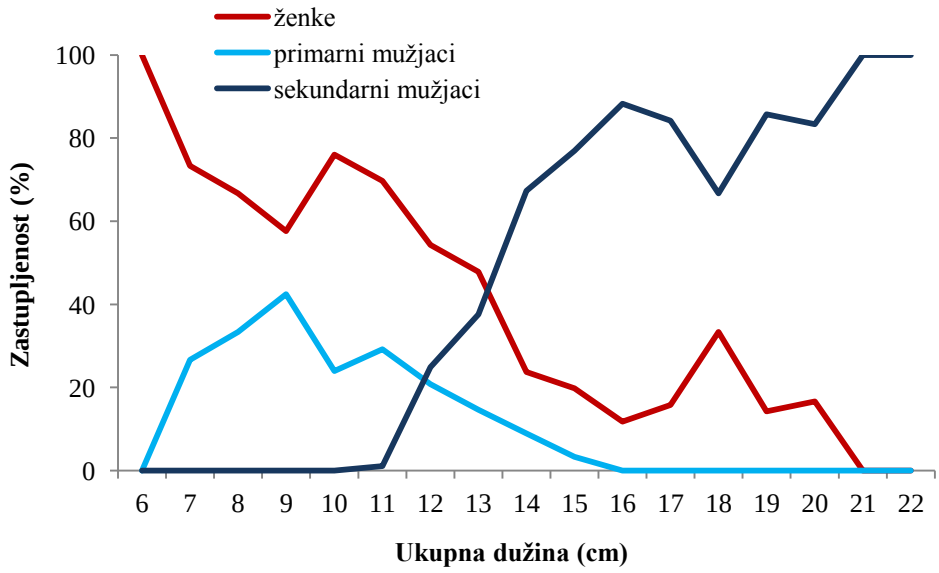
Tablica 3.1.1. Broj jedinki i postotni udio mužjaka i ženki kneza u pojedinim dužinskim razredima

Dužinski razred (cm)	mužjaci N (%)	ženke N (%)	χ^2	P
6	0 (0,0)	4 (100,0)	2,00	0,16
7	4 (26,7)	11 (73,3)	1,63	0,20
8	12 (33,3)	24 (66,7)	2,00	0,16
9	28 (42,4)	38 (57,6)	0,76	0,38
10	18 (24,0)	57 (76,0)	10,14	<0,0005
11	56 (30,3)	129 (69,7)	14,40	<0,0005
12	112 (45,7)	133 (54,3)	0,90	0,34
13	107 (52,2)	98 (47,8)	0,20	0,66
14	119 (76,3)	37 (23,7)	21,55	<0,0005
15	73 (80,2)	18 (19,8)	16,62	<0,0005
16	60 (88,2)	8 (11,8)	19,88	<0,0005
17	32 (84,2)	6 (15,8)	8,89	<0,0005
18	10 (66,7)	5 (33,3)	0,83	0,36
19	6 (85,7)	1 (14,3)	1,79	0,18
20	5 (83,3)	1 (16,7)	1,33	0,25
21	3 (100,0)	0 (0,0)	1,50	0,22
22	2 (100,0)	0 (0,0)	1,00	0,32
Ukupno	647 (53,2)	570 (46,8)	2,44	0,12

Od ukupno 647 mužjaka kneza zabilježenih u ovom istraživanju, 214 (33,1%) su primarni mužjaci, a 433 (66,9%) sekundarni mužjaci. Uzevši u obzir ovu podjelu, udjeli u ukupnom uzorku su sljedeći: 214 primarnih mužjaka (15,3%), 433 sekundarna mužjaka (31,1%), 570 ženki (40,9%), 104 jedinke u prijelaznom obliku (7,5%), te 72 jedinke neodređenog spola (5,2%). Ukupna dužina tijela primarnih mužjaka iznosila je od 7,2 do 15,3 cm (11,1 ± 1,72 cm) s najvećim brojem primjeraka u razredu od 11 cm, sekundarnih mužjaka od 11,3 do 22,2 cm (14,4 ± 1,91 cm) s najvećim brojem primjeraka u razredu od 14 cm. Ukupna dužina tijela primjeraka u prijelaznom obliku, odnosno primjeraka koji su u fazi preobrazbe iz primarnih mužjaka ili ženki u sekundarne mužjake, iznosila je od 9,8 do 15,1 cm (12,6 ± 1,14 cm) s najvećim brojem primjeraka u razredu od 13 cm (Slika 3.1.3.). U razredima iznad 16 cm gotovo svi primjerci su sekundarni mužjaci, odnosno kod svih primarnih mužjaka došlo je do promjene obojanosti, a kod gotovo svih ženki do promjene obojanosti i spola (Slika 3.1.4.).



Slika 3.1.3. Dužinska raspodjela primarnih mužjaka (N = 214), sekundarnih mužjaka (N = 433), ženki (N = 570) i prijelaznih oblika (N = 104) kneza u istočnom Jadranu



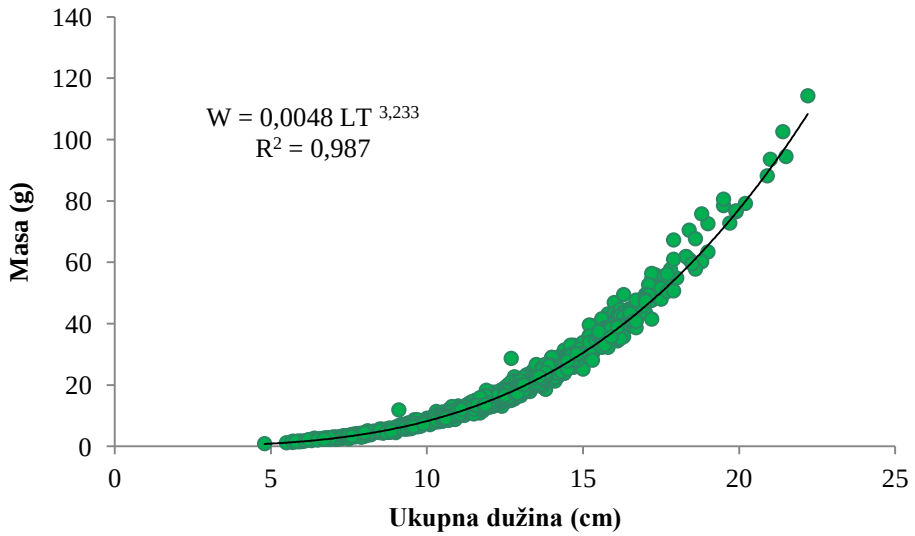
Slika 3.1.4. Zastupljenost primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki kneza u pojedinim dužinskim razredima

3.2. Dužinsko – maseni odnos

Dužinsko – maseni odnos kneza određen je na temelju 1393 analizirana primjerka, od čega 214 primarnih mužjaka, 433 sekundarna mužjaka, 570 ženki, 104 jedinke u prijelaznom obliku, te 72 jedinke neodređenog spola. Dužinsko – maseni odnos za ukupni uzorak može se izraziti jednadžbom:

$$W = 0{,}0048\ LT^{3{,}233},\ R^2 = 0{,}987$$ (Slika 3.2.1.).

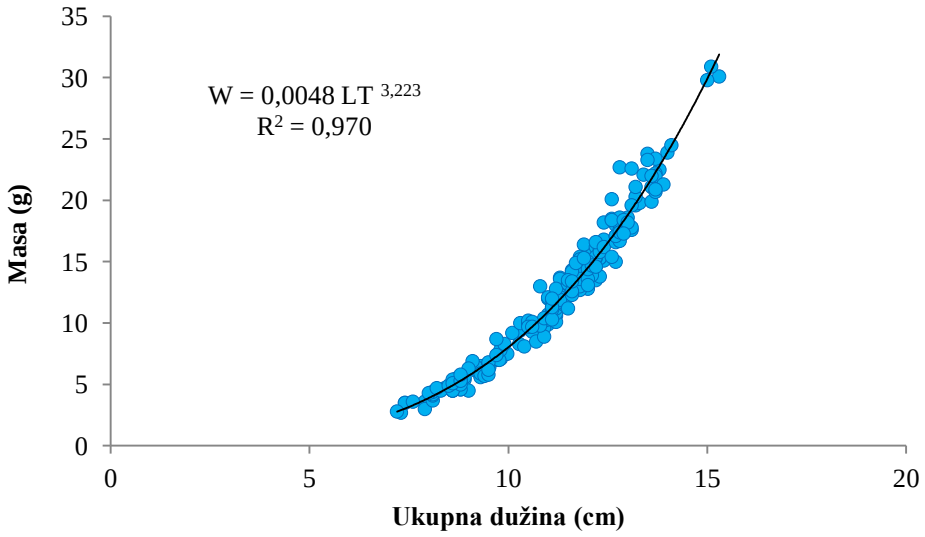
Vrijednost koeficijenta b statistički je značajno veća od 3,0 (t-test, $P < 0{,}05$), odnosno dužinsko – maseni rast kneza je pozitivno alometrijski.



Slika 3.2.1. Dužinsko – maseni odnos ukupnog uzorka kneza (N = 1393)

Dužinsko – maseni odnos primarnih mužjaka određen je na temelju 214 primjeraka i može se izraziti jednadžbom:

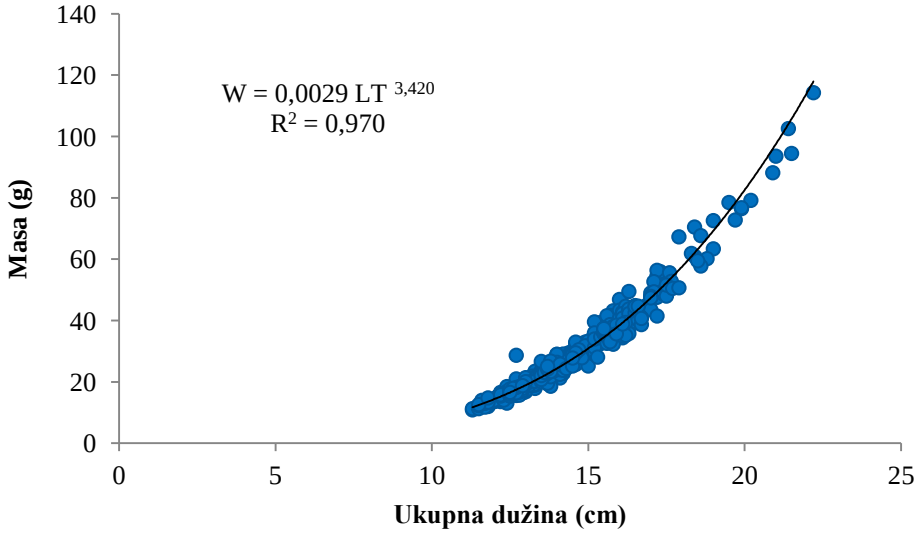
$$W = 0{,}0048\ LT^{3{,}223},\ R^2 = 0{,}970$$ (Slika 3.2.2.).



Slika 3.2.2. Dužinsko – maseni odnos primarnih mužjaka kneza (N = 214)

Dužinsko – maseni odnos sekundarnih mužjaka određen je na temelju 433 primjerka i može se izraziti jednadžbom:

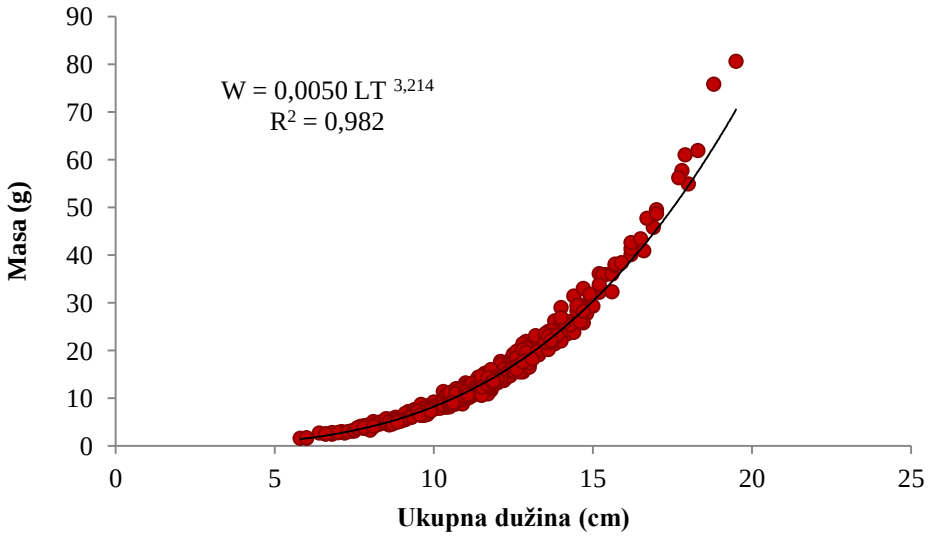
$$W = 0{,}0029\ LT^{3{,}420},\ R^2 = 0{,}970$$ (Slika 3.2.3.).



Slika 3.2.3. Dužinsko – maseni odnos sekundarnih mužjaka kneza (N = 433)

Dužinsko – maseni odnos ženki određen je na temelju 570 primjeraka, te se može izraziti jednadžbom:

$$W = 0{,}0050\ LT^{3{,}214},\ R^2 = 0{,}982 \text{ (Slika 3.2.4.).}$$



Slika 3.2.4. Dužinsko – maseni odnos ženki kneza (N = 570)

Za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke vrijednost koeficijenta b statistički je značajno veća od 3,0 (t-test, $P < 0{,}05$), iz čega proizlazi da je njihov dužinsko – maseni rast pozitivno alometrijski. Vrijednosti koeficijenta b statistički se značajno razlikuju između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki (ANOVA, $P < 0{,}05$).

Rasponi i srednje vrijednosti mase tijela kneza po pojedinim dužinskim razredima prikazani su u tablici 3.2.1. za primarne mužjake, sekundarne mužjake, ženke i ukupni uzorak. Srednje vrijednosti mase slične su za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke u svim dužinskim razredima gdje su uspoređivane kategorije zastupljene sa barem pet primjeraka, a razlike su u rasponu od 0,0 do 2,0 g. Varijabilnost mase tijela povećava se s ukupnom dužinom tijela ribe.

Tablica 3.2.1. Rasponi i srednje vrijednosti mase tijela kneza po pojedinim dužinskim razredima za primarne mužjake (♂♂; N = 214), sekundarne mužjake (♀♂; N = 433), ženke (♀♀; N = 570) i ukupni uzorak (N = 1393)

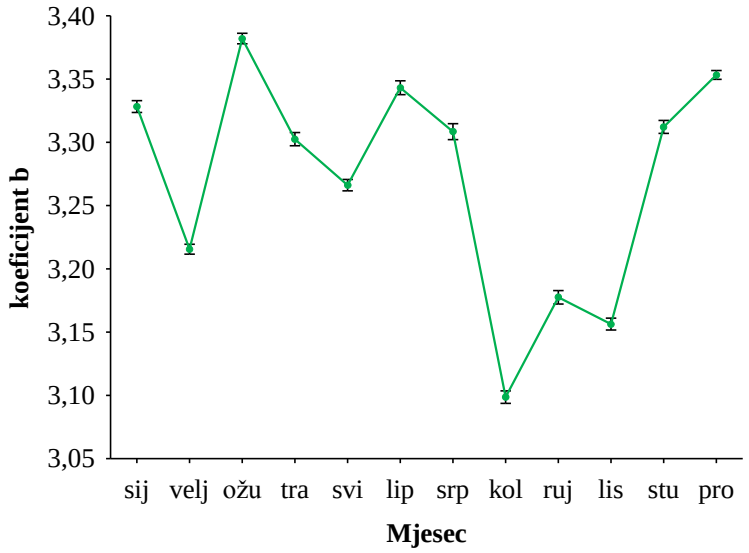
Dužinski razred (cm)	♂♂				♀♂				♀♀				Ukupni uzorak			
	N	Min	Max	$W_{sr} \pm SD$	N	Min	Max	$W_{sr} \pm SD$	N	Min	Max	$W_{sr} \pm SD$	N	Min	Max	$W_{sr} \pm SD$
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,9	0,9	0,9
6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,6	2,7	1,9 ± 0,54	15	1,2	2,7	1,8 ± 0,39
7	4	2,7	3,5	3,1 ± 0,43	-	-	-	-	11	2,5	3,1	2,7 ± 0,23	44	2,1	3,5	2,8 ± 0,34
8	12	3,0	4,7	4,1 ± 0,51	-	-	-	-	24	3,1	5,1	4,2 ± 0,52	45	2,5	5,1	4,0 ± 0,57
9	28	4,5	11,9	5,6 ± 1,38	-	-	-	-	38	4,4	7,6	5,6 ± 0,79	75	4,4	11,9	5,6 ± 1,05
10	18	5,8	10,0	7,7 ± 1,17	-	-	-	-	57	6,4	11,4	8,3 ± 1,03	86	5,8	11,4	8,2 ± 1,06
11	54	8,5	13,7	11,1 ± 1,22	2	10,9	11,3	11,1 ± 0,28	129	8,2	14,4	11,1 ± 1,24	196	8,2	14,4	11,0 ± 1,21
12	51	11,2	18,2	14,5 ± 1,34	61	11,3	18,5	14,1 ± 1,57	133	10,6	18,0	14,4 ± 1,50	280	10,6	18,5	14,5 ± 1,54
13	30	15,0	22,7	18,5 ± 1,88	77	15,4	28,7	19,0 ± 2,27	98	15,5	23,1	18,8 ± 1,90	242	14,8	28,7	18,9 ± 2,05
14	14	19,9	24,5	22,3 ± 1,38	105	18,6	29,6	24,3 ± 2,47	37	20,2	31,4	23,7 ± 2,31	172	18,6	31,4	24,0 ± 2,34
15	3	29,8	30,9	30,3 ± 0,57	70	25,2	39,6	31,0 ± 3,00	18	25,8	36,1	30,6 ± 3,28	98	25,2	39,6	30,9 ± 2,95
16	-	-	-	-	60	32,3	49,5	38,3 ± 3,66	8	32,3	42,6	38,3 ± 3,21	68	32,3	49,5	38,3 ± 3,59
17	-	-	-	-	32	38,7	56,4	46,1 ± 4,51	6	40,9	49,5	46,0 ± 3,32	38	38,7	56,4	46,0 ± 4,30
18	-	-	-	-	10	48,0	70,5	57,0 ± 7,74	5	54,9	61,9	58,3 ± 3,02	15	48,0	70,5	57,4 ± 6,45
19	-	-	-	-	6	57,8	72,6	63,5 ± 5,65	1	75,8	75,8	75,8	7	57,8	75,8	65,3 ± 6,94
20	-	-	-	-	5	72,8	79,2	76,8 ± 2,49	1	80,6	80,6	80,6	6	72,8	72,8	77,4 ± 2,72
21	-	-	-	-	3	88,2	102,6	94,8 ± 7,27	-	-	-	-	3	88,2	102,6	94,8 ± 7,27
22	-	-	-	-	2	94,5	114,3	104,4 ± 14,0	-	-	-	-	2	94,5	114,3	104,4 ± 14,0
Ukupno	214	2,7	30,9	12,4 ± 5,75	433	10,9	114,3	29,2 ± 14,7	570	1,6	80,6	14,9 ± 9,44	1393	0,9	114,3	18,7 ± 13,0

Analiza promjene dužinsko – masenog odnosa tijekom godišnjeg ciklusa pokazala je da se vrijednost koeficijenta b statistički značajno razlikuje između pojedinih mjeseci (ANOVA, $P < 0,05$). Tukey-test pokazao je da su razlike statistički značajne među svim mjesecima osim između travnja, srpnja i studenog, te između svibnja i prosinca (Tablica 3.2.2.). Na slici 3.2.5. prikazane su promjene vrijednosti koeficijenta b po mjesecima, gdje je uočljiv pad tijekom kolovoza, rujna i listopada.

Tablica 3.2.2. Vrijednosti koeficijenta b dužinsko – masenog odnosa za pojedine mjesece

Mjesec	b			Tukey-test *
	Min	Max	$X_{sr} \pm SD$	
Siječanj	3,27	3,38	3,33 ± 0,024	
Veljača	3,17	3,27	3,22 ± 0,019	
Ožujak	3,33	3,44	3,38 ± 0,019	
Travanj	3,24	3,37	3,30 ± 0,026	a
Svibanj	3,18	3,32	3,26 ± 0,026	
Lipanj	3,23	3,52	3,35 ± 0,034	b
Srpanj	3,20	3,62	3,31 ± 0,043	a
Kolovoz	3,03	3,22	3,10 ± 0,030	
Rujan	3,12	3,26	3,18 ± 0,030	
Listopad	3,09	3,21	3,15 ± 0,024	
Studeni	3,25	3,37	3,32 ± 0,026	a
Prosinac	3,29	3,41	3,35 ± 0,018	b

* Mjeseci označeni istim slovom statistički se značajno ne razlikuju ($P > 0,05$)



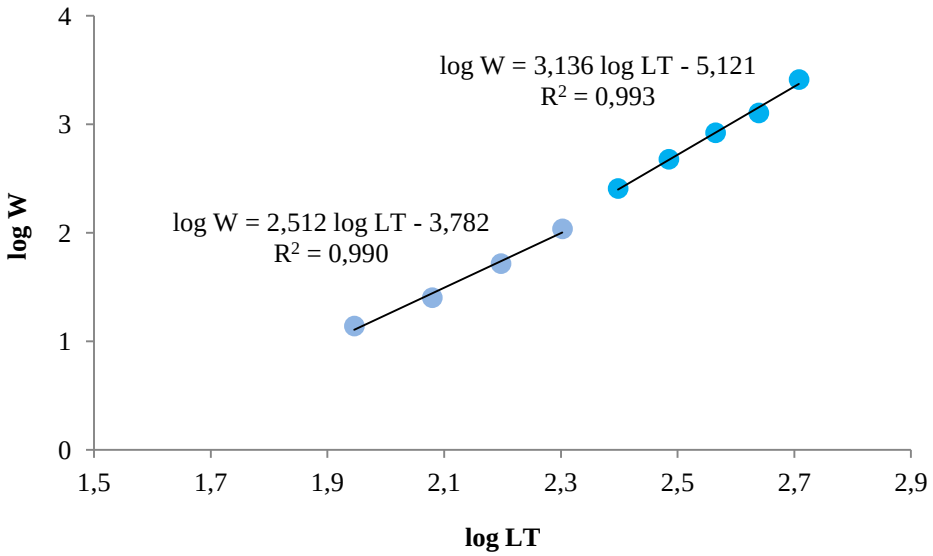
Slika 3.2.5. Srednje vrijednosti i 95%-tne granice pouzdanosti koeficijenta b dužinsko – masenog odnosa tijekom godišnjeg ciklusa

3.2.1. Faze disharmonije

Za utvrđivanje promjena vrijednosti koeficijenta b tijekom rasta ribe, izvršena je linearna regresija srednje mase tijela i ukupne dužine tijela za svaki dužinski razred. Vrijednosti dužine i mase prethodno su logaritmirane kako bi se njihov odnos linearizirao. Kod primarnih mužjaka kneza uočene su dvije faze disharmonije (Slika 3.2.1.1.):

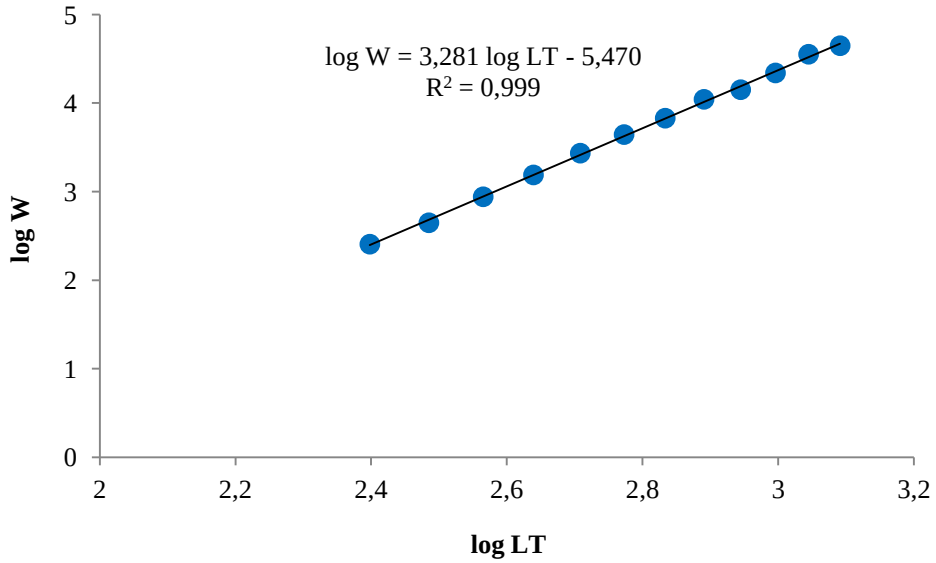
- prva za dužinske razrede od 7 do 10 cm, opisana jednadžbom lnW = 2,512 lnLT – 3,782; R^2 = 0,990, i
- druga za dužinske razrede od 11 do 15 cm, opisana jednadžbom lnW = 3,136 lnLT – 5,121; R^2 = 0,993.

Prva faza disharmonije predstavlja razdoblje sazrijevanja i karakterizira je negativni alometrijski rast (b = 2,512), a druga predstavlja razdoblje zrelosti kada je rast pozitivno alometrijski (b = 3,136). Do točke infleksije između ove dvije faze dolazi pri ukupnoj dužini tijela između 10,0 i 11,0 cm, što približno odgovara dužini 75%-tne spolne zrelosti primarnih mužjaka kneza ($LT_{75\%}$ = 9,42 cm). Vrijednosti koeficijenta b statistički se značajno razlikuju od 3,0 (t-test, P < 0,05), te između faze sazrijevanja i faze zrelosti (t-test, P < 0,05).



Slika 3.2.1.1. Faze disharmonije u dužinsko – masenom rastu primarnih mužjaka kneza dobivene linearnom regresijom

Kod sekundarnih mužjaka kneza nisu uočene faze disharmonije, što je i očekivano budući da njihova dužina 50%-tne spolne zrelosti približno odgovara najmanjim zabilježenim dužinama tijela, te se samim time ne uočava točka infleksije (Slika 3.2.1.2.):

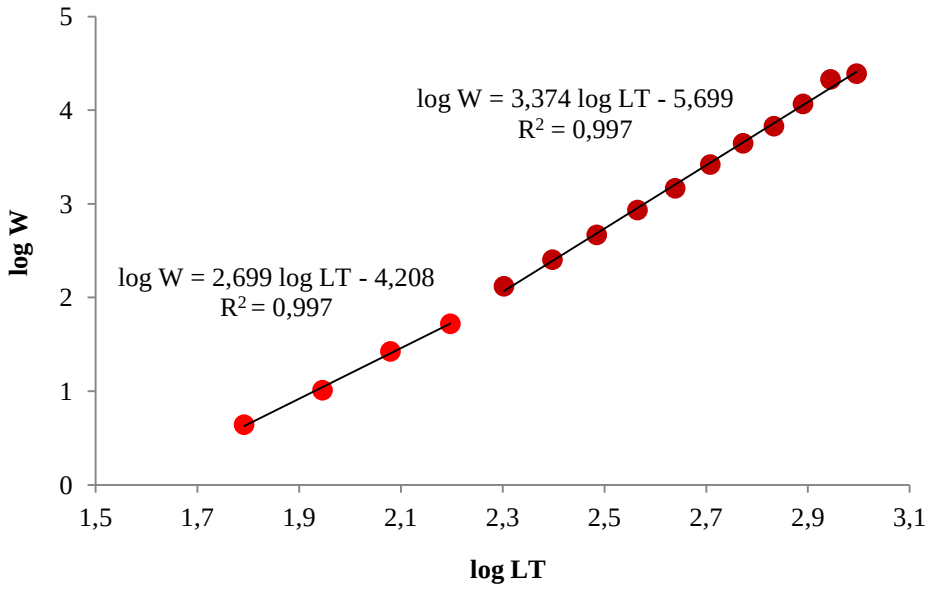


Slika 3.2.1.2. Faze disharmonije u dužinsko – masenom rastu sekundarnih mužjaka kneza dobivene linearnom regresijom

Kod ženki kneza također su uočene dvije faze disharmonije (Slika 3.2.1.3.):

- prva za dužinske razrede od 6 do 9 cm, opisana jednadžbom lnW = 2,699 lnLT – 4,208; R^2 = 0,997, i
- druga za dužinske razrede od 10 do 20 cm, opisana jednadžbom lnW = 3,374 lnLT – 5,699; R^2 = 0,997.

Kao i kod primarnih mužjaka, prva faza disharmonije predstavlja razdoblje sazrijevanja i karakterizira je negativni alometrijski rast (b = 2,699), a druga predstavlja razdoblje zrelosti kada je rast pozitivno alometrijski (b = 3,374). Do točke infleksije između ove dvije faze dolazi pri ukupnoj dužini tijela između 9,0 i 10,0 cm, što odgovara dužini 75%-tne spolne zrelosti ženki kneza ($LT_{75\%}$ = 9,46 cm). Vrijednosti koeficijenta b statistički se značajno razlikuju od 3,0 (t-test, P < 0,05), te između faze sazrijevanja i faze zrelosti (t-test, P < 0,05).

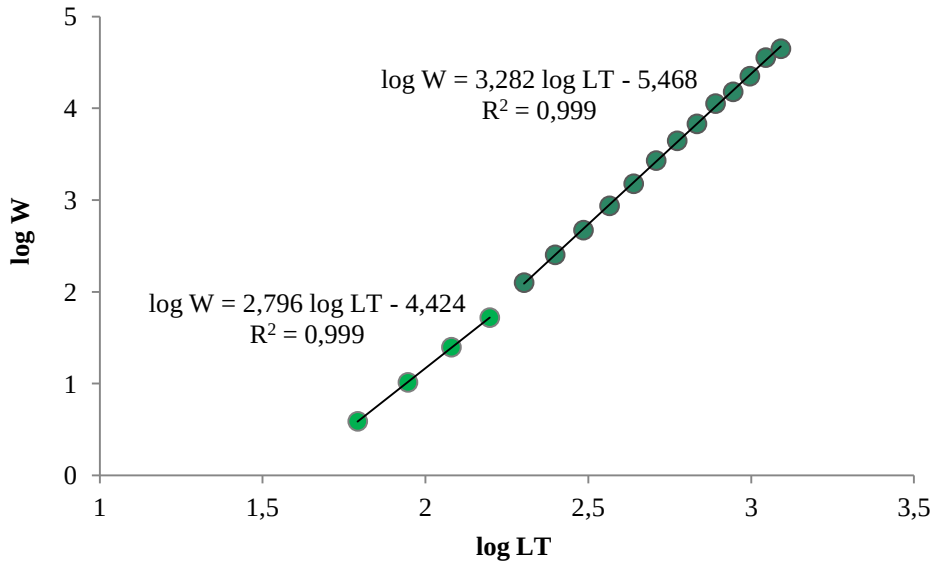


Slika 3.2.1.3. Faze disharmonije u dužinsko – masenom rastu ženki kneza dobivene linearnom regresijom

Za ukupni uzorak kneza uočene su dvije faze disharmonije (Slika 3.2.1.4.):

- prva za dužinske razrede od 6 do 9 cm, opisana jednadžbom lnW = 2,796 lnLT – 4,424; R^2 = 0,999,
- druga za dužinske razrede od 10 do 22 cm, opisana jednadžbom lnW = 3,282 lnLT – 5,468; R^2 = 0,999.

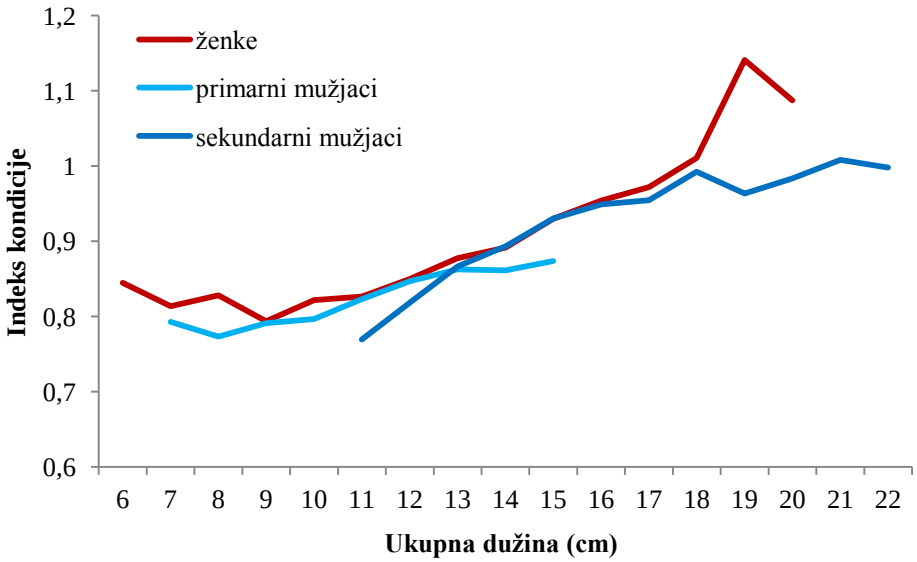
Kao i do sada, prva faza disharmonije predstavlja razdoblje sazrijevanja i karakterizira je negativni alometrijski rast (b = 2,796), a druga predstavlja razdoblje zrelosti kada je rast pozitivno alometrijski (b = 3,282). Do točke infleksije između ove dvije faze dolazi pri ukupnoj dužini tijela između 9,0 i 10,0 cm, što odgovara dužini 75%-tne spolne zrelosti primarnih mužjaka i ženki kneza ($LT_{75\%}$ = 9,42 cm za primarne mužjake, $LT_{75\%}$ = 9,46 cm za ženke). Vrijednosti koeficijenta b statistički se značajno razlikuju od 3,0 (t-test, P < 0,05), te između dvije faze disharmonije (t-test, P < 0,05).



Slika 3.2.1.4. Faze disharmonije u dužinsko – masenom rastu kneza dobivene linearnom regresijom

3.3. Indeks kondicije

Indeks kondicije kneza određen je na temelju 1393 analizirana primjerka, od čega 214 primarnih mužjaka, 433 sekundarna mužjaka, 570 ženki, 104 jedinke u prijelaznom obliku, te 72 jedinke neodređenog spola. Srednja vrijednost indeksa kondicije iznosi 0,828 za primarne mužjake, 0,901 za sekundarne mužjake, 0,851 za ženke i 0,862 za ukupni uzorak. Razlike među primarnim mužjacima, sekundarnim mužjacima i ženkama statistički su značajne (ANOVA, $P < 0,05$). Vrijednost indeksa kondicije mijenja se s povećanjem dužine tijela ribe, pokazujući trend porasta kod sve tri navedene skupine (Slika 3.3.1., Tablica 3.3.1.). Razlike u vrijednosti indeksa kondicije primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki po pojedinim dužinskim razredima nisu statistički značajne (ANOVA, t-test, $P < 0,05$). Iznimka su dužinski razredi od 19,0 i 20,0 cm gdje je indeks kondicije ženki značajno veći nego kod sekundarnih mužjaka, no u ovom slučaju rezultati se zasnivaju na samo jednom primjerku ženke u svakom razredu.

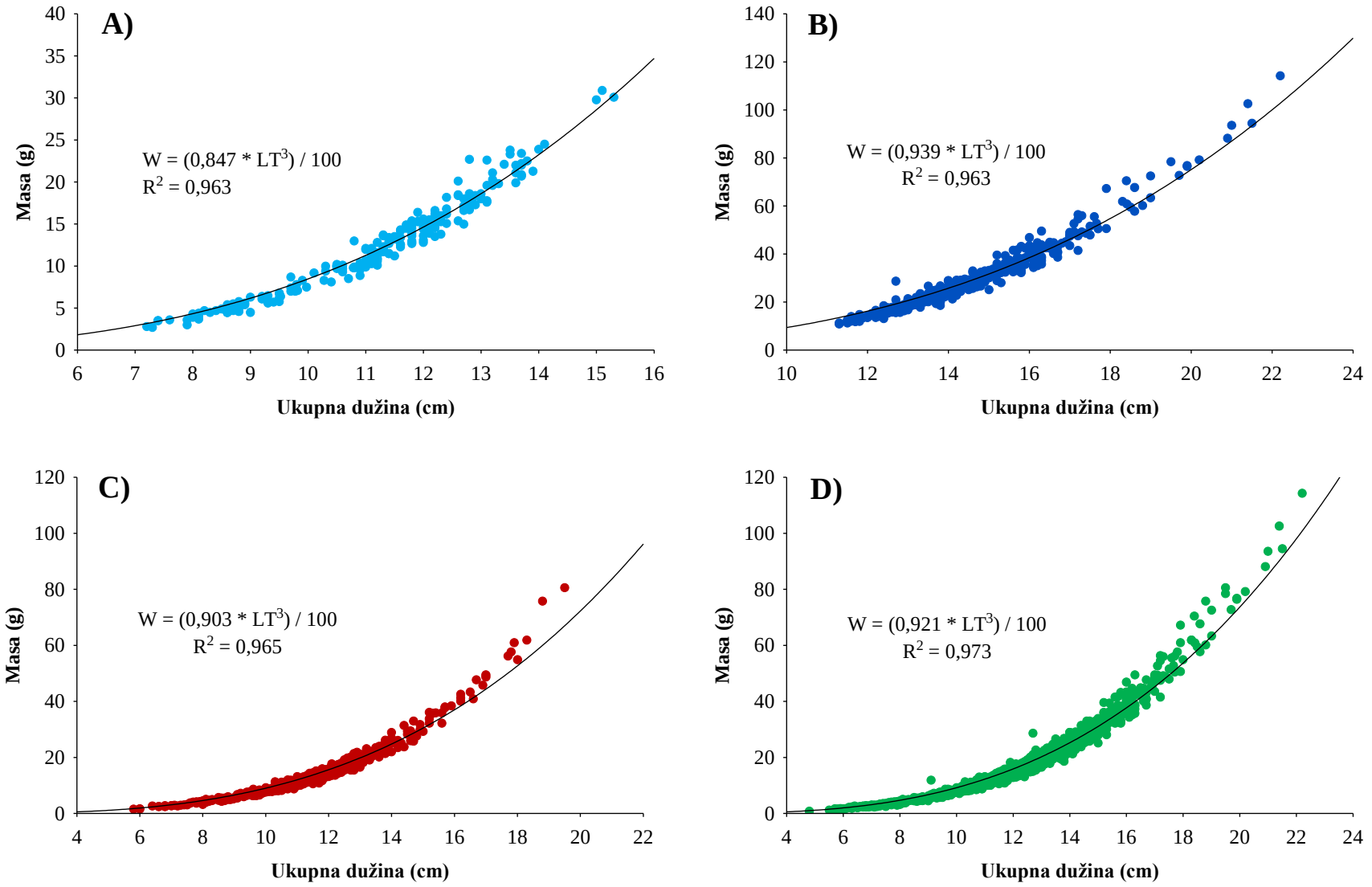


Slika 3.3.1. Indeks kondicije primarnih mužjaka (N = 214), sekundarnih mužjaka (N = 433) i ženki kneza (N = 570) u odnosu na ukupnu dužinu tijela

Pored empirijskih vrijednosti, indeks kondicije procijenjen je i metodom nelinearne regresije za primarne mužjake, sekundarne mužjake, ženke i ukupni uzorak (Slika 3.3.2.). Procijenjene vrijednosti nešto su više od empirijskih, a iznose 0,847 za primarne mužjake, 0,939 za sekundarne mužjake, 0,903 za ženke i 0,921 za ukupni uzorak.

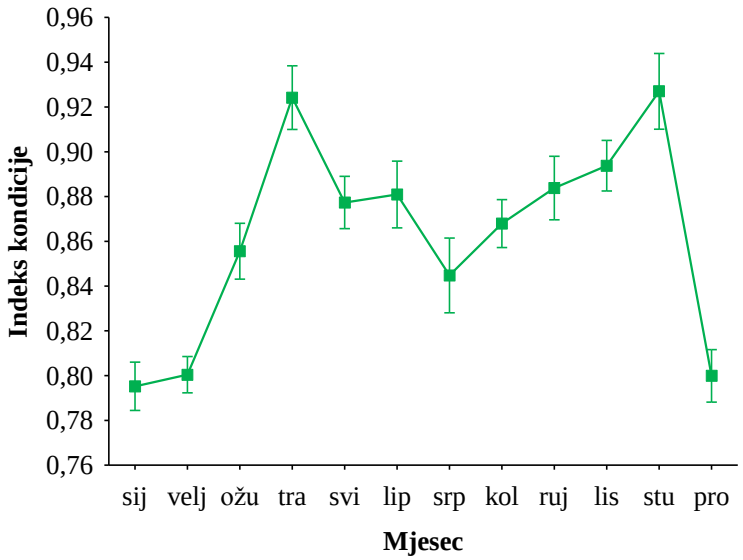
Tablica 3.3.1. Srednje vrijednosti indeksa kondicije (IK) i mase tijela kneza po pojedinim dužinskim razredima za primarne mužjake (♂♂; N = 214), sekundarne mužjake (♀♂; N = 433), ženke (♀♀; N = 570) i ukupni uzorak (N = 1393)

Dužinski razred (cm)	♂♂			♀♂			♀♀			Ukupni uzorak		
	N	W_{sr} ± SD	IK ± SD	N	W_{sr} ± SD	IK ± SD	N	W_{sr} ± SD	IK ± SD	N	W_{sr} ± SD	IK ± SD
5	-	-	-	-	-	-	-	-		1	0,9	0,81
6	-	-	-	-	-	-	4	1,9 ± 0,54	0,84 ± 0,13	15	1,8 ± 0,39	0,83 ± 0,09
7	4	3,1 ± 0,43	0,79 ± 0,08	-	-	-	11	2,7 ± 0,23	0,81 ± 0,05	44	2,8 ± 0,34	0,80 ± 0,06
8	12	4,1 ± 0,51	0,77 ± 0,07	-	-	-	24	4,2 ± 0,52	0,83 ± 0,06	45	4,0 ± 0,57	0,80 ± 0,08
9	28	5,6 ± 1,38	0,79 ± 0,17	-	-	-	38	5,6 ± 0,79	0,79 ± 0,07	75	5,6 ± 1,05	0,79 ± 0,11
10	18	7,7 ± 1,17	0,80 ± 0,07	-	-	-	57	8,3 ± 1,03	0,82 ± 0,07	86	8,2 ± 1,06	0,82 ± 0,07
11	54	11,1 ± 1,22	0,82 ± 0,06	2	11,1 ± 0,28	0,77 ± 0,02	129	11,1 ± 1,24	0,83 ± 0,06	196	11,0 ± 1,21	0,83 ± 0,06
12	51	14,5 ± 1,34	0,85 ± 0,06	61	14,1 ± 1,57	0,82 ± 0,05	133	14,4 ± 1,50	0,85 ± 0,06	280	14,5 ± 1,54	0,84 ± 0,06
13	30	18,5 ± 1,88	0,86 ± 0,07	77	19,0 ± 2,27	0,87 ± 0,08	98	18,8 ± 1,90	0,88 ± 0,06	242	18,9 ± 2,05	0,87 ± 0,07
14	14	22,3 ± 1,38	0,86 ± 0,05	105	24,3 ± 2,47	0,89 ± 0,07	37	23,7 ± 2,31	0,89 ± 0,06	172	24,0 ± 2,34	0,89 ± 0,07
15	3	30,3 ± 0,57	0,87 ± 0,03	70	31,0 ± 3,00	0,93 ± 0,06	18	30,6 ± 3,28	0,93 ± 0,06	98	30,9 ± 2,95	0,93 ± 0,06
16	-	-	-	60	38,3 ± 3,66	0,95 ± 0,08	8	38,3 ± 3,21	0,95 ± 0,05	68	38,3 ± 3,59	0,95 ± 0,08
17	-	-	-	32	46,1 ± 4,51	0,95 ± 0,07	6	46,0 ± 3,32	0,97 ± 0,05	38	46,0 ± 4,30	0,96 ± 0,06
18	-	-	-	10	57,0 ± 7,74	0,99 ± 0,10	5	58,3 ± 3,02	1,01 ± 0,04	15	57,4 ± 6,45	1,00 ± 0,08
19	-	-	-	6	63,5 ± 5,65	0,96 ± 0,07	1	75,8	1,14	7	65,3 ± 6,94	0,99 ± 0,09
20	-	-	-	5	76,8 ± 2,49	0,98 ± 0,04	1	80,6	1,09	6	77,4 ± 2,72	1,00 ± 0,06
21	-	-	-	3	94,8 ± 7,27	1,01 ± 0,04	-	-	-	3	94,8 ± 7,27	1,01 ± 0,04
22	-	-	-	2	104,4 ± 14,0	1,00 ± 0,07	-	-	-	2	104,4 ± 14,0	1,00 ± 0,07
Ukupno	214	12,4 ± 5,75	0,83 ± 0,09	433	29,2 ± 14,7	0,90 ± 0,09	570	14,9 ± 9,44	0,85 ± 0,08	1393	18,7 ± 13,0	0,86 ± 0,09



Slika 3.3.2. Indeks kondicije kneza određen metodom nelinearne regresije: A – primarni mužjaci, B – sekundarni mužjaci, C – ženke, D – ukupni uzorak

Analiza promjene indeksa kondicije tijekom godišnjeg ciklusa pokazala je da se vrijednosti značajno razlikuju između pojedinih mjeseci (ANOVA, $P < 0,05$). Rezultati Tukey-testa pokazali su da su srednje vrijednosti indeksa kondicije tijekom prosinca, siječnja i veljače statistički značajno manje u odnosu na sve ostale mjesece, odnosno niske vrijednosti ovog indeksa povezane su s hladnijim dijelom godine (Slika 3.3.3.).



Slika 3.3.3. Srednje vrijednosti i 95%-tne granice pouzdanosti indeksa kondicije kneza tijekom godišnjeg ciklusa

3.4. Biometrija

Biometrijska obilježja kneza analizirana su na nasumično odabranom uzorku od 300 primjeraka, od čega je 129 ženki (43,0%), 48 primarnih mužjaka (16,0%), 88 sekundarnih mužjaka (29,3%), te 35 primjeraka neodređenog spola (11,7%). Ukupna dužina tijela ženki nalazila se u rasponu od 6,0 do 16,7 cm (11,7 ± 1,97 cm), primarnih mužjaka od 7,2 do 14,2 cm (11,5 ± 1,64 cm) i sekundarnih mužjaka od 12,2 do 21,0 cm (16,4 ± 2,04 cm).

3.4.1. Morfometrijska obilježja kneza

Odnos standardne i ukupne dužine tijela (LS/LT). Odnos standardne i ukupne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 84,21% do 88,60%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 86,48% (primarni mužjaci) do 87,30% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 87% za sve tri analizirane kategorije. Razlike u odnosu standardne i ukupne dužine tijela između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.1, Slika 3.4.1.1.A).

Tablica 3.4.1.1. Odnos standardne i ukupne dužine tijela (LS/LT)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	84,96 - 87,93	86,48 ± 0,71		0,83
♀♂	88	86,07 - 88,57	87,30 ± 0,57	0,73	0,65
♀♀	129	84,21 - 88,60	86,61 ± 0,84		0,97
Ukupno	300	84,21 - 88,60	86,78 ± 0,82		0,94

Odnos dužine glave i standardne dužine tijela (LC/LS). Odnos dužine glave i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 24,81% do 31,45%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 28,96% (sekundarni mužjaci) do 29,09% (primarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 30% za primarne mužjake, odnosno 29% za sekundarne mužjake i ženke. Razlike u odnosu dužine glave i standardne dužine tijela između tri analizirane kategorije nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.2, Slika 3.4.1.1.B).

Tablica 3.4.1.2. Odnos dužine glave i standardne dužine tijela (LC/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	27,18 - 30,97	29,09 ± 1,03		3,53
♀♂	88	24,81 - 31,09	28,96 ± 1,00	0,19	3,45
♀♀	129	25,88 - 31,45	29,04 ± 1,04		3,59
Ukupno	300	24,81 - 31,45	29,00 ± 1,00		3,46

Odnos predpodrepne udaljenosti i standardne dužine tijela (PA/LS). Odnos predpodrepne udaljenosti i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 40,38% do 57,81%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 52,23% (sekundarni mužjaci) do 52,93% (primarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 52% za sekundarne mužjake, odnosno 53% za primarne mužjake i ženke. Razlike u odnosu predpodrepne udaljenosti i standardne dužine tijela između tri analizirane kategorije nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.3, Slika 3.4.1.1.C).

Tablica 3.4.1.3. Odnos predpodrepne udaljenosti i standardne dužine tijela (PA/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	50,63 - 55,96	52,93 ± 1,06		2,00
♀♂	88	50,00 - 55,92	52,23 ± 1,06	0,08	2,03
♀♀	129	44,29 - 57,81	52,70 ± 1,31		2,49
Ukupno	300	40,38 - 57,81	52,52 ± 1,37		2,61

Odnos predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (PD/LS). Odnos predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 22,40% do 31,43%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 26,80% (sekundarni mužjaci) do 27,77% (primarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 28% za primarne mužjake, odnosno 27% za sekundarne mužjake i ženke. Razlike u odnosu predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela između tri analizirane kategorije nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.4, Slika 3.4.1.1.D).

Tablica 3.4.1.4. Odnos predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (PD/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	22,40 - 31,43	27,77 ± 1,34		4,83
♀♂	88	24,84 - 28,87	26,80 ± 1,00	0,07	3,73
♀♀	129	23,23 - 29,69	27,52 ± 1,01		3,65
Ukupno	300	22,40 - 31,43	27,33 ± 1,11		4,06

Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela (PV/LS). Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 24,74% do 32,38%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 27,98% (sekundarni mužjaci) do 28,92% (primarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 28% za sekundarne mužjake, odnosno 29% za primarne mužjake i ženke. Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.5, Slika 3.4.1.1.E).

Tablica 3.4.1.5. Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela (PV/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	27,19 - 32,38	28,92 ± 1,16		4,03
♀♂	88	25,68 - 30,92	27,98 ± 1,10	0,03	3,93
♀♀	129	24,74 - 30,77	28,80 ± 1,10		3,8
Ukupno	300	24,74 - 32,38	28,54 ± 1,19		4,16

Odnos predprsne udaljenosti i standardne dužine tijela (PP/LS). Odnos predprsne udaljenosti i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 25,40% do 30,80%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 28,10% (sekundarni mužjaci) do 28,71% (primarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 29% za ženke, odnosno 28% za primarne i sekundarne mužjake. Razlike u odnosu predprsne udaljenosti i standardne dužine tijela između tri analizirane kategorije nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.6, Slika 3.4.1.1.F).

Tablica 3.4.1.6. Odnos predprsne udaljenosti i standardne dužine tijela (PP/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	26,47 - 30,80	28,71 ± 0,96		3,33
♀♂	88	25,40 - 30,33	28,10 ± 1,00	0,70	3,56
♀♀	129	25,80 - 30,73	28,64 ± 0,93		3,23
Ukupno	300	25,40 - 30,80	28,45 ± 0,97		3,41

Odnos dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela (LA/LS). Odnos dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 29,33% do 39,39%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 35,57% (primarni mužjaci) do 35,94% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 36% za sve tri analizirane kategorije. Razlike u odnosu dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.7, Slika 3.4.1.1.G).

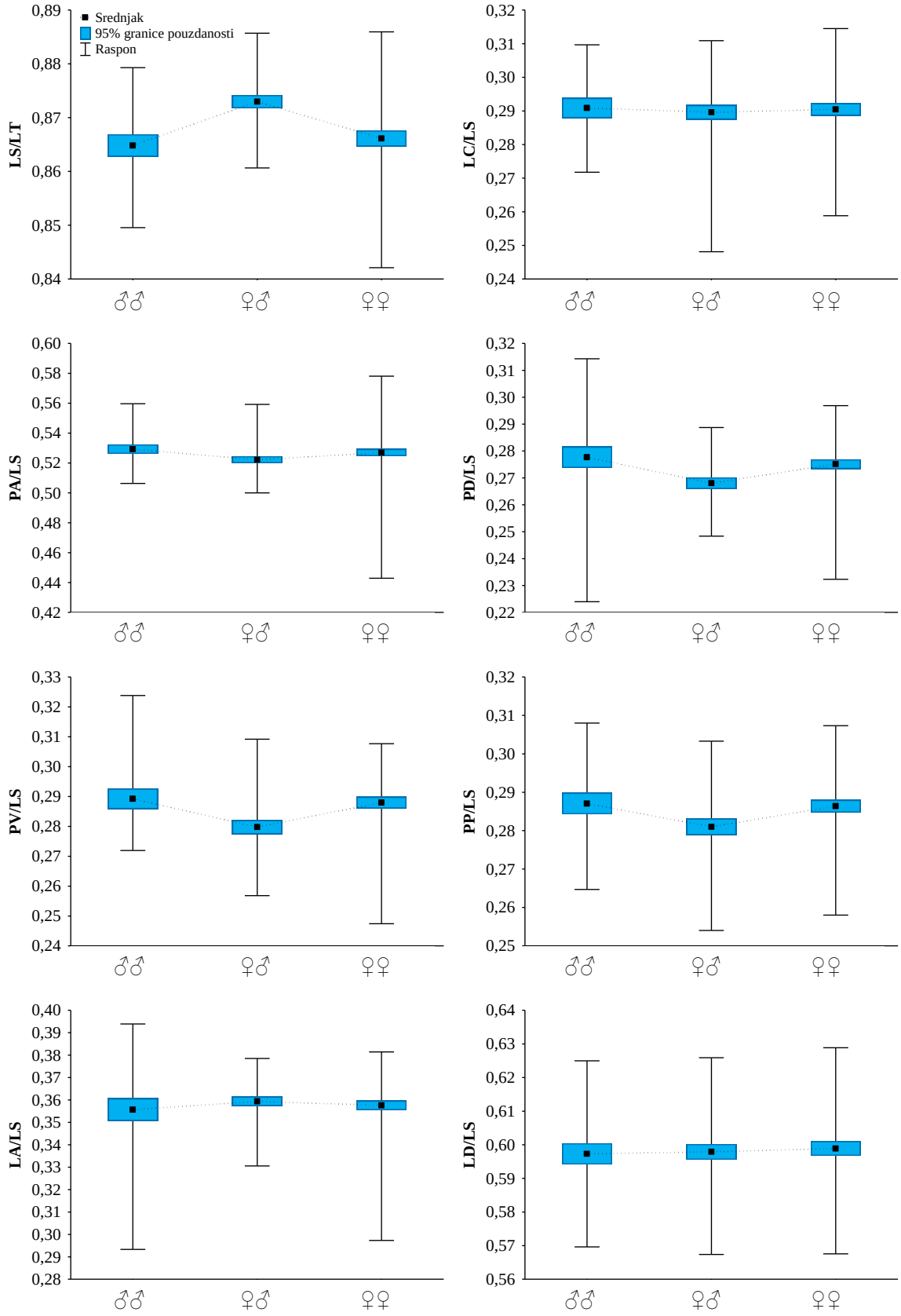
Tablica 3.4.1.7. Odnos dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela (LA/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	29,33 - 39,39	35,57 ± 1,72		4,84
♀♂	88	33,06 - 37,85	35,94 ± 0,97	0,34	2,7
♀♀	129	29,73 - 38,14	35,76 ± 1,20		3,35
Ukupno	300	29,33 - 39,39	35,80 ± 1,21		3,39

Odnos dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela (LD/LS). Odnos dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 56,74% do 62,89%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 59,73% (primarni mužjaci) do 59,89% (ženke). Modalna vrijednost iznosi 59% za ženke, odnosno 60% za primarne i sekundarne mužjake. Razlike u odnosu dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela između tri analizirane kategorije nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.8, Slika 3.4.1.1.H).

Tablica 3.4.1.8. Odnos dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela (LD/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	56,96 - 62,50	59,73 ± 1,08		1,81
♀♂	88	56,74 - 62,59	59,79 ± 1,10	0,25	1,84
♀♀	129	56,76 - 62,89	59,89 ± 1,24		2,07
Ukupno	300	56,74 - 62,89	59,81 ± 1,18		1,96



Slika 3.4.1.1. Srednje vrijednosti, 95%-tne granice pouzdanosti i rasponi morfometrijskih odnosa primarnih mužjaka (♂♂), sekundarnih mužjaka (♀♂) i ženki (♀♀) kneza: A – LS/LT, B – LC/LS, C – PA/LS, D – PD/LS, E – PV/LS, F – PP/LS, G – LA/LS, H – LD/LS

Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (LV/LS). Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 10,18% do 15,12%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 12,54% (primarni mužjaci) do 13,28% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 12% za primarne mužjake, odnosno 13% za sekundarne mužjake i ženke. Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.9, Slika 3.4.1.2.A).

Tablica 3.4.1.9. Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (LV/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	11,44 - 14,57	12,54 ± 0,64		5,09
♀♂	88	11,68 - 15,12	13,28 ± 0,66	< 0,0005	4,97
♀♀	129	11,20 - 14,02	12,55 ± 0,56		4,45
Ukupno	300	10,18 - 15,12	12,73 ± 0,72		5,63

Odnos dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela (LP/LS). Odnos dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 14,24% do 18,15%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 15,98% (primarni mužjaci i ženke) do 16,02% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 16% za sve tri analizirane kategorije. Razlike u odnosu dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nisu statistički značajne (Tablica 3.4.1.10, Slika 3.4.1.2.B).

Tablica 3.4.1.10. Odnos dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela (LP/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	14,71 - 17,41	15,98 ± 0,64		4,02
♀♂	88	14,24 - 18,15	16,02 ± 0,73	0,44	4,56
♀♀	129	14,30 - 17,83	15,98 ± 0,70		4,35
Ukupno	300	14,24 - 18,15	15,99 ± 0,69		4,32

Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela (H/LS). Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 18,55% do 26,23%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 20,98% (primarni mužjaci) do 23,22%

(sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 24% za sekundarne mužjake, odnosno 21% za primarne mužjake i ženke. Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.11, Slika 3.4.1.2.C).

Tablica 3.4.1.11. Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela (H/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	18,74 - 23,51	20,98 ± 1,00		4,74
♀♂	88	20,26 - 26,23	23,22 ± 1,35	0,01	5,81
♀♀	129	18,55 - 24,58	21,24 ± 1,13		5,33
Ukupno	300	18,55 - 26,23	21,76 ± 1,53		7,06

Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela (h/LS). Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 8,67% do 12,08%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 10,05% (primarni mužjaci) do 10,61% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 11% za sekundarne mužjake, odnosno 10% za primarne mužjake i ženke. Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.12, Slika 3.4.1.2.D).

Tablica 3.4.1.12. Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela (h/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	8,67 - 11,11	10,05 ± 0,44		4,36
♀♂	88	9,74 - 11,62	10,61 ± 0,38	< 0,0005	3,58
♀♀	129	8,98 - 11,63	10,22 ± 0,49		4,83
Ukupno	300	8,67 - 12,08	10,32 ± 0,50		4,84

Odnos najveće visine leđne peraje i standardne dužine tijela (HD/LS). Odnos najveće visine leđne peraje i standardne dužine tijela u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 5,38% do 18,47%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 7,18% (ženke) do 12,11% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 11% za sekundarne mužjake, odnosno 7% za primarne mužjake i ženke. Odnos najveće visine leđne peraje i standardne dužine tijela

sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.13, Slika 3.4.1.2.E).

Tablica 3.4.1.13. Odnos najveće visine leđne peraje i standardne dužine tijela (HD/LS)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	5,92 - 8,91	7,27 ± 0,73		10,04
♀♂	88	7,14 - 18,47	12,11 ± 2,22	< 0,0005	18,33
♀♀	129	5,38 - 9,19	7,18 ± 0,74		10,24
Ukupno	300	5,38 - 18,47	8,68 ± 2,59		29,84

Odnos predočne udaljenosti i dužine glave (POC/LC). Odnos predočne udaljenosti i dužine glave u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 21,19% do 33,12%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 28,25% (primarni mužjaci) do 28,97% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 29% za sve tri analizirane kategorije. Odnos predočne udaljenosti i dužine glave statistički se značajno razlikuje između primarnih i sekundarnih mužjaka (Tablica 3.4.1.14, Slika 3.4.1.2.F).

Tablica 3.4.1.14. Odnos predočne udaljenosti i dužine glave (POC/LC)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	22,60 - 31,66	28,25 ± 1,84		6,52
♀♂	88	24,81 - 32,72	28,97 ± 1,71	0,01	5,9
♀♀	129	25,34 - 32,76	28,75 ± 1,56		5,41
Ukupno	300	21,19 - 33,12	28,70 ± 1,78		6,2

Odnos promjera oka i dužine glave (O/LC). Odnos promjera oka i dužine glave u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 11,85% do 24,85%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 14,51% (sekundarni mužjaci) do 17,39% (primarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 17% za sekundarne mužjake, odnosno 14% za primarne mužjake i ženke. Odnos promjera oka i dužine glave sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.15, Slika 3.4.1.2.G).

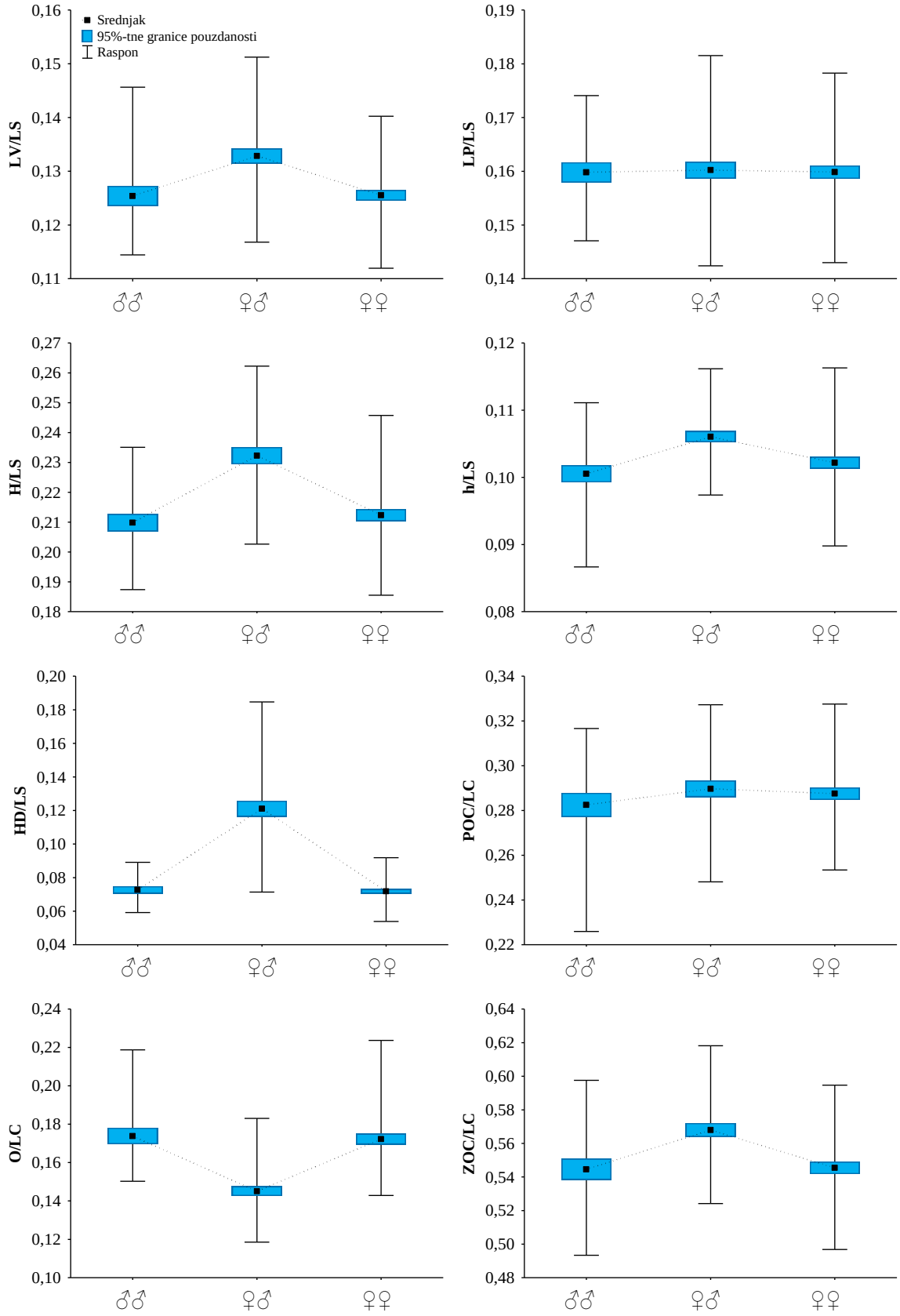
Tablica 3.4.1.15. Odnos promjera oka i dužine glave (O/LC)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	15,03 - 21,88	17,39 ± 1,46		8,39
♀♂	88	11,85 - 18,31	14,51 ± 1,16	1,00	7,99
♀♀	129	14,29 - 22,37	17,23 ± 1,59		9,24
Ukupno	300	11,85 - 24,85	16,52 ± 2,09		12,65

Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave (ZOC/LC). Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave u ukupnom uzorku bio je u rasponu od 49,34% do 61,82%, a srednja vrijednost istog odnosa u rasponu od 54,46% (primarni mužjaci) do 56,80% (sekundarni mužjaci). Modalna vrijednost iznosi 56% za sekundarne mužjake, odnosno 54% za primarne mužjake i ženke. Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave sekundarnih mužjaka statistički se značajno razlikuje od istog odnosa za primarne mužjake i ženke (Tablica 3.4.1.16, Slika 3.4.1.2.H).

Tablica 3.4.1.16. Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave (ZOC/LC)

Spol	N	Raspon (%)	$X_{sr} \pm SD$	P	V (%)
♂♂	48	49,34 - 59,76	54,46 ± 2,15		3,94
♀♂	88	52,42 - 61,82	56,80 ± 1,92	0,05	3,38
♀♀	129	49,68 - 59,47	54,54 ± 2,09		3,83
Ukupno	300	49,34 - 61,82	55,14 ± 2,31		4,19



Slika 3.4.1.2. Srednje vrijednosti, 95%-tne granice pouzdanosti i rasponi morfometrijskih odnosa primarnih mužjaka (♂♂), sekundarnih mužjaka (♀♂) i ženki (♀♀) kneza: A – LV/LS, B – LP/LS, C – H/LS, D – h/LS, E – HD/LS, F – POC/LC, G – O/LC, H – ZOC/LC

3.4.2. Meristička obilježja kneza

Broj šipčica podrepne peraje (A). Broj nečlankovitih šipčica podrepne peraje u cijelom uzorku je stalan (III), dok se broj člankovitih šipčica nalazio u rasponu od 11 do 13. Modalna vrijednost ukupnog broja šipčica podrepne peraje iznosi III + 12, a samo 10 jedinki ne ulazi u ovu kategoriju. Razlika u srednjem broju šipčica između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nije statistički značajna (Tablica 3.4.2.1.).

Tablica 3.4.2.1. Broj šipčica podrepne peraje (A)

Broj šipčica	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
III + 11	0 (0,0%)	3 (3,41%)	6 (4,65%)	9 (3,00%)
III + 12	48 (100%)	84 (95,45%)	123 (95,35%)	290 (96,67%)
III + 13	0 (0,0%)	1 (1,14%)	0 (0,0%)	1 (0,33%)
Ukupno	48 (100%)	88 (100%)	129 (100%)	300 (100%)
X_{sr} ± SD	15,00 ± 0,00	14,98 ± 0,21	14,95 ± 0,21	14,97 ± 0,18
P		0,327		
V (%)	-	1,42	1,41	1,21

Broj šipčica leđne peraje (D). U cijelom uzorku broj nečlankovitih šipčica leđne peraje bio je stalan (IX), dok se broj člankovitih šipčica nalazio u rasponu od 11 do 13. Modalna vrijednost ukupnog broja šipčica leđne peraje iznosi IX + 12, sa svega 4 jedinke koje ne ulaze u ovu kategoriju. Za razliku od mužjaka, kod ženki postoji varijabilnost ovog obilježja, no razlika u srednjem broju šipčica primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nije statistički značajna (Tablica 3.4.2.2.).

Tablica 3.4.2.2. Broj šipčica leđne peraje (D)

Broj šipčica	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
IX + 11	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (1,55%)	2 (0,67%)
IX + 12	48 (100%)	88 (100%)	126 (97,67%)	296 (98,67%)
IX + 13	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (0,78%)	2 (0,67%)
Ukupno	48 (100%)	88 (100%)	129 (100%)	300 (100%)
X_{sr} ± SD	21,00 ± 0,00	21,00 ± 0,00	20,99 ± 0,15	21,00 ± 0,12
P		0,84		
V (%)	-	-	0,73	0,55

Broj šipčica trbušnih peraja (V). U ukupnom uzorku broj šipčica trbušnih peraja bio je stalan, jedna nečlankovita i 5 člankovitih šipčica (I + 5) (Tablica 3.4.2.3.).

Tablica 3.4.2.3. Broj šipčica trbušnih peraja (V)

Broj šipčica	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
I + 5	48 (100%)	88 (100%)	129 (100%)	300 (100%)
X_{sr} ± SD	6 ± 0	6 ± 0	6 ± 0	6 ± 0
V (%)	-	-	-	-

Broj šipčica prsnih peraja (P). Prsne peraje nisu sadržavale nečlankovite šipčice, a broj člankovitih šipčica iznosio je 12 ili 13. Modalna vrijednost je ista (13) za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke, a razlika u srednjem broju šipčica prsnih peraja nije statistički značajna (Tablica 3.4.2.4.).

Tablica 3.4.2.4. Broj šipčica prsnih peraja (P)

Broj šipčica	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
12	12 (25,00%)	17 (19,32%)	22 (17,05%)	58 (19,33%)
13	36 (75,00%)	71 (80,68%)	107 (82,95%)	242 (80,67%)
Ukupno	48 (100%)	88 (100%)	129 (100%)	300 (100%)
X_{sr} ± SD	12,75 ± 0,43	12,81 ± 0,40	12,83 ± 0,38	12,81 ± 0,40
P		0,494		
V (%)	3,4	3,08	2,95	3,09

Broj kralješaka (Vert). Za sve analizirane jedinke zabilježen je isti broj kralješaka (25), od čega 11 trupnih i 14 repnih (uključujući urostil) (Tablica 3.4.2.5.).

Tablica 3.4.2.5. Broj kralješaka (Vert)

Broj kralješaka	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
11 (trupni)	20 (100%)	34 (100%)	40 (100%)	100 (100%)
14 (repni)	20 (100%)	34 (100%)	40 (100%)	100 (100%)
Ukupno	20 (100%)	34 (100%)	40 (100%)	100 (100%)
X_{sr} ± SD	25 ± 0	25 ± 0	25 ± 0	25 ± 0
V (%)	-	-	-	-

Broj škržnih nastavaka prvog škržnog luka (Brsp). Kod svih analiziranih jedinki zabilježeno je između 14 i 16 škržnih nastavaka prvog škržnog luka. Modalna vrijednost je ista (14) za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke, a razlika u srednjem broju škržnih nastavaka nije statistički značajna (Tablica 3.4.2.6.).

Tablica 3.4.2.6. Broj škržnih nastavaka prvog škržnog luka (Brsp)

Broj škržnih nastavaka	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
14	16 (80,00%)	29 (85,29%)	29 (72,50%)	79 (79,00%)
15	3 (15,00%)	4 (11,76%)	7 (17,50%)	15 (15,00%)
16	1 (5,00%)	1 (2,94%)	4 (10,00%)	6 (6,00%)
Ukupno	20 (100%)	34 (100%)	40 (100%)	100 (100%)
$X_{sr} \pm SD$	14,25 ± 0,55	14,18 ± 0,46	14,34 ± 0,67	14,25 ± 0,55
P		0,474		
V (%)	3,86	3,23	4,69	3,86

Broj ljusaka bočne pruge (Llat). Zabilježeni broj ljusaka bočne pruge nalazio se u rasponu od 73 do 79 za mužjake i od 72 do 80 za ženke. Modalna vrijednost je ista (73) za primarne mužjake, sekundarne mužjake i ženke, a razlika u srednjem broju ljusaka bočne pruge nije statistički značajna (Tablica 3.4.2.7.).

Tablica 3.4.2.7. Broj ljusaka bočne pruge (Llat)

	♂♂	♀♂	♀♀	Ukupno
Broj ljusaka	73 - 78	73 - 79	72 - 80	72 - 80
$X_{sr} \pm SD$	74,12 ± 1,47	74,16 ± 1,50	74,19 ± 1,80	74,17 ± 1,65
P		0,938		
V (%)	1,98	2,02	2,42	2,22

3.4.3. Osvrt na biometrijska obilježja populacije kneza

Razlike između spolova. Razlike u srednjim vrijednostima svih analiziranih morfometrijskih odnosa između primarnih mužjaka i ženki nisu bile statistički značajne (ANCOVA, $P > 0,05$), odnosno ove dvije kategorije nije moguće razlikovati na temelju morfometrijskih obilježja. Sekundarni mužjaci su se značajno razlikovali od primarnih mužjaka i ženki u sljedećim odnosima: LV/LS, H/LS, h/LS, HD/LS, POC/LC i ZOC/LC (sekundarni mužjaci imaju veću srednju vrijednost ovog odnosa, ANCOVA, $P < 0,05$), te PV/LS i O/LC (sekundarni mužjaci imaju manju srednju vrijednost ovog odnosa, ANCOVA, $P < 0,05$). Razlike u srednjim vrijednostima analiziranih merističkih obilježja između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nisu statistički značajne.

Morfometrijski odnosi. Standardna dužina tijela stane u ukupnu dužinu tijela od 1,1 do 1,2 puta.

U standardnu dužinu tijela dužina glave ide od 3,2 do 4,0 puta, leđna peraja od 1,6 do 1,8 puta, podrepna peraja od 2,5 do 3,4 puta, prsne peraje od 5,5 do 7,0 puta, trbušne peraje od 6,6 do 9,8 puta, predleđna udaljenost od 3,2 do 4,5 puta, predpodrepna udaljenost od 1,7 do 2,5 puta, predprsna udaljenost od 3,2 do 3,9 puta, predtrbušna udaljenost od 3,1 do 4,0 puta, najveća visina tijela od 3,8 do 5,4 puta, najmanja visina tijela od 8,3 do 11,5 puta i najveća visina leđne peraje od 5,4 do 18,6 puta.

U dužinu glave predočna udaljenost stane od 3,0 do 4,7 puta, promjer oka od 4,0 do 8,4 puta i zaočna udaljenost od 1,6 do 2,0 puta.

Meristička obilježja. D = IX + (11) 12 (13); A = III + (11) 12 (13); P = (12) 13; V = I + 5; Vert = 11 + 14 (25); Brsp = 14 (15 – 16); Llat = 72 – 80.

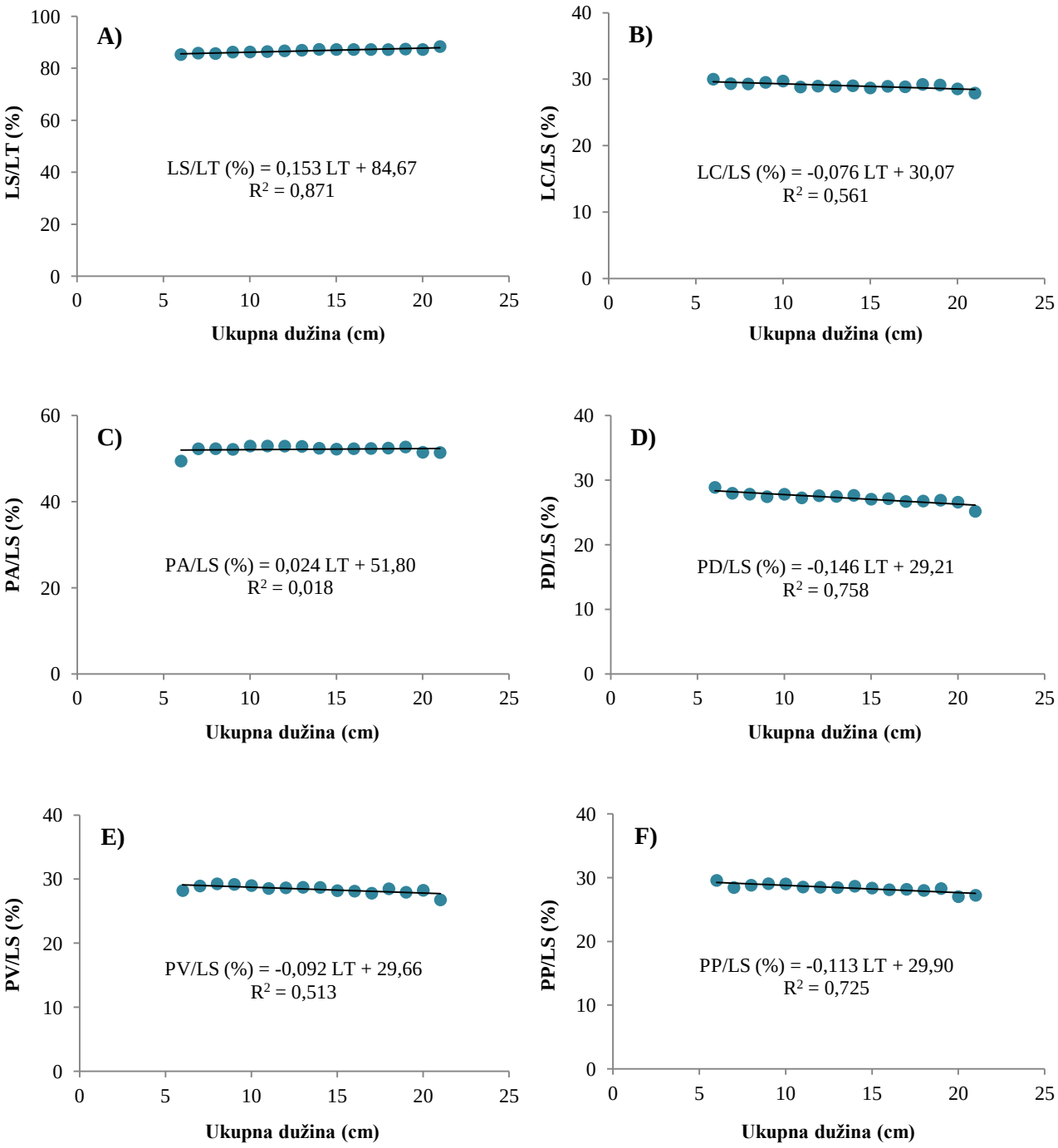
3.4.4. Relativni rast kneza

Relativni rast pojedinih morfometrijskih odnosa određen je u odnosu na ukupnu dužinu tijela kneza (Tablica 3.4.4.1, Slika 3.4.4.1.). Sa izuzetkom odnosa h/LS i PA/LS, vrijednosti koeficijenta b statistički se značajno razlikuju od nule za sve analizirane morfometrijske odnose, što nam govori da se oni mijenjaju s rastom ribe. Za porast ukupne dužine tijela od 1 cm vrijednosti odnosa LS/LT, PA/LS, LA/LS, LD/LS, LV/LS, H/LS, HD/LS, POC/LC i ZOC/LC povećavaju se u rasponu od 0,09% do 0,45%, a vrijednosti odnosa LC/LS, PD/LS, PV/LS, PP/LS, LP/LS i O/LC smanjuju se u rasponu od 0,04% do 0,61%.

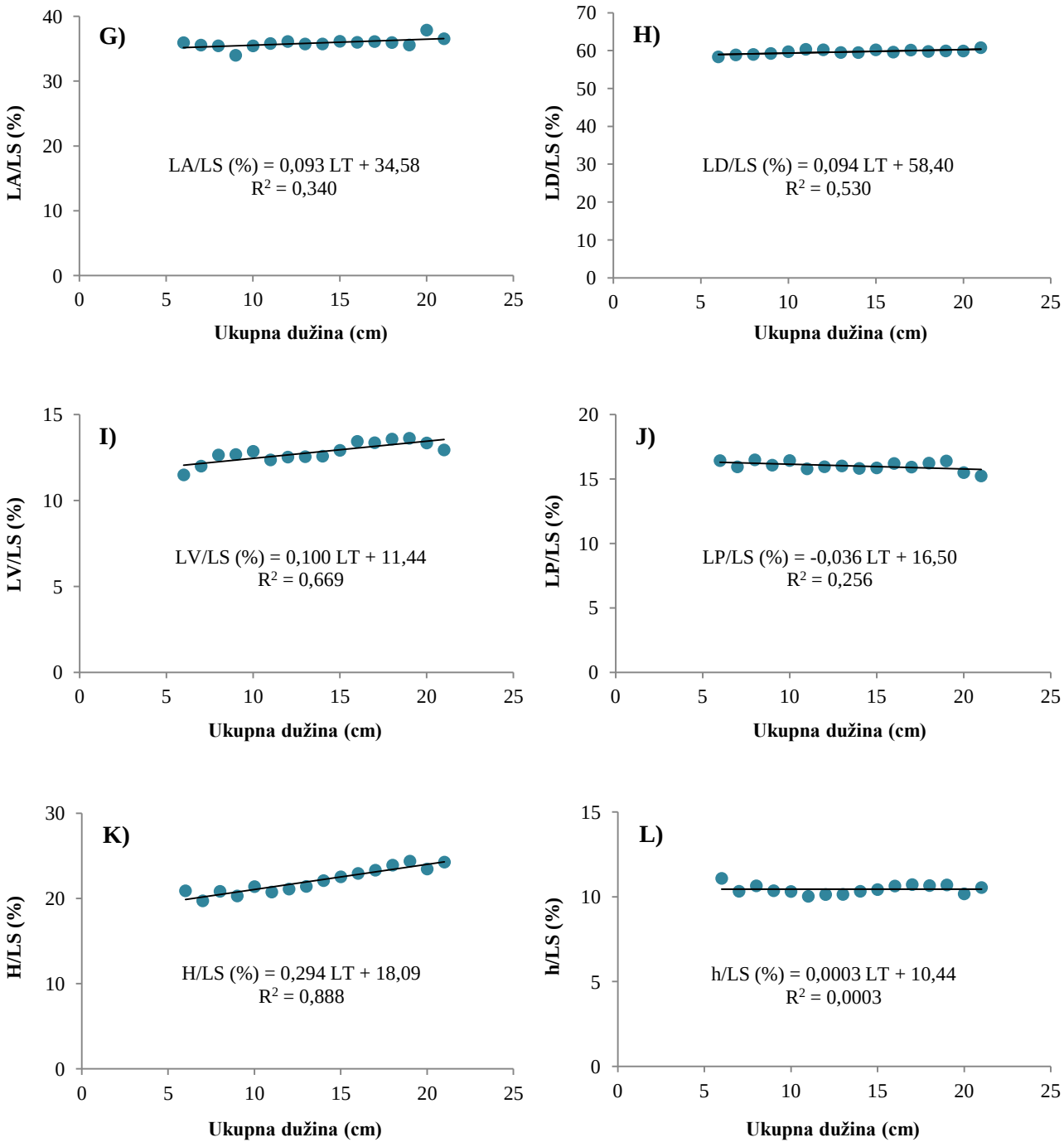
Tablica 3.4.4.1. Relativni rast pojedinih morfometrijskih odnosa kneza

	b	R^2
LS/LT	+0,154 *	0,872
LC/LS	-0,077 *	0,561
PA/LS	+0,025	0,018
PD/LS	-0,147 *	0,758
PV/LS	-0,093 *	0,514
PP/LS	-0,113 *	0,725
LA/LS	+0,094 *	0,341
LD/LS	+0,094 *	0,530
LV/LS	+0,100 *	0,669
LP/LS	-0,037 *	0,257
H/LS	+0,294 *	0,888
h/LS	+0,0003	<0,001
HD/LS	+0,448 *	0,824
POC/LC	+0,250 *	0,730
O/LC	-0,605 *	0,965
ZOC/LC	+0,398 *	0,885

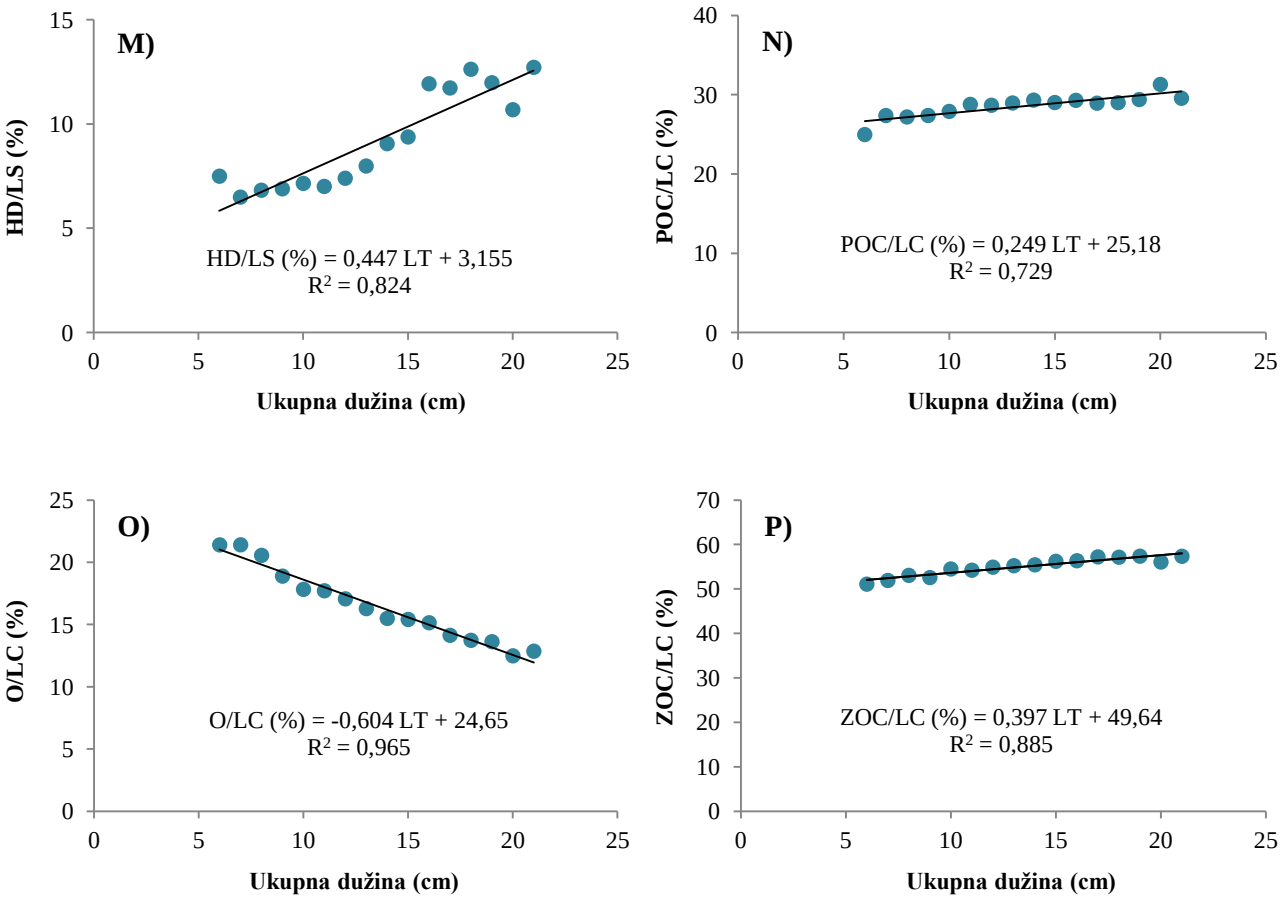
* $P < 0,05$ (t-test, $b = 0$)



Slika 3.4.4.1. Relativni rast morfometrijskih odnosa kneza u odnosu na ukupnu dužinu tijela: A – LS/LT, B – LC/LS, C – PA/LS, D – PD/LS, E – PV/LS, F – PP/LS



Slika 3.4.4.1 (Nastavak). Relativni rast morfometrijskih odnosa kneza u odnosu na ukupnu dužinu tijela: G – LA/LS, H – LD/LS, I – LV/LS, J – LP/LS, K – H/LS, L – h/LS



Slika 3.4.4.1 (Nastavak). Relativni rast morfometrijskih odnosa kneza u odnosu na ukupnu dužinu tijela: M – HD/LS, N – POC/LC, O – O/LC, P – ZOC/LC

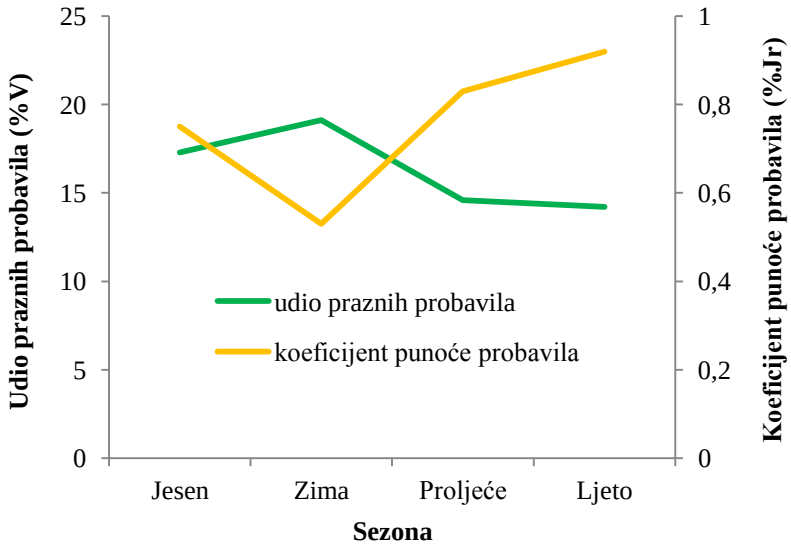
3.5. Ishrana kneza

Kvalitativno – kvantitativna analiza ishrane kneza obavljena je na uzorku od 647 primjeraka, ukupne dužine tijela u rasponu od 6,2 do 22,2 cm (13,1 ± 2,61 cm).

Od ukupno 647 analiziranih probavila, 105 (16,2%) je bilo u potpunosti prazno, 130 (20,1%) je sadržavalo ostatke hrane koje nije bilo moguće identificirati, dok je 412 (63,7%) sadržavalo ostatke hrane koje je barem djelomično bilo moguće determinirati. Udio praznih probavila najviši je u zimskom razdoblju (19,1%), a najniži ljeti (14,2%), dok koeficijent punoće probavila slijedi obrnuti trend, s najnižim vrijednostima zimi (0,53%), a najvišim ljeti (0,92%) (Tablica 3.5.1, Slika 3.5.1.).

Tablica 3.5.1. Koeficijent punoće probavila (%Jr), udio praznih probavila (%V) i ukupan broj analiziranih probavila kneza (N) po pojedinim sezonama

Sezona	%Jr	%V	N
Jesen	0,75	17,28	191
Zima	0,53	19,12	136
Proljeće	0,83	14,60	137
Ljeto	0,92	14,21	183
Ukupno	0,77	16,23	647



Slika 3.5.1. Godišnje promjene koeficijenta punoće probavila (%Jr) i udjela praznih probavila kneza (%V)

U analiziranim probavilima kneza pronađen je veliki broj različitih vrsta plijena, koje možemo podijeliti u 9 osnovnih kategorija – Mollusca, Annelida, Phaeophyta, Spermatophyta, Protozoa, Sipuncula, Pisces, Arthropoda i Echinodermata (Tablica 3.5.2.). Najveći broj porodica i vrsta plijena zabilježen je u koljenu Mollusca, točnije u razredima Gastropoda (15 porodica i 31 vrsta) i Bivalvia (6 porodica i 11 vrsta). Veća raznolikost plijena zabilježena je i u koljenu Arthropoda, red Decapoda (10 porodica i 10 vrsta), dok su ostale navedene više kategorije plijena u pravilu zastupljene sa svega nekoliko porodica i vrsta.

Gledajući brojčanu zastupljenost plijena (%N), u ishrani kneza dominiraju Mollusca (79,2%) i Arthropoda (16,3%), dok ostale kategorije ne prelaze 2,0% od ukupnog broja primjeraka plijena (Slika 3.5.2.). Važno je naglasiti da je plijen u probavilima uglavnom bio zdrobljen, pa je broj primjeraka Gastropoda određen brojanjem pronađenih vrhova kućica, broj Bivalvia određen je na temelju broja umba, dok su kod Decapoda uglavnom pronađeni samo dijelovi tijela, cijeli primjerci rijetko su zabilježeni (uglavnom manji rakovi samci, podred Anomura).

Masena zastupljenost plijena (%W) znatno se razlikuje od brojčane, udio Mollusca je niži (48,3%), Arthropoda viši (38,3%), a značajnije su zastupljena i koljena Annelida (3,5%) i Echinodermata (5,5%) (Slika 3.5.3.).

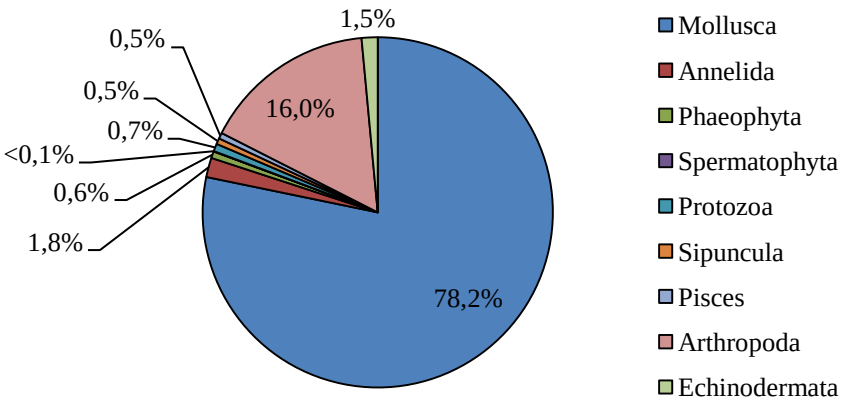
Gledajući učestalost pojavljivanja (%F) pojedinih skupina plijena u probavilima kneza, vidimo da i ovdje očekivano dominiraju Mollusca (pronađeni u 73,1% analiziranih probavila) i Arthropoda (pronađeni u 65,1% probavila). Čest plijen kneza su i Annelida zabilježeni u 9,0% probavila, te Echinodermata, pronađeni u 8,7% probavila (Slika 3.5.4.).

Tablica 3.5.2. Postotak brojnosti (%N), mase (%W) i učestalosti pojavljivanja (%F) pojedinih vrsta plijena pronađenih u probavilima kneza (N = 412) na području istočnog Jadrana

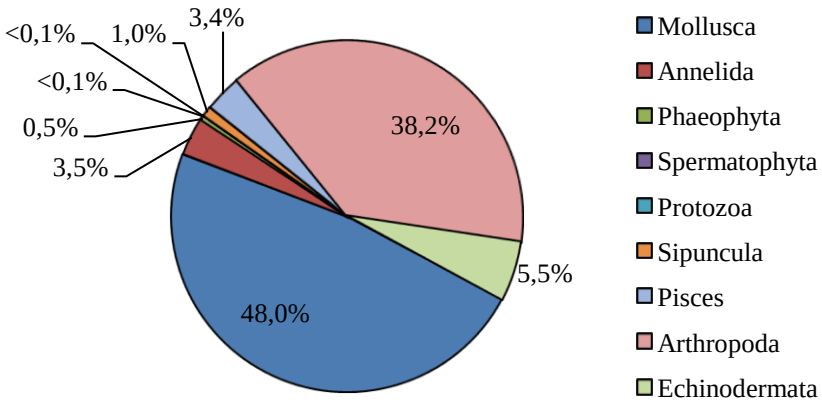
Vrsta plijena	N (%N)	W (%W)	F (%F)
MOLLUSCA			
GASTROPODA			
Rissoidae			
Rissoa sp.	13 (0,51)	0,06 (0,08)	6 (1,46)
Rissoa labiosa	6 (0,24)	0,01 (0,02)	3 (0,73)
Rissoa guerinii	14 (0,55)	0,05 (0,07)	11 (2,67)
Rissoa violacea	24 (0,95)	0,08 (0,12)	13 (3,16)
Rissoa variabilis	42 (1,65)	0,72 (1,08)	16 (3,88)
Alvania cimex	38 (1,50)	0,42 (0,63)	26 (6,31)
Alvania sp.	1 (0,04)	0,01 (0,02)	1 (0,24)
Buccinidae			
Engina leucozona	1 (0,04)	<0,01 (<0,01)	1 (0,24)
Chauvetia sp.	4 (0,16)	0,05 (0,08)	4 (0,97)
Marginellidae			
Gibberula miliaria	5 (0,20)	0,06 (0,09)	4 (0,97)
Cerithiidae			
Cerithium vulgatum	20 (0,79)	0,17 (0,25)	11 (2,67)
Cerithium sp.	21 (0,83)	0,49 (0,73)	9 (2,18)
Bittium reticulatum	662 (26,08)	5,38 (8,00)	67 (16,26)
Cerithiopsidae			
Cerithiopsis minima	504 (19,86)	5,70 (8,48)	92 (22,33)
Triphoridae			
Marshallora adversa	9 (0,35)	0,03 (0,05)	7 (1,70)
Metaxia metaxae	1 (0,04)	<0,01 (<0,01)	1 (0,24)
Pyramidellidae			
Odostomia conoidea	6 (0,24)	0,01 (0,01)	5 (1,21)
Turbonilla lactea	26 (1,02)	0,10 (0,14)	18 (4,37)
Turbonilla micans	44 (1,73)	0,42 (0,63)	20 (4,85)
Trochidae			
Calliostoma virescens	5 (0,20)	0,05 (0,08)	5 (1,21)
Jujubinus striatus striatus	10 (0,39)	0,22 (0,32)	9 (2,18)
Gibbula sp.	5 (0,20)	0,19 (0,28)	4 (0,97)
Conidae			
Raphitoma linearis	16 (0,63)	0,03 (0,05)	6 (1,46)
Raphitoma aequalis	1 (0,04)	<0,01 (<0,01)	1 (0,24)
Epitoniidae			
Gyroscala lamellosa	2 (0,08)	<0,01 (<0,01)	2 (0,49)
Neritidae			
Smaragdia viridis	10 (0,39)	0,34 (0,51)	9 (2,18)
Eulimidae			
Melanella sp.	3 (0,12)	<0,01 (<0,01)	2 (0,49)
Ringiculidae			
Ringicula conformis	1 (0,04)	<0,01 (<0,01)	1 (0,24)
Fissurellidae			
Diodora gibberula	1 (0,04)	0,03 (0,04)	1 (0,24)
Naticidae			
Payraudeautia intricata	11 (0,43)	0,64 (0,95)	9 (2,18)
Natica stercusmuscarum	5 (0,20)	0,01 (0,01)	2 (0,49)

Neidentificirani GASTROPODA	240 (9,46)	1,65 (2,46)	56 (13,59)
Ukupno GASTROPODA	1752 (69,03)	17,95 (26,70)	272 (66,02)
BIVALVIA			
Cardiidae			
Plagiocardium papillosum	50 (1,97)	4,02 (5,98)	31 (7,52)
Parvicardium sp.	2 (0,08)	0,17 (0,25)	2 (0,49)
Pectinidae			
Palliolum incomparabile	6 (0,24)	0,03 (0,04)	5 (1,21)
Arcidae			
Barbatia barbata	22 (0,87)	1,39 (2,07)	16 (3,88)
Arca noae	1 (0,04)	0,02 (0,03)	1 (0,24)
Veneridae			
Chamelea gallina	3 (0,12)	0,26 (0,39)	3 (0,73)
Gouldia minima	39 (1,54)	2,78 (4,14)	31 (7,52)
Clausinella brongniartii	4 (0,16)	0,19 (0,28)	4 (0,97)
Carditidae			
Glans trapezia	4 (0,16)	0,07 (0,10)	3 (0,73)
Tellinidae			
Tellina incarnata	2 (0,08)	0,41 (0,61)	2 (0,49)
Tellina balaustina	1 (0,04)	0,16 (0,23)	1 (0,24)
Neidentificirani BIVALVIA	107 (4,22)	3,79 (5,64)	83 (20,15)
Ukupno BIVALVIA	241 (9,52)	13,29 (19,76)	143 (34,71)
SCAFOPODA			
Dentaliidae			
Dentalium inaequicostatum	1 (0,04)	<0,01 (<0,01)	1 (0,24)
POLYPLACOPHORA			
Chitonidae			
Chiton olivaceus	16 (0,63)	1,23 (1,82)	16 (3,88)
Ukupno MOLLUSCA	2010 (79,22)	32,48 (48,28)	301 (73,06)
ANNELIDA			
POLYCHAETA			
Aphroditidae			
Aphrodita aculeata	4 (0,16)	0,09 (0,14)	4 (0,97)
Serpulidae			
Neidentificirani Serpulidae	11 (0,43)	1,78 (2,66)	11 (2,67)
Neidentificirani POLYCHAETA	31 (1,22)	0,49 (0,73)	22 (5,34)
Ukupno ANNELIDA	46 (1,81)	2,36 (3,53)	37 (8,98)
PHAEOPHYTA			
Dictyota dichotoma	7 (0,28)	0,03 (0,04)	7 (1,70)
Neidentificirani PHAEOPHYTA	9 (0,35)	0,29 (0,44)	8 (1,94)
Ukupno PHAEOPHYTA	16 (0,63)	0,32 (0,48)	15 (3,64)
SPERMATOPHYTA			
Neidentificirani SPERMATOPHYTA	1 (0,04)	<0,01 (<0,01)	1 (0,24)
PROTOZOA			
FORAMINIFERIDA			
Neidentificirani FORAMINIFERIDA	18 (0,71)	0,01 (0,01)	9 (2,18)

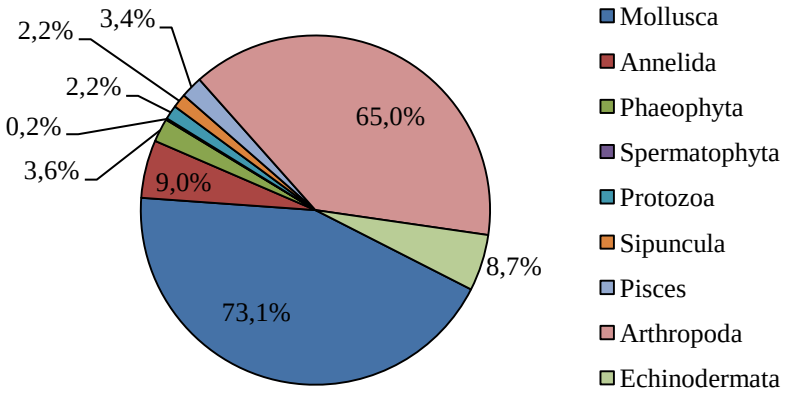
SIPUNCULA			
Phascolocomatidae			
Neidentificirani PHASCOLOSOMATIDAE	14 (0,55)	0,65 (0,96)	9 (2,18)
PISCES			
OSTECHTHYES			
Neidentificirani OSTEICHTHYES	14 (0,55)	2,32 (3,45)	14 (3,40)
ARTHROPODA – CRUSTACEA			
ISOPODA			
Isopoda sp.	1 (0,04)	0,05 (0,07)	1 (0,24)
DECAPODA – Caridae			
Alpheidae			
Alpheus sp.	1 (0,04)	0,02 (0,03)	1 (0,24)
Neidentificirani DECAPODA – Caridae	97 (3,82)	4,05 (6,03)	67 (16,26)
Ukupno DECAPODA – Caridae	98 (3,86)	4,07 (6,06)	68 (16,50)
DECAPODA – Anomura			
Galatheidae			
Galathea sp.	5 (0,20)	0,58 (0,86)	4 (0,97)
Paguridae			
Pagurus sp.	15 (0,59)	1,24 (1,84)	11 (2,67)
Diogenidae			
Calcinus tubularis	1 (0,04)	0,25 (0,38)	1 (0,24)
Neidentificirani DECAPODA – Anomura	113 (4,45)	2,50 (3,73)	42 (10,19)
Ukupno DECAPODA – Anomura	134 (5,28)	4,57 (6,81)	57 (13,83)
DECAPODA – Brachyura			
Portunidae			
Liocarcinus sp.	1 (0,04)	0,11 (0,16)	1 (0,24)
Porcellanidae			
Pisidia sp.	4 (0,16)	0,48 (0,72)	4 (0,97)
Pilumnidae			
Pilumnus sp.	7 (0,28)	1,53 (2,27)	6 (1,46)
Xanthidae			
Xantho sp.	4 (0,16)	0,64 (0,95)	4 (0,97)
Leucosiidae			
Ebalia sp.	7 (0,28)	0,58 (0,87)	7 (1,70)
Inachidae			
Macropodia sp.	1 (0,04)	0,04 (0,06)	1 (0,24)
Neidentificirani DECAPODA – Brachyura	72 (2,84)	7,37 (11,40)	64 (15,53)
Ukupno DECAPODA – Brachyura	96 (3,80)	11,04 (16,43)	86 (20,87)
Neidentificirani DECAPODA	83 (3,27)	6,14 (9,13)	75 (18,20)
Ukupno DECAPODA	411 (16,21)	25,82 (38,43)	267 (64,81)
Ukupno ARTHROPODA	412 (16,25)	25,87 (38,50)	268 (65,05)
ECHINODERMATA			
ECHINOIDEA			
Echinidae			
Paracentrotus lividus	35 (1,38)	3,50 (5,21)	33 (8,50)
Neidentificirani ECHINOIDEA	3 (0,12)	0,20 (0,30)	3 (0,73)
Ukupno ECHINODERMATA	38 (1,50)	3,70 (5,51)	36 (8,74)



Slika 3.5.2. Brojčana zastupljenost (%N) pojedinih skupina plijena u probavilima kneza



Slika 3.5.3. Masena zastupljenost (%W) pojedinih skupina plijena u probavilima kneza



Slika 3.5.4. Učestalost pojavljivanja (%F) pojedinih skupina plijena u probavilima kneza

Na temelju koeficijenta relativnog značaja plijena (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti plijena (Q), neophodna i glavna hrana kneza su vrste iz koljena Mollusca i Arthropoda (Tablica 3.5.5.). Gledajući niže sistematske kategorije, vidimo da prema koeficijentu MFI razredi Gastropoda i Bivalvia, te red Decapoda – podred Brachyura, predstavljaju neophodnu hranu, dok red Decapoda – podredovi Caridae i Anomura predstavljaju glavnu hranu. Međutim, prema koeficijentu hranjivosti (Q) samo razred Gastropoda predstavlja glavnu hranu, dok su razred Bivalvia i svi podredovi Decapoda dodatna hrana. Ostale skupine plijena predstavljaju slučajnu hranu prema oba spomenuta koeficijenta, s izuzetkom Echinodermata koji su prema koeficijentu MFI također dodatna hrana.

Tablica 3.5.3. Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) za pojedine skupine plijena pronađene u probavilima kneza (MFI – neophodna hrana, glavna hrana, dodatna hrana, slučajna hrana; Q – glavna hrana, dodatna hrana, slučajna hrana)

Kategorija plijena	IRI	MFI	Q
Mollusca			
Gastropoda	6320,09	1802,92	1843,10
Bivalvia	1016,31	436,99	188,12
Polyplachofora	9,51	4,10	1,15
Ukupno Mollusca	9315,15	3676,04	3824,74
Annelida	47,95	19,04	6,39
Phaeophyta	4,04	1,02	0,30
Spermatophyta	0,01	0,00	0,00
Protozoa	1,57	0,01	0,01
Sipuncula	3,29	1,31	0,53
Pisces	13,60	6,81	1,90
Arthropoda			
Decapoda – Caridae	163,68	61,69	23,39
Decapoda – Anomura	167,20	65,07	35,96
Decapoda – Brachyura	422,20	202,66	62,43
Ukupno Arthropoda	3561,49	1565,03	625,63
Echinodermata	61,27	28,21	8,27

Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) pojedinih skupina plijena su analizirane i s obzirom na godišnje sezone. Vrijednosti navedenih hranidbenih koeficijenata su u svim sezonama najviše

za koljeno Mollusca, a slijedi ih koljeno Arthropoda. Međutim, za ove dvije najznačajnije kategorije postoji i sezonska raspodjela koja se očituje kroz sva tri analizirana koeficijenta. Vrijednosti koeficijenta IRI su za koljeno Mollusca više u toplijem dijelu godine (proljeće i ljeto), a niže u hladnijem dijelu godine (jesen i zima), dok za koljeno Arthropoda vrijedi obrnuto (Tablica 3.5.4.). Iste rezultate daje koeficijent MFI gdje vidimo i da podredovi dekapodnih rakova, Caridae i Anomura, u toplom dijelu godine predstavljaju isključivo slučajnu hranu, dok se u jesen i zimi njihova važnost u ishrani povećava (Tablica 3.5.5.). Koeficijent hranjivosti (Q) daje najjasniju potvrdu ovih rezultata, s obzirom da koljeno Mollusca spada u kategoriju glavne hrane u svim sezonama, ali su vrijednosti hranjivosti znatno više u toplom dijelu godine, dok je koljeno Arthropoda glavna hrana samo u jesen i zimi, a u proljeće i ljeti ova skupina predstavlja dodatnu hranu (Tablica 3.5.6.).

Tablica 3.5.4. Sezonske vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI) pojedinih skupina plijena pronađenih u probavilima kneza

Kategorija plijena	Sezona			
	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
Mollusca				
Gastropoda	3320,36	1991,42	3779,32	3856,29
Bivalvia	482,32	666,66	460,19	670,24
Polyplachofora	6,19	0,94	37,42	-
Ukupno Mollusca	4796,33	3692,60	5310,99	5661,88
Annelida	1,38	4,84	169,59	24,21
Phaeophyta	3,13	9,26	0,87	0,48
Spermatophyta	-	-	0,13	-
Protozoa	0,04	29,01	-	0,05
Sipuncula	0,86	-	7,63	2,15
Pisces	9,99	21,03	8,18	0,53
Arthropoda				
Decapoda – Caridae	122,98	218,93	33,08	58,59
Decapoda – Anomura	245,83	17,11	44,24	46,88
Decapoda – Brachyura	365,74	218,79	296,57	97,05
Ukupno Arthropoda	3166,29	2252,81	1352,44	1151,38
Echinodermata	36,56	107,20	22,96	19,21

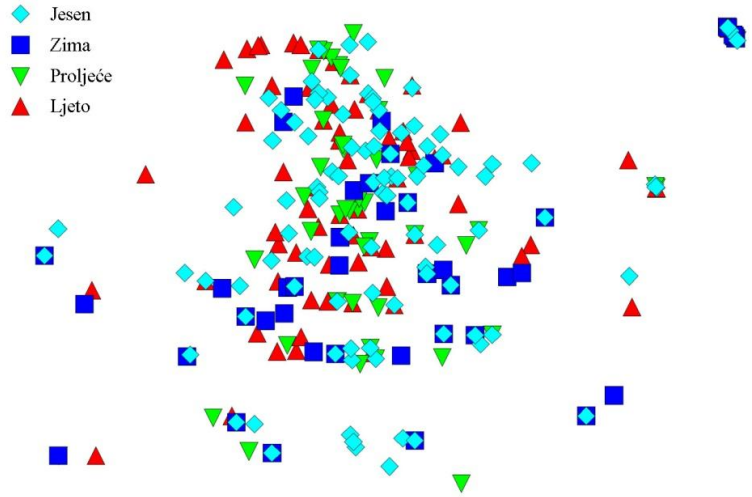
Tablica 3.5.5. Sezonske vrijednosti koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) pronađene u probavilima kneza (■ neophodna hrana, ■ glavna hrana, ■ dodatna hrana, □ slučajna hrana)

Kategorija plijena	Sezona			
	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
Mollusca				
Gastropoda	720,99	513,31	928,31	820,62
Bivalvia	173,71	207,33	170,40	308,59
Polyplachofora	2,20	0,40	15,59	-
Ukupno Mollusca	1343,73	1133,74	1687,60	1925,43
Annelida	0,16	1,49	73,14	5,74
Phaeophyta	0,20	3,05	0,04	0,23
Spermatophyta	-	-	<0,01	-
Protozoa	<0,01	0,33	-	<0,01
Sipuncula	0,25	-	2,69	0,91
Pisces	5,01	8,62	3,77	0,18
Arthropoda				
Decapoda – Caridae	40,94	72,35	13,25	22,59
Decapoda – Anomura	85,26	7,33	16,22	12,65
Decapoda – Brachyura	158,83	98,19	127,24	47,41
Ukupno Arthropoda	1270,71	903,61	548,06	477,15
Echinodermata	14,90	50,35	9,80	8,98

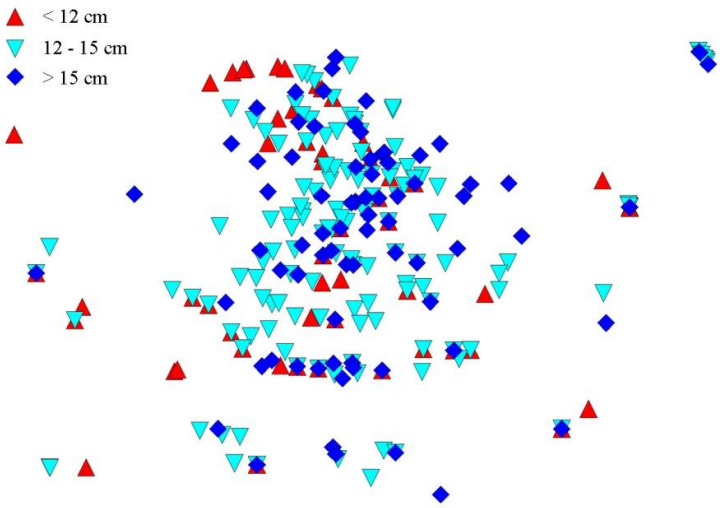
Tablica 3.5.6. Sezonske vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) pojedinih skupina plijena pronađenih u probavilima kneza (■ glavna hrana, ■ dodatna hrana, □ slučajna hrana)

Kategorija plijena	Sezona			
	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
Mollusca				
Gastropoda	457,52	361,51	654,05	594,43
Bivalvia	40,23	79,65	38,86	74,28
Polyplachofora	0,32	0,12	2,28	-
Ukupno Mollusca	879,87	826,60	1237,84	1441,59
Annelida	0,02	0,45	12,66	1,02
Phaeophyta	0,03	0,91	0,01	0,03
Spermatophyta	-	-	<0,01	-
Protozoa	<0,01	0,19	-	<0,01
Sipuncula	0,04	-	0,93	0,12
Pisces	0,72	2,57	0,55	0,02
Arthropoda				
Decapoda – Caridae	10,59	22,56	1,94	3,88
Decapoda – Anomura	27,47	2,64	4,18	3,87
Decapoda – Brachyura	27,19	31,08	19,45	6,07
Ukupno Arthropoda	323,88	282,91	94,27	93,62
Echinodermata	2,28	16,43	1,43	1,15

Usporedba sastava ishrane 412 primjeraka kneza među pojedinim sezonama izvršena je na temelju broja zabilježenih primjeraka plijena u 9 najvažnijih sistematskih kategorija, te radi preglednosti prikazana putem MDS-a. Nije uočeno grupiranje analiziranih jedinki po pojedinim sezonama, što je potvrdila i statistička analiza (ANOSIM; R = 0,052; P < 0,001) (Slika 3.5.5.). Na isti način izvršena je i usporedba sastava ishrane kneza ovisno o veličini jedinki, odnosno između tri dužinske kategorije: < 12 cm, 12-15 cm, > 15 cm (Slika 3.5.6.). Kao i u prethodnom slučaju, na MDS prikazu se ne uočava grupiranje podataka, odnosno sastav ishrane ne ovisi o veličini jedinki kneza (ANOSIM; R = 0,028; P < 0,05).



Slika 3.5.5. Usporedba sastava ishrane kneza po pojedinim sezonama (MDS)



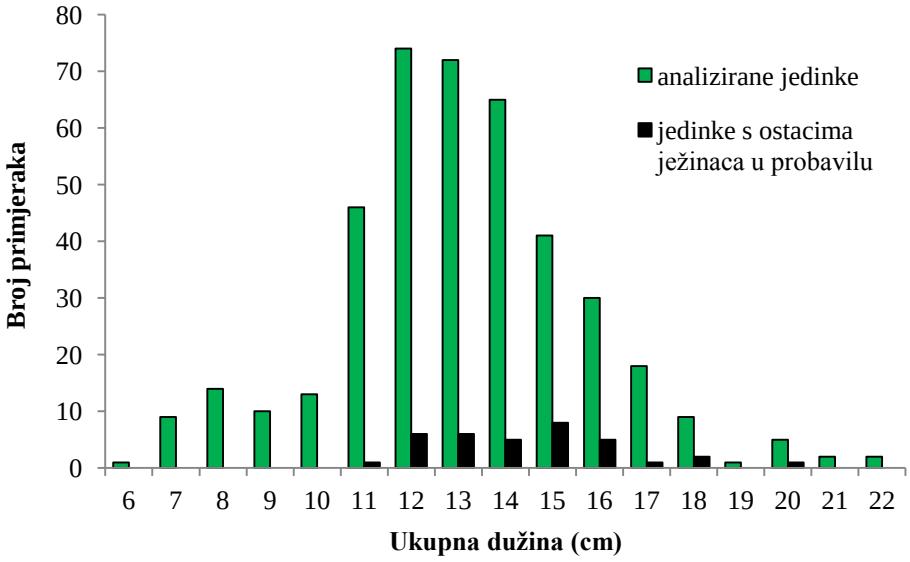
Slika 3.5.6. Usporedba sastava ishrane kneza s obzirom na veličinu jedinki (MDS)

3.5.1. Morski ježinci (Echinoidea) u ishrani kneza

Koljeno Echinodermata u ishrani kneza zastupljeno je samo s jednim razredom – Echinoidea, odnosno morski ježinci. Ukupno je zabilježeno 38 primjeraka, od čega 35 pripada vrsti *Paracentrotus lividus*, dok su tri primjerka neidentificirana (Tablica 3.5.1.). U ukupnom plijenu Echinoidea sudjeluju sa 1,5% broja primjeraka (Slika 3.5.2.), odnosno 5,5% mase (Slika 3.5.3.), te su zabilježeni u probavilu 36 (8,7%) jedinki kneza (Slika 3.5.4.).

Na temelju koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI), Echinoidea predstavljaju dodatnu hranu kneza, dok je prema koeficijenta hranjivosti plijena (Q) njihova važnost manja, odnosno predstavljaju slučaju hranu (Tablica 3.5.3.).

Dužinska raspodjela primjeraka kneza u čijim probavilima su pronađeni ostaci Echinoidea prikazana je na slici 3.5.1.1, u usporedbi s ukupnim analiziranim uzorkom. Vidimo da su morski ježinci pronađeni samo kod većih primjeraka kneza (u dužinskim razredima iznad 11 cm), čija je srednja dužina tijela (14,4 ± 2,00 cm) statistički značajno veća od srednje dužine tijela ukupnog uzorka za analizu ishrane (13,1 ± 2,61 cm) (t-test, $P < 0,05$).

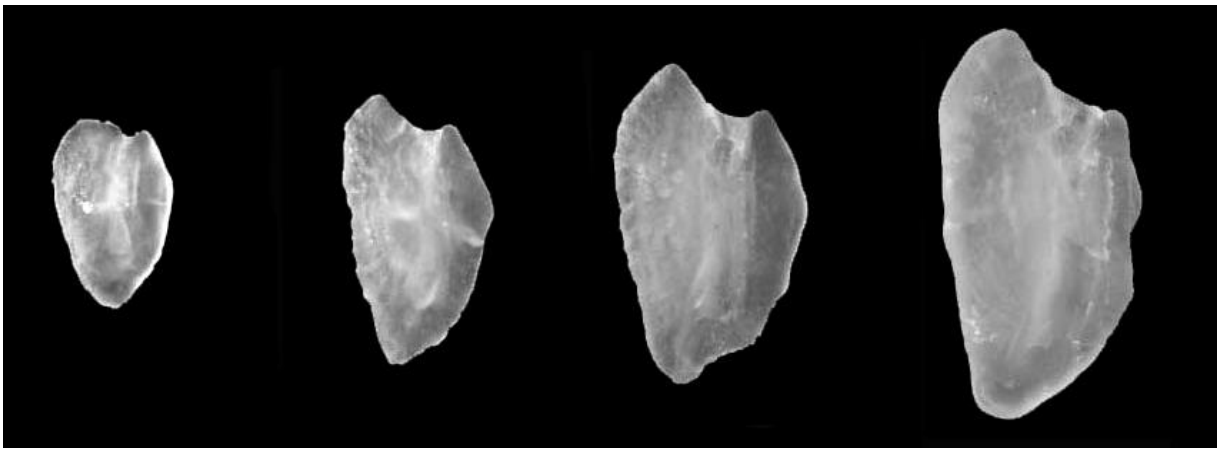


Slika 3.5.1.1. Dužinska raspodjela primjeraka kneza kojima je analizirana ishrana i primjeraka kojima su plijen morski ježinci (Echinoidea)

3.6. Starost i rast kneza u istočnom Jadranu

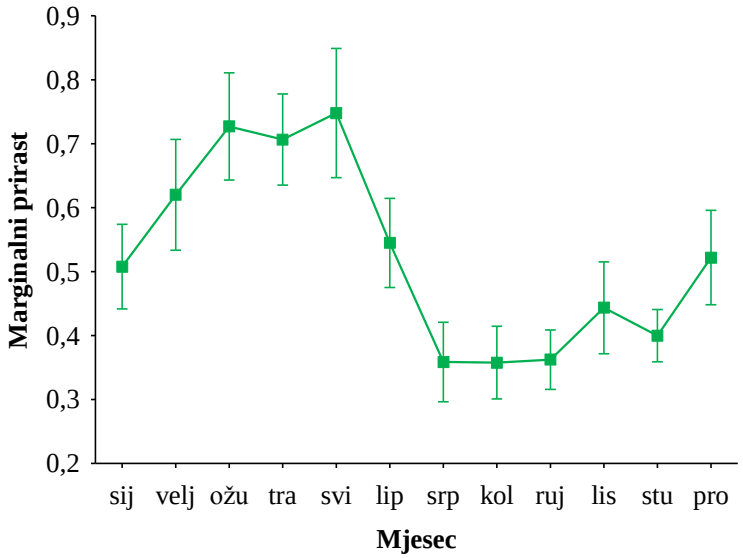
Za analizu starosti i rasta uzet je uzorak od 1082 primjerka kneza, od čega 528 mužjaka, 487 ženki i 67 primjeraka neodređenog spola. Svim primjercima izvađeni su otoliti, a starost je uspješno očitana za 1011 primjeraka (93,4%). Za 71 primjerak starost nije bilo moguće odrediti, uglavnom zbog nečitkih otolita (npr. potpuno neprozirni otoliti, ili otoliti bez vidljivih godišnjih prstenova), ili njihovog oštećivanja tijekom brušenja. Starost su neovisno očitavale dvije osobe, a za daljnju analizu uzeti su samo oni primjerci kojima su se oba očitanja podudarala. Od ukupno 1011 primjeraka, za 691 (68,3%) procijenjena je ista starost, za 285 (28,2%) primjeraka procjene su se razlikovale za jednu godinu, te kod 35 (3,5%) primjeraka za dvije godine. Temeljem toga, za analizu parametara starosti i rasta u konačnici su korišteni podaci o starosti 691 primjerka kneza, od čega 328 mužjaka (47,5%), 305 ženki (44,1%) i 58 jedinki neodređenog spola (8,4%). Ukupna dužina tijela mužjaka nalazila se u rasponu od 7,3 do 21,0 cm (13,7 ± 2,44 cm), ženki od 6,0 do 18,3 cm (11,7 ± 2,10 cm) i jedinki neodređenog spola od 4,8 do 13,7 cm (7,7 ± 1,73 cm).

Morfologija otolita. Otoliti kneza su duguljastog (vretenastog) oblika, s zaobljenim ili blago valovitim rubovima. Prednji dio otolita u pravilu karakteriziraju kratak i šiljasti rostrum te slabo razvijeni šiljasti antirostrum. Iznimka su manji primjerci (približno ispod 10,0 cm ukupne dužine), za koje je karakterističan zaobljeni rostrum. Razlika u visini rostruma i antirostruma kod manjih primjeraka je zanemariva, ali s povećanjem veličine ribe rostrum se razvija te postaje znatno izraženiji. Usjek između rostruma i antirostruma je slabo razvijen, a s rastom otolita postaje sve plići te se kod najvećih primjeraka gotovo i ne primjećuje. Stražnji dio otolita je šiljast do blago zaobljen (Slika 3.6.1.).



Slika 3.6.1. Sagitalni otoliti kneza pri različitim dužinama tijela: A – 7,1 cm, B – 10,7 cm, C – 14,3 cm i D – 19,9 cm (desni otoliti prikazani s prednjim dijelom okrenutim gore i leđnom stranom okrenutom desno)

Analiza marginalnog prirasta. Periodičnost stvaranja godišnjih prstenova potvrđena je analizom promjena marginalnog prirasta tijekom godišnjeg ciklusa. Srednja vrijednost marginalnog prirasta bila je najniža tijekom ljeta, a najviša u jesensko-zimskom periodu (Slika 3.6.2.). Razlike između pojedinih mjeseci statistički su značajne (ANOVA, $P < 0,001$), a Tukey test pokazao je da su vrijednosti tijekom srpnja, kolovoza i rujna značajno niže nego u svim ostalim mjesecima osim listopada. Postojanje samo jednog godišnjeg minimuma i maksimuma ukazuje na formiranje jednog prstena godišnje.

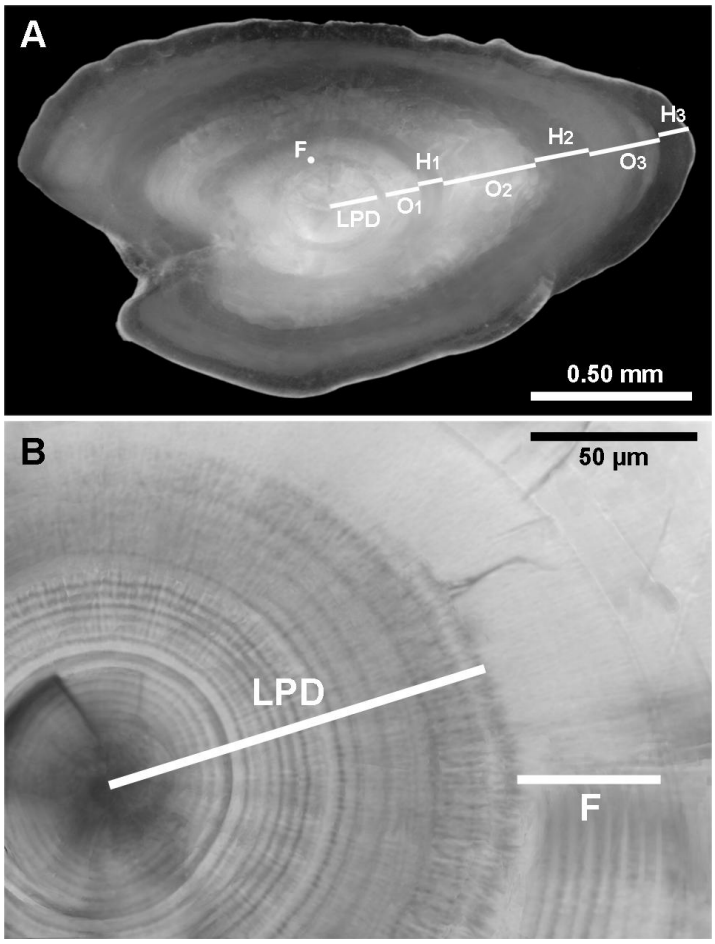


Slika 3.6.2. Srednje vrijednosti i 95%-tne granice pouzdanosti marginalnog prirasta tijekom godine

Analiza dnevnih prstenova. Za analizu dnevnih zona prirasta odabran je uzorak od 25 otolita, od čega je na 17 broj dnevnih prstenova uspješno određen. Za iste otolite određene su i godišnje zone prirasta, te je svakoj pridružen odgovarajući broj dnevnih prstenova – od jezgre do drugog opakog godišnjeg prstena (Tablica 3.6.1.). Kod svih analiziranih otolita uočena je opaka jezgra koja se sastojala od 32 do 43 dnevna prstena (35,5 ± 2,94), što odgovara ličinačkom planktonskom razdoblju (LPD) kneza. Nakon jezgre slijedi uski hijalini prsten (F) za koji je zabilježeno od 15 do 27 dnevnih prstenova (20,6 ± 4,63) (Slika 3.6.3.A). Sljedeći opaki (O_1) i hijalini (H_1) prsten sadrže u prosjeku 54,3 ± 16,32, odnosno 72,1 ± 24,95 dnevnih prstenova, no velika vrijednost standardne devijacije ukazuje na znatnu varijabilnost ovih vrijednosti između pojedinih otolita. Budući da je kao datum izvaljenja određen 1. srpnja, O_1 približno odgovara razdoblju rujan – listopad, a H_1 razdoblju studeni – siječanj, što potvrđuje da se opake zone formiraju tijekom toplijeg, a hijaline zone tijekom hladnijeg dijela godine. Drugi opaki prsten (O_2) bio je mnogo širi od prvog, te je za njega zabilježen znatno veći broj dnevnih prstenova, od 94 do 138 (112,6 ± 17,02). Zbroj srednjeg broja dnevnih prstenova u pojedinim godišnjim zonama, počevši od jezgre, pokazao je da drugi opaki prsten približno odgovara prvoj godini starosti kneza (315,1 ± 27,8 dnevnih prstenova). Na temelju toga, u daljnjoj analizi starost kneza određena je brojanjem opakih godišnjih prstenova, počevši s drugim (O_2) (Slika 3.6.3.B).

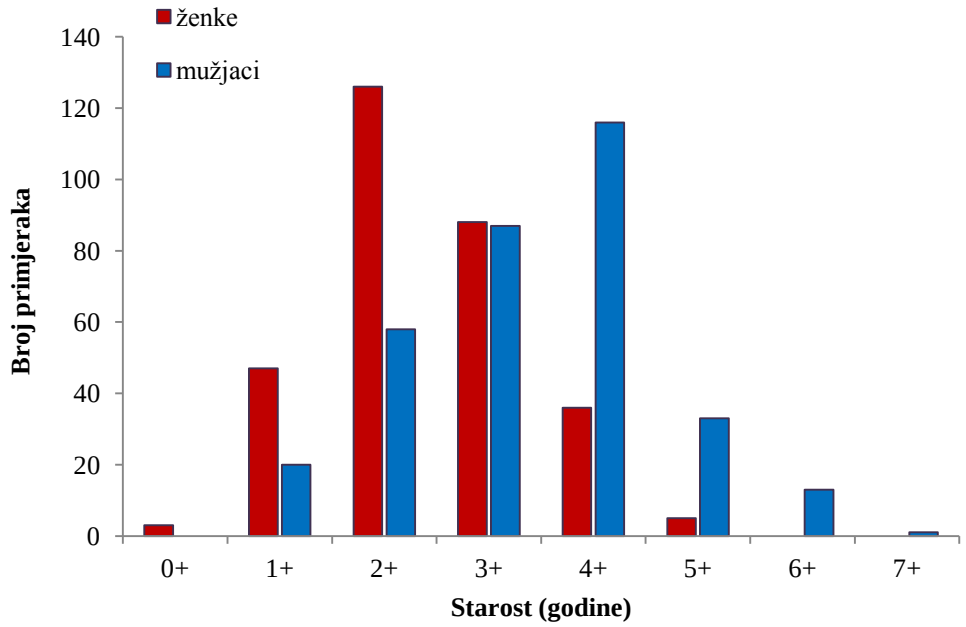
Tablica 3.6.1. Srednja širina (μm) i broj dnevnih prstenova za: LPD – larvalni period, F – 'lažni' hijalini prsten, O_1 – prvi opaki prsten, H_1 – prvi hijalini prsten, O_2 – drugi opaki prsten (N je broj analiziranih otolita)

Godišnji prsten	Širina godišnjeg prstenova (μm)	Broj dnevnih prstenova	N
LPD	162,1 ± 17,82	35,5 ± 2,94	17
F	84,0 ± 27,86	20,6 ± 4,63	14
O_1	178,2 ± 36,39	54,3 ± 16,32	13
H_1	135,3 ± 42,69	72,1 ± 24,95	11
O_2	240,8 ± 47,45	112,6 ± 17,02	5



Slika 3.6.3. A – otolit kneza s naznačenim godišnjim zonama prirasta, B – središnji dio otolita kneza s vidljivim dnevnim prstenovima (LPD – ličinačko planktonsko razdoblje, F – 'lažni' hijalini prsten, O_1-O_3 – opaki prstenovi, H_1-H_3 – hijalini prstenovi)

Starosna struktura kneza. Najveća zabilježena starost iznosila je 7 godina za mužjake i 5 godina za ženke, a najveći broj primjeraka zabilježen je u rasponu od 2 do 4 godine starosti – čak 81,0% ukupnog uzorka. U godišnjim klasama 1^+ i 2^+ dominirale su ženke, u godišnjoj klasi 3^+ spolovi su bili ravnomjerno zastupljeni, dok su u klasama 4^+ i 5^+ dominirali mužjaci (Slika 3.6.4.). Starosna struktura analizirana je i u ovisnosti o dužini ribe, te je prikazana za pojedine dužinske razrede mužjaka (Tablica 3.6.2.), ženki (Tablica 3.6.3.) i za ukupni uzorak (Tablica 3.6.4.) kneza u istočnom Jadranu.



Slika 3.6.4. Starosna struktura mužjaka i ženki kneza u istočnom Jadranu

Tablica 3.6.2. Dužinsko – starosna struktura mužjaka kneza u istočnom Jadranu

Dužinski razred (cm)	1^+	2^+	3^+	4^+	5^+	6^+	7^+	N
7	2							2
8	8							8
9	8	4						12
10	2	4						6
11		15	5					20
12		27	17	3				47
13		8	33	10				51
14			27	34	2			63
15			5	36	5			46
16				25	11	2		38
17				5	9	3		17
18				3	1	3		7
19					3	2		5
20					1	3		4
21					1		1	2
N	20	58	87	116	33	13	1	328
LTsr	8,5	11,5	13,1	14,8	16,6	18,1	21,0	13,7
SD	0,83	1,05	0,98	1,22	1,60	1,44	-	2,44

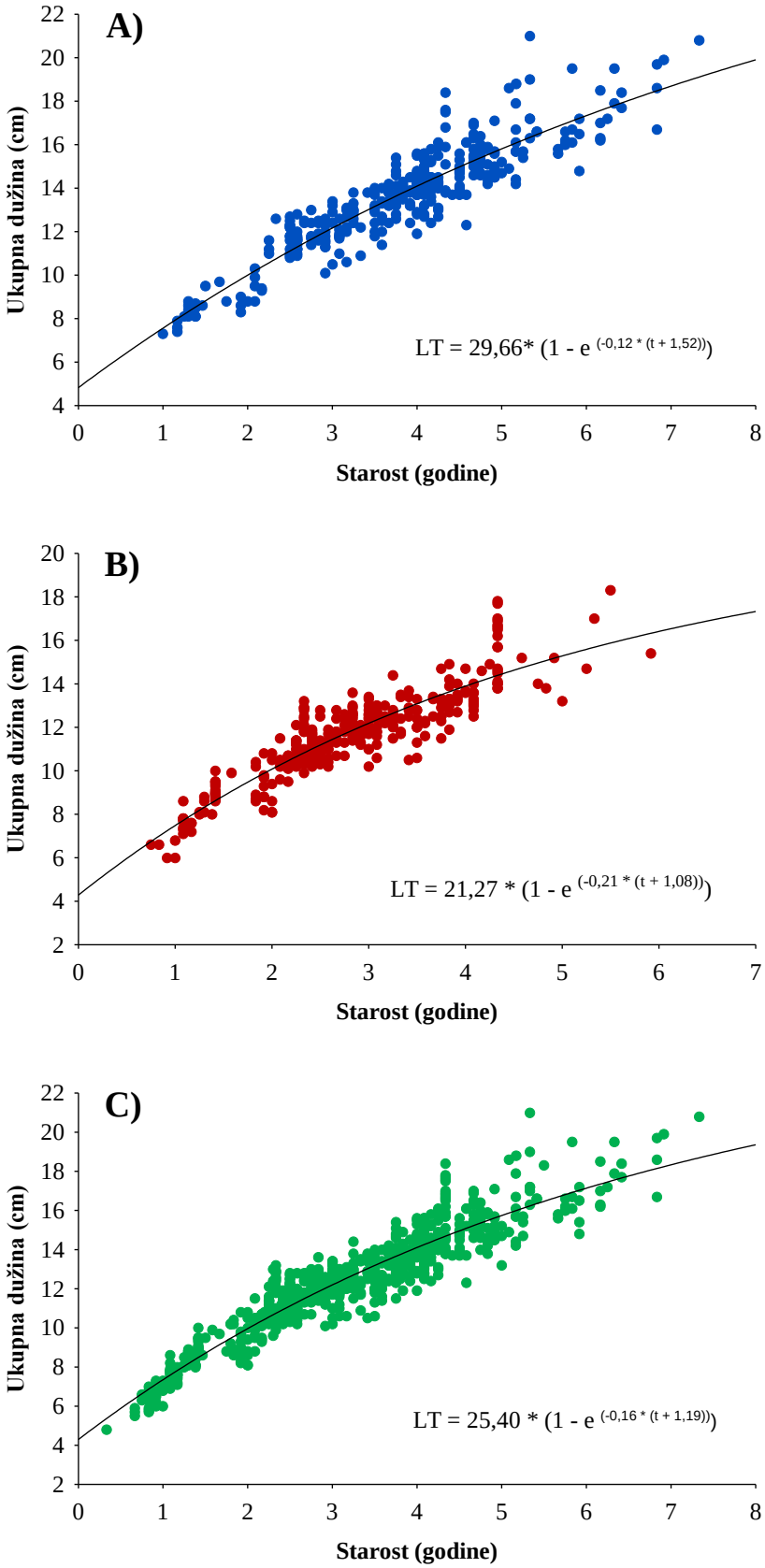
Tablica 3.6.3. Dužinsko – starosna struktura ženki kneza u istočnom Jadranu

Dužinski razred (cm)	0^+	1^+	2^+	3^+	4^+	5^+	N
6	1	1					2
7	2	5					7
8		11	2				13
9		20	2				22
10		9	15	1			25
11		1	56	7			64
12			35	29			64
13			15	42	6	1	64
14			1	7	12		20
15				2	8	2	12
16					3		3
17					5	1	6
18					2	1	3
N	3	47	126	88	36	5	305
LTsr	6,7	8,7	11,3	12,6	14,9	15,6	11,7
SD	0,58	1,04	1,02	0,88	1,48	1,95	2,10

Tablica 3.6.4. Dužinsko – starosna struktura kneza u istočnom Jadranu (ukupni uzorak)

Dužinski razred (cm)	0^+	1^+	2^+	3^+	4^+	5^+	6^+	7^+	N
5	1								1
6	11	1							12
7	10	20							30
8		26	2						28
9		33	6						39
10		13	21	1					35
11		1	74	12					87
12			65	49	3				117
13			24	78	16	1			119
14			1	35	46	2			84
15				7	45	7			59
16					28	11	2		41
17					10	10	3		23
18					5	2	3		10
19							2		2
20							3		3
21								1	1
N	22	94	193	182	153	33	13	1	691
Lsr	6,4	8,5	11,4	12,9	14,8	16,5	18,1	21,0	12,4
SD	0,59	1,01	1,03	0,95	1,27	1,66	1,44	-	2,74

Von Bertalanffyevi parametri rasta. Rast kneza opisan je von Bertalanffyevom jednadžbom rasta za mužjake (Slika 3.6.5.A), ženke (Slika 3.6.5.B) i ukupni uzorak (Slika 3.6.5.C) kneza. Parametri rasta značajno su se razlikovali između spolova (Hotelling T^2-test; $T^2 = 2014.59 > T_o{}^2_{0.001,3,629} = 16.52$). Za mužjake je zabilježena veća vrijednost asimptotske dužine (L_∞) nego za ženke, dok vrijednost koeficijenta k pokazuje da je za ženke karakterističan brži rast (Tablica 3.6.5.). Starost pri kojoj knez dostiže 95% asimptotske vrijednosti dužine LT iznosi 23,4 godina za mužjake i 13,2 godina za ženke.



Slika 3.6.5. Von Bertallanfyeve krivulje rasta za: A – mužjake, B – ženke i C – ukupni uzorak kneza

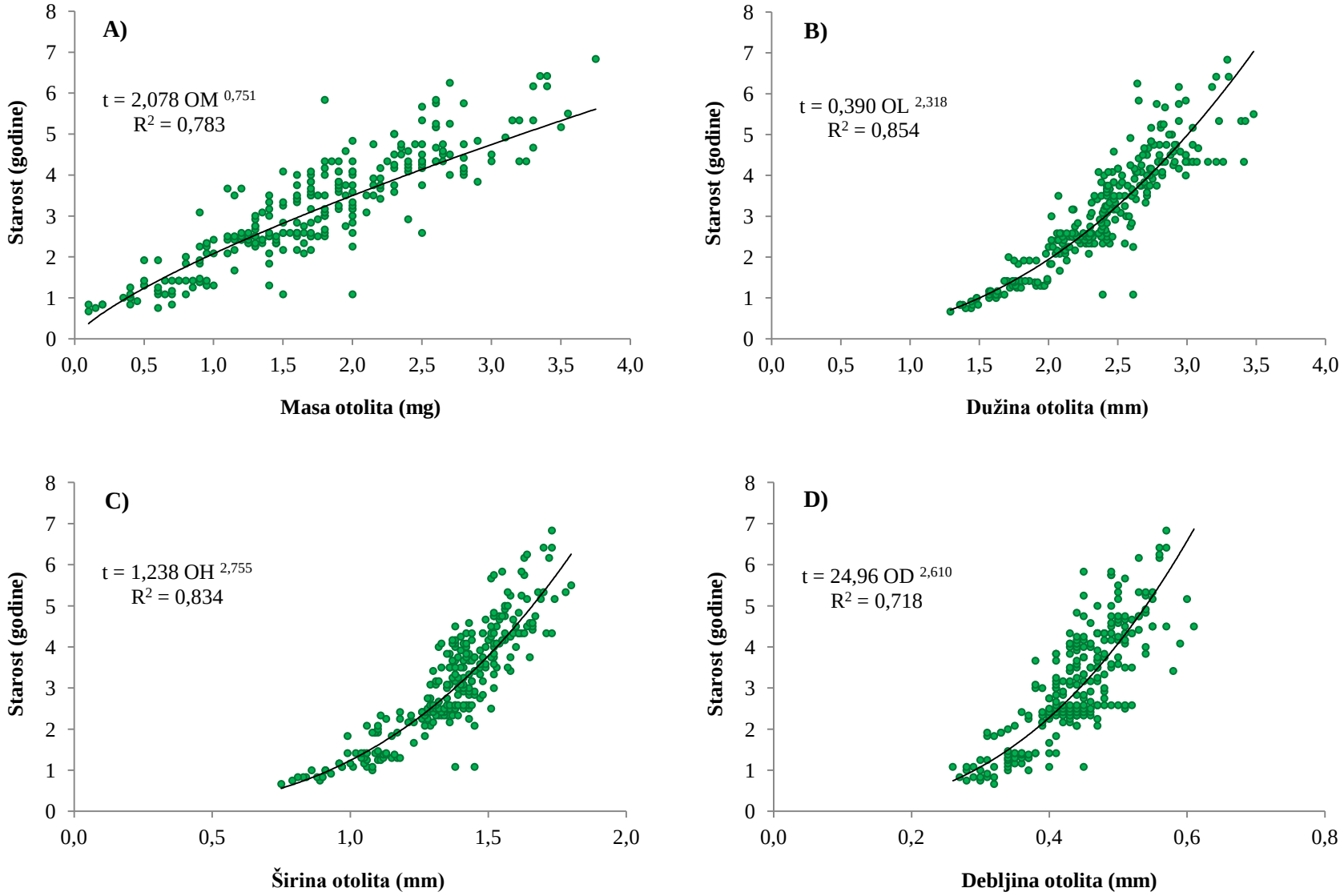
Tablica 3.6.5. Von Bertalanffyevi parametri rasta za mužjake (N = 328), ženke (N = 305) i ukupni uzorak kneza (N = 691)

Parametri rasta	Mužjaci	Ženke	Ukupni uzorak
L_∞	29,66 ± 4,12	21,27 ± 2,12	25,4 ± 1,48
k	0,12 ± 0,03	0,21 ± 0,05	0,16 ± 0,02
t_o	-1,52 ± 0,33	-1,08 ± 0,26	-1,19 ± 0,13
R^2	0,84	0,81	0,88

3.6.1. Morfometrija otolita

Morfometrijske mjere otolita analizirane su na uzorku od 465 jedinki kneza, ukupne dužine tijela od 5,5 do 21,0 cm (12,2 ± 2,89 cm). Razlike u mjerama lijevog i desnog otolita nisu bile značajne (t- test za parove podataka, P > 0,05 za sve mjere), kao ni razlike u mjerama otolita između spolova (ANCOVA, P > 0,05 za sve mjere), pa su u daljnjoj analizi korištene srednje vrijednosti mjera lijevog i desnog otolita svakog para, a spolovi su analizirani zajedno. Masa otolita nalazila se u rasponu od 0,6 do 4,3 mg (1,7 ± 0,76 mg), dužina otolita od 1,6 do 3,5 mm (2,4 ± 0,45 mm), širina otolita od 1,0 do 1,9 mm (1,4 ± 0,21 mm), a debljina otolita od 0,3 do 0,6 mm (0,4 ± 0,07 mm).

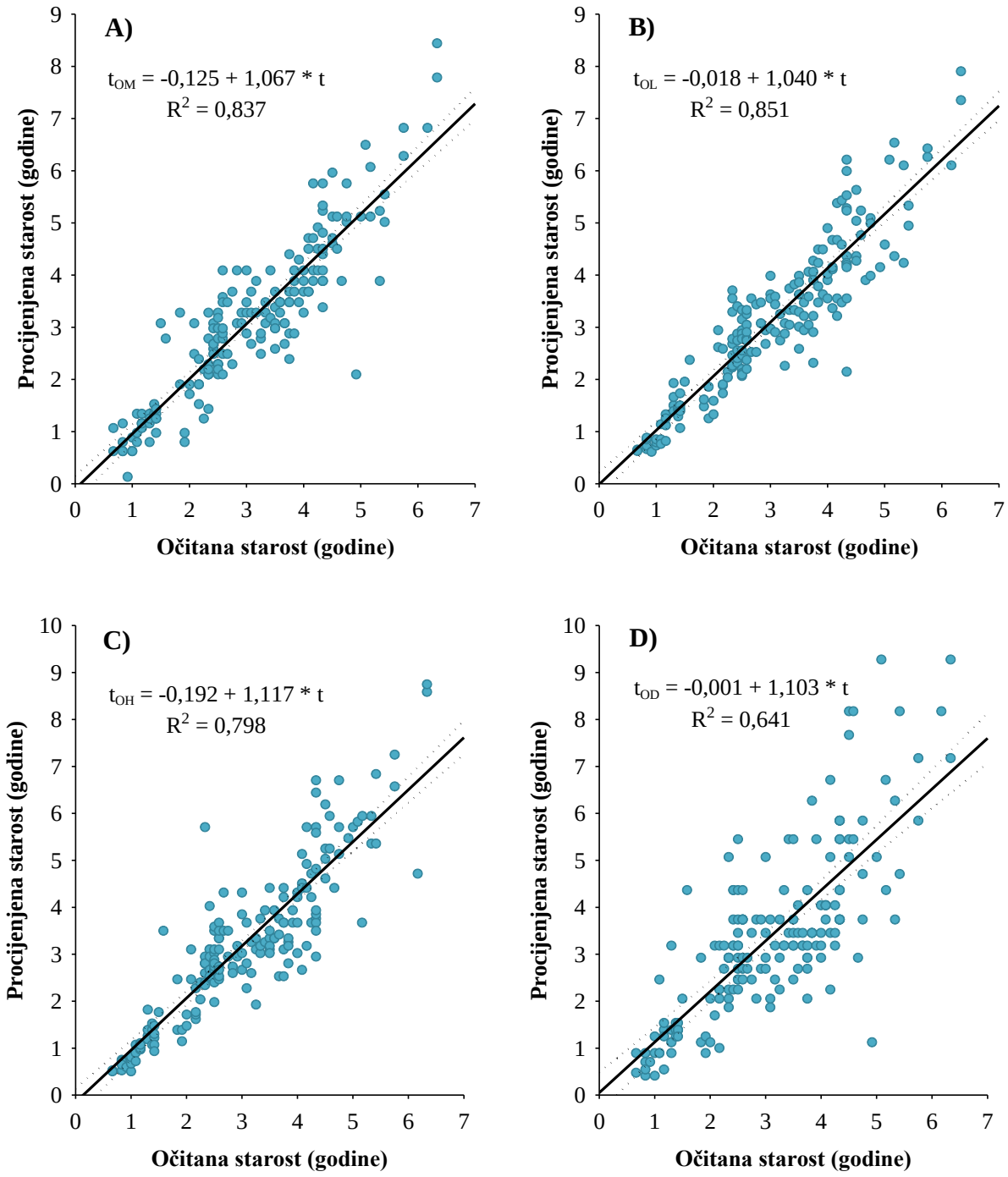
Primjena morfometrijskih mjera otolita u procjeni starosti kneza. Povezanost morfometrijskih mjera otolita i očitane starosti analizirana je na poduzorku od 279 otolita (60% ukupnog uzorka), a pokazalo se da je u svim slučajevima najbolje opisuje nelinearni model (Slika 3.6.1.1.). Vrijednosti koeficijenta determinacije R^2 bile su visoke za sve mjere, a nalazile su se u rasponu od 0,718 u slučaju kada je korištena debljina otolita, do 0,854 kada je upotrijebljena dužina otolita.



Slika 3.6.1.1. Odnos morfometrijskih mjera otolita i očitane starosti (t): A – OM, B – OL, C – OH, D – OD

Korištenjem prikazanih jednadžbi, za preostalih 186 otolita (preostalih 40% ukupnog uzorka), starost je procijenjena na temelju morfometrijskih mjera. Procijenjene vrijednosti starosti uspoređene su sa stvarnim (očitanim) vrijednostima kako bi se pokušalo odrediti koja mjera otolita daje najtočnije rezultate. Povezanost ovih dviju varijabli opisana je linearnom regresijom, što je prikazano na slici 3.6.1.2. Vrijednost koeficijenta determinacije bila je najviša kada je starost procijenjena iz dužina otolita (R^2 = 0,851), a najniža kada se za procjenu koristila debljina otolita (R^2 = 0,641). U idealnom slučaju gdje sve procijenjene vrijednosti starosti odgovaraju stvarnim vrijednostima, nagib regresijskog pravca iznosio bi jedan (b = 1), a odsječak nula (a = 0). Iz prikazanih regresijskih jednadžbi vidimo da je u ovom slučaju vrijednost odsječka svih pravaca nešto manja od nule (od -0,192 do -0,001), dok je vrijednost nagiba pravaca nešto viša od jedan (od 1,040 do 1,117). Međutim, 95%-tne granice pouzdanosti obuhvaćaju odsječak a = 0 i nagib b = 1 za sve prikazane linearne jednadžbe, osim kada je za procjenu starosti upotrijebljena širina otolita. Preciznost procjene starosti analizirana je i pomoću indeksa prosječne postotne pogreške (IAPE) i koeficijenta varijacije (CV), gdje su najpreciznije procjene postignute korištenjem dužine otolita (IAPE = 7,4%; CV = 9,6%), a slijede masa (8,6%; 10,1%), širina (9,2%; 11,6%) i debljina otolita (12,7%; 16,0%).

Uzevši u obzir vrijednosti odsječka, nagiba i koeficijenta determinacije regresijskih pravaca, te vrijednosti indeksa prosječne postotne pogreške i koeficijenta varijacije, možemo zaključiti da su dužina i masa otolita najprikladnije mjere za procjenu starosti kneza.



Slika 3.6.1.2. Usporedba očitane starosti i starosti procijenjene pomoću mjera otolita: A – masa otolita, B – dužina otolita, C – širina otolita, D – debljina otolita

3.7. Razmnožavanje kneza

3.7.1. Spolno sazrijevanje

Dužine spolnog sazrijevanja kneza određene su na uzorku od 508 primjeraka prikupljenih u periodu izrazitog mrijesta, odnosno u svibnju, lipnju, srpnju i kolovozu. Odabrani uzorak sastojao se od 116 primarnih mužjaka (22,8%), 139 sekundarnih mužjaka (27,4%) i 253 ženke (49,8%). Ukupna dužina tijela primarnih mužjaka bila je u rasponu od 7,3 do 15,1 cm (11,0 ± 1,89 cm), sekundarnih mužjaka od 11,8 do 19,9 cm (15,0 ± 1,59 cm), te ženki od 5,8 do 15,4 cm (11,2 ± 2,01 cm).

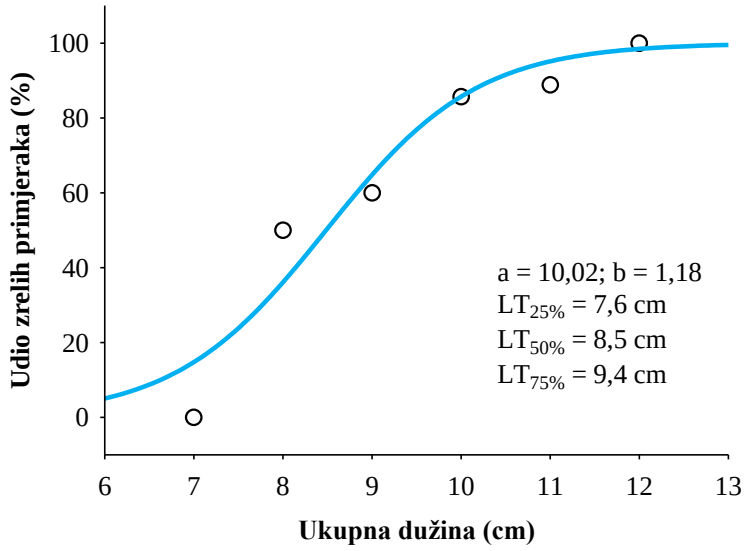
Primarni mužjaci. Prvi spolno zreli primjerci primarnih mužjaka kneza zabilježeni su u razredu od 8,0 cm, a u razredu od 12,0 cm i iznad sve jedinke su spolno zrele (Tablica 3.7.1.1.). Odnos između udjela zrelih primjeraka (UZP) i ukupne dužine tijela (LT) za primarne mužjake prikazan je na slici 3.7.1.1. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UZP = 1/(1 + \exp(10{,}02\text{-}1{,}18*LT))$$

Na temelju logističke jednadžbe određene su dužine pri kojima je 25%, 50% i 75% primarnih mužjaka spolno zrelo: $LT_{25\%}$ = 7,6 cm, $LT_{50\%}$ = 8,5 cm i $LT_{75\%}$ = 9,4 cm. Ako ove vrijednosti usporedimo sa fazama disharmonije primarnih mužjaka (poglavlje 3.2.1, Slika 3.2.1.1.), vidimo da $LT_{75\%}$ približno odgovara točki infleksije između razdoblja sazrijevanja i perioda zrelosti (10,0 – 11,0 cm).

Tablica 3.7.1.1. Broj primjeraka (N) i udio (%) zrelih i nezrelih primarnih mužjaka kneza u pojedinim dužinskim razredima. Uzorak je prikupljen u periodu izrazitog mrijesta (svibanj – kolovoz) na području srednjeg Jadrana

Dužinski razred (cm)	Nezreli		Zreli	
	N	%	N	%
7	2	100,0	0	0,0
8	6	50,0	6	50,0
9	8	40,0	12	60,0
10	1	14,3	6	85,7
11	2	11,1	16	88,9
12	0	0,0	30	100,0



Slika 3.7.1.1. Spolno sazrijevanje primarnih mužjaka kneza u ovisnosti o ukupnoj dužini tijela, izraženo kao udio zrelih jedinki u pojedinim dužinskim razredima

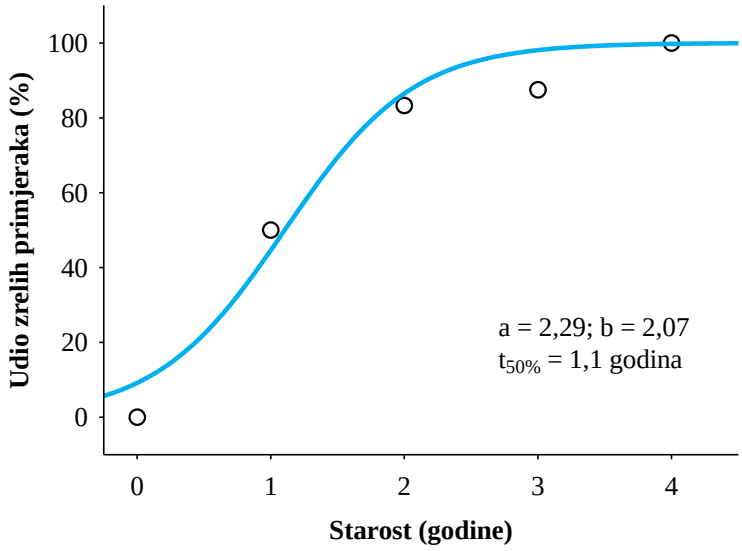
Analizirajući starosnu strukturu, vidimo da se prvi spolno zreli primarni mužjaci pojavljuju već nakon napunjene prve godine života (1^+) (Tablica 3.7.1.2.). Odnos između udjela zrelih primjeraka (UZP) i starosti (t) za primarne mužjake prikazan je na slici 3.7.1.2. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UZP = 1/(1+\exp(2{,}29-2{,}07*t))$$

Na temelju logističke jednadžbe određena je starost prve spolne zrelosti, odnosno starost pri kojoj je 50% jedinki spolno zrelo, $t_{50\%}$ = 1,1 godina. Budući da se navedeni logistički model zasniva na relativno malom broju primjeraka (samo 39 primarnih mužjaka kojima je uspješno određena starost očitavanjem otolita), $t_{50\%}$ je procijenjen i iz $L_{50\%}$ korištenjem von Bertalanffyeve jednadžbe rasta (poglavlje 3.6, Slika 3.6.6.A). Na ovaj način procijenjena je vrijednost $t_{50\%}$ = 1,4 godine, što također smješta prvu spolnu zrelost primarnih mužjaka nakon napunjene prve godine života, odnosno u starosnu kategoriju 1^+.

Tablica 3.7.1.2. Broj primjeraka (N) i udio (%) zrelih i nezrelih primarnih mužjaka kneza u pojedinim godišnjim klasama. Uzorak je prikupljen u periodu izrazitog mrijesta (svibanj – kolovoz) na području srednjeg Jadrana

Starost	Nezreli		Zreli	
	N	%	N	%
0^+	1	100,0	0	0,0
1^+	8	50,0	8	50,0
2^+	2	16,7	10	83,3
3^+	1	12,5	7	87,5
4^+	0	0,0	2	100,0



Slika 3.7.1.2. Spolno sazrijevanje primarnih mužjaka kneza u ovisnosti o starosti, izraženo kao udio zrelih jedinki u pojedinim godišnjim klasama

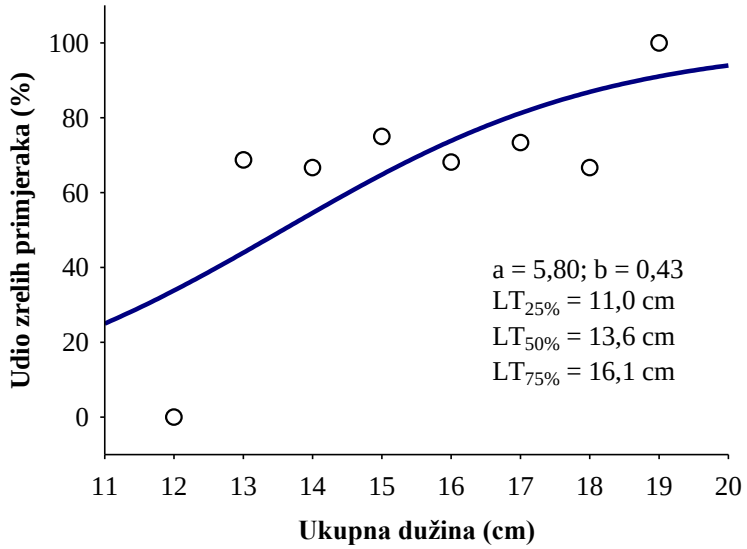
Sekundarni mužjaci. Prvi spolno zreli primjerci sekundarnih mužjaka kneza zabilježeni su u razredu od 13,0 cm, a u razredu od 19,0 cm i iznad sve jedinke su spolno zrele (Tablica 3.7.1.3.). Odnos između udjela zrelih primjeraka (UZP) i ukupne dužine tijela (LT) za sekundarne mužjake prikazan je na slici 3.7.1.3. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UZP = 1/(1+\exp(5{,}80-0{,}43*LT))$$

Na temelju logističke jednadžbe određene su dužine pri kojima je 25%, 50% i 75% sekundarnih mužjaka spolno zrelo: $LT_{25\%}$ = 11,0 cm, $LT_{50\%}$ = 13,6 cm i $LT_{75\%}$ = 16,1 cm.

Tablica 3.7.1.3. Broj primjeraka (N) i udio (%) zrelih i nezrelih sekundarnih mužjaka kneza u pojedinim dužinskim razredima. Uzorak je prikupljen u periodu izrazitog mrijesta (svibanj – kolovoz) na području srednjeg Jadrana

Dužinski razred (cm)	Nezreli		Zreli	
	N	%	N	%
12	0	100,0	3	0,0
13	5	31,2	11	68,8
14	14	33,3	28	66,7
15	8	25,0	24	75,0
16	7	31,8	15	68,2
17	4	26,7	11	73,3
18	1	33,3	2	66,7
19	0	0,0	3	100,0



Slika 3.7.1.3. Spolno sazrijevanje sekundarnih mužjaka kneza u ovisnosti o ukupnoj dužini tijela, izraženo kao udio zrelih jedinki u pojedinim dužinskim razredima

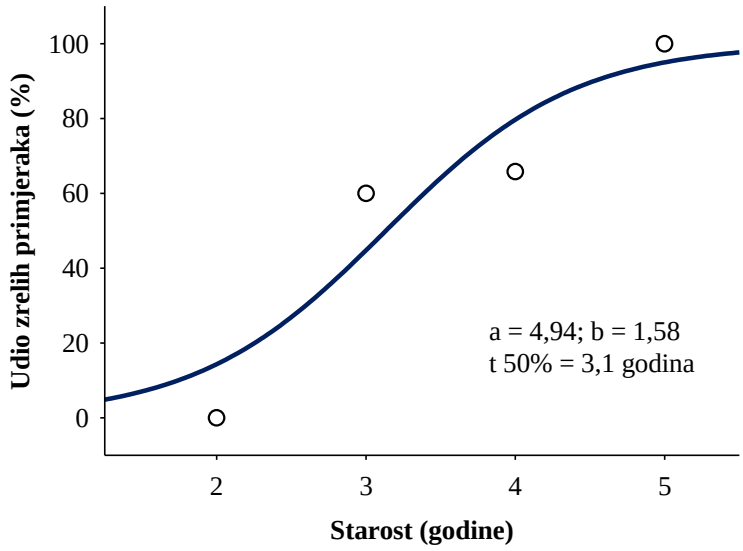
Analizirajući starosnu strukturu, vidimo da se prvi spolno zreli sekundarni mužjaci pojavljuju već nakon napunjene treće godine života (3^+) (Tablica 3.7.1.4.). Odnos između udjela zrelih primjeraka (UZP) i starosti (t) za sekundarne mužjake prikazan je na slici 3.7.1.4. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UZP = 1/(1+\exp(4{,}94-1{,}58*t))$$

Na temelju logističke jednadžbe određena je starost prve spolne zrelosti, odnosno starost pri kojoj je 50% jedinki spolno zrelo, $t_{50\%}$ = 3,1 godina. Budući da se navedeni logistički model zasniva na relativno malom broju primjeraka (61 sekundarni mužjak kojemu je uspješno određena starost očitavanjem otolita), $t_{50\%}$ je procijenjen i iz $L_{50\%}$ korištenjem von Bertalanffyeve jednadžbe rasta (poglavlje 3.6, Slika 3.6.6.A). Na ovaj način procijenjena je vrijednost $t_{50\%}$ = 3,7 godina, što je nešto viša vrijednost od prethodno procijenjene, ali također smješta prvu spolnu zrelost sekundarnih mužjaka nakon napunjene treće godine života, odnosno u starosnu kategoriju 3^+.

Tablica 3.7.1.4. Broj primjeraka (N) i udio (%) zrelih i nezrelih sekundarnih mužjaka kneza u pojedinim godišnjim klasama. Uzorak je prikupljen u periodu izrazitog mrijesta (svibanj – kolovoz) na području srednjeg Jadrana

Starost	Nezreli		Zreli	
	N	%	N	%
2^+	1	100,0	0	0,0
3^+	4	40,0	6	60,0
4^+	14	34,1	27	65,9
5^+	0	0,0	9	100,0



Slika 3.7.1.4. Spolno sazrijevanje sekundarnih mužjaka kneza u ovisnosti o starosti, izraženo kao udio zrelih jedinki u pojedinim godišnjim klasama.

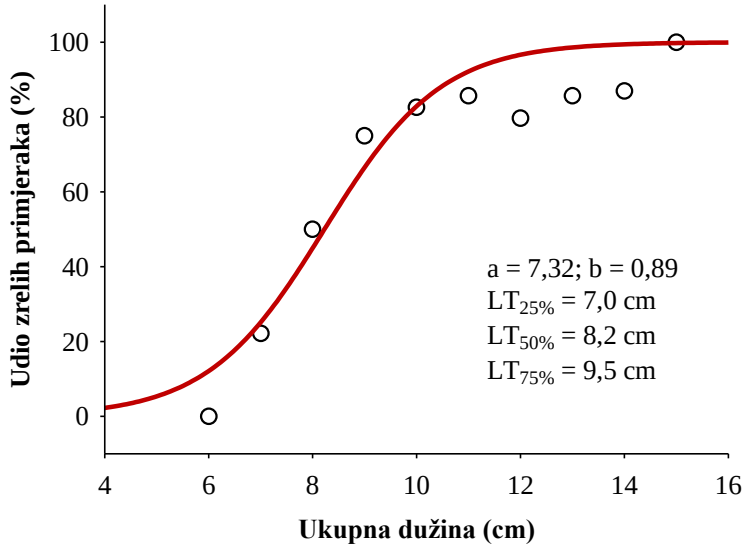
Ženke. Prvi spolno zreli primjerci ženki kneza zabilježeni su u razredu od 7,0 cm, a u razredu od 15,0 cm i iznad sve jedinke su spolno zrele (Tablica 3.7.1.5.). Odnos između udjela zrelih primjeraka (UZP) i ukupne dužine tijela (LT) za ženke prikazan je na slici 3.7.1.5. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UZP = 1/(1+\exp(7{,}32-0{,}89*LT))$$

Na temelju logističke jednadžbe određene su dužine pri kojima je 25%, 50% i 75% ženki spolno zrelo: $LT_{25\%}$ = 7,0 cm, $LT_{50\%}$ = 8,2 cm i $LT_{75\%}$ = 9,5 cm. Ako ove vrijednosti usporedimo sa fazama disharmonije ženki kneza (poglavlje 3.2.1, Slika 3.2.1.3.), vidimo da $LT_{75\%}$ odgovara točki infleksije između razdoblja sazrijevanja i razdoblja zrelosti (9,0 – 10,0 cm).

Tablica 3.7.1.5. Broj primjeraka (N) i udio (%) zrelih i nezrelih ženki kneza u pojedinim dužinskim razredima. Uzorak je prikupljen u periodu izrazitog mrijesta (svibanj – kolovoz) na području srednjeg Jadrana

Dužinski razred (cm)	Nezreli		Zreli	
	N	%	N	%
6	3	100,0	0	0,0
7	7	77,8	2	22,2
8	8	50,0	8	50,0
9	6	25,0	18	75,0
10	4	17,4	19	82,6
11	5	14,3	30	85,7
12	13	20,3	51	79,7
13	7	14,3	42	85,7
14	3	13,0	20	87,0
15	0	0,0	7	100,0



Slika 3.7.1.5. Spolno sazrijevanje ženki kneza u ovisnosti o ukupnoj dužini tijela, izraženo kao udio zrelih jedinki u pojedinim dužinskim razredima

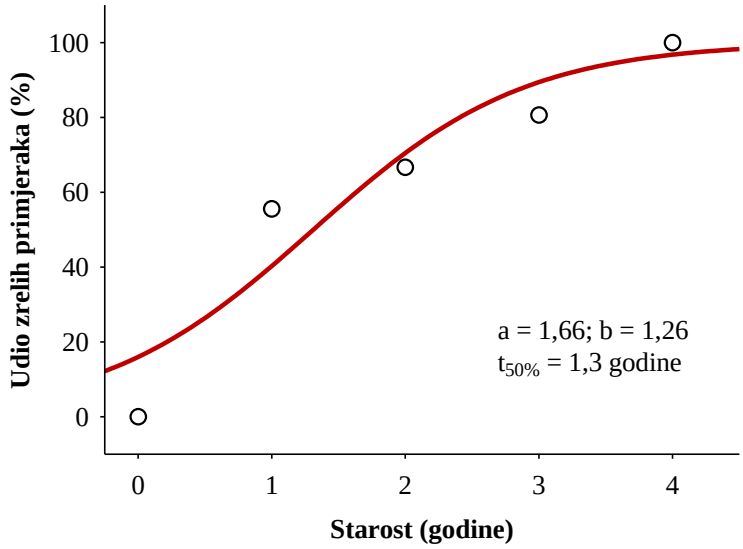
Analizirajući starosnu strukturu, vidimo da se prve spolno zrele ženke pojavljuju već nakon napunjene prve godine života (1^+) (Tablica 3.7.1.6.). Odnos između udjela zrelih primjeraka (UZP) i starosti (t) za ženke prikazan je na slici 3.7.1.6. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UZP = 1/(1+\exp(1{,}66-1{,}26*t))$$

Na temelju logističke jednadžbe određena je starost prve spolne zrelosti, odnosno starost pri kojoj je 50% jedinki spolno zrelo, $t_{50\%}$ = 1,3 godine. Budući da se navedeni logistički model zasniva na relativno malom broju primjeraka (89 ženki kojima je uspješno određena starost očitavanjem otolita), $t_{50\%}$ je procijenjen i iz $L_{50\%}$ korištenjem von Bertalanffyeve jednadžbe rasta (poglavlje 3.6, Slika 3.6.6.B). Na ovaj način procijenjena je vrijednost $t_{50\%}$ = 1,3 godine, što je vrlo blizu prethodno procijenjene vrijednosti, te također smješta prvu spolnu zrelost ženki nakon napunjene prve godine života, odnosno u starosnu kategoriju 1^+.

Tablica 3.7.1.6. Broj primjeraka (N) i udio (%) zrelih i nezrelih ženki kneza u pojedinim godišnjim klasama. Uzorak je prikupljen u razdoblju izrazitog mrijesta (svibanj – kolovoz) na području srednjeg Jadrana

Starost	Nezreli		Zreli	
	N	%	N	%
0^+	3	100,0	0	0,0
1^+	8	44,4	10	55,6
2^+	9	33,3	18	66,7
3^+	6	19,4	25	80,6
4^+	0	0,0	10	100,0



Slika 3.7.1.6. Spolno sazrijevanje ženki kneza u ovisnosti o starosti, izraženo kao udio zrelih jedinki u pojedinim godišnjim klasama

3.7.2. Izmjena spola

Izmjena spola ispitana je na uzorku od 1003 primjerka, od čega 570 ženki (56,8%) i 433 sekundarna mužjaka (43,2%), na način da je analiziran omjer ženki i sekundarnih mužjaka po pojedinim dužinskim razredima i godišnjim klasama. Primarni mužjaci isključeni su iz navedene analize jer kod njih ne dolazi do izmijene spola, a prijelazni primjerci (jedinke koje su se u trenutku uzorkovanja nalazile u fazi izmijene obojanosti tijela, što kod ženki odgovara periodu izmijene spola) analizirani su zasebno. Ukupna dužina tijela ženki bila je u rasponu od 5,8 do 19,5 cm (11,6 ± 2,04 cm), a sekundarnih mužjaka od 11,3 do 22,2 cm (14,4 ± 1,91 cm).

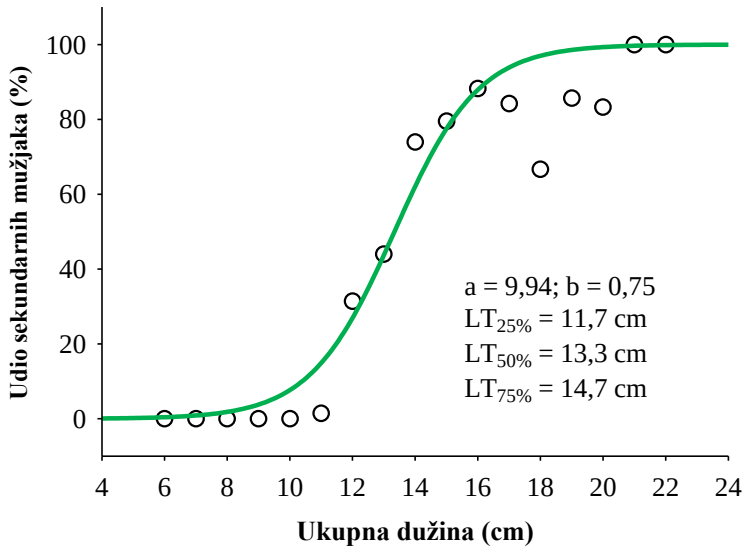
Prvi primjerci izmijenjenog spola, odnosno sekundarni mužjaci kneza, zabilježeni su u razredu od 11,0 cm, a u razredima od 14,0 cm i iznad čine veći udio ukupnog uzorka (Tablica 3.7.2.1.). Odnos između udjela primjeraka izmijenjenog spola (UIS) i ukupne dužine tijela (LT) prikazan je na slici 3.7.2.1. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UIS = 1/(1 + \exp(9{,}94-0{,}75*LT))$$

Na temelju logističke jednadžbe određene su dužine pri kojima je 25%, 50% i 75% ženki kneza izmijenilo spol: $LT_{25\%}$ = 11,7 cm, $LT_{50\%}$ = 13,3 cm i $LT_{75\%}$ = 14,7 cm. Ove rezultate potvrdila je analiza 104 primjerka kneza u prijelaznom obliku, čija je ukupna dužina tijela iznosila od 9,8 do 15,1 cm (12,6 ± 1,14 cm) sa najvećim brojem primjeraka u razredu 13,0 cm (poglavlje 3.1, Slika 3.1.3.), što približno odgovara navedenim vrijednostima.

Tablica 3.7.2.1. Broj primjeraka (N) i udio (%) ženki (♀♀) i sekundarnih mužjaka (♀♂) kneza u pojedinim dužinskim razredima

Dužinski razred (cm)	♀♀		♀♂	
	N	%	N	%
6	4	100,0	0	0,0
7	11	100,0	0	0,0
8	24	100,0	0	0,0
9	38	100,0	0	0,0
10	57	100,0	0	0,0
11	129	98,5	2	1,5
12	133	68,6	61	31,4
13	98	56,0	77	44,0
14	37	26,1	105	73,9
15	18	20,5	70	79,5
16	8	11,8	60	88,2
17	6	15,8	32	84,2
18	5	33,3	10	66,7
19	1	14,3	6	85,7
20	1	16,7	5	83,3
21	0	0,0	3	100,0
22	0	0,0	2	100,0



Slika 3.7.2.1. Izmjena spola kneza u ovisnosti o ukupnoj dužini tijela, izraženo kao udio sekundarnih mužjaka u odnosu na ženke, po pojedinim dužinskim razredima (N = 1003)

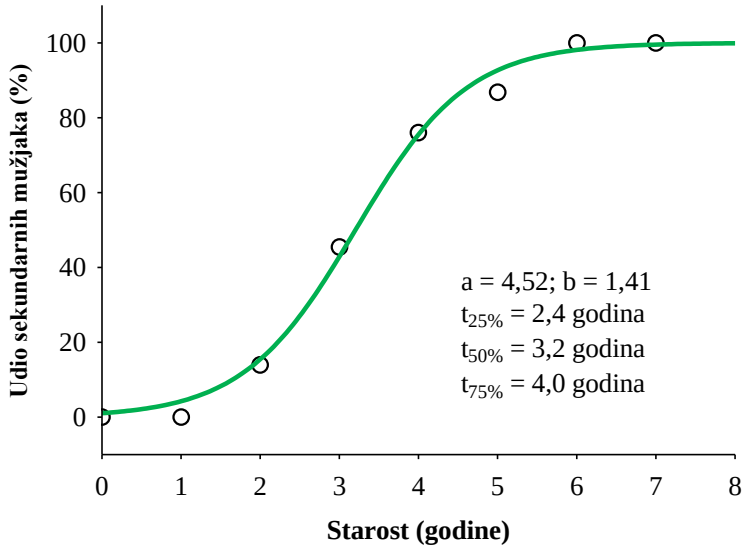
Analizirajući starosnu strukturu, vidimo da se prvi primjerci izmijenjenog spola, odnosno sekundarni mužjaci, pojavljuju već nakon napunjene druge godine života (2^+) (Tablica 3.7.2.2.). Odnos između udjela primjeraka izmijenjenog spola (UIS) i starosti (t) prikazan je na slici 3.7.2.2. i opisan logističkom jednadžbom:

$$UIS = 1/(1+\exp(4{,}52-1{,}41*t))$$

Na temelju logističke jednadžbe određena je starost pri kojoj je 25%, 50% i 75% ženki kneza izmijenilo spol: $t_{25\%}$ = 2,4 godine, $t_{50\%}$ = 3,2 godine i $t_{75\%}$ = 4,0 godina. Ove rezultate potvrdila je analiza 41 primjerka kneza u prijelaznom obliku, kojima je uspješno određena starost očitavanjem otolita: 10 primjeraka zabilježeno je u starosnoj grupi 2^+, 25 u starosnoj grupi 3^+ i 6 u starosnoj grupi 4^+. Prosječna starost ovih primjeraka iznosi 2,9 godina, što približno odgovara vrijednosti $t_{50\%}$.

Tablica 3.7.2.2. Broj primjeraka (N) i udio (%) ženki (♀♀) i sekundarnih mužjaka (♀♂) kneza u pojedinim godišnjim klasama

Starost	♀♀		♀♂	
	N	%	N	%
0^+	3	100,0	0	0,0
1^+	44	100,0	0	0,0
2^+	117	86,0	19	14,0
3^+	72	54,5	60	45,5
4^+	34	23,9	108	76,1
5^+	5	13,2	33	86,8
6^+	0	0,0	13	100,0
7^+	0	0,0	1	100,0



Slika 3.7.2.2. Izmjena spola kneza u ovisnosti o starosti, izraženo kao udio sekundarnih mužjaka u odnosu na ženke, po pojedinim godišnjim klasama (N = 509)

3.7.3. Godišnji tijek gonadogeneze i mrijest

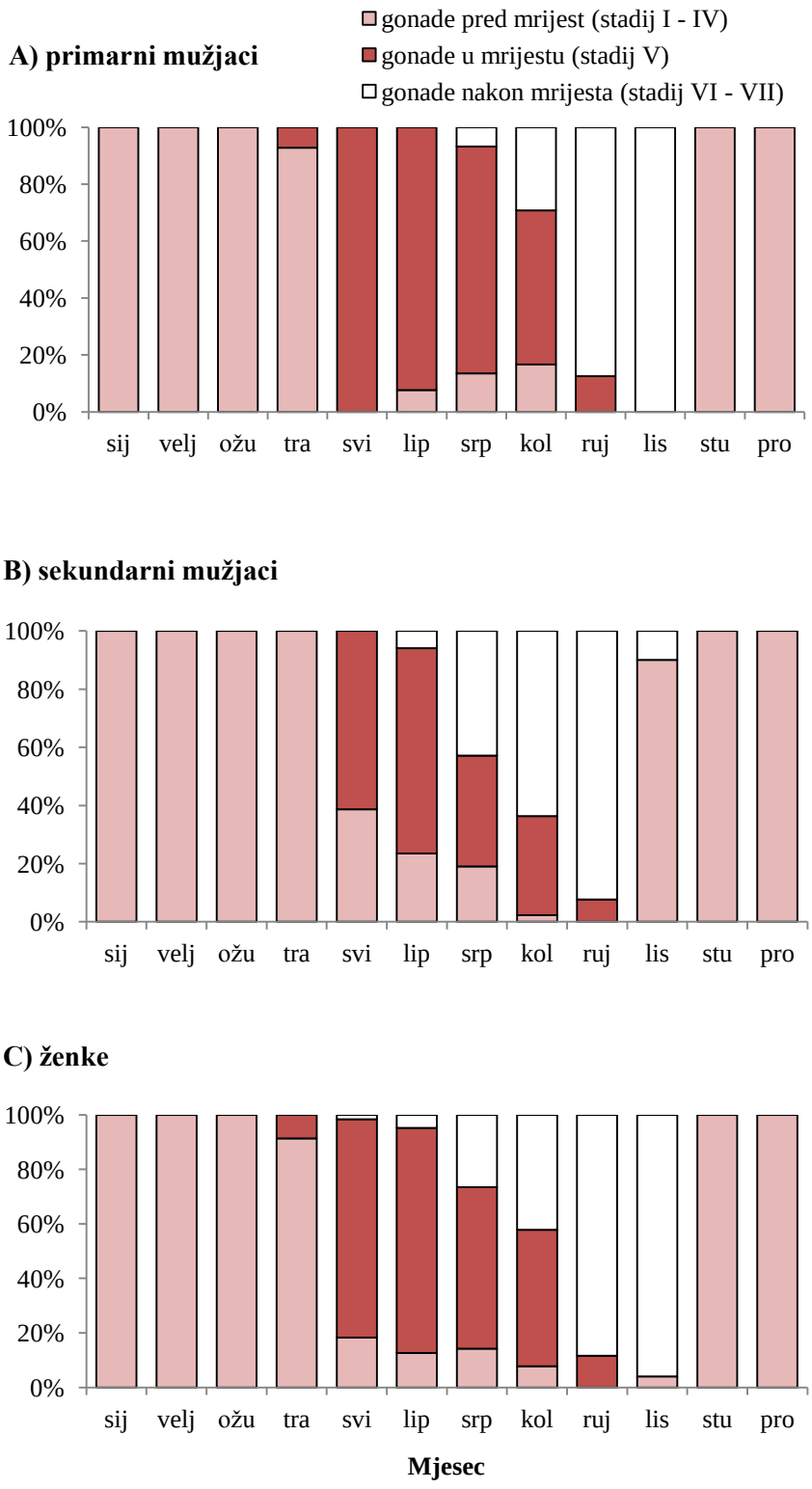
Godišnji tijek gonadogeneze i mrijest kneza analizirani su tijekom jednogodišnjeg perioda na uzorku od 214 primarnih mužjaka, 433 sekundarna mužjaka, 570 ženki, te 104 jedinke u prijelaznom obliku. Ukupna dužina tijela primarnih mužjaka iznosila je od 7,2 do 15,3 cm (11,1 ± 1,72 cm), sekundarnih mužjaka od 11,3 do 22,2 cm (14,4 ± 1,91 cm), ženki od 5,8 do 19,5 cm (11,6 ± 2,04 cm) i primjeraka u prijelaznom obliku od 9,8 do 15,1 cm (12,6 ± 1,14 cm).

Jedinke kneza s nezrelim gonadama (I) i gonadama u ranom stadiju razvoja (II) zabilježene su u razdoblju od listopada do travnja, odnosno u jesensko-zimskom razdoblju. Najveći broj jedinki s gonadama u sazrijevanju (III) zabilježen je od ožujka do svibnja, dok su jedinke sa zrelim gonadama (IV) pronađene u uzorcima od travnja do kolovoza. Mrijesne jedinke (V) zabilježene su u proljetno-ljetnom razdoblju, od travnja do rujna, no u travnju su pronađena samo 4, a u rujnu svega 11 primjeraka u mrijestu. Najveći udio primjeraka s gonadama u stadiju mrijesta zabilježen je od svibnja do kolovoza, s vrhuncem u lipnju/srpnju. Jedinke s djelomično izmriještenim (VI) i potpuno izmriještenim gonadama (VII) nalazimo od srpnja do listopada (Tablica 3.7.3.1.).

Na temelju razvoja gonada vidimo da u razdoblju listopad – travanj prevladavaju jedinke s gonadama u stadijima pred mrijest (I – IV), od svibnja do kolovoza najzastupljenije su mrijesne jedinke (V), dok u rujnu i listopadu prevladavaju jedinke s gonadama u stadijima nakon mrijesta (VI – VII) (Slika 3.7.3.1.).

Tablica 3.7.3.1. Broj primarnih mužjaka (♂♂), sekundarnih mužjaka (♀♂) i ženki (♀♀) kneza s gonadama u različitim stadijima razvoja (I – VII) po pojedinim mjesecima tijekom jednogodišnjeg perioda

Mjesec	♂♂							♀♂							♀♀						
	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Siječanj	13	6						29	21						9	22					
Veljača	9	1						24	21						5	38					
Ožujak		5							42	1						16	16				
Travanj		3	4	6	1			3	30	10	3					4	11	6	2		
Svibanj					7					10	7	27					5	6	48	1	
Lipanj				2	24					7	5	36	3				1	7	52	3	
Srpanj				8	47	4				2	6	16	12	6				14	58	23	3
Kolovoz				4	13	7					1	15	13	15				5	32	14	13
Rujan					2	6	8					2	14	10					7	33	20
Listopad						4	6	18						2	1					16	8
Studeni	2	3						7	12						12	9					
Prosinac	11	8						1	6						20	11					



Slika 3.7.3.1. Udio primarnih mužjaka (A), sekundarnih mužjaka (B) i ženki kneza (C) s gonadama u stadijima pred mrijest (I – IV), stadiju mrijesta (V) i stadijima nakon mrijesta (VI – VII) po pojedinim mjesecima tijekom jednogodišnjeg perioda

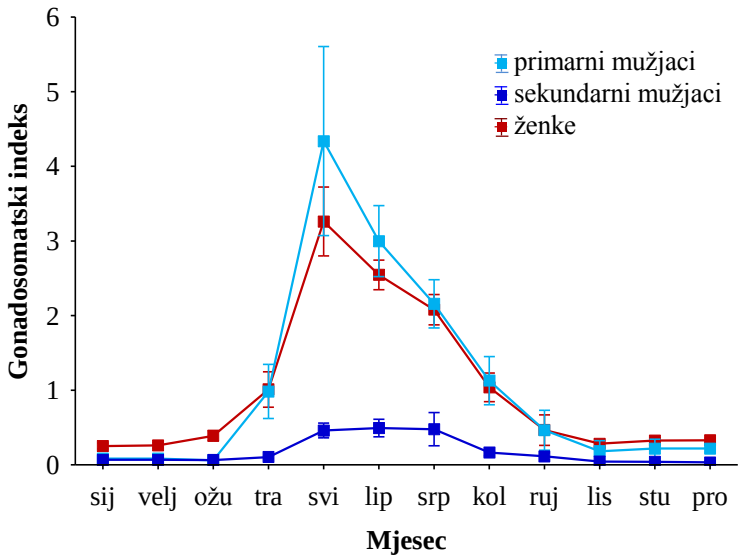
Gonadosomatski indeks. Vrijednosti gonadosomatskog indeksa primarnih mužjaka nalazile su se u rasponu od 0,03 do 6,32 (1,37 ± 1,44), sekundarnih mužjaka od 0,01 do 1,97 (0,18 ± 0,27), te ženki kneza od 0,03 do 7,48 (1,19 ± 1,30) (Tablica 3.7.3.2.). Srednja vrijednost gonadosomatskog indeksa sekundarnih mužjaka bila je statistički značajno manja nego kod primarnih mužjaka i ženki, među kojima nije bilo značajne razlike (ANOVA, $P < 0,0005$).

Gonadosomatski indeks značajno je viši tijekom svibnja, lipnja i srpnja nego u svim ostalim mjesecima za primarne mužjake (ANOVA, $P < 0,0005$), sekundarne mužjake (ANOVA, $P < 0,0005$) i ženke (ANOVA, $P < 0,0005$), što potvrđuje da se najintenzivniji mrijest kneza u istočnom Jadranu odvija u ovom periodu. Najveći porast vrijednosti GSI zabilježen je na prijelazu iz travnja u svibanj za sve tri analizirane kategorije (slika 3.7.3.2.). Od listopada do ožujka vrijednosti GSI su niske za sve jedinke bez obzira na spol, pa samim time i razlike između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nisu toliko izražene. U svim ostalim mjesecima (od travnja do rujna, što odgovara dijelu godine u kojem nalazimo najveći broj zrelih i mrijesnih primjeraka) GSI primarnih mužjaka i ženki bio je značajno veći nego kod sekundarnih mužjaka (ANOVA, $P < 0,05$).

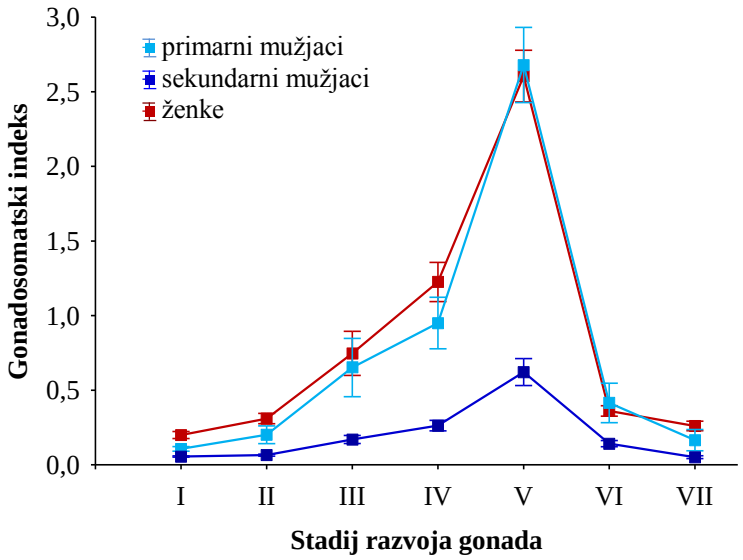
Analiza gonadosomatskog indeksa za pojedine stadije razvoja gonada pokazala je da su vrijednosti GSI značajno više u stadiju mrijesta (V) nego u svim ostalim stadijima za primarne mužjake (ANOVA, $P < 0,0005$), sekundarne mužjake (ANOVA, $P < 0,0005$) i ženke kneza (ANOVA, $P < 0,0005$) (Slika 3.7.3.3.). U svim stadijima razvoja gonada vrijednosti GSI sekundarnih mužjaka statistički su značajno manje nego kod primarnih mužjaka i ženki (ANOVA, $P < 0,05$). Usporedba srednjih vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) i indeksa kondicije (IK) primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki kneza tijekom jednogodišnjeg razdoblja prikazana je na slici 3.7.3.4.

Tablica 3.7.3.2. Rasponi i srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) kneza po pojedinim mjesecima za primarne mužjake (♂♂; N = 214), sekundarne mužjake (♀♂; N = 433) i ženke (♀♀; N = 570)

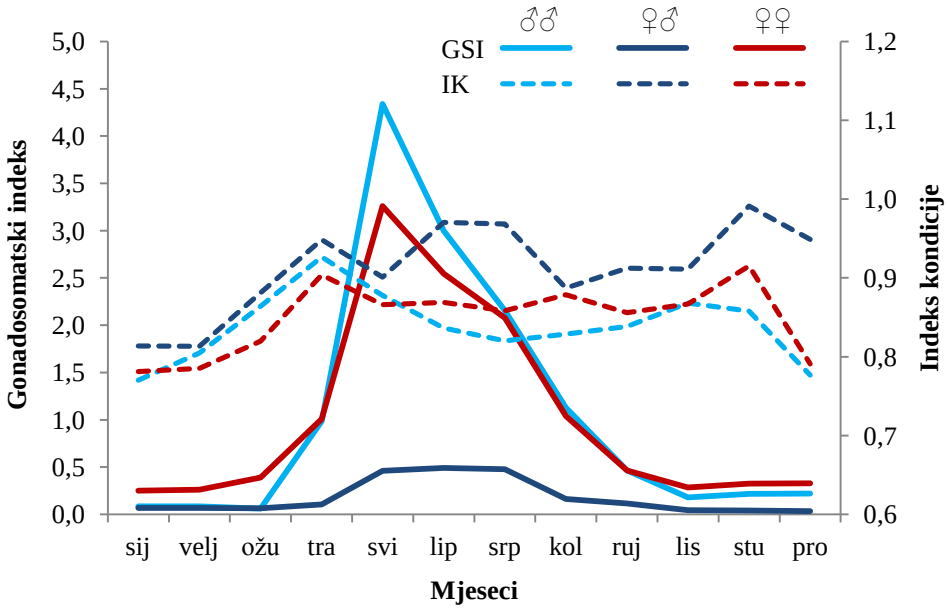
Mjesec	♂♂				♀♂				♀♀			
	N	Min	Max	$GSI_{sr} \pm SD$	N	Min	Max	$GSI_{sr} \pm SD$	N	Min	Max	$GSI_{sr} \pm SD$
Siječanj	19	0,03	0,17	0,08 ± 0,03	50	0,03	0,35	0,07 ± 0,05	31	0,06	0,56	0,25 ± 0,11
Veljača	10	0,06	0,10	0,08 ± 0,01	45	0,04	0,14	0,07 ± 0,02	43	0,08	0,62	0,26 ± 0,12
Ožujak	5	0,03	0,09	0,06 ± 0,02	43	0,02	0,12	0,06 ± 0,02	32	0,11	0,96	0,39 ± 0,19
Travanj	14	0,15	2,39	0,98 ± 0,63	46	0,02	0,29	0,10 ± 0,07	23	0,21	2,57	1,01 ± 0,55
Svibanj	7	2,10	6,32	4,34 ± 1,37	49	0,05	1,82	0,46 ± 0,35	59	0,44	7,48	3,26 ± 1,77
Lipanj	26	1,08	5,43	3,00 ± 1,18	39	0,10	1,68	0,49 ± 0,36	60	1,00	4,59	2,55 ± 0,77
Srpanj	59	0,38	5,73	2,16 ± 1,24	23	0,04	1,97	0,48 ± 0,51	73	0,57	4,65	2,08 ± 0,87
Kolovoz	24	0,12	2,70	1,13 ± 0,77	28	0,02	0,44	0,16 ± 0,11	40	0,10	2,85	1,04 ± 0,74
Rujan	15	0,08	1,56	0,46 ± 0,48	40	0,01	0,91	0,11 ± 0,15	33	0,06	2,10	0,47 ± 0,58
Listopad	8	0,07	0,55	0,18 ± 0,17	42	0,02	0,10	0,04 ± 0,01	23	0,12	0,58	0,28 ± 0,11
Studeni	6	0,11	0,40	0,22 ± 0,12	21	0,01	0,10	0,04 ± 0,03	67	0,03	0,62	0,33 ± 0,15
Prosinac	21	0,09	0,43	0,43 ± 0,11	7	0,02	0,08	0,03 ± 0,02	67	0,05	0,61	0,33 ± 0,11



Slika 3.7.3.2. Srednje vrijednosti i 95%-tne granice pouzdanosti gonadosomatskog indeksa primarnih mužjaka (N = 214), sekundarnih mužjaka (N = 433) i ženki kneza (N = 570) tijekom jednogodišnjeg razdoblja



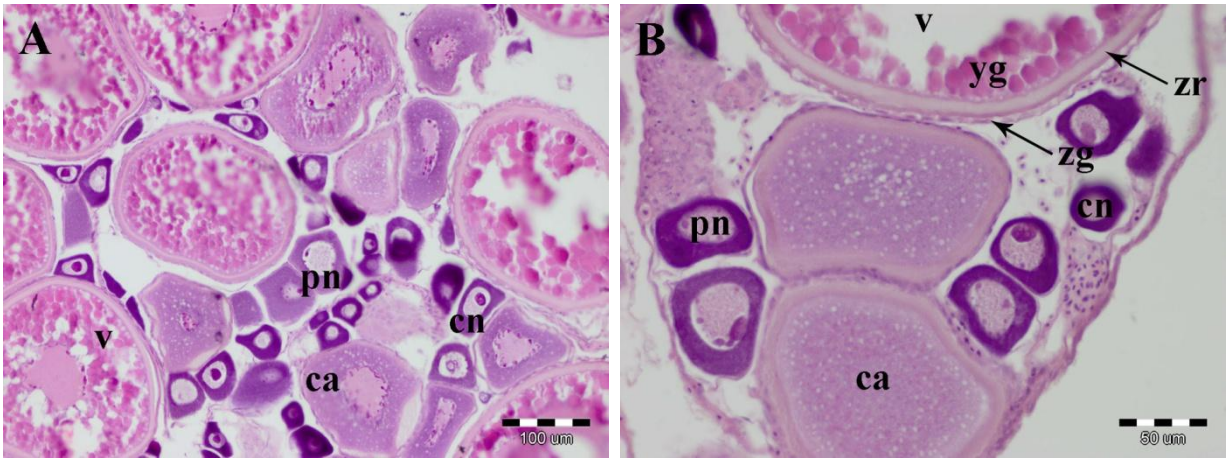
Slika 3.7.3.3. Srednje vrijednosti i 95%-tne granice pouzdanosti gonadosomatskog indeksa primarnih mužjaka (N = 214), sekundarnih mužjaka (N = 433) i ženki kneza (N = 570) po pojedinim stadijima razvoja gonada



Slika 3.7.3.4. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) i indeksa kondicije (IK) primarnih mužjaka (♂♂; N = 214), sekundarnih mužjaka (♀♂; N = 433) i ženki kneza (♀♀; N = 570) tijekom jednogodišnjeg razdoblja

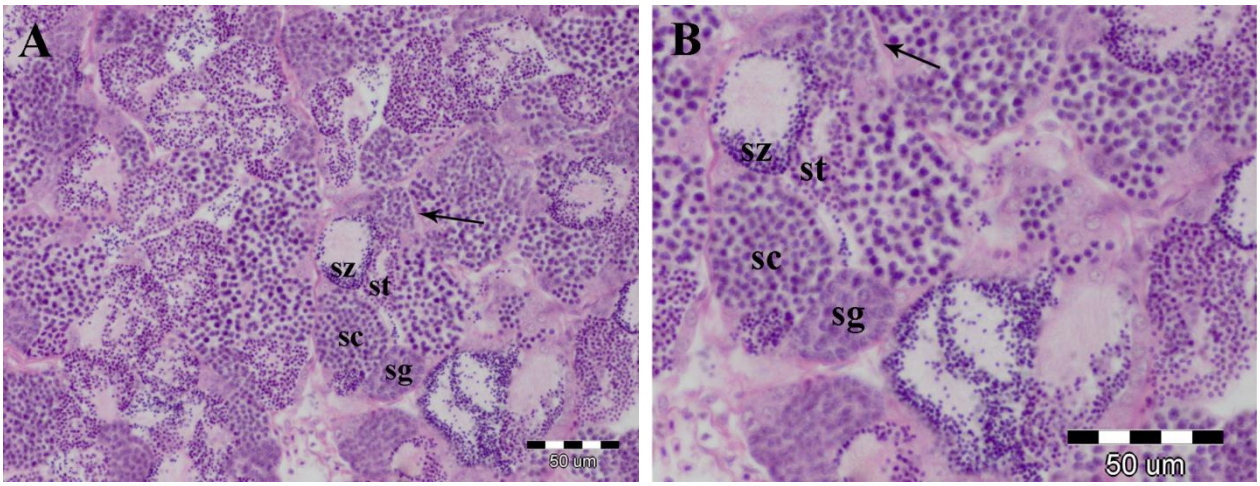
3.7.4. Histološka analiza gonada

Mikroskopskom analizom histoloških preparata ženki kneza utvrđene su oocite u različitim stadijima razvoja: stadij primarnog rasta, stadij kortikalnih alveola, stadij vitelogeneze i stadij sazrijevanja oocita. Ženke uzorkovane tijekom jesensko-zimskog razdoblja imale su nezrele jajnike u kojima su pronađene samo oocite u stadiju primarnog rasta. Tako su u ovom stadiju, uz oogonije, uočene oocite u kromatin nuklearnoj fazi (cn) i oocite u perinuklearnoj fazi (pn). Tijekom proljetno-ljetnog razdoblja, analizirani jajnici su uz primarne oocite imali i oocite u stadiju kortikalnih alveola (ca), ali i vitelogenske oocite (v) (3.7.4.1.A). Navedeno upućuje da je riječ o jajnicima u razvoju i intenzivnoj pripremi za početak mrijesta. Kod ženki uzorkovanih u ljetnom razdoblju pronađene su i zrele oocite kod kojih je uočena migracija jezgre (germinalnog vezikula) prema regiji mikropila (na animalnom polu) što ukazuje na početak sazrijevanja, odnosno na početak razdoblja mrijesta. Citoplazma ovih oocita ima zrnati izgled zbog mnogobrojnih granula žumanjka (yg), a folikul okružuju zona radiata (zr) i zona granuloza (zg) (3.7.4.1.B).



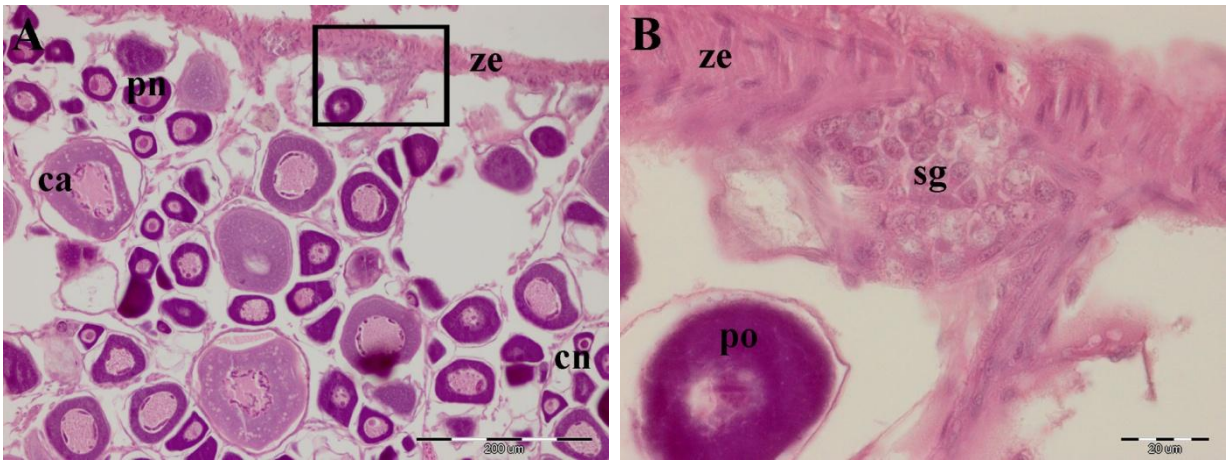
Slika 3.7.4.1. Histološki presjek kroz jajnik kneza: A – jajnik ženke u sazrijevanju; B – detalj jajnika ženke u sazrijevanju **(**ca – oocita u stadiju kortikalnih alveola; cn – kromatin nuklearna oocita; pn – perinuklearna oocita; v –vitelogenska oocita; yg – granula žumanjka; zr – zona radiata; zg – zona granuloza)

Mikroskopska analiza histoloških preparata mužjaka kneza također je pokazala sezonske promjene stadija sjemenika. Navedeni stadiji određeni su prema prisustvu različitih tipova gametocita (od spermatogonija do spermatozoida) u sjemenim tubulima (Slika 3.7.4.2.). Sjemeni tubuli sjemenika mužjaka ulovljenih u jesensko-zimskom razdoblju su imali zametne ciste sa spermatogonijama (sg) i spermatocitima (sc). Ovi sjemenici su bili u nezrelom stadiju kod manjih (mlađih) mužjaka ili u stadiju mirovanja kod većih (starijih) mužjaka, što ukazuje na početak reproduktivnog ciklusa u navedenom vremenskom razdoblju. Kod mužjaka uzorkovanih tijekom proljetno-ljetnog razdoblja uočena je aktivna spermatogeneza. Tijekom travnja zabilježeni su sjemenici u ranom stadiju sazrijevanja koji su uz spermatogonije, spermatocite, spermatide (st) imali i mali broj spermatozoida (sz). Kod sjemenika u kasnom stadiju sazrijevanja, uzorkovanih u svibnju, uočen je veći broj spermatozoida koji su počeli ispunjavati lumen sjemenih tubula, što ukazuje na početak mrijesta.



Slika 3.7.4.2. Histološki presjek kroz sjemenik kneza: A – sjemenik mužjaka u sazrijevanju; B – detalj sjemenika mužjaka u sazrijevanju (sg – spermatogonije; sc – spermatocite; st – spermatide; sz – spermatozoidi; strelica – stijenka sjemenog tubula)

U mjesecu travnju pronađen je primjerak kneza kod kojeg je zabilježen početak promjene spola, odnosno postoje značajke gonada ženke i mužjaka. U jajniku su bile vidljive oogonije, oocite u stadiju primarnog rasta kao i oocite u stadiju kortikalnih alveola. No, u zametnom epitelu na površini jajnika, uočene su ciste sa spermatogonijama (Slika 3.7.4.3.), što je jedan od pokazatelja promjene spola.



Slika 3.7.4.3. Histološki presjek kroz jajnik kneza kod kojeg je započeo proces promjene spola: A – jajnik ženke u ranom sazrijevanju; B – detalj zametnog epitela u kojem se nalazi cista sa spermatogonijima (ca – oocita u stadiju kortikalnih alveola; cn – kromatin nuklearna oocita; pn – perinuklearna oocita; po – primarna oocita; sg – spermatogonije; ze – zametni epitel)

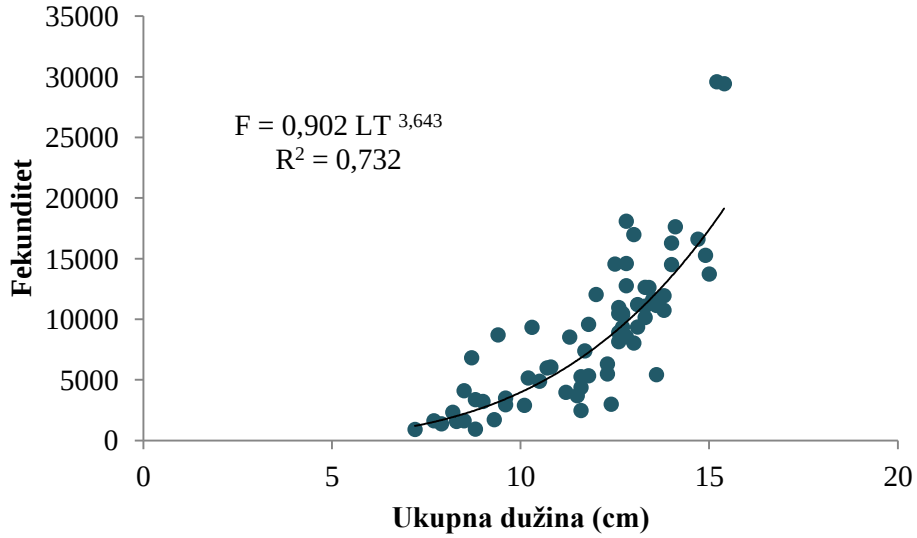
3.7.5. Fekunditet

Fekunditet kneza analiziran je na uzorku od 83 zrele ženke (stadij IV – V), ukupne dužine tijela od 7,2 do 15,4 cm (11,8 ± 2,06 cm) i mase tijela od 2,7 do 35,9 g (15,9 ± 8,09 g). Masa gonada nalazila se u rasponu od 0,04 do 1,49 g (0,40 ± 0,30 g), a gonadosomatski indeks (GSI) u rasponu od 0,77 do 5,52 (2,39 ± 0,98). Fekunditet (F) iznosio je od 907,4 do 29582,0 zrelih oocita (8796,9 ± 5946,43) (Tablica 3.7.5.1.).

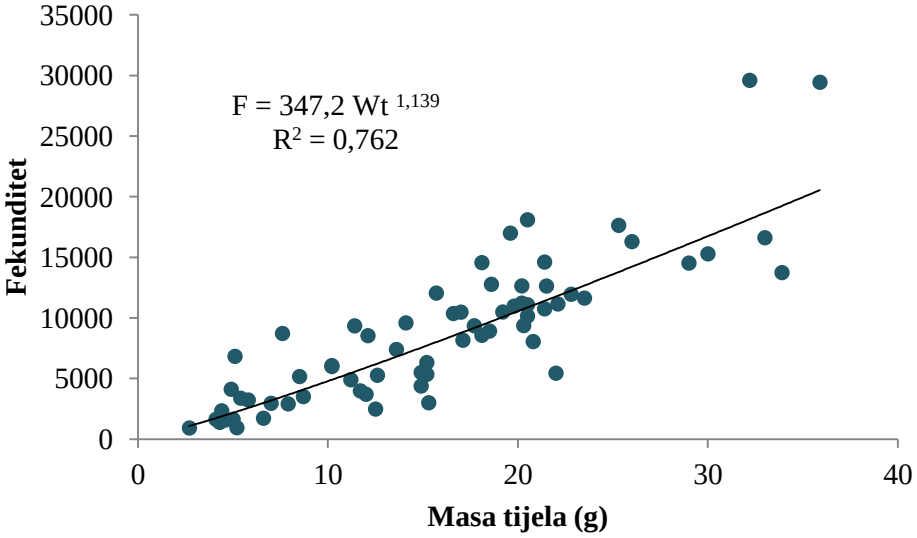
Tablica 3.7.5.1. Srednje vrijednosti fekunditeta (F), mase tijela, mase gonada i gonadosomatskog indeksa (GSI) u pojedinim dužinskim razredima

Dužinski razred (cm)	Masa tijela (g)	Masa gonada (g)	GSI	Fekunditet (F)	N
7	2,7 ± 0,00	0,04 ± 0,00	1,48 ± 0,00	907,4 ± 50,88	1
8	4,4 ± 0,21	0,08 ± 0,01	1,79 ± 0,19	1751,2 ± 459,94	6
9	5,7 ± 0,95	0,12 ± 0,06	2,08 ± 0,89	3932,7 ± 2589,92	10
10	8,7 ± 1,65	0,22 ± 0,18	2,31 ± 1,34	4762,8 ± 2554,44	7
11	11,1 ± 0,86	0,28 ± 0,09	2,47 ± 0,62	5881,7 ± 1627,61	7
12	14,2 ± 1,31	0,28 ± 0,17	1,96 ± 1,02	5989,5 ± 3042,53	13
13	19,3 ± 1,50	0,53 ± 0,19	2,73 ± 1,01	11459,5 ± 3013,39	22
14	24,0 ± 2,58	0,60 ± 0,20	2,46 ± 0,77	12406,8 ± 3861,15	10
15	33,0 ± 2,17	1,00 ± 0,41	3,00 ± 1,15	20919 ± 7519,67	7

Odnos fekunditeta s ukupnom dužinom tijela kneza opisan je jednadžbom $F = 0{,}902 * LT^{3{,}644}$ (Slika 3.7.5.1.), a odnos s masom tijela jednadžbom $F = 347{,}25 * Wt^{1{,}139}$ (Slika 3.7.5.2.). Između veličine tijela kneza i fekunditeta uočena je pozitivna nelinearna korelacija, odnosno s povećanjem dužine i mase tijela povećao se i srednji fekunditet. U oba slučaja nelinearni model je najbolje opisao podatke, s relativno visokim vrijednostima koeficijenta determinacije ($R^2 = 0{,}732$ za dužinu tijela i $R^2 = 0{,}762$ za masu tijela).

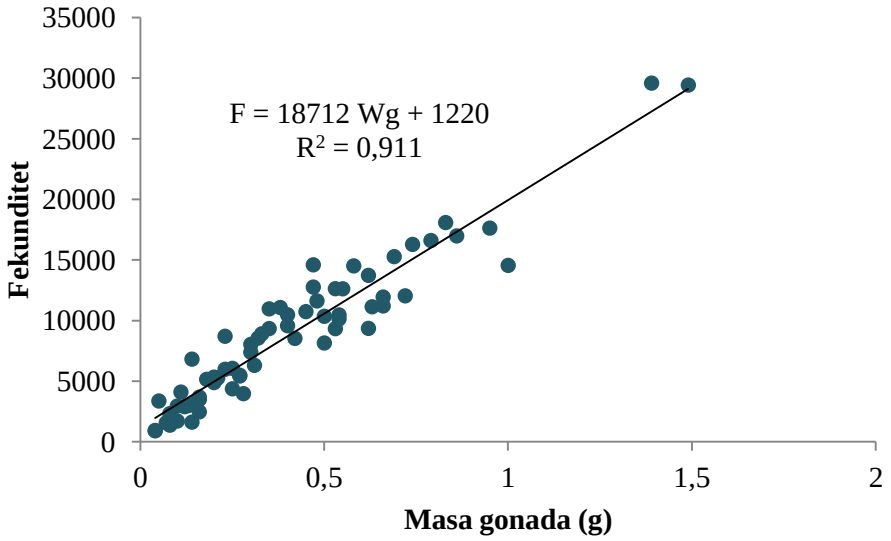


Slika 3.7.5.1. Odnos fekunditeta i ukupne dužine tijela kneza

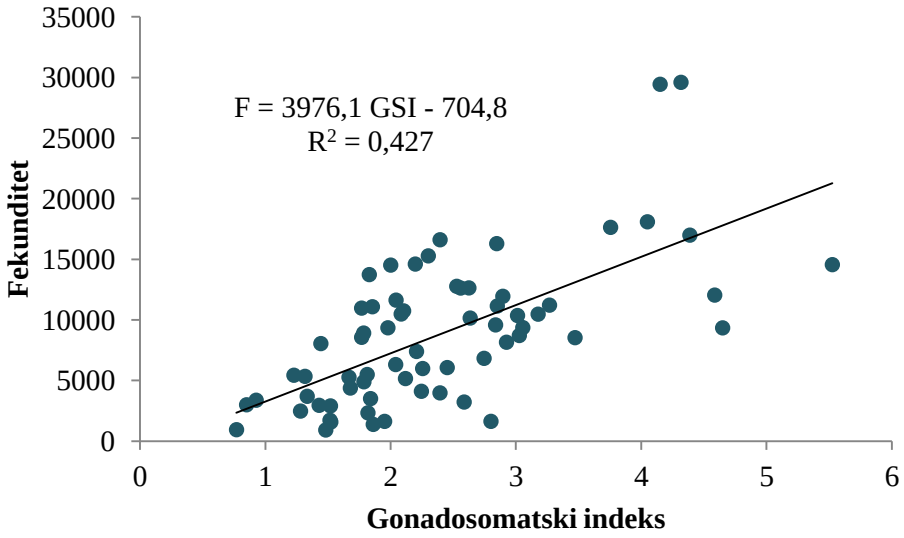


Slika 3.7.5.2. Odnos fekunditeta i ukupne mase tijela kneza

Odnos fekunditeta s ukupnom masom gonada kneza opisan je jednadžbom F = 18711,8 * Wg + 1220 (Slika 3.7.5.3.), a odnos s gonadosomatskim indeksom jednadžbom F = 3976,8 * GSI – 704,8 (Slika 3.7.5.4.). U oba slučaja podaci su najbolje opisani linearnim modelom, a s porastom mase gonada (samim time i gonadosomatskog indeksa) uočen je i porast fekunditeta. Iako su obe linearne korelacije pozitivne, u slučaju odnosa fekunditeta s masom gonada ta veza je mnogo izraženija, što se vidi i iz visoke vrijednosti koeficijenta determinacije (R^2 = 0,911).

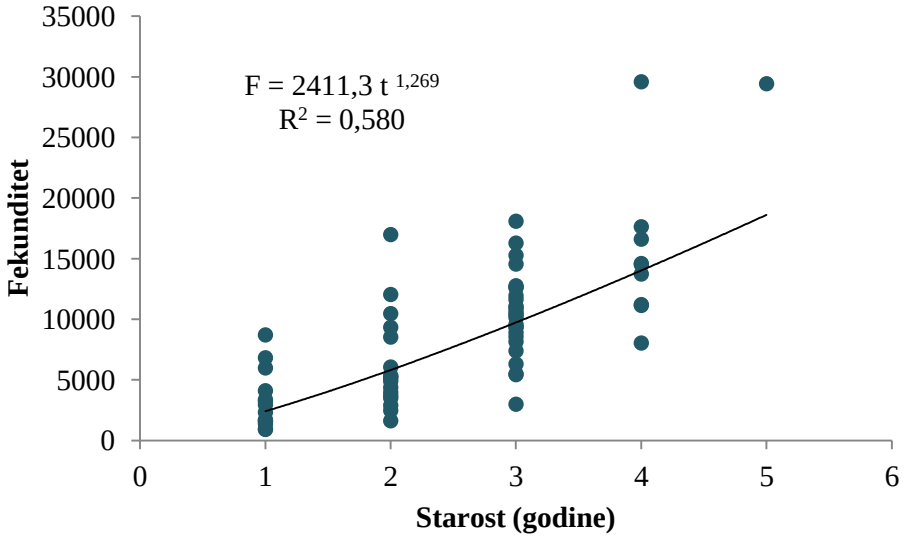


Slika 3.7.5.3. Odnos fekunditeta i ukupne mase gonada kneza



Slika 3.7.5.4. Odnos fekunditeta i gonadosomatskog indeksa kneza

Odnos fekunditeta i starosti kneza opisan je jednadžbom $F = 2411,5 * t^{1,2697}$ (Slika 3.7.5.5.). Uočena je pozitivna nelinearna korelacija, odnosno za starije ženke je u pravilu zabilježen veći fekunditet. Koeficijent determinacije relativno je nizak ($R^2 = 0,580$), dijelom i zbog dvije starije jedinke (4 i 5 godina starosti), za koje je zabilježen jako visok fekunditet u odnosu na ostatak uzorka.

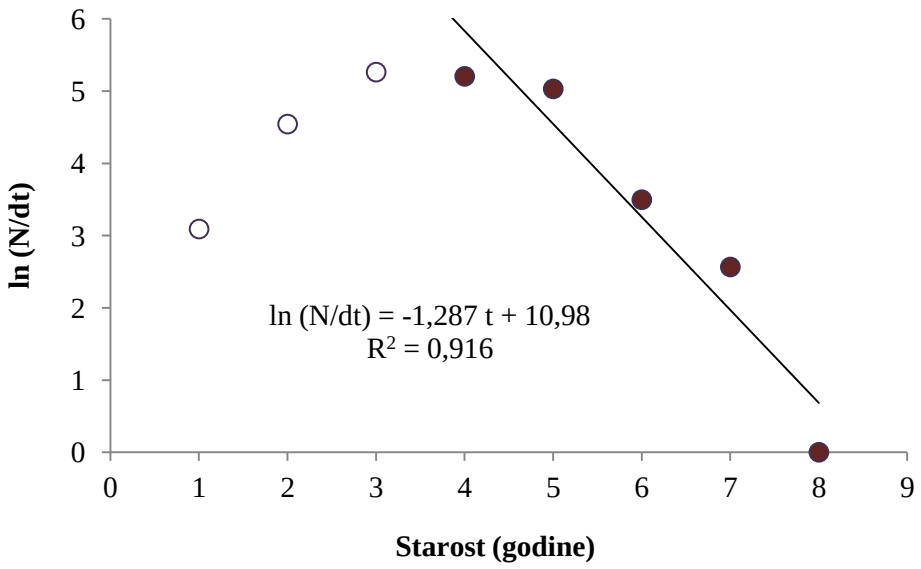


Slika 3.7.5.5. Odnos fekunditeta i starosti kneza

3.8. Smrtnost kneza

Smrtnost kneza u istočnom Jadranu određena je na temelju uzorka koji se koristio za određivanje parametara starosti i rasta, a sačinjava ga 691 primjerak kneza, od čega 328 mužjaka, 305 ženki i 58 jedinki neodređenog spola. Budući da je knez protoginični hermafrodit, broj ženki u starijim godišnjim klasama smanjuje se zbog izmjene spola, a ne samo zbog smrtnosti. Iz tog razloga smrtnost nije određena odvojeno za oba spola, već samo za ukupan uzorak kneza. Logaritmirana vrijednost broja ulovljenih primjeraka po pojedinim godišnjim klasama, odnosno 'linearizirana krivulja ulova', prikazana je na slici 3.8.1.

Ukupna smrtnost kneza u istočnom Jadranu iznosi Z = 1,28, prirodna smrtnost iznosi M = 0,41 i ribolovna smrtnost iznosi F = 0,87. Eksploatacijski omjer za analizirana uzorak iznosi E = 0,68.



Slika 3.8.1. Broj ulovljenih primjeraka kneza u pojedinim godišnjim klasama ('linearizirana krivulja ulova'), za ukupan uzorak na području srednjeg istočnog Jadrana

3.9. Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu

Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu određene su na temelju analize lovina obalne mreže potegače (migavice) u razdoblju od mjeseca studenog 2008. do listopada 2009. godine, te na temelju analize lovina udičarskih natjecanja u sportskom ribolovu u razdoblju od mjeseca svibnja 2005. do studenog 2011. godine.

3.9.1. Knez u lovinama obalne mreže potegače (migavice)

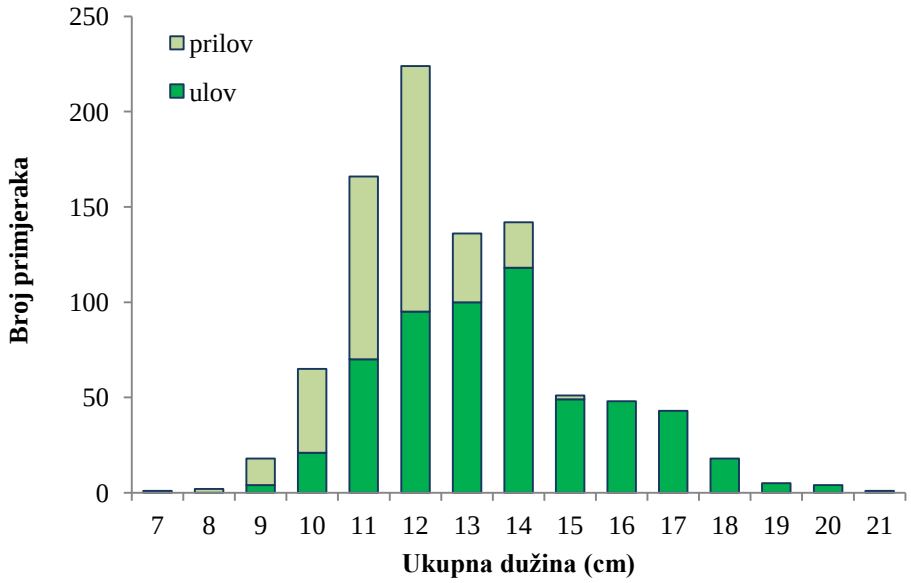
Od 45 analiziranih potega mrežom migavicom, knez je zabilježen u njih 34 (75,6%). U ulovu su zabilježena 924 primjerka, ukupne mase 17,9 kg. Udio kneza u ukupnom ulovu po pojedinim mjesecima prikazan je u tablici 3.9.1.1, gdje vidimo da njegova zastupljenost u lovinama znatno koleba tijekom godine. Udio kneza najmanji je u ožujku, kada nije zabilježen niti jedan primjerak, a najveći u svibnju gdje brojčani udio kneza iznosi 6,02%, a maseni udio 3,67%. Ukupno, knez čini 1,75% ulova mreže migavice gledajući broj primjeraka, odnosno 1,60% gledajući masu ulova.

Ulov kneza po jedinici ribolovnog napora, odnosno ulov po jednom potegu mrežom, prikazan je u tablici 3.9.1.1. za pojedine mjesece tijekom jednogodišnjeg ciklusa. Vrijednosti ulova kneza po potegu (CPUE) su niske u zimskom, a relativno visoke u jesenskom razdoblju. Tijekom cjelokupnog istraživanja, u prosjeku se po jednom potegu lovilo 21,9 ± 9,89 primjeraka kneza, ukupne mase 398,4 ± 177,08 g.

Tablica 3.9.1.1. Udio kneza u ukupnom ulovu i ulov kneza po potegu tijekom jednogodišnjeg ciklusa

Mjesec	Udio kneza u ulovu (%)		Ulov kneza po potegu	
	N	W	N	W
Siječanj	1,77	1,03	9,00	93,00
Veljača	0,34	0,20	1,91	29,22
Ožujak	0,00	0,00	0,00	0,00
Travanj	1,48	1,59	4,52	108,95
Svibanj	6,02	3,67	36,00	805,00
Lipanj	0,66	0,38	3,50	71,50
Srpanj	0,75	1,10	22,60	498,00
Kolovoz	0,33	0,19	7,50	102,50
Rujan	2,04	2,20	24,50	477,50
Listopad	3,04	3,27	31,90	746,52
Studeni	2,79	2,78	55,53	870,48
Prosinac	2,81	1,97	54,58	866,49
Ukupno	1,75	1,60	21,85	398,40
SD			9,89	177,08

Od 924 primjerka kneza ulovljena mrežom migavicom, 576 (62,3%) jedinki zadržano je za daljnju prodaju, dok je 348 (37,7%) primjeraka odbačeno (prilov). Osnovni kriterij pri odabiru primjeraka koji će se zadržati bila je njihova veličina, u pravilu se veći primjerci stavljaju u prodaju dok manji nemaju komercijalnu vrijednost. Dužinska raspodjela lovljenih primjeraka kneza prikazana je na slici 3.9.1.1, s posebno označenim zadržanim i odbačenim primjercima. Vidimo da ne postoji jasna dužinska granica pri kojoj se vrši selekcija jedinki – u dužinskim razredima od 10,0 do 14,0 cm postoji znatno preklapanje zadržanih i odbačenih primjeraka, što ovisi o raznim čimbenicima (npr. ukupna količina ulova). Jedinke do 10,0 cm dužine uglavnom se odbacuju, u razredima od 11,0 i 12,0 cm udio odbačenih i zadržanih primjeraka približno je jednak, dok se jedinke veće od 13,0 cm uglavnom zadržavaju. Ukupna dužina tijela zadržanih primjeraka nalazila se u rasponu od 8,9 do 21,0 cm (13,7 ± 2,02 cm), a odbačenih primjeraka od 7,3 do 15,1 cm (11,6 ± 1,24 cm).



Slika 3.9.1.1. Dužinska raspodjela lovljenih primjeraka kneza (ulov – primjerci zadržani za prodaju; prilov – odbačene jedinke)

3.9.2. Knez u lovinama sportskih ribolovaca

Ulov kneza na natjecanjima u udičarskom sportskom ribolovu analiziran je tijekom 22 natjecanja u ribolovu s obale, te 19 natjecanja u ribolovu iz brodice. Ukupno je zabilježeno 25843 primjeraka kneza, od čega 80,5% na natjecanjima u udičarenju s obale (Tablica 3.9.2.1.).

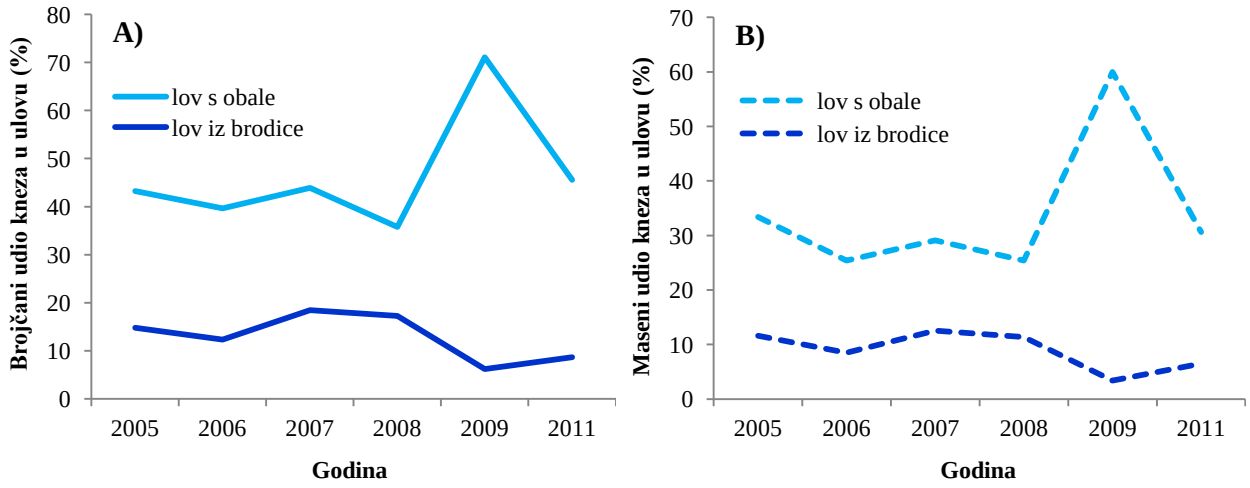
Tablica 3.9.2.1. Broj analiziranih natjecanja i ulovljenih primjeraka kneza u udičarskom sportskom ribolovu od 2005. do 2011. godine

Godina	Lov s obale		Lov iz brodice		Ukupno u udičarenju	
	broj natjecanja	broj kneza	broj natjecanja	broj kneza	broj natjecanja	broj kneza
2005	3	1295	4	1714	7	3009
2006	3	2539	3	672	6	3211
2007	4	3643	4	996	8	4639
2008	4	2264	4	1152	8	3416
2009	3	6302	2	228	5	6530
2011	5	4760	2	278	7	5038
Ukupno	22	20803	19	5040	41	25843

Udio kneza u ukupnom ulovu bio je statistički značajno veći pri ribolovu s obale (48,0% broja ulovljenih primjeraka i 34,0% mase), nego pri ribolovu iz brodice (14,0% broja ulovljenih primjeraka i 9,7% mase) (t-test, $P < 0,05$) (Tablica 3.9.2.2.). Udio kneza u ulovu ne razlikuje se značajno među pojedinim godinama, kako pri ribolovu s obale (ANOVA, $P > 0,05$), tako i pri ribolovu iz brodice (ANOVA, $P > 0,05$) (Slika 3.9.2.1.).

Tablica 3.9.2.2. Udio kneza u ulovu ostvarenom tijekom udičarskih natjecanja u sportskom ribolovu

Godina	Udio kneza u ulovu (%)							
	Lov s obale				Lov iz brodice			
	N	Raspon	W	Raspon	N	Raspon	W	Raspon
2005	43,3	24,2 - 52,5	33,4	29,9 - 37,4	14,8	0,6 - 52,0	11,6	0,9 - 43,1
2006	39,7	2,5 - 57,1	25,4	2,3 - 41,2	12,3	3,6 - 56,1	8,5	2,3 - 50,3
2007	43,9	0,0 - 57,4	29,1	0,0 - 39,2	18,5	0,7 - 40,5	12,5	0,9 - 40,0
2008	35,8	8,3 - 45,8	25,4	9,5 - 33,3	17,3	4,0 - 58,7	11,4	0,2 - 51,9
2009	71,0	49,8 - 78,7	60,0	39,6 - 69,5	6,2	0,0 - 56,7	3,4	0,0 - 40,3
2011	45,6	0,8 - 88,1	30,6	1,1 - 77,7	8,7	3,4 - 9,6	6,5	2,7 - 7,1
Ukupno	48,0	0,0 - 88,1	34,0	0,0 - 77,7	14,0	0,0 - 58,7	9,7	0,0 - 51,9



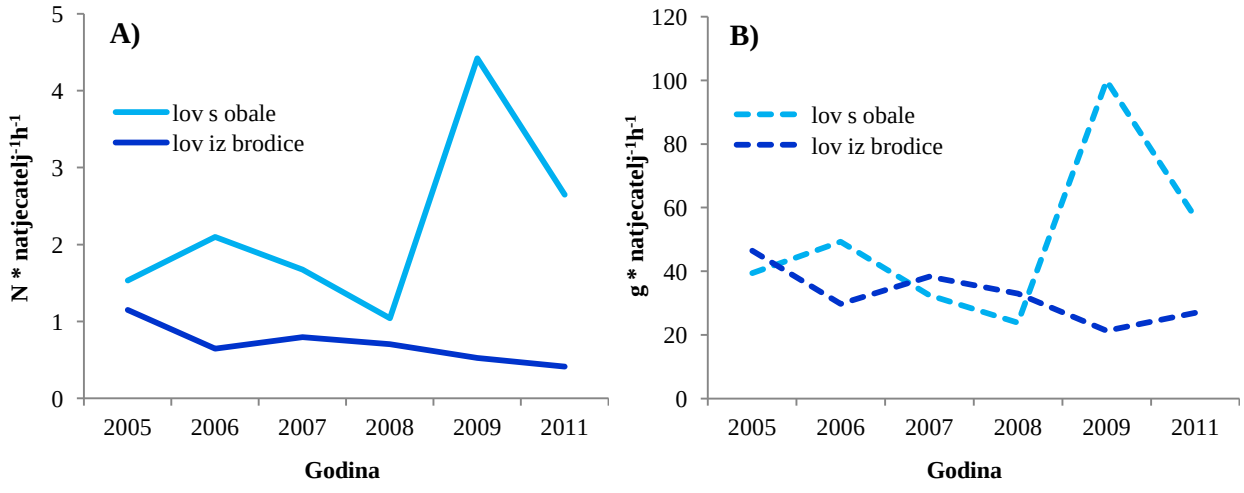
Slika 3.9.2.1. Udio kneza u ulovu ostvarenom tijekom analiziranih natjecanja u sportskom ribolovu (A – broj primjeraka; B – masa)

Gledajući broj primjeraka, ulov kneza po jedinici ribolovnog napora (CPUE) bio je statistički značajno veći pri ribolovu s obale, 2,2 primjerka×natjecatelj^{-1}×h^{-1}, u odnosu na 0,8

primjeraka×natjecatelj^{-1}×h^{-1} ulovljenih iz brodice (t-test, P < 0,05) (Tablica 3.9.2.3.). Masa ulovljenog kneza po jedinici ribolovnog napora nije se značajno razlikovala na natjecanjima s obale (47,8 g×natjecatelj^{-1}×h^{-1}) i iz brodice (35,2 g×natjecatelj^{-1}×h^{-1}) (t-test, P > 0,05). Razlike u ulovu kneza po jedinici ribolovnog napora među pojedinim godinama nisu statistički značajne, kako pri ribolovu s obale (ANOVA, P > 0,05), tako i pri ribolovu iz brodice (ANOVA, P > 0,05) (Slika 3.9.2.2.).

Tablica 3.9.2.3. Ulov kneza po jedinici ribolovnog napora (natjecatelj^{-1}h^{-1}) tijekom udičarskih natjecanja u sportskom ribolovu

Godina	Ulov kneza na jedinicu ribolovnog napora (natjecatelj^{-1}h^{-1})							
	Lov s obale				Lov iz brodice			
	N	Raspon	W	Raspon	N	Raspon	W	Raspon
2005	1,5	0,7 - 2,9	39,4	29,2 - 75,4	1,2	0,7 - 3,8	46,5	3,9 - 136,7
2006	2,1	0,1 - 2,9	49,2	6,3 - 62,4	0,6	0,2 - 5,7	29,8	9,6 - 269,9
2007	1,7	0,0 - 2,6	32,5	0,0 - 56,7	0,8	0,0 - 2,6	38,3	1,2 - 125,6
2008	1,0	0,1 - 2,4	23,8	5,4 - 57,8	0,7	0,0 - 2,2	33,0	0,3 - 105,2
2009	4,4	3,3 - 4,6	99,9	82,1 - 106,0	0,5	0,0 - 3,0	21,3	0,0 - 123,3
2011	2,6	0,0 - 7,5	57,0	2,0 - 188,8	0,4	0,2 - 0,4	26,9	10,4 - 29,4
Ukupno	2,2	0,0 - 7,5	47,8	0,0 - 188,8	0,8	0,0 - 5,7	35,2	0,0 - 269,9

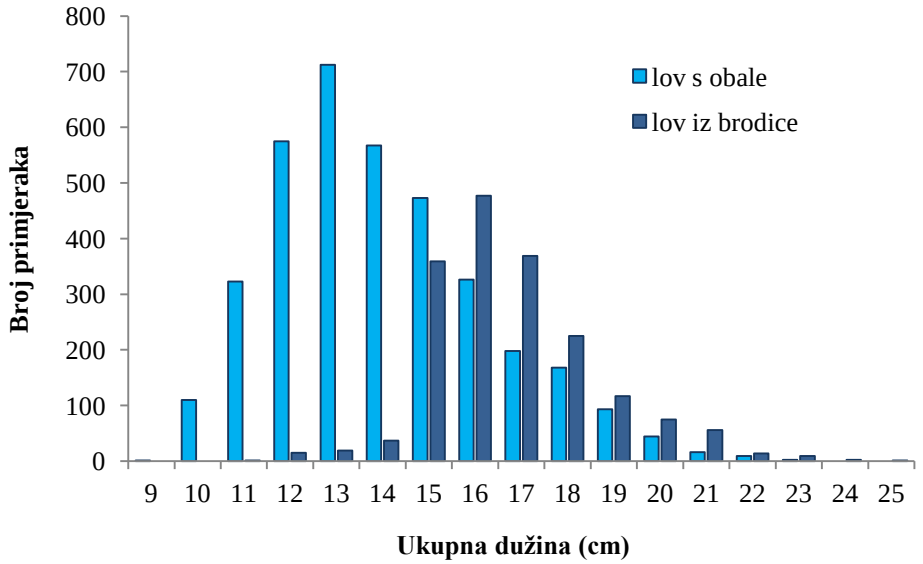


Slika 3.9.2.2. Ulov kneza po jedinici ribolovnog napora (natjecatelj^{-1}h^{-1}) tijekom natjecanja u sportskom ribolovu (A – broj primjeraka; B – masa)

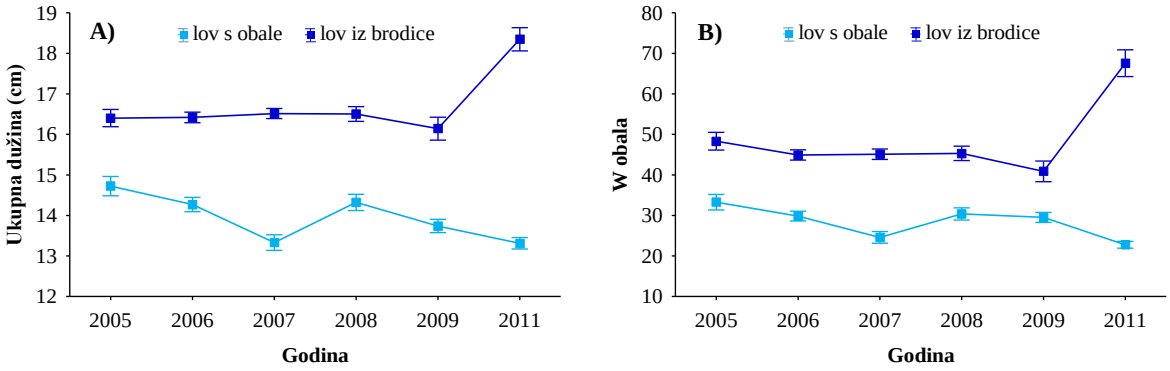
Srednja lovna dužina i masa kneza statistički su značajno manje pri ribolovu s obale (13,9 cm i 28,1 g), nego pri ribolovu iz brodice (16,7 cm i 48,3 g) (t-test, $P < 0,05$) (Tablica 3.9.2.4.) (Slika 3.9.2.3.). Navedene vrijednosti značajno se razlikuju među pojedinim godinama, pa je tako pri ribolovu s obale srednja lovna dužina i masa kneza bila značajno niža u 2007. i 2011. godini (ANOVA, $P < 0,05$), a pri ribolovu iz brodice srednja lovna dužina i masa značajno su više u 2011. godini nego u ostalim godinama tijekom razdoblja istraživanja (ANOVA, $P < 0,05$) (Slika 3.9.2.4.).

Tablica 3.9.2.4. Srednja lovna dužina i masa kneza na udičarskim natjecanjima u sportskom ribolovu

Godina	Srednja lovna dužina i masa kneza u sportskom ribolovu					
	Lov s obale			Lov iz brodice		
	N	LT (cm)	W (g)	N	LT (cm)	W (g)
2005	349	14,7 ± 2,3	33,3 ± 18,3	349	16,4 ± 2,0	48,3 ± 20,8
2006	554	14,3 ± 2,1	29,8 ± 14,5	331	16,4 ± 1,2	44,9 ± 11,9
2007	549	13,3 ± 2,3	24,6 ± 17,2	437	16,5 ± 1,3	45,1 ± 13,6
2008	663	14,3 ± 2,6	30,4 ± 19,7	377	16,5 ± 1,8	45,3 ± 17,6
2009	761	13,7 ± 2,3	29,5 ± 17,3	54	16,1 ± 1,0	40,9 ± 9,4
2011	616	13,3 ± 1,8	22,8 ± 10,7	211	18,3 ± 2,1	67,6 ± 24,4
Ukupno	3492	13,9 ± 2,3	28,1 ± 16,8	1759	16,7 ± 1,8	48,3 ± 18,7



Slika 3.9.2.3. Dužinska raspodjela lovljenih primjeraka kneza u sportskom udičarskom ribolovu s obale i iz brodice



Slika 3.9.2.4. Srednje vrijednosti i 95%-tne granice pouzdanosti lovne dužine (A) i mase kneza (B) na udičarskim natjecanjima u sportskom ribolovu od 2005. do 2011. godine

4. RASPRAVA

Knez je najzastupljeniji i najčešći predstavnik porodice usnjača (Labridae) u Sredozemnom moru (Quignard & Pras 1986; Gordoa i sur. 2000), a pojedini autori smatraju ga i jednom od najuobičajenijih priobalnih vrsta uopće u Sredozemnom i južnom Crnom moru, te sjeveroistočnom Atlantiku (Sanchez-Delgado, 1981; Lejeune, 1987). Knez je također česta i uobičajena vrsta na istočnoj obali Jadrana (Jardas, 1996). Gotovo sve jedinke ulovljene su na hridinastim ili pjeskovito-ljušturnim dnima i na područjima livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, na dubinama od 2 do 40 m, što je uobičajeno stanište ove vrste (Quignard & Pras 1986; Jardas, 1996). Svi primjerci ulovljeni su danju, kada je knez aktivan, dok se noću ukopava u pijesak (Lejeune, 1987; De Pirro i sur. 1999). Knez je brojna vrsta na istraživanom području pa veličina uzorka nije predstavljala problem, no selektivnost ribolovnih alata kojima se obavljalo uzorkovanje zahtijevala je korištenje nekoliko različitih ribolovnih tehnika. Naime, dio uzorka ulovljen je udičarskim ribolovnim alatima, u čijim lovinama su dominirali srednji i veliki primjerci, a veličina udice onemogućavala je lov najmanjih jedinki. Veći dio uzorka prikupljen je iz komercijalnih lovina obalne mreže potegače – migavice, koja kao i svi mrežni ribolovni alati posjeduje određenu selektivnost, odnosno u ovom slučaju omogućuje bijeg manjih primjeraka kroz mrežna oka. Kako bi se i taj dio populacije uzorkovao korištena je nadizna mreža posebno konstruirana za potrebe ovog istraživanja, s veličinom oka manjom od zakonski propisane, u čijim su lovinama dominirale male do srednje velike jedinke.

Kao i kod većine vrsta iz porodice usnjača, kod kneza u određenom razdoblju života dolazi do izmijene spola (protoginija) i obojanosti tijela (izmjena početne jednostavne obojanosti u završne jarke boje) (Quignard & Pras 1986; Nelson, 1994). Međutim, Zunarelli-Vandini (1965) je potvrdila da knez nije isključivo protoginična vrsta, odnosno ne nastaju svi mužjaci izmjenom spola ženki. Samim time u populaciji postoje dva tipa mužjaka, jedni kojima se testisi razvijaju odmah, te oni kojima testisi nastaju izmjenom ovarija, pa je knez diandrična vrsta (Reinboth, 1962). S obzirom na protoginiju i diandriju, za uspješnu analizu populacije kneza jedinke su u ovom istraživanju podijeljene u četiri kategorije: primarni mužjaci, sekundarni mužjaci, ženke i jedinke u prijelaznom obliku. Istu ili vrlo sličnu podjelu koristilo je više autora pri istraživanju kneza (Bacci & Razzauti 1957; Reinboth, 1975; Bentivegna i sur. 1983, 1985; Brusle, 1987; Alonso-Fernández i sur. 2011), što je omogućilo usporedbu s rezultatima ovog istraživanja. Kriteriji prema kojima su jedinke podijeljene u spomenute kategorije navedeni su u poglavlju 2.3., a zasnivaju se na tipu gonada i obojanosti

tijela. Ženke su jedinke s funkcionalnim ovarijima (uvijek s početnom bojom tijela), primarni mužjaci su jedinke s funkcionalnim testisima i početnom bojom tijela, dok su sekundarni mužjaci jedinke s funkcionalnim testisima i završnom bojom tijela. Prijelazni oblici su oni kod kojih gonade prolaze proces izmjene spola, no budući da se ove promjene mogu uočiti samo histološkom analizom, većina primjeraka je klasificirana kao prijelazna na temelju prijelazne obojanosti tijela, budući da je povezanost promjena na gonadama i promjene obojanosti potvrdilo više autora (Bentivegna i sur. 1985; Lejeune, 1987; Reinboth & Brusle-Sicard 1997).

Sastav populacije kneza u istočnom Jadranu. Udio ženki, primarnih i sekundarnih mužjaka, te prijelaznih primjeraka u populaciji kneza u istočnom Jadranu približno odgovara rezultatima prethodnih istraživanja u Sredozemnom moru (Tablica 4.1.). Udio ženki se prema navedenim autorima nalazio u rasponu od 39,4 do 61,0%, iako treba naglasiti da su populacije s najvećim i najmanjim udjelom ženki zabilježene tijekom dva različita istraživanja na istom području, Banyuls-sur-Mer u Lionskom zaljevu (Reinboth, 1975; Brusle, 1987). Autori se nisu osvrnuli na ove razlike do kojih je moglo doći zbog cijelog niza razloga, od stvarnih promjena u sastavu populacije između 1975. i 1987. godine, do razlika uslijed veličine analiziranih uzoraka kao i samih metoda uzorkovanja. Naime, kako je već prethodno izneseno, knez je protoginični hermafrodit, pa samim time omjer spolova ovisi o dužinskoj strukturi analiziranog uzorka. Nadalje, budući da je istraživanje u kojem je zabilježen najveći udio ženki obavljeno na samo 136 primjeraka, a dužine analiziranih primjeraka nisu dostupne, ovaj rezultat treba uzeti s oprezom. Izuzmemo li ove podatke, najveći zabilježeni udio ženki kneza u populaciji iznosi 53,5%, na području Baleara (Alonso-Fernandez i sur. 2011). Vrijednost zabilježena u ovom radu (40,9%), nalazi se unutar raspona vrijednosti u navedenim istraživanjima, iako je vrlo blizu donje granice.

Dužina tijela analiziranih ženki dostupna je za samo tri navedena istraživanja, gdje se nalazi u rasponu od 5 do 15 cm (Tablica 4.1.). U ovom radu zabilježena je znatno veća vrijednost (20 cm), što je dijelom moguće objasniti veličinom uzorka – analizirano je mnogo više jedinki nego u ostalim radovima pa je stoga i vjerojatnost pronalaska 'ekstrema' veća. Zabilježeni broj ženki u razredima iznad 15 cm je malen, što ukazuje da se pri ovim dužinama proces izmjene spola uglavnom završava, odnosno dolazi do preobrazbe ženki u sekundarne mužjake.

Tablica 4.1. Usporedba udjela i ukupne dužine tijela ženki (♀♀), primarnih mužjaka (♂♂), sekundarnih mužjaka (♀♂) i prijelaznih primjeraka (Int) kneza u različitim istraživanjima

Autori	Područje	♀♀		♂♂		♀♂		Int		N
		%	LT (cm)	%	LT (cm)	%	LT (cm)	%	LT (cm)	
Bacci & Razzauti (1957)	Tirensko more	42,5	5-15	6,9	6-15	39,8	11-20	6,6	11-16	368
Reinboth (1975)	Lionski zaljev	39,4	7-15	19,2	7-15	24,5	9-17	12,3	9-15	436
Bentivegna & Rasotto (1983)	Tirensko more	44,1	8-15	8,2	7-15	29,6	10-22	10,5	9-16	206
Brusle (1987)	Lionski zaljev	61,0	-	9,6	-	18,4	-	11,1	13-16	136
Alonso-Fernandez i sur. (2011)	Balearski otoci	53,5	-	10,7	-	31,3	-	4,5	-	1221
Ovaj rad	**Jadransko more**	**40,9**	**6-20**	**15,3**	**7-15**	**31,1**	**11-22**	**7,5**	**10-15**	**1393**

Za razliku od ženki, udio primarnih mužjaka u istočnom Jadranu relativno je visok i iznosi 15,3%. U četiri navedena istraživanja ova vrijednost kreće se od 6,9 do 10,7%, dok je samo u jednom viša i iznosi 19,2%. Za podatke iz Tirenskog mora (Bacci & Razzauti 1957; Bentivegna & Rasotto 1983) vrijednosti su slične tijekom dva istraživanja, dok su za područje Lionskog zaljeva (Reinboth, 1975; Brusle, 1987) ponovno zabilježene velike razlike među podacima dvaju autora, gotovo 10%. Kao i kod ženki, različiti udjeli primarnih mužjaka mogu biti posljedica stvarnih razlika u strukturi populacija kneza, no treba naglasiti da se metode uzorkovanja i veličine uzoraka značajno razlikuju među navedenim istraživanjima, pa samim time i usporedbe treba vršiti oprezno.

Dužina tijela analiziranih primarnih mužjaka gotovo je identična u svim istraživanjima, nalazi se u rasponu od 6 do 15 cm, a veće jedinke nisu zabilježene ni u ovom radu. Izostanak primarnih mužjaka iznad dužine od 15 cm posljedica je izmjene obojanosti tijela, odnosno pri ovoj veličini jedinke već posjeduju završnu obojanost tijela pa ih smatramo sekundarnim mužjacima.

Udio sekundarnih mužjaka u populacijama kneza za analizirana istraživanja iznosi od 18,4 do 39,8%, a vrijednost za istočni Jadran je približno u sredini ovog raspona, 31,1%.

Dužina tijela sekundarnih mužjaka u tri istraživanja za koje je dostupna veličina nalazi se u rasponu od 9 do 22 cm, dok je u ovom radu ta vrijednost od 11 do 22 cm. S obzirom da se prvi sekundarni mužjaci pojavljuju već pri dužini od 11 cm, a ženke i primarni mužjaci su rijetki pri dužinama iznad 15 cm, možemo zaključiti da približno u ovom rasponu dužine primarni mužjaci prolaze proces izmjene obojanosti tijela, a ženke i proces izmjene spola.

Udio prijelaznih primjeraka u populacijama kneza prema navedenim autorima iznosi od 4,5 do 12,3%, a unutar ovog raspona nalazi se i vrijednost za istočni Jadran, 7,5%. Ukupna dužina tijela prijelaznih primjeraka u četiri istraživanja za koje je dostupna veličina nalazi se u rasponu od 9 do 16 cm, dok je u ovom radu taj raspon nešto manji, od 10 do 15 cm.

Omjer spolova se u istraživanoj jadranskoj populaciji kneza nije značajno razlikovao od 1:1, a iste rezultate navode Bacci & Razzauti (1957) i Bentivegna & Rasotto (1983) za Tirensko more, te Reinboth (1975) za Lionski zaljev. S druge strane, u populaciji kneza na Balearima dominiraju ženke, s omjerom spolova 1:1,3 (Alonso-Fernandez i sur. 2011). Kao što je već spomenuto, do ovakvih razlika u rezultatima može doći zbog različite dužinske strukture uzorka jer kod kneza postoji spolni dimorfizam. U ovom istraživanju uočeno je da se omjer mužjaka i ženki mijenja s dužinom primjeraka – u razredima do 12 cm dominiraju ženke, a iznad 13 cm mužjaci, što je logična posljedica protoginije. Dakle, omjer spolova kneza ovisit će o zastupljenosti pojedinih dužinskih razreda u uzorku, što je opet posljedica selektivnosti alata kojim se vrši uzorkovanje (Millar & Holst 1997; Cerdà i sur. 2010).

Dužinsko – maseni odnos i indeks kondicije kneza. Na temelju dosadašnjih istraživanja, dužinsko – maseni rast kneza razlikuje se među pojedinim područjima Sredozemnog mora i sjeveroistočnog Atlantika (Tablica 4.1.). Podaci koje navode Gonçalves i sur. (1997) i Karakulak i sur. (2006) zasnivaju se na iznimno malom broju primjeraka i vrlo uskom dužinskom rasponu, pa nisu prikladni za usporedbu s ostalim podacima. Ako njih zanemarimo, vidimo da je za kneza zabilježena pozitivna alometrija u Jadranu (Dulčić & Kraljević 1996), Egejskom moru (Petrakis & Stergiou 1995; Karakulak i sur. 2006) i Azorima (Gonçalves i sur. 1997; Morato i sur. 2001), dok se za Balearsko more vrijednosti koeficijenta b ne razlikuju značajno od 3, što ukazuje na izometrijski rast (Gordoa i sur. 2000; Valle i sur. 2003).

Vrijednosti koeficijenta b vrlo su slične za primarne mužjake (3,223), sekundarne mužjake (3,420) i ženke (3,214) u ovom istraživanju, ali ipak postoji statistički značajna razlika između sve tri navedene kategorije. Od svih dosadašnjih istraživanja, jedino su Morato i sur. (2001) dali podatke o dužinsko – masenom odnosu kneza odvojeno za oba spola, iako

ne i zasebne vrijednosti za primarne i sekundarne mužjake. Prema ovim autorima, rast mužjaka je na području Azora pozitivno alometrijski (b = 3,242), dok je rast ženki izometrijski (b = 3,011). Iako su te vrijednosti niže od onih dobivenih u ovom radu (za mužjake ukupno b = 3,338), u oba slučaja su zabilježene niže vrijednosti koeficijenta b za ženke. Negativna alometrija u dosadašnjim istraživanjima nije zabilježena, dok je u ovom radu uočena jedino kod primarnih mužjaka i ženki u sazrijevanju, odnosno kod jedinki manjih od 10 cm dužine.

Analiza dužinsko – masenog odnosa kneza tijekom godine pokazala je da su vrijednosti koeficijenta b znatno niže tijekom kolovoza, rujna i listopada nego u ostalim mjesecima. Prema podacima ovog istraživanja to odgovara razdoblju završetka mrijesta, odnosno radi se o mjesecima sa najvećim udjelom jedinki sa izmriještenim gonadama (stadiji VI i VII). Na temelju toga, naglo smanjenje vrijednosti koeficijenta b u ovom razdoblju moguće je objasniti smanjenjem mase tijela uslijed 'gubitka' mase spolnih produkata.

Tablica 4.2. Usporedba vrijednosti parametara dužinsko – masenog odnosa kneza (a i b), te broj (N) i ukupne dužina tijela (LT) analiziranih primjeraka u različitim istraživanjima

Autori	Područje	a	b	R^2	LT (cm)	N
Petrakis & Stergiou (1995)	Egejsko more	0,0048	3,378	0,970	6-17	207
Dulčić & Kraljević (1996)	Jadransko more	0,0081	3,238	0,992	4-15	94
Gonçalves i sur. (1997)	SI Atlantik	0,0124	2,946	0,859	19-23	23
Gordoa i sur. (2000)	Balearsko more	0,0120	2,910	0,968	5-18	218
Morato i sur. (2001)	SI Atlantik	0,0058	3,175	0,987	7-24	421
Valle i sur. (2003)	Balearsko more	0,0069	3,031	0,992	4-20	323
Karakulak i sur. (2006)	Egejsko more	0,0082	3,054	0,808	13-18	35
Ovaj rad	**Jadransko more**	**0,0048**	**3,233**	**0,987**	**5-22**	**1393**

Indeks kondicije je posljedica dužinsko – masenog odnosa riba, te je pod direktnim utjecajem starosti, spola, zrelosti gonada i punoće želuca (Barnham & Baxter 1998). Analiza indeksa kondicije kneza tijekom godine pokazala je dva minimuma: izrazito niske vrijednosti od prosinca do veljače, te nešto manje značajno smanjenje u srpnju, u odnosu na ostatak godine. Uočeni padovi posljedica su različitih bioloških i ekoloških čimbenika, no možemo

pretpostaviti da je minimum u hladnijem dijelu godine (kraj jeseni i veći dio zime), povezan s niskom stopom hranjenja kneza u ovom razdoblju, budući da je tada zabilježen najveći udio jedinki s praznim probavilom i najmanji srednji koeficijent punoće probavila. Slabije izražen minimum u srpnju ne može biti posljedica ishrane, budući da je tada hranjenje najintenzivnije, no možemo ga povezati s mriještenjem kneza, koje se odvija u ovom razdoblju (travanj-kolovoz). Vazzoler (1996) navodi da niske vrijednosti koeficijenta kondicije tijekom mrijesta mogu biti posljedica ulaganja veće količine energije u razvoj spolnih produkata, a manje u vlastiti rast, pa je samim time i masa tijela manja. Na ovaj način moguće je objasniti promjene indeksa kondicije kneza, posebno ako uzmemo u obzir razvoj gonada. Naime, iako je mrijest intenzivan već tijekom svibnja i lipnja, vrijednosti indeksa kondicije vjerojatno nisu još uvijek niske jer je gubitak mase tijela 'zamaskiran' masom gonada, koje su o ovom razdoblju najveće (najviše vrijednosti gonadosomatskog indeksa i najviši udio mrijesnih ženki zabilježen je tijekom ova dva mjeseca). Međutim, u srpnju je udio izmriještenih jedinki visok, a gonadosomatski indeks nizak, što ukazuje da se masa gonada u prosjeku smanjila jer se dio jedinki izmrijestio. Samim time, gubitak mase tijela uslijed ulaganja energije u razvoj gonada sada će biti izraženiji, što objašnjava pad indeksa kondicije u ovom mjesecu. Ipak, treba naglasiti da je ovo sama pretpostavka, pouzdanije zaključke nije moguće izvući na temelju kubičnog indeksa kondicije budući da on ovisi samo o odnos dužine i mase ribe (Ricker, 1975), što može biti posljedica cijelog niza bioloških i ekoloških čimbenika (Pallaoro, 1996).

Osim ovih sezonskih promjena, ustanovljeno je i da se indeks kondicije kneza relativno konstantno povećava s porastom dužine tijela. Jedina odstupanja od ovog trenda zabilježena su za primarne mužjake u razredu od 8 cm i ženke u razredu od 9 cm, no zbog malog broja primjeraka nije moguće utvrditi radi li se o stvarnim razlikama ili o slučajnosti. Ipak, ovi razredi približno odgovaraju dužini prve spolne zrelosti primarnih mužjaka i ženki kneza, te je moguće da do pada indeksa kondicije u ovom razdoblju dolazi uslijed sazrijevanja, što je za različite vrste primijetilo više autora (Pallaoro, 1996; Matić-Skoko, 2003; Ferri, 2011).

Biometrijska obilježja i relativni rast kneza. Usporedba morfometrijskih značajki primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki kneza pokazala je da između primarnih mužjaka i ženki ne postoje značajne razlike ni u jednom od 17 analiziranih odnosa. Za ove dvije kategorije karakteristična je ista obojanost tijela, a ne postoje ni razlike u merističkim značajkama, pa spol ovih jedinki nije moguće odrediti na temelju vanjskih obilježja tijela. S druge strane, sekundarni mužjaci su se značajno razlikovali od ove dvije kategorije u 8

analiziranih morfometrijskih omjera, s posebno izraženim razlikama u visini tijela i mjerama glave. U odnosu na primarne mužjake i ženke, sekundarni mužjaci imaju veću najmanju i najveću visine tijela, te najveću visinu leđne peraje u odnosu na standardnu dužinu tijela. Pored toga, imaju i veću predočnu i zaočnu udaljenost, a manji promjer oka, u odnosu na dužinu glave. Navedene razlike vjerojatno su posljedica toga što sekundarni mužjaci postižu znatno veću ukupnu dužinu tijela, što utječe na sve navedene omjere. Iako su ove razlike statistički značajne, preklapanje raspona vrijednosti morfometrijskih odnosa je preveliko da bi omogućilo jasno razlikovanje sekundarnih mužjaka od primarnih mužjaka i ženki samo na temelju morfometrijskih značajki. Međutim, u ovom slučaju to i nije posebno značajno, budući da se sekundarni mužjaci mogu jednostavno razlikovati na temelju obojanosti tijela.

Vrijednosti koeficijenta varijabilnosti relativno su niske, samo za dva omjera prelaze 10%, što ukazuje na nisku intrapopulacijsku varijabilnost (Carvalho, 1993; Mamuris i sur. 1998; Quilang i sur. 2007). Visok koeficijent varijabilnosti (29,8%) zabilježen je jedino za odnos najveće visine leđne peraje i standardne dužine tijela, što je očekivano budući da se prve 3 šipčice leđne peraje produžuju tijekom preobrazbe primarnih mužjaka i ženki u sekundarne mužjake (Reinboth & Brusle-Sicard 1997).

Analizirane merističke značajke nisu se značajno razlikovale između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki u ovom radu, a uglavnom su slične podacima koje ostali autori navode za ovu vrstu (Tablica 4.3.). Budući da navedeni podaci dolaze isključivo iz ključeva vrsta, u kojima se ne navodi veličina uzorka i područje istraživanja, postojeće razlike nije moguće podrobnije objasniti. Ipak, riječ je o zanemarivim odstupanjima, a podaci ovog istraživanja izlaze iz raspona do sada zabilježenih vrijednosti samo kod podrepne peraje, gdje je zabilježena jedna člankovita šipčica više, te kod broja ljusaka bočne pruge, gdje je zabilježena jedna ljuska manje. Navedene razlike najvjerojatnije su posljedica veličine uzorka, budući da je u ovom radu obrađen relativno veliki broj jedinki.

Analiza relativnog rasta pokazala je da se gotovo svi morfometrijski omjeri kneza mijenjaju s ukupnom dužinom tijela. Veće jedinke imaju relativno veću dužinu podrepne, leđne i trbušnih peraja, veću maksimalnu visinu tijela i leđne peraje, te veću predočnu i zaočnu udaljenost. S druge strane, predleđna, predprsna i predtrbušna udaljenost, te promjer oka, smanjuju se s ukupnom dužinom tijela. Ove razlike u morfometrijskim odnosima ovisno o dužini tijela mogu objasniti i pronađene razlike između sekundarnih mužjaka u odnosu na primarne mužjake i ženke, budući da je srednja dužina sekundarnih mužjaka znatno veća.

Tablica 4.3. Broj šipčica u leđnoj (D), podrepnoj (A), prsnim (P) i trbušnim (V) perajama, broj kralješaka (Vert), škržnih nastavaka (Brsp) i ljusaka bočne pruge (Llat) kneza

Autori	D	A	P	V	Vert	Brsp	Llat
Dieuzeide i sur. (1952)	IX + 12-13	III + 11-12	12-14	I + 5	-	-	-
Svetovidov (1964)	IX + 12	III + 12	-	-	25	12-15 (17)	73-80
Bini (1968)	-	-	-	-	-	-	74-80
Tortonese (1975)	IX + 12	III + 11-12	-	-	25-26	-	73-80
Fischer i sur. (1987)	VIII-X + 11-12	III + 11-12	-	-	-	14-17	73-80
Jardas (1996)	VIII-X + 11-12	III + 11-12	12-14	I + 5	-	-	73-80
Ovaj rad	**IX + (11) 12 (13)**	**III + (11) 12 (13)**	**(12) 13**	**I + 5**	**25**	**14 (15-16)**	**72-80**

Ishrana kneza. Ishrana kneza karakteristična je za pridnene predatorske vrste koje nastanjuju livade morskih cvjetnica (Bell & Harmelin-Vivien 1983), odnosno on pripada skupini mezofagnih karnivora sa širokim rasponom plijena u kojem dominiraju beskralješnjaci s vanjskim skeletom, kao što su rakovi i mekušci (Quignard, 1966; Lejeune, 1985). Ove dvije skupine dominirale su u ishrani kneza i tijekom ovog istraživanja, a na temelju brojčane i masene zastupljenosti plijena može se zaključiti da su mekušci u ishrani kneza zastupljeni s velikim brojem malih jedinki, dok je za rakove zabilježen manji broj većih primjeraka. Uzmemo li u obzir brojčanu zastupljenost, masenu zastupljenost ili učestalost pojavljivanja, u ishrani kneza unutar koljena mekušaca dominirali su razredi puževa i školjkaša, a u potkoljenu rakova red dekapoda. Osim ovih skupina, veći udio u ishrani kneza čine još samo razredi poliheta i bodljikaša (morski ježinci), koji su zastupljeni s malim brojem primjeraka ali relativno velikom masom.

Slični rezultati zabilježeni su u dosadašnjim istraživanjima ishrane kneza, iako se takvi podaci uglavnom zasnivaju na vrlo malom broju primjeraka i ograničeni su samo na najopćenitije sistematske kategorije. Tako Fischer i sur. (1987) i Jardas (1996) u svojim ključevima vrsta navode da se knez hrani uglavnom puževima, rakovima, ježincima i polihetima, što su uz školjkaše najvažnije skupine i u ovom istraživanju. Bell & Harmelin-Vivien (1983) na temelju analize probavila 21 primjerka kneza u Marseillskom zaljevu

navode da 47,8% hrane čine školjkaši, 26,7% puževi i 25,5% rakovi, a slične podatke daju i Pinnegar & Polunin (2000) za područje Korzike, gdje u hrani dominiraju mekušci (60%), rakovi (31%) i poliheti (5%). Nešto drugačije rezultate zabilježio je Khoury (1984) na temelju analize 16 primjeraka iz Lionskog zaljeva, gdje su najčešći plijen rakovi (72,5%), a tek potom puževi (27,8%). Ipak, s obzirom na izrazito mali broj analiziranih primjeraka u navedenim istraživanjima, teško je sa sigurnošću utvrditi da li se režim ishrane kneza uistinu razlikuje među pojedinim područjima.

Jedina detaljnija analiza ishrane kneza obavljena je na 41 primjerku iz Tirenskog mora, gdje su kategorije plijena kada je to bilo moguće određene sve do razine porodice (De Pirro i sur. 1999). Iako je analiziran mali broj primjeraka, zabilježen je veliki broj skupina hrane – po dvije porodice puževa, školjkaša i poliheta, jedna porodica bodljikaša, te 8 skupina rakova (3 nadreda, 1 red i 4 porodice), što potvrđuje širok raspon plijena ove vrste. Veliki broj različitih kategorija hrane zabilježen je i u ovom radu, posebno u koljenu mekušaca i redu dekapodnih rakova, dok su ostale više kategorije plijena (poliheti, ribe, bodljikaši, smeđe alge, morske cvjetnice, protozoe, sipunkulide), u pravilu zastupljene sa svega nekoliko porodica i vrsta. De Pirro i sur. (1999) navode da u razredu školjkaša dominira porodica Veneridae, dok su u razredu puževa najzastupljenije porodice Rissoidae i Turritellidae. To se donekle razlikuje od rezultata ovog rada, gdje su među puževima dominantne porodice Cerithiidae i Cerithiopsidae, a Rissoidae su tek na trećem mjestu, dok je u razredu školjkaša najzastupljenija porodica Cardiidae, a Veneridae su na drugom mjestu. Navedene razlike mogu biti posljedica različite zastupljenosti pojedinih vrsta školjkaša na područjima istraživanja u Jadranskom i Tirenskom moru, ali s obzirom na mali broj jedinki koje su analizirali De Pirro i sur. (1999) treba biti oprezan pri interpretaciji rezultata, jer postoji mogućnost da su razlike slučajne.

Analiza koeficijenta relativnog značaja plijena, koeficijenta osnovnih tipova hrane i koeficijenta hranjivosti plijena potvrdila je da su mekušci i rakovi neophodna i glavna hrana kneza, dok sve ostale kategorije predstavljaju dodatnu ili slučajnu hranu. Na temelju analiziranih koeficijenata vidimo da mekušci predstavljaju najvažniju hranu tijekom cijele godine, ali posebice u proljeće i ljeti, dok su rakovi druga najvažnija skupina plijena, posebno značajna u hladnom dijelu godine. S obzirom da se brojnost plijena u okolišu mijenja tijekom godine, samim time se mogu očekivati i promjene njihovog udjela u ishrani neke vrste (Harmelin-Vivien i sur. 1989). Podataka o sezonskoj ishrani kneza nema u dostupnoj literaturi, pa ove sezonske razlike u značaju mekušaca i rakova nije bilo moguće usporediti s drugim istraživanjima.

Intenzitet ishrane kneza također je pokazao sezonsku varijabilnost, u zimskom razdoblju pronađen je najveći udio jedinki s praznim probavilom, pa je i koeficijent punoće probavila u ovoj sezoni bio najniži. U ljetnom razdoblju trend je obrnut, zabilježeno je najmanje jedinki s praznim probavilom, a koeficijent punoće probavila je najviši u odnosu na ostatak godine. Visok intenzitet hranjenja tijekom ljeta može se objasniti višom temperaturom mora, što dovodi do ubrzanja metabolizma (Ferri, 2011).

Analiza Bray-Curtisovog koeficijenta sličnosti pokazala je da sastav ishrane kneza ne ovisi o veličini jedinki, odnosno broj primjeraka pojedinih skupina plijena nije se značajno razlikovao između tri dužinske kategorije kneza (mali, srednji i veliki primjerci). Ipak, treba napomenuti da se ova usporedba odnosi samo na zabilježeni broj primjeraka plijena, ali ne i na njihovu veličinu, odnosno moguće je da se veličina plijena mijenja ovisno o veličini ribe. Ovu pretpostavku nažalost nije bilo moguće ispitati jer je plijen u probavilima uglavnom bio zdrobljen, te je čak i određivanje broja primjeraka bilo otežano, a veličinu primjeraka plijena bilo je nemoguće pouzdano procijeniti. Podataka ove vrste nema u literaturi, s izuzetkom analize povezanosti veličine kneza i sposobnosti njegove predacije morskih ježinaca.

Važnost kneza kao predatora koji utječe na kontrolu populacija morskih ježinaca, uglavnom vrste *Paracentrotus lividus* i u manjoj mjeri *Arbacia lixula*, obrađena je u cijelom nizu istraživanja. Tako Sala & Zabala (1996) navode da je knez važan predator ranih životnih stadija vrste *P. lividus*, a kasnija istraživanja potvrdila su da se hrani isključivo nedoraslim primjercima čiji je promjer kućice (bez bodlji) manji od 1 cm (Sala, 1997; Guidetti, 2004; Hereu i sur. 2005; Guidetti, 2006). Tijekom ovog istraživanja, u probavilu 36 jedinki kneza zabilježeno je 38 ježinaca, od čega 35 pripada vrsti *P. lividus*, dok su tri primjerka neidentificirana i najvjerojatnije pripadaju vrsti *A. lixula*. Dominacija vrste *P. lividus* u ishrani je očekivana, budući da je ova vrsta u srednjem istočnom Jadranu znatno zastupljenija od vrste *A. lixula* (Guidetti & Dulčić 2007), a pored toga predacija riba je općenito manje intenzivna za *A. lixula*, budući da je ova vrsta robusnija i ima duže bodlje u odnosu na *P. lividus* (Guidetti, 2004; Guidetti, 2006; Guidetti & Dulčić 2007). U ukupnom plijenu kneza u istočnom Jadranu ježinci čine 5,5% mase, gotovo dvostruko više nego što navodi Sala (1996) za područje Sredozemnog mora (3%).

Sala (1997) i Hereu i sur. (2005) ustanovili su da veći primjerci kneza imaju veći postotak uspješnih 'napada' na ježince, odnosno dokazali su pozitivnu korelaciju između veličine kneza i sposobnosti da se hrani ježincima. To je potvrđeno i u ovom istraživanju, gdje su se ježincima hranili samo primjerci kneza čija je ukupna dužina tijela iznosila iznad 12 cm, iako je ishrana analizirana već za primjerke od 6 cm dužine. Uočeno je i da s

povećanjem ukupne dužine tijela kneza raste udio jedinki koje se hrane ježincima, no zbog malog broja primjeraka u najvećim dužinskim razredima ovaj trend nije moguće sa sigurnošću dokazati.

Starost i rast. Sagitalni otoliti pokazali su se prikladnima za određivanje starosti kneza budući da su nakon brušenja hijalini i opaki prstenovi bili jasno vidljivi, a analiza marginalnog prirasta potvrdila je da se stvaraju jednom godišnje, što je jedan od preduvjeta uspješnog očitavanja starosti ovom metodom (Williams & Bedford 1974). Drugi uvjet je poznavanje vremena stvaranja godišnjih prstenova, što je moguće odrediti na nekoliko načina. Najjednostavniji je uspoređivanje ruba otolita i vremena uzorkovanja jedinke, na temelju čega možemo odrediti u kojoj sezoni nastaju opaki, a u kojoj hijalini prstenovi. Na istom principu zasniva se i analiza marginalnog prirasta, koja je potvrdila da kod kneza opaki prstenovi nastaju tijekom ljeta, a hijalini zimi.

Otkriće dnevnih prstenova prirasta na otolitima raznih vrsta riba (Panella, 1971; Brothers i sur. 1983; Wilson & McCormick 1997, 1999) omogućilo je precizno određivanje starosti, u danima, te na taj način analiziranje ranih razvojnih stadija života. Usporedbom godišnjih i dnevnih prstenova prirasta, uz poznavanje približnog vremena izvaljivanja jedinke, dobivena je prilično jasna slika razvoja kneza tijekom prve godine života. Kod svih jedinki otoliti su imali opaku jezgru koja se sastojala od 32 do 43 dnevna prstena, što prema podacima iz literature odgovara ličinačkom planktonskom razdoblju kneza koji traje od 4 do 6 tjedana (Raventós & Macpherson 2001; Fontes i sur. 2010; Škeljo i sur. 2012). Nakon opake jezgre slijedi uski hijalini prsten koji je označen kao 'lažni', budući da je bio preuzak da bi predstavljao duže vremensko razdoblje, posebice u odnosu na hijaline prstenove koji ga slijede. Na temelju datuma izvaljivanja i brojanjem dnevnih prstenova procijenjeno je da lažni prsten nastaje tijekom približno tri tjedna u ljetnim mjesecima, što je iznenađujuće s obzirom da je nastanak svih ostalih hijalinih prstenova povezan s hladnijim dijelom godine. Ipak, ne utječu samo čimbenici okoliša na stvaranje prstenova prirasta (Radtke & Shafer 1992), te je najvjerojatnije da ovaj prsten nastaje u razdoblju kada knez prelazi iz ličinačke pelagične faze na pridneni način života, što su za više vrsta potvrdili Wilson & McCormick (1997, 1999) i Raventós & Macpherson (2001). Analiza dnevnih prstenova potvrdila je da, s izuzetkom spomenutog lažnog prstena, opaki prstenovi nastaju u toplijem, a hijalini u hladnijem dijelu godine. Nadalje, na temelju broja dnevnih prstenova ustanovljeno je da tek drugi opaki prsten približno predstavlja napunjenu prvu godinu života (315,1 ± 27,8 dnevnih prstenova). Uzevši ovo u obzir, određivanje starosti brojanjem opakih prstenova (počevši s drugim) pokazalo se

pouzdanom i preciznom metodom, što se vidi iz niske vrijednosti indeksa prosječne postotne pogreške i koeficijenta varijacije, te visokog podudaranja starosti procijenjene tijekom dva nezavisna očitavanja.

Za mužjake je zabilježena veća maksimalna starost (sedam godina) nego za ženke (pet godina), što je očekivano budući da se radi o protoginičnoj vrsti. Podaci o starosti odgovarali su von Bertalanffyevom modelu rasta, zasebno za mužjake i ženke, kao i za ukupni uzorak. Knez raste relativno brzo tijekom nekoliko prvih godina života, a 50% najveće zabilježene dužine tijela postiže tijekom druge godine. Procijenjena asimptotska dužina mužjaka kneza u ovom istraživanju (L_∞ = 29,66 cm) podudara se s najvećom zabilježenom dužinom za ovu vrstu (LT = 30,0 cm) (Schneider, 1990). Za mužjake je zabilježena veća vrijednost asimptotske dužine (L_∞) nego za ženke, što je i očekivano budući da je pri dužini od 18,0 cm kod gotovo svih ženki već došlo do promjene spola, te su najveći primjerci isključivo mužjaci. S druge strane, vrijednost koeficijenta rasta (k) viša je za ženke nego za mužjake, no to ne možemo smatrati dokazom razlika u rastu među spolovima budući da veliki dio mužjaka nastaje izmjenom spola ženki, odnosno radi se o istim jedinkama koje prolaze različite faze spolnog razvoja (Pajuelo i sur. 2002). Ova razlika može se donekle objasniti činjenicom da je rast općenito brži u prvim godinama života, gdje u slučaju kneza prevladavaju ženke.

Zasebni podaci o parametrima rasta mužjaka i ženki kneza ne postoje u dostupnoj literaturi, pa se rezultati ovog istraživanja mogu usporediti jedino za ukupni uzorak s podacima koje su zabilježili Gordoa i sur. (2000) za područje obale Katalonije (sjeverozapadni Mediteran). Vrijednosti von Bertalanffyevih parametara rasta koje navode ovi autori (L_∞ = 27,2 cm; k = 0,11), slične su vrijednostima određenim za područje istočnog Jadrana u ovom istraživanju (L_∞ = 25,4; k = 0,16).

Iako je očitavanje otolita vjerojatno najtočnija metoda procjene starosti riba, mnogi autori navode i njene nedostatke – zahtijeva mnogo vremena i rada, samim time i novca, te u znatnoj mjeri ovisi o iskustvu osoba koje vrše očitavanje (Boehlert & Yoklavich 1998; Cardinale i sur. 2000; Pilling i sur. 2003; Ross i sur. 2005; Steward i sur. 2009). U više studija pokazano je da se na temelju veličine otolita može procijeniti starost, iako sve morfometrijske mjere otolita ne daju jednako dobre rezultate (Boehlert, 1985; Butler & Folkvord 2000; Pilling i sur. 2003; Francis i sur. 2005; Lou i sur. 2005). U ovoj studiji uočeno je da se masa, dužina, širina i debljina otolita povećavaju sa starošću ribe, što ukazuje da u nekoj mjeri mogu poslužiti i za njenu procjenu.

Navedena veza najbolje je opisana nelinearnim modelom, koji se pokazao prikladnijim od linearnog budući da bolje opisuje rast otolita kod najmanjih jedinki. Naime, dužina, širina i

debljina otolita primjeraka kneza koji još nisu napunili prvu godinu starosti manja je nego što bi očekivali u slučaju konstantne stope rasta, što je pretpostavka linearnog modela. S druge strane, masa otolita povećava se relativno konstantno sa starošću, a podaci su gotovo jednako dobro opisani linearnim kao i nelinearnim modelom. Ovakva veza mase otolita i starosti ribe već je opisana za mnoge vrste, što dodatno ukazuje na važnost mase pri procjeni starosti (Fletcher, 1991; Anderson i sur. 1992; Labropoulou & Papaconstantinou 2000; Pilling i sur. 2003; Pino i sur. 2004).

Da bi ustanovili koja je od navedenih mjera otolita najprikladnija za određivanje starosti kneza, neophodno je vrijednosti procijenjene na ovaj način usporediti sa 'stvarnim', odnosno očitanim starostima. Potrebno je naglasiti da očitane starosti ne moraju nužno biti točne (postoji mogućnost pogreške pri određivanju broja godišnjih prstenova), no kako stvarnu starost ulovljenih primjeraka nije moguće znati, očitana vrijednost uzima se kao najtočnija procjena. S izuzetkom debljine otolita, sve analizirane morfometrijske mjere omogućile su precizne i relativno točne procjene starosti kneza, pa izbor najprikladnije ovisi o praktičnim razlozima. Ukoliko je za potrebe istraživanja dostupan mikroskop s digitalnom kamerom i odgovarajućim programom za obradu slika, duljina otolita može se smatrati najboljom mjerom, budući da se može brzo odrediti a omogućuje nešto precizniju procjenu starosti od širine otolita. S druge strane, za određivanje mase otolita potrebna je samo precizna analitička vaga, a dodatna prednost je što masa otolita raste konstantno sa starošću, što može biti korisno ako je raspon starosti uzorkovanih primjeraka malen.

Iako kod navedenih modela postoje pogreške pri procjeni starosti, oni u određenim slučajevima mogu dati bolju procjenu starosne strukture od standardnog očitavanja otolita. Tako Worthington i sur. (1995) navode da uz isti utrošak vremena, rada i novca, ovi modeli omogućuju procjenu starosti mnogo većeg broja primjeraka, što smatraju važnijim od veće točnosti koju daje standardno očitavanje otolita. Pored toga, Cardinale i sur. (2000) smatraju da, kada se koriste kroz duže vremensko razdoblje, metode sa sistematskom pogreškom (kao što su navedeni morfometrijski modeli) imaju prednost pred metodama sa slučajnom pogreškom (kao što je očitavanje otolita, gdje npr. može doći do promjene osoba koje očitavaju starost, a samim time i do nepredvidivih pogrešaka). U ovom istraživanju, mjerenje i vaganje otolita zahtijevalo je znatno manje vremena nego njihovo brušenje i očitavanje, a rezultati su bili vrlo slični. Iako procjene starosti pomoću morfometrijskih mjera otolita zahtijevaju kalibraciju kada se koriste za različite populacije (zbog mogućih varijacija u stopi rasta otolita), jednom kada se ta kalibracija obavi ona omogućuje brzu, jeftinu i preciznu procjenu starosne strukture kneza.

Razmnožavanje kneza. Iako su istraživanja reproduktivne biologije kneza brojna, dužina i starost spolnog sazrijevanja ove vrste nisu do sada detaljno analizirani. Jedine dostupne podatke nalazimo u ključevima vrsta, gdje se navodi da knez spolno sazrijeva nakon prve godine života (Quignard & Prass 1986; Fischer i sur. 1987; Jardas, 1996). To su djelomično potvrdili rezultati ovog istraživanja, gdje je također ustanovljeno da primarni mužjaci i ženke sazrijevaju nakon napunjene prve godine života, no pronađeno je i da sekundarni mužjaci sazrijevaju tek nakon navršene treće godine života. Ovaj nalaz je očekivan, budući da sekundarni mužjaci nastaju izmjenom spola ženki, pa samim time i ne mogu postići spolnu zrelost ranije. Na temelju logističkog modela i analize faza disharmonije, možemo zaključiti da do sazrijevanja primarnih mužjaka i ženki kneza dolazi približno pri dužini od 8 do 10 cm, a kod sekundarnih mužjaka od 13 do 14 cm. Dužina spolnog sazrijevanja kneza u literaturi nije dostupna, pa rezultate ovog rada nije moguće usporediti s drugim nalazima.

Do izmjene spola kneza u istočnom Jadranu dolazi pri dužinama od 10 do 15 cm, što odgovara starosti od 2 do 4 godine. Slične raspone dužina pri izmjeni spola navode i ostali autori, od 11 do 16 cm (Bacci & Razzauti 1957), 10 do 18 cm (Zunarelli-Vandini, 1965), 9 do 17 cm (Reinboth, 1975), 9 do 16 cm (Bentivegna & Rasotto 1983), te 13 do 16 cm (Brusle, 1987). Iako se u pravilu radi o većim rasponima nego što je to slučaj u ovom radu, treba naglasiti da je u većini slučajeva početak i završetak izmjene spola određen na temelju obojanosti tijela, što nije sasvim objektivna kategorija. Naime, do izmjene obojanosti dolazi postupno, kroz nekoliko faza, pa uvijek postoji mogućnost da pojedini autori različito protumače da li se radi o inicijalnoj, prijelaznoj ili završnoj boji, te samim time dobiju različite vrijednosti dužina pri početku i završetku izmjene spola.

Dužina i starost pri kojima je 50% ženki promijenilo spol iznosile su za istočni Jadran $LT_{50\%}$ = 13,3 cm i $t_{50\%}$ = 3,2 godine. Gotovo istu vrijednost dužine daju Alonso-Fernández i sur. (2011) za područje Baleara, $LT_{50\%}$ = 13,2 cm, no starost je kod njih veća i iznosi $t_{50\%}$ = 4,2 godine. Ovako veliku razliku u starosti teško je objasniti, posebno ako uzmemo u obzir da je dužina ista, ali moguće je da se radi o razlikama pri očitavanju starosti pomoću otolita. Brojanjem dnevnih prstenova u ovom radu ustanovljeno da tek drugi godišnji hijalini prsten predstavlja napunjenu prvu godinu života, no Alonso-Fernández i sur. (2011) ne navode detalje određivanja starosti, odnosno na temelju kojih prstenova su odredili starost, pa samim time i usporedba nije moguća.

Većina autora navodi da do promjene spola dolazi uglavnom nakon razdoblja mrijesta, odnosno od rujna do listopada (Duchac i sur. 1982), od srpnja do kolovoza u Lionskom

zaljevu (Reinboth, 1962), te od srpnja do rujna na Balearima (Alonso-Fernández i sur. 2011). Međutim, iako kod većine primjeraka do promijene spola dolazi u ovom razdoblju, manji broj jedinki u prijelaznom obliku zabilježen je i za vrijeme sazrijevanja, odnosno od rujna do travnja (Bentivegna & Rasotto 1983), te sredinom svibnja (Brusle, 1987). U ovom radu većina primjeraka bila je u fazi promjene spola od travnja do lipnja, što dijelom odgovara razdoblju mrijesta, te u listopadu. Budući da do promjene spola može doći u različitim fazama razvoja gonada, možemo pretpostaviti da na izmjenu spola ne utječu samo unutrašnji (endokrini) čimbenici, već i vanjski utjecaji, kao što je demografska struktura populacije, omjer spolova, dostupnost teritorija ili različiti uvjeti u okolišu (Bruce, 1980; Reinboth, 1980; Ross, 1981; Bentivegna & Rasotto 1983; Lejeune, 1984, 1987).

Mrijest kneza u istočnom Jadranu odvija se u proljetno-ljetnom razdoblju, a ako zanemarimo nekoliko zabilježenih mrijesnih jedinki u travnju i rujnu, stvarno razdoblje mrijesta traje od svibnja do kolovoza, s vrhuncem u lipnju za sekundarne mužjake i srpnju za primarne mužjake i ženke. Slično razdoblje mrijesta kneza u Sredozemnom moru navode i ostali autori: od kraja travnja do polovice rujna u vodama Korzike (Lejeune, 1985), od lipnja do kolovoza u Lionskom zaljevu (Brusle, 1987), od lipnja do kolovoza na području Azora (Fontes i sur. 2009), te od travnja do kolovoza u području Baleara (Alonso-Fernández i sur. 2011).

Iako neki od ovih autora navode duže vremenske raspone, vrhunac mrijesta uvijek je u lipnju/srpnju. Ovo odgovara podacima o razdoblju najintenzivnijeg novačenja kneza, koje se prema Garcia-Rubies & Macpherson (1995) na područja otočja Medes odvija u kolovozu. Naime, ako planktonski ličinački razvoj kneza traje od 4 do 6 tjedana (Raventós & Macpherson 2001; Aurelle i sur. 2003; Fontes i sur. 2010; Škeljo i sur. 2012), te ako je vrhunac mrijesta krajem lipnja i početkom srpnja, upravo u kolovozu možemo očekivati najveći broj novaka, koji su u fazi prelaska iz pelagičnog u pridneni način života. Mrijest kneza u istočnom Jadranu tijekom proljetno-ljetnog razdoblja potvrdila je i histološka analiza razvojnih stadija tijekom oogeneze i spermatogeneze. Kod mužjaka uzorkovanih u svibnju uočen je veći broj spermatozoida koji su počeli ispunjavati lumen sjemenih tubula, dok su kod ženki uzorkovanih u lipnju pronađene zrele oocite kod kojih je uočena migracija jezgre, što ukazuje na početak razdoblja mrijesta. Struktura ovarija i testisa kneza odgovarala je ranije opisanoj za ovu vrstu (Brusle, 1987).

Najviše vrijednosti gonadosomatskog indeksa zabilježene su tijekom svibnja, lipnja i srpnja, što također ukazuje da se najintenzivniji mrijest kneza u istočnom Jadranu odvija u

ovom razdoblju. Identične rezultate zabilježili su Alonso-Fernández i sur. (2011) za područje Baleara, uključujući i nagli porast vrijednosti gonadosomatskog indeksa od travnja do svibnja, što ukazuje na početak razdoblja mrijesta.

Zanimljiv rezultat ovog istraživanja je da primarni mužjaci kneza imaju znatno više vrijednosti gonadosomatskog indeksa od sekundarnih mužjaka, što je posebno izraženo u razdoblju mrijesta, odnosno od travnja do rujna. Isto su primijetili i Alonso-Fernández i sur. (2011) za populaciju kneza na području Baleara, iako je kod njih ta razlika bila izražena nešto kraće, od travnja do lipnja. Ovo može ukazivati da primarni mužjaci koriste strategiju 'kompeticije spermom', u kojoj jedinke ulažu energiju u proizvodnju veće količine ili bolju kvalitetu sperme kako bi povećale vjerojatnost oplodnje (Alonso-Fernández i sur. 2011). Iako ovakva istraživanja nisu obavljena na knezu, kod vrste *Poecilia reticulata* uočeno je da mužjaci koji imaju manju mogućnost uspješnog udvaranja, u pravilu jedinke s neuglednijom bojom tijela, često pokušavaju 'prevarom' izvršiti oplodnju bez proces udvaranja (Matthews i sur. 1997). Matthews i sur. (1997) i Evans (2010) pokazali su da ove jedinke proizvode veću količinu sperme, te da su njihovi spermatozoidi duži i posjeduju veću brzinu plivanja u odnosu na jedinke koje više energije ulažu u atraktivnu obojanost tijela i udvaranje. Slično reproduktivno ponašanje zabilježeno je i kod kneza, gdje jedino sekundarni mužjaci uspješno vrše proces udvaranja i potiču ženku na oslobađanje spolnih produkata, dok primarni mužjaci u oplodnji sudjeluju isključivo 'prevarom', odnosno oslobađanjem sperme za vrijeme ovog procesa (Lejeune, 1987). Veći gonadosomatski indeks primarnih mužjaka posljedica je ulaganja veće količine energije u spolne produkte, te je moguće da se radi o evolucijskoj prilagodbi kojom primarni mužjaci povećavaju vjerojatnost uspješne oplodnje, unatoč tome što su sekundarni mužjaci reproduktivno dominantni. Kako navode Robertson & Choat (1974), Warner & Hoffman (1980a,b) i Warner (1982, 1984), protoginija je uglavnom povezana s tipom reprodukcije gdje su dominantni veći mužjaci, ali do pojave diandrije dolazi samo onda kada manji mužjaci nisu posve isključeni iz razmnožavanja, što je upravo slučaj kod kneza (Lejeune, 1987).

Apsolutni fekunditet kneza u istočnom Jadranu, odnosno broj proizvedenih oocita po ženki, nalazio se u rasponu od 900 do 30000. Fekunditet je rastao s porastom ukupne dužine i mase tijela, mase gonada ženki, gonadosomatskog indeksa i starosti jedinki, što je zabilježeno za mnoge vrste riba (Bagenal, 1978; Marteinsdottir & Begg 2002; LaPlante & Schultz 2007). Budući da podataka o fekunditetu kneza nema u literaturi, nije moguće usporediti ove rezultate.

Smrtnost kneza. Pri procjeni ukupne smrtnosti kneza korištena je metoda 'linearizirane krivulje ulova', koja se zasniva na analizi broja primjeraka zabilježenih u pojedinim godišnjim klasama. Ako broj primjeraka u višim godišnjim klasama naglo opada, model daje više vrijednosti ukupne smrtnosti (i obrnuto, ako je broj primjeraka veće starosti relativno visok, procijenjena smrtnost je manja), zbog pretpostavke da se broj primjeraka u populaciji smanjuje njihovim ugibanjem. Međutim, kod kneza se broj ženki u višim godišnjim klasama naglo smanjuje zbog izmjene spola, a ne zbog njihove smrtnosti – iako jedinka više ne postoji kao ženka, ne možemo smatrati da je uginula jer i dalje postoji u populaciji kao mužjak. Iz ovog razloga ukupnu smrtnost nije moguće procijeniti odvojeno za mužjake i ženke, te je ona u ovom istraživanju određena samo za ukupni uzorak. Dobivena vrijednost za istočni Jadran (Z = 1,29) nešto je niža od ukupne smrtnosti kneza na području sjeverozapadnog Sredozemnog mora (obala Španjolske), gdje je na tri analizirane lokacije ova vrijednost bila od 1,53 do 1,60 (Macpherson i sur. 2000). Rezultate ovih dvaju istraživanja teško je uspoređivati, jer iako se radi o sličnim ribolovnim područjima i korišten je isti model procjene smrtnosti, metode uzorkovanja sasvim se razlikuju. Naime, u ovom radu uzorak je prikupljen ribolovnim alatima, a starost primjeraka određena je brušenjem i očitavanjem otolita, dok su navedeni autori broj primjeraka u pojedinim dužinskim kategorijama odredili metodom podvodnog promatranja (engl. 'visual census'), a starost su procijenili na temelju dužine tijela.

Ukupnu smrtnost tradicionalno dijelimo na prirodnu smrtnost (M) i ribolovnu smrtnost (F), prema jednadžbi Z = M + F (Ricker, 1978). Ribolovnu smrtnost iznimno je teško direktno procijeniti jer ovisi o ribolovnom naporu, za koji u području Sredozemnog mora uglavnom ne postoje pouzdani podaci, a kada se radi o vrstama koje se love i u rekreacijskom ribolovu (za koji službenih podataka u pravilu nema), to je gotovo nemoguće (Bas i sur. 1985). Zbog toga se pri istraživanju smrtnosti populacija najčešće prvo određuju ukupna i prirodna smrtnost, te se potom ribolovna izračuna kao njihova razlika (F = Z – M). Prirodna smrtnost se za razliku od ribolovne može direktno odrediti, ali samo u neiskorištavanim populacijama, gdje su ukupna i prirodna smrtnost jednake, Z = M (Sparre & Venema 1998). Budući da takve populacije danas možemo naći jedino u strogo zaštićenim područjima, gdje se zaštita provodi dovoljno dugi niz godina da se ekosustav vrati u početno 'pred-iskorištavano' stanje (Bohnsack, 1990), u praksi se uglavnom koriste indirektne metode procjene prirodne smrtnosti. Jedna od najčešće upotrebljavanih indirektnih metoda je 'Paulyeva empirijska jednadžba' (Pauly, 1980), u kojoj se prirodna smrtnost procjenjuje na temelju von Bertalanffyevih parametara rasta određene vrste i prosječne temperature mora u njenom

staništu. Vrijednost prirodne smrtnosti većine iskorištavanih vrsta prema ovoj jednadžbi je između 0,2 i 0,3, što je nešto niže od vrijednosti dobivene u ovom istraživanju, M = 0,41. Ipak, ovakve procjene možemo smatrati samo 'znanstvenim nagađanjem' (Sparre & Venema 1998), a sve više autora dovodi u pitanje njihovu upotrebu pri analizi pojedinih populacija (Vetter, 1988; Lorenzen, 1996; Mertz & Myers 1997). Macpherson i sur. (2000) su usporedili direktne i indirektne metode procjene prirodne smrtnosti upravo na primjeru kneza, za populaciju u zaštićenom području otočja Medas (sjeverozapadno Sredozemno more). Kao jedna od indirektnih metoda korištena je Paulyeva jednadžba, prema kojoj prirodna smrtnost kneza iznosi 0,34, što je slično vrijednosti određenoj u ovom istraživanju. Međutim, kako da se radi o neiskorištavanoj populaciji (Z = M), izvršena je i direktna procjena prirodne smrtnosti. Na ovaj način određeno je da koeficijent prirodne smrtnosti neiskorištavane populacije kneza iznosi mnogo više, čak 1,58. Budući da se direktne metode smatraju mnogo pouzdanijima pri procjeni smrtnosti (Vetter, 1988) i s obzirom na ovako velike razlike u procjenama, Macpherson i sur. (2000) upozoravaju da rezultate indirektnih metoda treba tumačiti s oprezom.

Ribolovna smrtnost kneza u ovom istraživanju iznosi 0,88, što ukazuje na visoku razinu iskorištavanje ove vrste, E = 0,68. Međutim, budući da je ribolovna smrtnost određena kao razlika ukupne i prirodne smrtnosti, svi ranije navedeni nedostaci indirektnih procjena odrazit će se i na ovaj podatak, pa samim time i navedenu razinu iskorištavanja ne možemo smatrati pouzdanom bez daljnjeg istraživanja.

Ribarstvene značajke kneza u istočnom Jadranu. Knez se u istočnom Jadranu najviše lovi obalnim mrežama potegačama i udičarskim alatima rekreacijskog i sportskog ribolova (Grubišić, 1988; Jardas, 1996).

Udio kneza u lovinama mreže migavice u ovom istraživanju relativno je nizak, svega 1,8% broja ulovljenih primjeraka i 1,6% mase, što je gotovo identično podacima koje navode Cetinić i sur. (1999) za područje istočnog Jadrana u periodu od 1992. do 1996. godine, 2,0% broja ulovljenih primjeraka i 1,6% mase. Srednja lovna dužina kneza u dva navedena istraživanja također je gotovo identična i nalazi se u dužinskom razredu od 13 cm, no znatne razlike postoje u ulovu po jedinici ribolovnog napora. Tako iz podataka Cetinića i sur. (1999) možemo izračunati da se po jednom potegu mreže u prosjeku lovilo 38 primjeraka, odnosno 0,7 kg kneza, što je znatno više nego u ovom istraživanju (22 primjerka, odnosno 0,4 kg). Budući da se udio kneza u ukupnom ulovu gotovo i nije mijenjao, ove razlike su posljedica većih ukupnih ulova po potegu mrežom tijekom istraživanja 1992-96.

Iako knez ima zanemarivu gospodarsku važnost (Grubišić, 1988), veći dio ulova se tijekom ovog istraživanja ipak zadržavao za prodaju s ostalom miješanom sitnom ribom. Osnovni kriterij pri selekciji primjeraka je njihova veličina, u pravilu se veći primjerci stavljaju u prodaju, dok manji nemaju komercijalnu vrijednost te se odbacuju. Pri ovoj podjeli ne postoji jasna dužinska granica, radi se o trenutnoj procjeni ribara ovisno o raznim čimbenicima (npr. ukupna količina ulova, potrebe lokalne ribarnice i sl.) (Cetinić i sur. 2011). Knez je zabilježen i u lovinama obalnih mreža potegača uz Tursku obalu Egejskog mora, no radi se o malim količinama koje se ne stavljaju u prodaju (Akyol, 2003).

Iako nije gospodarski važna vrsta, knez je jedna od najčešćih lovina u rekreacijskom ribolovu, aktivnosti koja se intenzivno razvija i vrši sve veći pritisak na populacije riba u priobalnim područjima (Morales-Nin i sur. 2005; Cardona i sur. 2007; Lloret i sur. 2008). Iako se utjecaj rekreacijskog ribolova do nedavno zanemarivao, sve više autora navodi da on može znatno utjecati na populacije lovljenih vrsta, te ga treba uzeti u obzir pri gospodarenju i zaštiti (Cox i sur. 2002; Sutinen & Johnston 2003; Williams & Blood 2003). Broj rekreacijskih ribolovaca u pravilu je visok, što uzrokuje visoke razine ribolovnog napora (Cowx, 2002; Pitcher & Hollingworth 2002; Westera i sur. 2003), koji za pojedine vrste može biti veći nego u gospodarskom ribolovu (Pollock,1980; Dunn i sur. 1989; Beal i sur. 1998). Broj izdanih dozvola za rekreacijski i sportski ribolov u Hrvatskoj bio je između 2004. i 2009. godine od 30000 do 45000, iako je stvarni broj ribolovaca vjerojatno i veći (Soldo i sur. 2007). Istraživanje provedeno na Majorci pokazalo je da samo 59% rekreacijskih ribolovaca posjeduje dozvolu (Morales-Nin i sur. 2005), a zasigurno možemo pretpostaviti da ilegalni rekreacijski ribolovci postoje i na Jadranu, iako to do sada nije znanstveno ispitano i nije moguće procijeniti njihov točan broj. Kako navode McPhee i sur. (2002), Coleman i sur. (2004), Cooke & Cowx (2004, 2006), te Lewin i sur. (2006), gospodarski i rekreacijski ribolov imaju sličan utjecaj na populacije iskorištavanih vrsta, te mogu imati jednako ozbiljne posljedice, od promjena u dužinskoj i starosnoj strukturi populacija do poremećaja u trofičkoj strukturi zajednica.

Više autora navodi da knez u Sredozemnom moru predstavlja jednu od najčešćih lovina u rekreacijskom udičarskom ribolovu, bilo s obale ili brodice (Morales-Nin i sur. 2005; Cardona i sur. 2007; Lloret i sur. 2008). Iako podaci o ulovu kneza u rekreacijskom ribolovu za istočni Jadran ne postoje, od 2005. do 2011. godine analizirana je lovina na natjecanjima u udičarskom sportskom ribolovu. Udio kneza u lovinama stalan je tijekom promatranog razdoblja, a posebno je visok pri lovu s obale, gdje ova vrsta čini čak 48% broja ulovljenih primjeraka, u odnosu na 14% pri lovu iz brodice. Ove rezultate možemo usporediti s

podacima o ulovu u rekreacijskom i sportskom (natjecateljskom) ribolovu koje za područje Majorce daju Morales-Nin i sur. (2005). Navedeni autori zabilježili su da je knez na natjecanjima u ribolovu iz brodice činio 12% ulova, što je približno slično vrijednosti u ovom istraživanju, dok je pri ribolovu s obale činio 12,7% broja ulovljenih primjeraka, znatno manje nego što je zabilježeno za istočni Jadran. Međutim, pri analizi lovina rekreacijskih ribolovaca (ne-natjecateljski ribolov), isti autori su ustanovili da knez čini 46% ulova s obale i 7,8% ulova iz brodice, gledajući broj primjeraka. Ovako velike razlike u sastavu ulova ukazuju da podaci o ulovu kneza na natjecanjima u sportskom ribolovu ne mogu dati pravu sliku o lovu ove vrste u rekreacijskom ribolovu općenito, što treba uzeti u obzir prilikom tumačenja rezultata ovog istraživanja. Naime, svi zaključci ovog istraživanja doneseni su na temelju analize ulova čiji je sastav u određenoj mjeri uvjetovan pravilima natjecanja, dok takva ograničenja u rekreacijskom ribolovu uglavnom ne postoje. Poseban problem predstavlja ograničenje minimalne lovne dužine na natjecanjima, gdje natjecatelji sve primjerke manje od 10 cm ukupne dužine pri lovu s obale, odnosno 15 cm pri ribolovu iz brodice, vraćaju natrag u more. Udio primjeraka manjih od minimalne lovne dužine može biti izrazito visok, a preliminarno istraživanje u sklopu analize natjecanja pokazalo je da se radi o 84% primjeraka kneza pri lovu iz brodice, odnosno 10% pri lovu s obale. Dakle, stvaran udio kneza u ulovu na natjecanjima u sportskom ribolovu vjerojatno je i veći nego što je ovdje navedeno, a o udjelu u rekreacijskom ribolovu ne možemo donijeti pouzdane zaključke bez daljnjih istraživanja.

Ipak, unatoč ovim ograničenjima, podaci s natjecanja mogu ukazati na neke trendove i zakonitosti za koje možemo očekivati da će vrijediti i u rekreacijskom ribolovu, posebno ako uzmemo u obzir da se izlovljava ista populacija. Tako je uočeno da se ulov kneza po jedinici ribolovnog napora nije značajno mijenjao u istraživanom razdoblju, dok za srednju lovnu dužinu nije uočen jasan trend smanjenja ili povećanja. Budući da su smanjenje ulova po jedinici ribolovnog napora i smanjenje srednje lovne dužine jedni od osnovnih pokazatelja intenzivnog iskorištavanja (Cushing, 1975; Jennings i sur. 2001), na temelju ovih podataka možemo zaključiti da do prelova kneza još uvijek nije došlo. Ipak, treba uzeti u obzir da se radi o relativno kratkom vremenskom razdoblju, a za ispravnu procjenu stanja populacije potrebno je analizirati duži vremenski niz podataka. Harmelin i sur. (1995) i Cardona i sur. (2007) ustanovili da je srednja dužina kneza znatno manja u područjima gdje se obavlja udičarski rekreacijski ribolov nego u zaštićenim područjima, te ustvrdili da ovaj tip ribolova može znatno utjecati na populacije lovljenih vrsta. Negativan utjecaj udičarenja na srednju

veličinu usnjača (Labridae) u nezaštićenim područjima potvrdili su i Garcia-Rubies & Zabala (1990), te Garcia-Rubies (1996).

Utjecaj ribolova na kneza može imati značajne posljedice na priobalne pridnene zajednice jer je ova vrsta jedan od najznačajnijih predatora nedoraslih morskih ježinaca, te kontrolira njihovu brojnost i sposobnost 'brštenja' (engl. 'grazing') makroalgi (Sala & Zabala 1996; Sala, 1997; Guidetti, 2004; Hereu i sur. 2005; Guidetti, 2006). Budući da sposobnost kneza da se hrani ježincima opada sa smanjenjem njegove veličine tijela (Sala, 1997; Guidetti, 2004), do čega dovodi intenzivni ribolov (Harmelin i sur. 1995; Cardona i sur. 2007), potrebno je razmotriti potrebu za zaštitom ove vrste kako bi se očuvala njena jedinstvena funkcija u pridnenim priobalnim ekosustavima.

Jedna od mogućnosti zaštite je reguliranje minimalne lovne dužine kneza u rekreacijskom ribolovu, te povećanje postojeće lovne dužine u sportskom udičarenju s obale, što bi trebalo rezultirati oslobađanjem i vraćanjem u more većeg broja jedinki (Bartholomew & Bohnsack 2005; Alós i sur. 2009). Međutim, da bi ova mjera zaštite bila korisna, stupanj preživljavanja oslobođenih jedinki mora biti visok (Coggins i sur. 2007; Alós i sur. 2009), što u udičarskom ribolovu najviše ovisi o tome koji dio tijela je zahvaćen udicom – ozljede jednjaka, želuca ili škrga znatno povećavaju smrtnost jedinki nakon vraćanja u more (Muoneke & Childress 1994; Bartholomew & Bohnsack 2005; Broadhurst i sur. 2005; Butcher i sur. 2006). Cooke i sur (2005) i Grixti i sur. (2007) su pokazali da se korištenjem većih udica smanjuje mogućnost ozbiljnih ozljeda tijela jer ih riba ne može 'duboko' progutati (engl. 'deep-hooking'), što su za kneza potvrdili Alós i sur. (2008). Pored toga, Cerdà i sur. (2010) pokazali su da se reguliranjem veličine udice u rekreacijskom ribolovu znatno utječe na lovnu dužinu kneza, budući da se radi o vrsti s malim otvorom usta, gdje samo velike jedinke mogu progutati veću udicu. Na temelju navedenog možemo zaključiti da bi se reguliranjem minimalne veličine udice u rekreacijskom i sportskom ribolovu smanjio udio malih primjeraka kneza u lovinama, te povećala vjerojatnost preživljavanja oslobođenih jedinki, što ovu mjeru zaštite čini višestruko korisnom.

5. ZAKLJUČCI

- U analiziranom uzorku kneza zabilježeno je 214 primarnih mužjaka (15,3%), 433 sekundarna mužjaka (31,1%), 570 ženki (40,9%), 104 jedinke u prijelaznom obliku (7,5%), te 72 jedinke neodređenog spola (5,2%). Omjer mužjaka i ženki u ukupnom analiziranom uzorku nije se značajno razlikovao od 1:1.

- Raspon ukupne dužine tijela svih analiziranih primjeraka iznosio je od 4,8 do 22,2 cm (12,3 ± 2,55 cm), a mase od 0,9 do 104,4 g (18,8 ± 13,14 g). Dužinska raspodjela mužjaka i ženki značajno se razlikuje, pri dužinama do 12,0 cm zabilježen je veći broj ženki, dok pri dužinama iznad 13,0 cm dominiraju mužjaci. Pri dužinama iznad 16,0 cm gotovo svi primjerci su sekundarni mužjaci, odnosno kod svih primarnih mužjaka dolazi do promjene obojanosti, a kod ženki do promjene obojanosti i spola.

- Dužinsko-maseni rast primarnih mužjaka (b = 3,223), sekundarnih mužjaka (b = 3,420) i ženki (b = 3,214) je pozitivno alometrijski. Vrijednosti koeficijenta b statistički se značajno razlikuju između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki, te među pojedinim mjesecima u godini, gdje su vrijednosti b najniže tijekom kolovoza, rujna i listopada. Prema utvrđenim fazama disharmonije, rast kneza je u razdoblju sazrijevanja bio negativno alometrijski, a u razdoblju zrelosti pozitivno alometrijski.

- Vrijednosti empirijski određenog indeksa kondicije značajno se razlikuju za primarne mužjake (IK = 0,828), sekundarne mužjake (IK = 0,901) i ženke (IK = 0,851). Vrijednost indeksa kondicije mijenja se s povećanjem dužine tijela ribe, pokazujući trend porasta kod sve tri navedene skupine, te tijekom godine, gdje su srednje vrijednosti indeksa kondicije tijekom prosinca, siječnja i veljače statistički značajno manje u odnosu na sve ostale mjesece.

- Razlike u srednjim vrijednostima svih analiziranih morfometrijskih odnosa između primarnih mužjaka i ženki nisu bile statistički značajne. Sekundarni mužjaci su se značajno razlikovali od primarnih mužjaka i ženki u sljedećim odnosima: predtrbušna udaljenost/standardna dužina tijela, najveća visina tijela/standardna dužina tijela,

najmanja visina tijela/standardna dužina tijela, najveća visina leđne peraje/standardna dužina tijela, predočna udaljenost/dužina glave, zaočna udaljenost/dužina glave (sekundarni mužjaci imaju veću srednju vrijednost ovih odnosa), te dužina trbušnih peraja/standardna dužina tijela i promjer oka/dužina glave (sekundarni mužjaci imaju manju srednju vrijednost ovih odnosa).

Razlike u srednjim vrijednostima analiziranih merističkih obilježja između primarnih mužjaka, sekundarnih mužjaka i ženki nisu statistički značajne, a možemo ih prikazati na sljedeći način: D = IX + (11) 12 (13); A = III + (11) 12 (13); P = (12) 13; V = I + 5; Vert = 11 + 14 (25); Brsp = 14 (15 – 16); Llat = 72 – 80.

Svi analizirani morfometrijski odnosi, osim odnosa najmanje visine tijela i predpodrepne udaljenosti sa standardnom dužinom tijela, mijenjaju se s rastom ribe.

- U ishrani kneza zabilježene su vrste iz skupina Mollusca, Annelida, Phaeophyta, Spermatophyta, Protozoa, Sipuncula, Pisces, Arthropoda i Echinodermata. Od navedenih, najzastupljenija su koljena Mollusca i Arthropoda, na koje otpada čak 92,2% broja primjeraka, odnosno 86,2% mase plijena. Na temelju hranidbenih koeficijenata, ova dva koljena predstavljaju neophodnu i glavnu hranu kneza. Unutar koljena Mollusca najzastupljeniji su razredi Gastropoda i Bivalvia, a unutar koljena Arthropoda gotovo sav plijen spada u red Decapoda.

  Analiza važnosti pojedinih vrsta hrane tijekom pojedinih godišnjih sezona pokazala je da koljeno Mollusca predstavlja najvažniju hranu kneza tijekom cijele godine, naročito u proljeće i ljeti, dok je koljeno Arthropoda posebno značajna skupina plijena u hladnom dijelu godine.

- Godišnji prstenovi prirasta na otolitima kneza formiraju se jednom godišnje, s tim da se opaka zona formira u ljetnom periodu. Analizom dnevnih prstenova prirasta ustanovljeno je da drugi godišnji opaki prsten približno odgovara prvoj godini starosti. Najveća zabilježena starost iznosila je 7 godina za mužjake i 5 godina za ženke. U godišnjim klasama 1^+ i 2^+ dominirale su ženke, u godišnjoj klasi 3^+ spolovi su bili ravnomjerno zastupljeni, dok su u klasama 4^+ i 5^+ dominirali mužjaci. Rast kneza opisan je von Bertalanffyevim modelom rasta (L_∞ = 25,4 cm; k = 0,16; t_0 = -1,19; R^2 = 0,88), a zabilježena je i značajna razlika u parametrima rasta među spolovima.

  Između morfometrijskih mjera otolita (dužina, širina, debljina, masa) i starosti otolita postoji visoka nelinearna korelacija, s vrijednostima koeficijenta determinacije od 0,697

do 0,834. Na temelju provedenih usporedbi ustanovljeno je da su dužina i masa otolita najprikladnije mjere za procjenu starosti kneza.

- Knez se u istočnom Jadranu razmnožava od travnja do rujna, s vrhuncem u lipnju i srpnju. Na temelju razvoja gonada vidimo da u razdoblju listopad – travanj prevladavaju jedinke s gonadama u stadijima pred mrijest (I – IV), od svibnja do kolovoza najzastupljenije su mrijesne jedinke (V), dok u rujnu i listopadu prevladavaju jedinke s gonadama u stadijima nakon mrijesta (VI – VII). Gonadosomatski indeks značajno je viši tijekom svibnja, lipnja i srpnja nego u svim ostalim mjesecima, što potvrđuje da se najintenzivniji mrijest odvija u ovom razdoblju.

  Dužina prve spolne zrelosti primarnih mužjaka iznosi 8,5 cm, ženki 9,5 cm, a sekundarnih mužjaka 13,6 cm. Starost prve spolne zrelosti je 1^+ za primarne mužjake i ženke, odnosno 3^+ za sekundarne mužjake.

  Fekunditet kneza nalazio se u rasponu od 907,4 do 29582,0 zrelih oocita (8796,9 ± 5946,43), a uočeno je da se povećava s porastom veličine tijela, masom gonada i starosti jedinki.

- Ukupna smrtnost kneza u istočnom Jadranu iznosi Z = 1,28, prirodna smrtnost iznosi M = 0,41, a ribolovna smrtnost iznosi F = 0,87. Eksploatacijski omjer analiziranog uzorka iznosi E = 0,68, a jedinke su pod punim ribolovnim iskorištavanjem od treće godine života.

- Od 45 analiziranih potega mrežom migavicom, knez je zabilježen u njih 34 (75,6%). Ukupno, knez čini 1,75% ulova mreže migavice gledajući broj primjeraka, odnosno 1,60% gledajući masu ulova. Tijekom cjelokupnog istraživanja, u prosjeku se po jednom potegu lovilo 21,9 ± 9,89 primjeraka, ukupne mase 398,4 ± 177,08 g. Od ukupnog broja ulovljenih jedinki, 62,3% zadržano je za daljnju prodaju, dok je 37,7% odbačeno (prilov). Jedinke se zadržavaju ili odbacuju ovisno o veličini, veći primjerci stavljaju se u prodaju dok manji nemaju komercijalnu vrijednost.

- Udio kneza u lovinama sportskih ribolovaca značajno je veći pri ribolovu s obale (48,0% broja ulovljenih primjeraka i 34,0% mase), nego pri ribolovu iz brodice (14,0% broja ulovljenih primjeraka i 9,7% mase). Ulov kneza po jedinici ribolovnog napora također je značajno veći pri ribolovu s obale ako gledamo broj ulovljenih primjeraka, dok se masa

ulovljenog kneza po jedinici ribolovnog napora ne razlikuje značajno na natjecanjima s obale i iz brodice. Srednja lovna dužina i masa kneza statistički su značajno manje pri ribolovu s obale (13,9 cm i 28,1 g), nego pri ribolovu iz brodice (16,7 cm i 48,3 g).

6. LITERATURA

Akyol, O. 2003. Retained and trash fish catches of beach-seining in the Aegean coast of Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27: 1111-1117.

Alonso-Fernández, A., J. Alós, A. Grau, R. Domínguez-Petit & F. Saborido-Rey. 2011. The use of histological techniques to study the reproductive biology of the hermaphroditic Mediterranean fishes *Coris julis*, *Serranus scriba*, and *Diplodus annularis*. Mar. Coast. Fish. Dynam. Manag. Ecosys. Sci., 3(1): 145-159.

Alós, J., M. Palmer, A.M. Grau & S. Deudero. 2008. Effects of hook size and barbless hooks on hooking injury, catch per unit effort, and fish size in a mixed-species recreational fishery in the western Mediterranean Sea. ICES J. Mar. Sci., 65: 899-905.

Alós, J., M. Palmer & A.M. Grau. 2009. Mortality of *Diplodus annularis* and *Lithognathus mormyrus* released by the recreational anglers: implications for recreational fisheries management. Fish. Manage. Ecol., 16: 298-305.

Anderson, J.R., A.K. Morison & D.J. Ray. 1992. Age and growth of murray cod, *Maccullochella peeli* (Perciformes: Percichthyidae), in the lower Murray-Darling Basin, Australia, from thin-sectioned otoliths. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 43: 983-1013.

Araújo, J.N. & A.S. Martins. 2007. Age, growth and mortality of white grunt (*Haemulon plumieri*) from the central coast of Brazil. Sci. Mar., 71: 793-800.

Aurelle, D., T. Guillemaud, P. Afonso, T. Morato, P. Wirtz, R.S. Santos & M.L. Cancela. 2003. Genetic study of *Coris julis* (Osteichtyes, Perciformes, Labridae) evolutionary history and dispersal abilities. C. R. Biol., 326 (8): 771–785.

Bacci, G. & A. Razzauti. 1957. Falso gonocorismo in *Coris julis*. (L.). Rend. Acad. Lincei, 23(3-4): 181-189.

Bacci, G. & A. Razzauti. 1958. Protogynous hermaphroditism in *Coris julis*. Nature, 181: 432-433.

Bagenal, T. B. 1978. Aspects of fish fecundity. In: S.D. Gerking (ed.), Ecology of freshwater fish production. Wiley, New York. pp. 75-101.

Barnham, C. & A. Baxter. 1998. Condition factor, K, for salmonid fish. Fisheries Notes, State of Victoria, 1-2.

Bartholomew, A. & J.A. Bohnsack. 2005. A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves. Rev. Fish Biol. Fish., 15: 129-154.

Bas, C., E. Macpherson & F. Sarda. 1985. Fishes and fishermen. The exploitable trophic levels. In: R. Margalef (ed.), Key environments: Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford. pp. 296-316.

Basioli, J. 1984. Sportski ribolov na Jadranu. Nakladni zavod Znanje. Zagreb, 325 pp.

Beal, R.E., J.C. Desfosse, J.D. Field & A.M. Schick. 1998. Review of interstate fishery management plans. Atlantic States Marine Fisheries Council. Washington DC, 73 pp.

Beamish, R.J. & D.A. Fournier. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 982-983.

Bell, J.D. & M.L. Harmelin-Vivien. 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. Tethys, 11: 1-14.

Bentivegna, E. & M.B. Rasotto. 1983. Anatomical features of sex inversion in the rainbow wrasse, *Coris julis*. Boll. Zool., 50: 73-78.

Bentivegna, F., P. Cirino & M.B. Rasotto. 1985. Further investigations into reversal of *Coris julis* L. (Pisces, Labridae). Boll. Zool., 52: 355-358.

Berg, J. 1979. Discussion of the methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). Mar. Biol., 50: 263-273.

Bernard, D. 1981. Multivariate analysis as a mean of comparing growth in fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 233-236.

Besseau, L. 1984. Contribution a l`etude de l`inversion sexuelle de la girelle *Coris julis*. DEA Ecologie, U.S.T.L. Montpellier, 44 pp.

Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish Food G.B., 19: 1-533.

Bini, G. 1968. Atlante dei pesci delle coste Italiane. Mondo Sommerso. Milano, 175 pp.

Blache, J., J. Cadenat & A. Stauch. 1970. Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique tropical entre le 20e parallèle nord et le 15e parallèle sud. Faune tropicale XVIII, ORSTOM. Paris, 480 pp.

Boehlert, G. 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. Fish. Bull. US, 83: 103-117.

Boehlert, G.W. & M.M. Yoklavich. 1998. Variability in age estimates in Sebastes as a function of methodology, different readers and different laboratories. Calif. Fish. Game., 70: 210-224.

Bohnsack, J.A. 1990. The potential of marine fishery reserves for reef fish management int he U.S. South Atlantic. NOAA tech. Mem. NMFS-SEFC, 261: 1-40.

Broadhurst, M.K., C.A. Gray, D.D. Reid, M.E.L. Wooden, D.J. Young, J.A. Haddy & C. Damiano. 2005. Mortality of key fish species released by recreational anglers in an Australian estuary. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 321: 171-179.

Brothers, E.B., D.M. Williams & P.F. Sale. 1983. Length of larval life in twelve families of fishes at 'One Tree Lagoon', Great Barrier Reef, Australia. Mar. Biol., 76: 319-324.

Bruce, R.W. 1980. Protogynous hermaphroditism in two marine angelfishes. Copeia, 1980: 353-355.

Brusle, S. 1987. Sex-inversion of the hermaphroditic, protogynous teleost *Coris julis* L. (Labridae). J. Fish Biol., 30: 605-616.

Butcher, P.A., M.K. Broadhurst & C.P. Brand. 2006. Mortality of sand whiting (*Sillago ciliata*) released by recreational anglers in an Australian estuary. ICES J. Mar. Sci., 63: 567-571.

Butler, J.L. & A. Folkvord. 2000. Editorial: Estimation of fish age and growth. Fish. Res., 46: 51-52.

Cano, J., G. Thode & M.C. Alvarez. 1982. Karyoevolutive considerations in 29 Mediterranean teleost fishes. Vie Milieu, 32(1): 21-24.

Cardinale M., F. Arrhenius & B. Johnsson. 2000. Potential use of otolith weight for the determination of age structure of Baltic cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Pleuronectes platessa*). Fish. Res., 45: 239-252.

Cardona, L., D. López, M. Sales, S. Caralt & I. Díez. 2007. Effects of recreational fishing on three fish species from the *Posidonia oceanica* meadows off Minorca (Balearic archipelago, western Mediterranean). Sci. Mar., 71(4): 811-820.

Carvalho, G.R. 1993. Evolutionary aspects of fish distribution: genetic variability and adaptation. J. Fish. Biol., 43: 53-73.

Cataudella, S., M.V. Civitelli & E. Capanna. 1973. The chromosomes of some Mediterranean teleosts: Scorpaenidae, Serranidae, Labridae, Blenniidae, Gobiidae (Pisces, Scorpaeniformes, Perciformes). Boll. Zool., 40: 385-389.

Cerdà, M., J. Alós, M. Palmer, A.M. Grau & F. Riera. 2010. Managing recreational fisheries through gear restrictions: The case of limiting hook size in the recreational fishery from the Balearic Islands (NW Mediterranean). Fish. Res., 101: 146-155.

Cetinić, P. & J. Swiniarski. 1985. Alati i tehnika ribolova. Logos. Split, 659 pp.

Cetinić, P. & N. Milišić. 1987. Sportski ribolov na moru. Logos. Split, 162 pp.

Cetinić, P., I. Jardas, J. Dulčić, A. Pallaoro, M. Kraljević & A. Soldo. 1999. Effects of the "migavica" beach-seine on coastal fish communities. Fol. Univ. Agric. Stetin., 192: 25-35.

Cetinić, P., F. Škeljo & J. Ferri. 2011. Discards of the commercial boat seine fisheries on *Posidonia oceanica* beds in the eastern Adriatic Sea. Sci. Mar., 75(2): 289-300.

Chang, W.Y.B. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39: 1208-1210.

Clarke, K.R. & M. Warwick. 1994. Change in Marine Communities. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, U.K, 144 pp.

Coggins, L.G., M.J. Catalano, M.S. Allen, W.E. Pine & C.J. Walters. 2007. Effects of cryptic mortality and the hidden costs of using length limits in fishery management. Fish Fish., 8: 196-210.

Coleman, F., W.F. Figueira, J.S. Ueland & L.B. Crowder. 2004. The impact of United States recreational fisheries on marine fish populations. Science, 305: 1958-1959.

Cooke, S.J. & I.G. Cowx. 2004. The role of recreational fishing in global fish crises. Bioscience, 54: 857-859.

Cooke, S.J., B.L. Barthel, C.D. Suski, M.J. Siepker & D.P. Philipp. 2005. Influence of circle hook size on hooking efficiency, injury, and size selectivity of bluegill with comments on circle hook conservation benefits in recreational fisheries. N. Am. J. Fish. Manage., 25: 211-219.

Cooke, S.J. & I.G. Cowx. 2006. Contrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. Biol. Conserv., 128: 93-108.

Cowx, I.G. 2002. Recreational fishing. In: P. Hart & J.D. Reynolds (ed.), Handbook of Fish Biology and Fisheries, vol. II. Blackwell Science, Oxford, pp. 367-390.

Cox, S.P., T.D. Beard & C. Walters. 2002. Harvest control inopen-access sportfisheries: hot rod or asleep at the reel? Bull. Mar. Sci., 70: 749-761.

Cushing, D.H. 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press. Cambridge, 287 pp.

Cuvier, G. & M. Valenciennes. 1828-1849. Histoire naturelle des Poissons. Levrault. Paris, 11030 pp.

De Pirro, M., G.M. Marchetti & G. Chelazzi. 1999. Foraging interactions among three benthic fish in a *Posidonia oceanica* reef lagoon along the Tyrrhenian Coast. J. Fish Biol., 54: 1300-1309.

Di Caporiacco, L. 1921. Revisione delle specie mediterrane della famiglia Labridae. Atti. Soc. It. Sc. Nat., 60: 49-101.

Dieuzeide, R., M. Novella & J. Roland. 1952. Catalogue des poissons des côtes algériennes. Bulletin de la Station d'Aqua et de Pęche de Castiglione, Vol. 5. Alger, 384 pp.

Duchac, B.J., F. Huber, H. Muller & D. Senn. 1982. Mating behaviour and cytogenetical aspects of sex-inversion in the fish *Coris julis* L. (Labridae, Teleostii). Experientia, 38: 809-811.

Duchac, B.J. & E.M. Bühler. 1983. Expression of H-Y antigen in the sex-change fish *Coris julis*. Experientia, 39: 767-769.

Dulčić, J. & M. Kraljević. 1996. Weight-length relationship for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). Fish. Res., 28(3): 243-251.

Dunn, M., S. Potten, A. Radford & D. Whitmarsh. 1989. An economic appraisal of the fishery for bass *Dicentrarchus labrax* L. in England and Wales. Report of the Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources (CEMARE), University of Portsmouth, UK, 14. 720 pp.

Eschmeyer, W.N., C.J. Ferraris, M.D. Hoang Jr & D.J. Long. 1998. Catalogue of fishes. California Academy of Sciences. San Francisco, 2905 pp.

Evans, J.P. 2010. Quantitative genetic evidence that males trade attractiveness for ejaculate quality in guppies. Proc. R. Soc. Lond. B, 277: 3195-3201.

Ferri, J. 2011. Ribarstveno-biološke i ekološke osobine škrpuna, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) u istočnom Jadranu. Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku, 152 pp.

Fischer, W., M.L. Bauchot & M. Schneider. 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37. FAO. Rome, 1529 pp.

Fletcher, W.J. 1991. A test of the relationship between otolith weight and age for the pilchard *Sardinops neopilchardus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 35-38.

Fontes, J., J.E. Caselle, P. Afonso & R.S. Santos. 2009. Multi-scale recruitment patterns and effects on local population size of a temperate reef fish. J. Fish Biol., 75: 1271-1286.

Fontes, J., P. Afonso, R. Santos & J.E. Caselle. 2010. Temporal variability of larval growth, size, stage duration and recruitment of a wrasse, *Coris julis* (Pisces: Labridae), from the Azores. Sci. Mar., 74(4): 721-729.

Fowler, H.W. 1936. The marine fishes of west Africa, based on the collection of the American Museum of Natural History. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 70: 1-1943.

Francis, R.I.C.C., S.J. Harley, S. Campana & P. Doering-Arjes. 2005. Use of otolith weight in length-mediated estimation of proportions at age. Mar. Freshwater Res., 56: 735-743.

Garcia-Rubies, A. & M. Zabala. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean). Sci. Mar., 54: 317-328.

García-Rubies, A. & E. Macpherson. 1995. Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. Mar. Biol., 124: 35-42.

Garcia-Rubies, A. 1996. Estudi ecològic de les poblacions de peixos sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: Efecte de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Doctoral thesis, University of Barcelona, 261 pp.

Gomon, M.F. & P. Forsyth. 1990. Labridae. In: J.C. Quéro (ed.), Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA), vol. II. UNESCO, Lisboa. pp. 868-882.

Gonçalves, J.M.S., L. Bentes, P.G. Lino, J. Ribeiro, A.V.M. Canário & K. Erzini. 1997. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. Fish. Res., 30: 253-256.

Gordoa, A., B. Moli & N. Raventos. 2000. Growth performance of four wrasse species in the north-western Mediterranean coast. Fish. Res., 45: 43-50.

Gourret, P. 1893. Ichthyologie Marseillaise. Famille des Labroïdes. Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, 4(3): 1-84.

Grier, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. Am. Zool., 21: 345-357.

Grixti, D., S.D. Conron & P.L. Jones. 2007. The effect of hook/bait size and angling technique on the hooking location and the catch of recreationally caught black bream *Acanthopagrus butcheri*. Fish. Res., 84: 338-344.

Grubišić, F. 1988. Ribe, rakovi i školjke Jadrana. ITRO 'Naprijed'. Zagreb, 239 pp.

Guidetti, P. 2004. Consumers of sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*, in shallow Mediterranean rocky reefs. Helgoland Mar. Res., 58(2): 110-116.

Guidetti, P. 2006. Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. Ecol. Appl., 16(3): 963-976.

Guidetti, P. & P. d'Ambrosio. 2004. Spatial distribution patterns of *Coris julis* and *Thalassoma pavo* (Pisces, Labridae), along the south-eastern Apulian coast (SE Italy). Thalassia Salentina, 27: 81-90.

Guidetti, P. & M. Mori. 2005. Morpho-functional defences of Mediterranean sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*, against fish predators. Mar. Biol., 147: 797-802.

Guidetti, P. & J. Dulčić. 2007. Relationships among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. Mar. Environ. Res., 63: 168-184.

Guillemaud, T., M.L. Cancela, P. Alfonso, T. Morato, R.S. Santos & P. Wirtz. 2000a. Molecular insights into the taxonomic status of *Coris atlantica* (Pisces: Labridae). J. Mar. Biol. Ass. U.K., 80: 929-933.

Guillemaud, T., R. Streiff, R.S. Santos, P. Alfonso, T.Morato & M.L. Cancela. 2000b. Microsatellite characterization in the rainbow wrasse *Coris julis* (Pisces: Labridae). Mol. Ecol., 9: 631.

Harmelin-Vivien, M.L., R.A. Kaim-Malka, M. Ledoyer & S.S. Jacob-Abraham. 1989. Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. J. Fish. Biol., 34: 715-734.

Harmelin, J.G., F. Bachet & F. Garcia. 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as test of protection efficiency. Mar. Ecol., 16: 233-250.

Hereu, B., M. Zabala, C. Linares & E. Sala. 2005. The effect of predator abundance and habitat structural complexity on suvival of juvenile sea urchins. Mar. Biol., 146: 293-299.

Hureau, J.C. 1970. Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). Bull. Inst. Océanogr. Monaco, 68: 1-244.

Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga. Zagreb, 533 pp.

Jennings, S., M.J. Kaiser & J.D. Reynolds. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Science, Oxford, 371 pp.

Karakulak, F.S., H. Erkand & B. Bilgin. 2006. Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. J. Appl. Ichthyol., 22: 274-278.

Khoury, C. 1984. Ethologies alimentaires de quelques espèces de poisons de l'herbier de Posidonies du Parc National de Port-Cros. In: C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac & J. Olivier (ed.), International Workshop Posidonia Oceanica Beds, GIS Posidonie Publications, France. pp. 335-347.

Labropoulou, M. & C. Papaconstantinou. 2000. Comparison of otolith growth and somatic growth in two macrourid fishes. Fish. Res., 46: 177-188.

Laevastu, T. 1965. Manual of methods in fisheries biology. Section 4. Research on fish stocks. FAO Man. Fisher. Sci., 1: 1-20.

LaPlante, L.H. & E.T. Schultz. 2007. Annual Fecundity of Tautog in Long Island Sound: Size Effects and Long-Term Changes in a Harvested Population. Trans. Am. Fish. Soc., 136: 1520-1533.

Laurent, L. & P. Lejeune. 1988. Coexistence en Méditerranée de deux livrées terminales différentes chez la girelle *Coris julis* (Pisces, Labridae). Cybium, 12: 91-95.

Lejeune, P. 1984. Etude écoéthologique des comportements reproducteures et sociaux des Labridae méditerranéens des genre *Symphodus* Rafinesque, 1810 et *Coris* Lacépède, 1802. Doctoral thesist, University of Liège, 251 pp.

Lejeune, P. 1985. Étude écoéthologique des comportements reproducteurs et sociaux des Labridès Méditerranéens des genres *Symphodus* Rafinesque, 1810, et *Coris* Lacepede, 1802. Cah. Ethol. Appl., 5: 1-208.

Lejeune, P. 1987. The effect of local stock density on social behavior and sex change in the Mediterranean labrid *Coris julis*. Environ. Biol. Fish., 18(2): 135-141.

Levenberg, K. 1944. A method for the solution of certain non-linear problems in least squares. Q. J. Appl. Math., II(2): 164-168.

Lewin, W.C., R. Arlinghaus & T. Mehner. 2006. Documented and potential biological impact of recreational fishing: insight for management and conservation. Rev. Fish. Sci., 14: 305-367.

Lloret, J., N. Zaragoza, D. Caballero & V. Riera. 2008. Biological and socioeconomic implications of recreational boat fishing for the management of fishery resources in the marine reserve of Cap de Creus (NW Mediterranean). Fish. Res., 91: 252-259.

Lorenzen, K. 1996. The relationship between body weight and natural mortality in juvenile and adult fish: a comparison of natural ecosystems and aquaculture. J. Fish. Biol., 49: 627-647.

Lou, D.C., B.D. Mapstone, G.R. Russ, C.R. Davies & G.A. Begg. 2005. Using otolith weight-age relationships to predict age-based metrics of coral reef fish populations at different spatial scales. Fish. Res., 71: 279-294.

Macpherson, E., A. García-Rubies & A. Gordoa. 2000. Direct estimation of natural mortality rates for littoral marine fishes using populational data from a marine reserve. Mar. Biol., 137(5-6): 1067-1076.

Mamuris, Z., A.P. Apostolidis, P. Panagiotaki, A.J. Theredorou & C. Triantaphyllidis. 1998. Morphological variation between red mullet populations in Greece. J. Fish Biol., 52: 107-117.

Mandrioli, M., M.S. Colomba & R. Vitturi. 2000. Chromosomal Analysis of Repeated DNAs in the Rainbow Wrasse *Coris Julis* (Pisces, Labridae). Genetica, 108(2): 191-195.

Marquardt, D.W. 1963. An algorithm for least-squares estimation of non-linear parameters. J. Soc. Ind. Appl. Math., 11(2): 431-441.

Marteinsdottir, G. & G.A. Begg. 2002. Essential relationships incorporating the influence of age, size, and condition on variables required for estimation of reproductive potential in Atlantic cod *Gadus morhua*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 235: 235-256.

Matić-Skoko, S. 2003. Ribarstveno-biološke i ekološke osobine špara (*Diplodus annularis* L.) u istočnom dijelu Jadrana. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 165 pp.

Matthews, I.M., J.P. Evans & A.E. Magurran. 1997. Male display rate reveals ejaculate characteristics in the Trinidadian guppy, *Poecilia reticulata.* Proc. R. Soc. Lond. B, 264: 695-700.

McPhee, D.P., D. Leadbitter & G.A. Skilleter. 2002. Swallowing the bait: is recreational fishing ecologically sustainable? Pac. Conserv. Biol., 8: 40-51.

Mertz, G. & R.A. Myers. 1997. Influence of errors in natural mortality estimates in cohort analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 1608-1612.

Millar, R.B. & R. Holst. 1997. Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models. ICES J. Mar. Sci., 54: 471-477.

Milišić, N. 1994. Sva riba Jadranskog mora. Niva. Split, 463 pp.

Morales-Nin, B., J. Moranta, C. García, M.P. Tugores, A.M. Grau, F. Riera & M. Cerdà. 2005. The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. ICES J. Mar. Sci., 62: 727-739.

Morato, T., P. Afonso, P. Lourinho, J.P. Barreiros, R.S. Santos & R.D.M. Nash. 2001. Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. Fish. Res., 50: 297-302.

Morović, M., I. Vukadin & F. Matić. 2008. Fizikalne i kemijske osobine morske vode. Kontrola kakvoće obalnog mora: projekt 'Vir-Konavle 2007'. Studije i elaborati Instituta za oceanografiju i ribarstvo, Split, 31-53.

Morović, M. & B. Grbec. 2009. Fizikalne i kemijske osobine morske vode. Kontrola kakvoće obalnog mora: projekt 'Vir-Konavle 2008'. Studije i elaborati Instituta za oceanografiju i ribarstvo, Split, 30-41.

Muoneke, M.I. & W.M. Childress. 1994. Hooking mortality: a review for recreational fisheries. Rev. Fish. Sci., 2: 123-156.

Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world, 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 600 pp.

Pajuelo J.G., J.M. Lorenzo, M. Méndez, J. Coca & A.G. Ramos. 2002. Determination of age and growth of the striped seabream *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Canarian archipelago by otolith readings and backcalculation. Sci. Mar., 66(1): 27-32.

Pallaoro, A. 1996. Dinamika populacije, ribarstveni značaj i zaštita ušate, *Oblada melanura* L. duž istočne obale Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 206 pp.

Panella, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. Science, 173: 1124-1127.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer., 39(2): 175-192.

Petrakis, G. & K.I. Stergiou. 1995. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. Fish. Res., 21: 465-469.

Pilling, G.M., E.M. Grandcourt & G.P. Kirkwood. 2003. The utility of otolith weight as a predictor of age in the emperor *Lethrinus mahsena* and other tropical fish species. Fish. Res., 60: 493-506.

Pinkas, L., M.S. Oliphant & I.L.K. Iversen. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull., 152: 1-105.

Pinnegar, J.K. & N.V. Polunin. 2000. Contributions of stable-isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes. Oecologia, 122: 399-409.

Pino, A.C., L.A. Cubillos, M. Araya & A. Sepúlveda. 2004. Otolith weight as an estimator of age in the Patagonian grenadier, *Macruronus magellanicus*, in central-south Chile. Fish. Res., 66: 145-156.

Pisano, E., S. Rossetti & M. Vacchi. 1994. Karyotypic variability in the Mediterranean rainbow wrasse *Coris julis* (Linnaeus, 1758). Abstr. VIII Congr. Soc. Europ. Ichthyol., Oviedo. p. 58.

Pitcher, T.J. & C.E. Hollingworth. 2002. Recreational fisheries: ecological, economic and social evaluation. Fish and aquatic resources series 8. Blackwell Science, Oxford, 225 pp.

Pollock, B. 1980. Surprises in Queensland angling study. Aust. Fish. Surv. Rep., 39(4): 17-19.

Porteiro, F.M., J.P. Barreiros & R.S. Santos. 1996. Wrasses (Teleostei: Labridae) of the Azores Arquipélago. Life Mar. Sci., 14: 23-40.

Quignard, J.P. 1966. Recherches sur les labridae des côtes européennes - systématique et biologie. Naturalia Monspel. (Ser. Zool.), 5: 7-248.

Quignard, J.P. & A. Pras. 1986. Labridae. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (ed.), Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean, Vol. 2. UNESCO, Paris. pp. 919-942.

Quilang, J.P., Z.U. Basiao, R.C. Pagulayan, R.R. Roderos & E.B. Barrios. 2007. Meristic and morphometric variation in the silver perch, *Lepiotherapon plumbeus* (Kner, 1864), from three lakes in the Philippines. J. Appl. Ichthyol., 23: 561-567.

Radtke, R.L. & D.J. Shafer. 1992. Environmental sensitivity of fish otolith microchemistry. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 43: 935-951.

Raventós, N. & E. Macpherson. 2001. Planktonic larval duration and settlement marks on the otoliths of Mediterranean littoral fishes. Mar. Biol., 138: 1115-1120.

Reinboth, R. 1957. Sur la sexualité du Téléostéen *Coris julis* (L.). C.R. Hebd. Séances Acad. Sci., 245: 1662-1665.

Reinboth, R. 1962. Morphologische und funktionelle Zweigeschlechtlichkeit bei marinen Teleostiern (Serranidae, Sparidae, Centracanthidae, Labridae). Zool. Jahrb. Physiol., 69: 405-480.

Reinboth, R. 1967. Biandric teleost species. Gen. Comp. Endocrinol., 9: 146.

Reinboth, R. 1969. Histochemische Beobachtungen zum Geschlechtswechsel bei *Coris julis* (L.). Zool. Anz., 33: 548-573.

Reinboth, R. 1970. Intersexuality in fishes. In: Hormones and environment. Mem. Soc. Endocrinol., 18: 516-543.

Reinboth, R. 1975. Spontaneous and hormone-induced sex-inversion in wrasses (Labridae). PSZNI. Mar. Ecol., 39: 550-573.

Reinboth, R. 1980. Can sex inversion be environmentally induced? Biol. Reprod., 22: 49-59.

Reinboth, R. & B. Becker. 1984. In vitro studies on steroid metabolism by gonadal tissues from ambisexual teleosts. I. Conversion of ^{14}C-testosterone by males and females of the protogynous wrasse *Coris julis* L. Gen. Comp. Endocrinol., 55: 245-250.

Reinboth, R., A. Mayerová & C. Ebensperger. 1987. The occurrence of serological H-Y antigen (Sxs antigen) in the diandric protogynous wrasse, *Coris julis* (L.) (Labridae, Teleostei). Differentiation, 34(1): 13-17.

Reinboth, R. & S. Brusle-Sicard. 1997. Histological and ultrastructural studies on the effects of hCG on sex inversion in the protogynous teleost *Coris julis*. J. Fish Biol., 51: 738-749.

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

Ricker, W.E. 1978. Growth rates and models. In: W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett (ed.), Fish physiology. Academic Press. London, 786 pp.

Risso, A. 1826. Histoire naturelle des Poissons de la Mediterranée qui frequentent les côtes des Alpes Maritimes et qui vivent dans le Golf de Nice. Levrault. Paris, 486 pp.

Robertson, D.R. & J.H. Choat. 1974. Protogynous hermaphroditism and social systems in labrid fish. In: A.M. Cameron, B.M. Cambell, A.B. Cribb, R.Endean, J.S. Jell, O.A. Jones, P. Mather & F.H. Talbot (ed.), Proceedings of the Second International Coral Reef Symposium, Vol. 1. Great Barrier Reef Committee, Brisbane. pp. 217-226.

Roede, M.J. 1966. Notes on the labrid fish *Coris julis* L. with emphasis on dichromatism and sex. Vie Milieu, 17: 1317-1333.

Roede, M.J. 1975. Reversal of sex in several labrid fish species. PSZNI. Mar. Ecol., 39: 595-617.

Roede, M.J. 1990. Growing knowledge and understanding of dichromatism and sex reversal in Labridae. Bijdr. Dierkd., 60: 225-232.

Ross, R.M. 1981. Experimental evidence for stimulation and inhibition of sex change in the saddleback wrasse *Thalassoma duperrey*. Pac. Sci., 35: 275.

Ross, J.R., J.D. Crosby & J.T. Kosa. 2005. Accuracy and precision of age estimation of Crappies. North. Am. J. Fish. Manage., 25: 423-428.

Rossechi, E. & Y. Nouaze. 1987. Comparaison de conq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. Revue Trav. Inst. Pech. Marit., 49: 111-123.

Sala, E. 1996. The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community. Doctoral thesis. University of Marseille, 180 pp.

Sala, E. 1997. Fish predators and scavengers on the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the NW Meditarranean Sea. Mar. Biol., 129: 531-539.

Sala, E. & M. Zabala. 1996. Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 140: 71-81.

Sala, E., M. Ribes, B. Hereu, M. Zabala, V. Alva, R. Coma & J. Garrabou. 1998a. Temporal variability in abundance of the sea urchins *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in

the northwestern Mediterranean: comparison between a marine reserve and an unprotected area. Mar. Ecol. Prog. Ser., 168: 135-145.

Sala, E., C.F. Boudouresque & M. Harmelin-Vivien. 1998b. Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. Oikos, 82: 425-439.

Sanchez-Delgado, F. 1981. Contribucion al conocimento de los labridos (familia Labridae) de las costas ibericas. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 19-57.

Schneider, W. 1990. FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine resources of the Gulf of Guinea. FAO, Rome, 268 pp.

Seret, B. & P. Opic. 1981. Poissons de mer de l'ouest africain tropical. ORSTOM. Paris, 416 pp.

Shaw, B.L. & H.I. Battle. 1957. The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Can. J. Zool., 35: 269-277.

Soldo, A., J. Brčić & F. Škeljo. 2007. Pole fishing in the eastern Adriatic. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 38: 602.

Sparre, P. & S.C. Venema. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap., 306(1): 407 pp.

Steindachner, F. 1868. Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien., 57: 351-424, 667-738.

Steward, C.A., K.D. DeMaria & J.M. Shenker. 2009. Using otolith morphometrics to quickly and inexpensively predict age in the gray angelfish (*Pomacanthus arcuatus*). Fish. Res., 99: 123-129.

Sutinen, J.G. & R.J. Johnston. 2003. Angling management organizations: integrating the recreational sector into fishery management. Mar. Pol., 27: 471-487.

Svetovidov, A.N., 1964. Handbook of the fauna of the USSR, fishes of the Black Sea. Izdatelstvo Nauka. Moscow, 550 pp.

Škeljo, F., J. Ferri, J. Brčić, M. Petrić & I. Jardas. 2012. Age, growth and utility of otolith morphometrics as a predictor of age in the wrasse *Coris julis* (Labridae) from the eastern Adriatic Sea. Sci. Mar., 76(3): 587-595.

Šoljan, T. 1948. Ribe Jadrana. Nakladni zavod Hrvatske. Zagreb, 437 pp.

Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. J. Conseil., 23: 366-370.

Tortonese, E. 1975. Osteichthyes (Pesci ossei). Edizioni Calderini. Bologna, 536 pp.

Tuset, V.M., A. Lombarte & C.A. Assis. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. Sci. Mar., 72: 7-198.

Valle, C., J.T. Bayle & A.A. Ramos. 2003. Weight-length relationships for selected fish species of the western Mediterannean Sea. J. Appl. Ichthyol., 19: 261-262.

Vazzoler, A.E., 1996. Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: teoria e prática. EDUEM, SBI, Maringá, 169 pp.

Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. Fish. Bull. US, 86: 25-43.

Victor, B.C. 1982. Daily otolith increments in two coral-reef wrasses, *Thalassoma bifasciatum* and *Halichoeres bivittatus*. Mar. Biol., 71: 203-208.

Vinciguerra, D. 1883. Risultati ittiologici delle crociere del Violante. Ann. Mus. St. Nat. Genova., 18: 465-590.

Vitturi, R., E. Catalano, A. Maiorca & T. Carollo. 1988. Karyologicai studies in *Coris julis* (Pisces, Labridae). Genetica, 76: 219-223.

Wallace, R. & K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Am. Zool., 21: 325-343.

Warner, R.R. 1982. Mating systems, sex change, and sexual demography in the rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum*. Copeia, 3: 653-661.

Warner, R.R. 1984. Mating systems and hermaphroditism in coral reef fishes. Amer. Scient., 72: 129-136.

Warner, R.R. & S.G. Hoffman. 1980a. Local population size as a determinant of mating system and sexual composition in two tropical marine fishes (*Thalassoma* spp). Evolution, 34: 508-518.

Warner, R.R. & S.G. Hoffman. 1980b. Population density and the economics of territorial defence in a coral reef fish. Ecology, 61: 772-780.

Westera, M., P. Lavery & G. Hyndes. 2003. Differences in recreationally targeted fishes between protected and fished areas of a coral reef marine park. Exp. Mar. Biol. Ecol., 294: 145-168.

Williams, T. & B.C. Bedford. 1974. The use of otoliths for age determination. In: T.B. Bagenal (ed.), The ageing of fish. The Gresham Press, Old Woking, England. pp. 114-123.

Williams, G.H. & C.L. Blood. 2003. Active and passive management of the recreational fishery for Pacific halibut off the US West Coast. N. Am. J. Fish. Manage., 23: 1359-1368.

Wilson, D.T. & M.I. McCormick. 1997. Spatial and temporal validation of settlement-marks in the otoliths of tropical reef fishes. Mar. Ecol. Prog. Ser., 153: 259-271.

Wilson, D.T. & M.I. McCormick. 1999. Microstructure of settlement-marks in the otoliths of tropical reef fishes. Mar. Biol., 134: 29-41.

Worthington, D.G., A.J. Fowler & P.J. Doherty. 1995. Determining the most efficient method of age determination for estimating the age structure of a fish population. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 52: 2320-2326.

Zander, C.D. 1982. Feeding ecology of littoral gobiid and blennoid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea). I. Main Food and trophic dimensions of niche and ecotope. Vie Milieu, 32: 10-20.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis, 2nd ed. Englewood Cliffs. Prentice-Hall International. New Jersey, 718 pp.

Zore-Armanda, M., M. Bone, V. Dadić, M. Morović, D. Ratković, L. Stojanoski & I. Vukadin. 1991. Hydrographic properties of the Adriatic Sea in the period from 1971 through 1983. Acta Adriat., 31: 5-547.

Zunarelli-Vandini, R. 1965. Il problema dei maschi primari di *Coris julis*. Monit. Zool. Ital., 73: 1-3.

7. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 4. ožujka 1981. godine u Splitu, gdje sam završio osnovnu školu i srednju elektrotehničku školu. Studij Morskog ribarstva na Odjelu za studije mora Sveučilišta u Splitu upisao sam u akademskoj godini 2000./01. Diplomirao sam 28. travnja 2006. godine s radom na temu 'Ribolov podvodnom puškom i značajke njezinih lovina', te stekao zvanje diplomiranog inženjera morskog ribarstva.

Od srpnja 2007. godine djelatnik sam Sveučilišnog odjela za studije mora na radnom mjestu stručnog suradnika u zvanju asistenta, a međusveučilišni poslijediplomski doktorski studij 'Primijenjene znanosti o moru' pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku upisujem u svibnju 2007. godine.

Od akademske godine 2007./08. sudjelujem u izvođenju nastave održavajući vježbe iz kolegija 'Alati i tehnika ribolova' i 'Gospodarenje živim bogatstvima mora' na preddiplomskom studiju Morsko ribarstvo, te 'Gospodarenje živim bogatstvima mora' na diplomskom studiju Biologija i ekologija mora. Od akademske godine 2010./11. održavam vježbe iz kolegija 'Živa bogatstva Jadrana i njihovo iskorištavanje' na diplomskom studiju Biologija i ekologija mora, a od 2011./12. vježbe iz kolegija 'Procjena bioloških zaliha mora' na diplomskim studijima Morsko ribarstvo i Biologija i ekologija mora.

Tijekom rada na Odjelu za studije mora sudjelovao sam u projektima 'Reguliranje i dozvoljena razina iskorištavanja sportskog ribolova na moru' (od 2006. do 2009. godine), 'Usavršavanje konstrukcijsko – tehničkih značajki i selektivnosti pridnenih povlačnih mreža (koća)' (od 2006. do 2007. godine), 'Studija o značaju tradicionalnih lovišta priobalnim povlačnim alatima (koćicama, kogolom i strašinom) i ribolova obalnim mrežama potegačama, te ludrom, zagonicom i fružatom' (2008. godine), 'Biološko ronilački monitoring kaveznog uzgoja tuna na području otoka Ugljana' (2008. godine), te još uvijek aktivno sudjelujem u projektu 'Utjecaj ribolova i uzgoja na ekosustav Jadrana' (od 2008. godine do danas).

Sudjelovao sam na dvije radionice, 'ERASMUS Lifelong Learning Programme' u trajanju od 22. do 26. lipnja 2009. godine na ISMAR-u (Institute of Marine Sciences, Fisheries section) u Anconi (Italija), te '2nd Mediterranean MPA Regional Training Workshop – Planning for Sustainable Fisheries in Marine Protected Areas' u trajanju od 4. do 11. listopada 2010. godine u Kaşu (Turska).

POPIS RADOVA

Znanstveni radovi objavljeni u CC časopisima

Škeljo, F., J. Ferri, J. Brčić, M. Petrić & I. Jardas. 2012. Age, growth and utility of otolith morphometrics as a predictor of age in the wrasse *Coris julis* (Labridae) from the eastern Adriatic Sea. Sci. Mar., 76(3): 587-595.

Škeljo, F. & J. Ferri. 2012. The use of otolith shape and morphometry for identification and size-estimation of five wrasse species in predator-prey studies. J. Appl. Ichthyol., 28: 524-530.

Matić-Skoko, S., J. Ferri, **F. Škeljo**, V. Bartulović, K. Glavić & B. Glamuzina. 2011. Age, growth and validation of otolith morphometrics as predictors of age in the forkbeard, *Phycis phycis* (Gadidae). Fish. Res., 112: 52-58.

Cetinić, P., **F. Škeljo** & J. Ferri. 2011. Discards of the commercial boat seine fisheries on *Posidonia oceanica* beds in the eastern Adriatic Sea. Sci. Mar., 75(2): 289-300.

Ferri, J., N. Topić Popović, R. Čož-Rakovac, B. Beer-Ljubić, I. Strunjak-Perović, **F. Škeljo**, M. Jadan, M. Petrić, J. Barišić, M. Šimpraga & R. Stanić. 2011. The effect of artificial feed on blood biochemistry profile and liver histology of wild saddled bream, *Oblada melanura* (Sparidae). Mar. Environ. Res., 71(3): 218-224.

Petrić, M., J. Ferri, **F. Škeljo** & S. Krstulović-Šifner. 2010. Body and beak measures of *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and their relation to growth and maturity. Cah. Biol. Mar., 51(3): 275-287.

Znanstveni radovi objavljeni u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom

Škeljo, F. & J. Ferri. 2010. Otolith morphology and fish size relationships for five wrasse species in the eastern Adriatic Sea. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 39: 666.

Soldo, A., J. Brčić & **F. Škeljo**. 2007. Pole fishing in the eastern Adriatic. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 38: 602.

Soldo, A., **F. Škeljo** & J. Brčić. 2007. Spear fishing in the eastern Adriatic. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 38: 603.

Radovi na znanstvenim skupovima objavljeni u zbornicima skupova

Ferri, J., **F. Škeljo** & J. Brčić. 2012. Effects of the seasonal fishing closure on the discards of the boat seine fisheries. Sustainable Fisheries in a Changing World. In: F. Huntingford (ed.). Book of abstracts. FSBI Conference Ltd, Edinburgh. pp. 173.

Krstulović-Šifner, S., J. Ferri, **F. Škeljo**, J. Brčić & M. Petrić. 2012. Discarding practices in the commercial trawl fisheries in the eastern Adriatic Sea. XIV European Congress of Ichthyology, Book of abstracts. Universite de Liege, Liege. pp. 120.

Petrić, M., J. Ferri, **F. Škeljo**, J. Brčić & S. Krstulović-Šifner. 2012. Histological analysis of the silver smelt, *Argentina sphyraena* (Pisces, Argentinidae) gonads during the spawning period. XIV European Congress of Ichthyology, Book of abstracts. Universite de Liege, Liege. pp. 170.

Ferri, J., M. Petrić & **F. Škeljo**. 2011. Histological alterations in the liver of wild saddled bream, *Oblada melanura* (Sparidae): the effect of artificial feed. In: 15th EAFP International Conference, Diseases of Fish and Shellfish, Abstract book. Dalmacijapapir Publishing house, Split. pp. 258.