



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU



Mr Rastko Ajtić

**Biologija i ekologija ribarice (*Natrix tessellata* Laurenti, 1768  
(Reptilia: Serpentes, Colubridae), na ostrvu Golem Grad  
(Prespansko jezero, Republika Makedonija)**

**-Doktorska disertacija-**

Novi Sad, 2016.

## Zahvalnica

Najtoplije se zahvaljujem supruzi Olji na безусловnoj ljubavi, podršci i pomoći pri finalizaciji ove disertacije.

Posebnu zahvalnost dugujem:

Mentorima **prof. dr Xavier Bonnet-u** i **prof. dr Oliveri Bjelić-Čabrilo** na pruženoj prilici da se razvijam na profesionalnom planu, kao i na svemu što sam od njih naučio. Takođe sam im zahvalan na prijateljskim savetima, toleranciji i podršci koju su mi pružali od početka naše saradnje.

Članovima komisije **prof. dr Desanki Kostić**, **prof. dr Imreu Krizmaniću** i **prof. dr Ester Popović**, na konstruktivnim, stručnim i tehničkim savetima koje su mi pružili prilikom izrade ove disertacije.

Najveću zahvalnost dugujem pre svega prijateljima, a zatim i kolegama, bez kojih ova disertacija nikada ne bi mogla da bude izvedena do kraja: dr Sonji Đorđević, prof. dr Ljiljani Tomović, prof. dr Goranu Anačkovu, dr Biljani Božin, dr Gordani Tomović, dr Marjanu Niketiću, dr Ani Golubović, Aleksandru Simoviću, Marku Đurakiću, Bogoljubu Sterijovskom, prof. dr Jelki Crnobrnji-Isailović, Draganu Arsovskom, Vuku Ikoviću, Slađani Gvozdenuć, Mileni Krasić, Marku Anđelkoviću, Milivoju Krstiću, Ivoni Trajčeskoj, Žan Mariju, Ketrin, Eli, Žanu, Danijelu, Stefanu, Metodiji Velevskom, Ljubomiru Pejčiću, dr Dušanu Jeliću, prof. dr Ljupčetu Melovskom, prof. dr Zlatku Levkovu, prof. dr Dušanu Ćiroviću, dr Aleksandri Penezić, Milošu Radakoviću, Mariji Katić i Bratislavu Grubaču.

Elodi Fertil, Jovanu Memedoviću i Soniju Darijeviću na promociji zaštite istraživanog područja, kao i mnogim drugim TV ekipama iz Nemačke, Francuske, Velike Britanije i Makedonije koje su imale učešća u snimanju dokumentarnih emisija.

Takođe, zahvaljujem se francuskom kulturnom centru i francuskoj ambasadi u Beogradu na logističkoj podršci tokom izrade dela ove studije, posebnu zahvalnost dugujem atašeu za nauku francuske ambasade u Beogradu Benoa Šnajderu.

Zahvaljujem se i upravi Nacionalnog parka Galičica, a pre svega direktoru Andonu Bojadžiju koji je imao hrabrosti i razumevanja da pristane na dugoročne studije jednog fragilnog ekosistema i pružio svu neophodnu logističku podršku.

Zahvaljujem se i mom i našem dragom domaćinu, prijatelju i čamdžiji Mitku iz sela Konjsko sa obale Prespanskog jezera bez čije uopornosti i požrtvovanosti ne bi bilo ni hrane ni vode tokom istraživanja, hvala mu za sva nevremena i nemirno jezero tokom kojih nas je bezbedno vozio. Hvala mu i za toplinu njegovog doma koji je nesebično delio sa nama iako smo ponekad bili naporni. Hvala i svim žiteljima sela Konjsko.

Zahvaljujem se prijateljima iz Zavoda za zaštitu prirode Srbije i prijateljima iz Pokrajinskog zavoda za zaštitu prirode na kolegijalnosti i lepim trenucima provedenim na poslu, a svim prijateljima na podršci i pre svega dragocenom prijateljstvu.

Mojim roditeljima, iako na poslednjem mestu ali ne zbog manjeg značaja, beskrajno hvala na motivaciji, razumevanju, ljubavi i безусловnoj podršci.

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objekat istraživanja – <i>Natrix tessellata</i> .....	3
<b>2. Ciljevi istraživanja</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Materijal i metode</b> .....	<b>6</b>
3.1. Karakteristike područja na kojem je sprovedeno istraživanje .....	6
3.2. Morfometrijske karakteristike .....	10
3.3. Statistička obrada podataka .....	13
<b>4. Rezultati</b> .....	<b>14</b>
4.1. Populaciona struktura .....	14
4.2. Odlike morfološke varijabilnosti i polni dimorfizam .....	16
4.3. Polni dimorfizam kod adultnih jedinki ribarice .....	20
4.4. Polni dimorfizam kod subadultnih jedinki ribarice .....	21
4.5. Polni dimorfizam kod juvenilnih jedinki ribarice .....	23
4.6. Analiza kondicionog indeksa (BCI) – razlike između polova i uzrasnih kategorija .....	24
4.7. BCI – Razlike između polova i uzrasnih kategorija po godinama .....	27
4.8. BCI – Razlike između polova za adultne jedinke po zonama .....	30
4.9. BCI – Razlike između polova za adultne jedinke po kolor morfama .....	32
4.10. BCI – analize između polova za adultne jedinke po kolor morfama i zonama ostrva .....	34
4.10.1. Prolećna sezona .....	34
4.10.2. Letnja sezona .....	35
4.11. Dnevno-noćna i sezonska aktivnost .....	37
4.12. Odlike ishrane .....	38
4.13. Reproktivne karakteristike .....	40
4.14. Analize fekunditeta .....	46
4.15. Predatorstvo i antipredatorsko ponašanje .....	49
4.16. Faktori ugrožavanja populacije .....	53
4.16.1. Potencijalni značaj ilegalnih mreža .....	53
4.16.2. Opadanje brojnosti zmija tokom četvorogodišnjeg perioda istraživanja .....	55
<b>5. Diskusija</b> .....	<b>57</b>
5.1. Populaciona struktura .....	57
5.2. Morfološka varijabilnost, polni dimorfizam i kondicioni indeks .....	60
5.3. Kolor polimorfizam i antipredatorske taktike .....	63
5.4. Dnevno-noćna i sezonska aktivnost .....	67
5.5. Odlike ishrane .....	68
5.6. Reproktivne karakteristike .....	69
5.7. Faktori ugrožavanja i konzervacione mere .....	69
<b>6. Zaključci</b> .....	<b>72</b>
<b>7. Literatura</b> .....	<b>76</b>
<b>8. Extended Abstract</b> .....	<b>I</b>

# 1. Uvod

Mehanizam koji leži u osnovi odnosa između jedinke i populacije je istorijski dugo proučavan i izuzetno je kompleksan. On obuhvata čitav niz procesa počevši od morfoloških promena koje se odvijaju tokom ranih faza razvića pa sve do fizioloških i adaptacija u ponašanju koje su svojstvene za adultni period razvića (Gerhardt i Kirschner 1997; Dingemanse i sar., 2010). Ove varijacije uključuju i adaptivne i neadaptivne odgovore: npr. neke fenotipske osobine mogu se menjati slučajno usled pojave bolesti, dok se neke od fenotipskih osobina mogu menjati usled promene uslova spoljašnje sredine (adaptivna plastičnost).

Evolutivna i primenjena ekologija se zasnivaju na opisivanju i razumevanju ovih bioloških i evolutivnih procesa (Pigliucci, 2001; Reed i sar., 2011). Zbog svega navedenog veoma je važno da se dokumentuje razlika između fenotipskih varijacija jedinki u odnosu na opštu populaciju i da se na kraju ustanovi pojedinačni doprinos različitih izvora fenotipskoj varijabilnosti. Ovaj pojam se najčešće odnosi na vrste koje ispoljavaju snažnu varijabilnost i pojedinačnih predstavnika u odnosu na fenotipske osobine cele populacije, naročito kod visoko polimorfni vrsta gde su različiti uslovi sredine uticali na fenotipske adaptacije.

Zmije pokazuju značajnu fleksibilnost i veliki stepen adaptabilnosti na promenu uslova spoljašnje sredine. Tako na primer, u okviru vrste, kod zmija je često prisutna varijabilnost u pogledu veličine tela, seksualnog dimorfizma, morfologije glave, ishrane i reproduktivnog potencijala u odnosu na sve ostale kičmenjake (Ford i Seigel, 1989; Madsen i Shine, 1993 b; Bronikowski i Arnold, 1999; Bonnet i sar., 2001; Shine, 2003). Eksperimentalna istraživanja su pokazala da se najveći deo ove varijabilnosti ispoljava kroz fenotipsku plastičnost, što je takođe praćeno adekvatnim naslednim osobinama (Bronikowski, 2000; Aubret i sar., 2004; Manier i sar., 2007).

Brojna terenska istraživanja su potvrdila velike razlike između bliskih populacija iste vrste. U većini slučajeva veličina plena, njegova dostupnost, kao i klimatski uslovi određuju većinu promena u fenotipskim karakteristikama neke vrste tokom njene evolutivne istorije (Seigel i Ford, 1991; Madsen i Shine, 1993 a).

Generalno, posmatranje fenotipske različitosti preko odvojenih populacija je od suštinskog značaja za objašnjavanje ekologije zmija i mnogih drugih vrsta organizama u celini. Posebno pažnju treba usmeriti na ispitivanje dostupnosti plena i klimatskih uslova koji značajno utiču na fenotipske adaptacije zmija tokom njihove evolutivne istorije.

Rezultati istraživanja se odnose na ispitivanje fenotipske plastičnosti kod ribarice (*Natrix tessellata*). Ovu vrstu zmija karakteriše izuzetno široka rasprostranjenost, od Italije do Kine (Bannikow i sar., 1977; Gruschwitz i sar., 1999). Najveći broj studija i informacija koje iz njih potiču je baziran na ispitivanju zapadnih delova areala ove vrste tj. Italije (Luiselli i Zimmerman, 1997 b; Luiselli i Rugiero, 2005; Luiselli i sar., 2007), Švajcarske (Metzger i sar., 2009) i Nemačke (Lenz i Gruschwitz, 1993). Preliminarni rezultati istraživanja ove vrste pokazuju da je karakteriše izuzetno veliki stepen polimorfizma na celoj teritoriji rasprostranjenja (Carlsson i sar., 2011; Jelić i Lelo, 2011; Göçmen i sar., 2011; Velensky i sar., 2011).

Osnovni ciljevi ove studije su pružanje osnovnih podataka o glavnim karakteristikama vrste *Natrix tessellata* kroz njenu evolutivnu istoriju u kontekstu uticaja tipa staništa (jezero) i geografskog područja (Makedonija), koji se značajno razlikuju u odnosu na druga ispitivana područja na kojima ova vrsta živi. Kod ektotermnih organizama ograničavajući faktori spoljašnje sredine odnose se na niske temperature koje utiču na potragu za hranom, varenje i reprodukciju. Zbog svega navedenog, pretpostavlja se da su veličina tela, plodnost i brojnost populacije uvek manji u regionima većih geografskih širina i nadmorskih visina u odnosu na one u kojima tokom većeg dela godine vladaju pogodniji klimatski uslovi u smislu povoljnijih temperatura. Generalno govoreći, gmizavci krupnog tela mogu se naći u uslovima suptropske i tropske klime.

Ne postoji jednostavan odgovor kojim bi se mogao objasniti uticaj klime, nadmorske visine i geografske dužine na varijabilnost kako ove tako i drugih vrsta. Međutim, imajući u vidu veliku nadmorsku visinu teritorije na kojoj je sprovedeno istraživanje, ustanovljene su neke neočekivane karakteristike populacije ribarice.

Na primer, populacija koja je ispitivana se nalazi oko 2,5<sup>o</sup> stepeni južnije u odnosu na populaciju koja se nalazi na teritoriji Italije, ali je takođe i locirana na 600 m većoj nadmorskoj visini u odnosu na populaciju ribarica koja je istraživana u Italiji (~250m) (Luiselli i sar., 2005). Pored činjenice da lokalne adaptacije i drugi faktori utiču na evolutivnu istoriju neke vrste na određenoj teritoriji, na osnovu literaturnih podataka pretpostavljeno je da će ispitivanu populaciju ribarica na ostrvu Golem grad karakterisati niska stopa rasta, relativno mala prosečna veličina tela, nizak fekunditet i niska stopa reproduktivnosti i verovatno duži životni vek u odnosu na populacije iste vrste koje su ispitivane u nešto povoljnijim klimatskim uslovima (Blouin-Demers i sar., 2002).

### **1.1. Objekat istraživanja – *Natrix tessellata***

Ribarica *Natrix tessellata* (fam. Colubridae), spada u grupu oviparnih zmija srednje dužine tela (maksimalna dužina tela iznosi 1,5 m) (Bruno i Maugieri, 1990). Ovu vrstu karakteriše veoma širok areal rasprostranjenja, počevši od južne Evrope, od Italije prema Bliskom Istoku, delte reke Nil, na istok preko centralne Azije do Kine (Bannikow i sar., 1977; Gruschwitz i sar., 1999).

Mozaična obojenost je jedna od osnovnih karakteristika ove vrste, tako da se i lokalni i latinski nazivi odnose na tačkasti mrežni mozaik koji se nalazi na leđima ove vrste zmije. Ribarica tokom svog životnog ciklusa deo života provodi u vodi gde lovi hranu, dok jedan deo života provodi na kopnu gde obavlja digestiju hrane, reprodukciju, termoregulaciju i presvlačenje. Usled velikog stepena zavisnosti od vode ova vrsta zmije se uglavnom nalazi blizu rečnih obala, potoka, jezera i ponekad čak i u blizini morske obale (Arnold i Ovenden, 2002).

Uprkos nekolicini genetičkih i uskospecijalizovanih morfoloških studija (npr. pojava nenormalnih pločica; Herczeg i sar., 2005) koje su sprovedene na nekoliko teritorija njenog areala (Dmi'El, 1970; Ioannidis i Bousbouras, 1997; Gautschi i sar., 2002; Acipinar i sar., 2006; Guicking i sar., 2007; Yildirimhan i sar., 2007), ipak nije ustanovljeno da postoji širok spektar morfoloških varijacija na različitim delovima areala ove vrste zmije. Veoma bitna terenska istraživanja ribarice sprovedena su i u najzapadnijim delovima njenog areala, u Italiji (Capula i sar., 2011).

Ova istraživanja su uglavnom bila fokusirana na načine ishrane ribarica, pa otuda veliki broj informacija na ovu temu, ali su zbog toga druge informacije (kao što su npr. karakteristike migracije životinja), veoma oskudne.

Relativno mali broj literaturnih podataka ukazuje na to da se sezona parenja ribarica odvija u periodu od aprila do maja i da broj položenih jaja varira od 4 do 29 sa prosečnom vrednošću od  $14 \pm 7.9$  (Luiselli i Rugiero, 2005). Period izleganja iz jaja je praktično nepoznat, s tim što je poznato da se otvor na jajetu pojavljuje krajem avgusta ili/i početkom septembra. Studije su pokazale da postoji međupopulaciona razlika u ishrani ove vrste zmije (Luiselli i sar., 2007), ukazujući i na eventualno postojanje divergencije u drugim morfološkim karakteristikama ribarica, naročito uzrokovanim uslovima staništa na većim nadmorskim visinama. Odnos među polovima pokazuje fluktuaciju tokom godine. Prosečna stopa preživljavanja je procenjena na 0,73 bez razlike u odnosu na polove (Luiselli i sar., 2011). Podaci o nekim drugim bitnim karakteristikama ribarica kao što su starosna struktura i stopa rasta populacije kao i predatorstvo (predacija), skoro da uopšte nisu dostupne u literaturi, osim nekoliko poznatih kratkih saopštenja koja pružaju informacije o ovoj temi.

## 2. Ciljevi istraživanja

Na osnovu svega iznetog u uvodnom delu osnovni ciljevi ove doktorske disertacije su:

- **1. opisati biološke i ekološke odlike ribarice – *Natrix tessellata* na ostrvu Golem grad u Makedoniji**

- opisati populacionu strukturu ove vrste,
- ispitati i predstaviti morfološku varijabilnost i polni dimorfizam,
- ispitati i predstaviti dnevno-noćnu i sezonsku aktivnost,
- ispitati i predstaviti odlike ishrane,
- ispitati i predstaviti reproduktivne karakteristike,
- ispitati i predstaviti predatorstvo i antipredatorsko ponašanje,
- ispitati i predstaviti faktore ugrožavanja ove populacije,
- ispitati i predstaviti predikciju populacionih trendova i izneti konkretne mere zaštite u cilju održavanja i unapređenja konzervacionog statusa na području ostrva Golem grad i Prespanskog jezera.

2. Poređenje dobijenih rezultata sa već publikovanim rezultatima na drugim delovima areala ove vrste zmije.



### 3. Materijal i metode

#### 3.1. Karakteristike područja na kojem je sprovedeno istraživanje

Istraživanje je sprovedeno na teritoriji ostrva Golem grad (N 40°52'08"; E 20°59'23"), koje je locirano u Prespanskom jezeru i deo je Nacionalnog parka Galičica (BJR Makedonija). Prespansko jezero (visina  $\approx$  850 m, površina 254 km<sup>2</sup>, prosečna dubina  $\approx$  14 m, maksimalna dubina 48 m), je okruženo visokim planinama nadmorske visine preko 2000 m (Anovski, 2001; Matzinger i sar., 2006). Ovo područje karakteriše vlažna i hladna mediteranska klima (Hollis i Stevenson, 1997). Ostrvo Golem grad je ovalnog oblika, površine oko 18 ha, sa uskim priobalnim zonama, platoom i vertikalnim liticama (između 10 i 30 m) (slika 1).



**Slika 1.** Izgled litice na ostrvu Golem grad

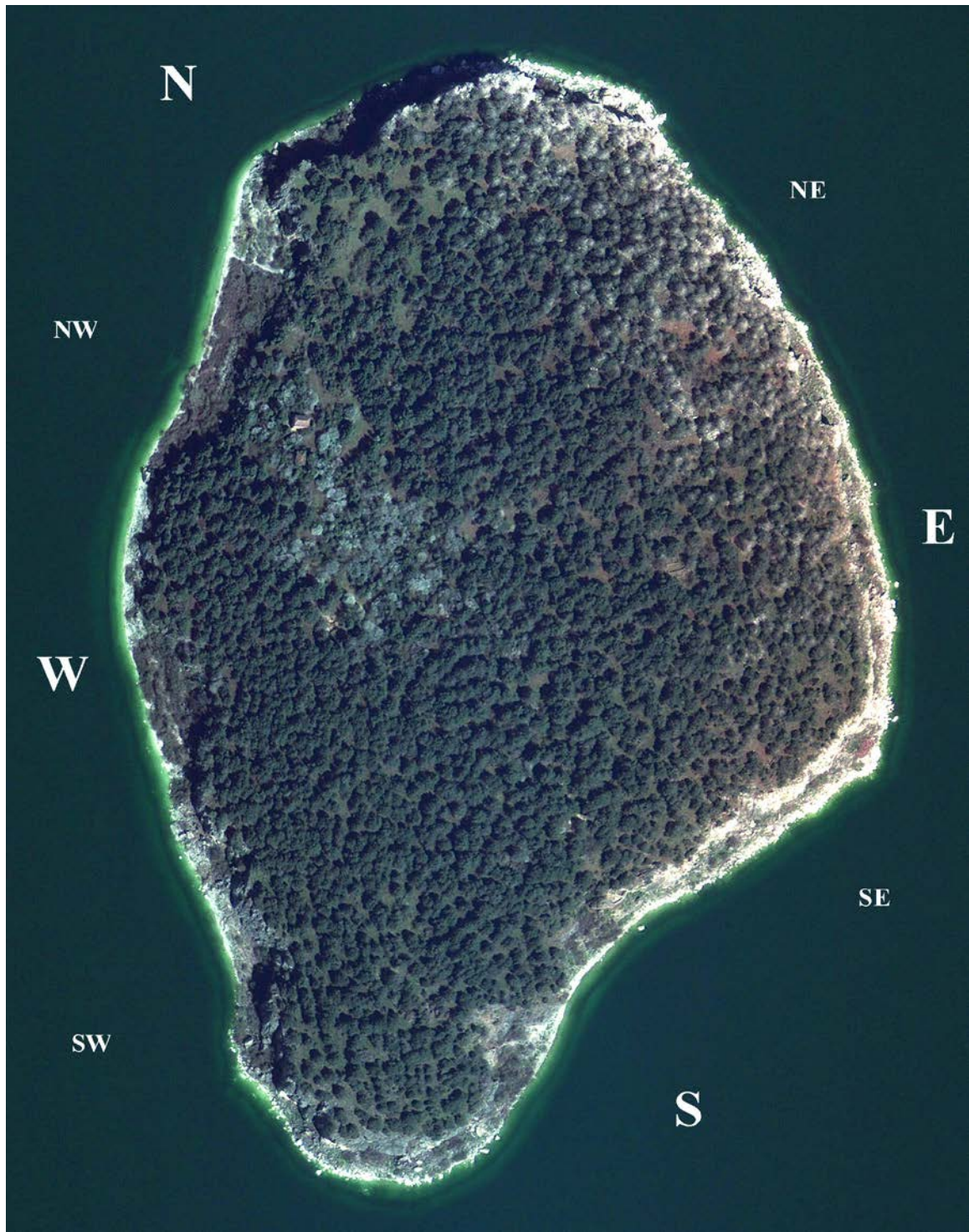
Vegetacija ostrva je raznovrsna i prati geološki sastav terena. Ostrvski plato je prekriven šumom u kojoj dominiraju zajednice kleke (*Pruno webbii*-*Juniperetum excelse* association; Em, 1965). Obale su uglavnom prekrivene žbunastim formama (*Rosa dumalis*, *Rubus ulmifolius*, *Ephedra campylopoda*, *Asparagus acutifolius*) i niskim stablima drveća (*Prunus mahaleb*, *Prunus cerasifera*, *Ficus carica*, *Ostrya carpinifolia* i *Fraxinus ornus*) (Em, 1965; i nepublikovani podaci autora) (slika 2).

U cilju što preciznijeg opisivanja biologije i ekologije vrste ribarica (*Natrix tessellata*) koje naseljava ostrvo Golem grad, samu površinu ostrva bilo je neophodno podeliti na specifične zone istraživanja i to na: N – severnu zonu, S – južnu zonu ostrva, W – zapadnu zonu ostrva, E – istočnu zonu ostrva, kao i NW – severozapadnu zonu, NE – severoistočnu zonu, SW – jugozapadnu i SE – jugoistočnu zonu ostrva (slika 3).



**Slika 2.** Vegetacija na ostrvu Golem grad

Ribarica je vrsta u čijoj ishrani dominira riba. Ihtiofaunu Prespanskog jezera čini 23 različite vrste riba (tabela 1; Crivelli i sar., 1997). Na Prespanskom jezeru se nalaze i staništa mnogih vrsta sisara, ptica i drugih gmizavaca koji su potencijalna predatorska opasnost za ribarice (tabela 1).



**Slika 3.** Ostrvo Golem grad sa osnovnim zonama istraživanja

**Tabela 1.** Vrste kičmenjaka koje su uočene u periodu između 2008. i 2012. godine na teritoriji ostrva Golem grad

<b>Status u odnosu na</b> <i>N. tessellata</i>	<b>Odabrani</b> <b>takson</b>	<b>Vrste</b>	<b>Endemi</b> <b>Alohtone</b> <b>vrste</b>	<b>/</b> <b>Gustina</b>		
<b>Plen</b>	<b>Ribe</b>	<i>Barbus prespensis</i>	E	nepoznato		
		<i>Alburnus belvica</i>	E	visoka		
		<i>Chondrostoma prespensis</i>	E	nepoznato		
		<i>Cobitis meridionalis</i>	E	nepoznato		
		<i>Alburnoides bipunctatus prespensis</i>	E	nepoznato		
		<i>Paraphoxinus epiroticus prespensis</i>	E	nepoznato		
		<i>Rutilus ohridanus prespensis</i>	E	nepoznato		
		<i>Carassius auratus</i>	A	nepoznato		
		<i>Pseudorasbora parva</i>	A	nepoznato		
		<i>Lepomis gibbosus</i>	A	uobičajena		
				<i>Leuciscus cephalus</i>		nepoznato
				<i>Rhodeus amarus</i>		nepoznato
	<b>Vodozemci</b>	<i>Bufo viridis</i>		retka		
		<i>Pelophylax ridibundus</i>		retka		
<b>Vrste zabeležene na ostrvu</b>	<b>Gmizavci</b>	<i>Testudo hermanni</i>		visoka		
		<i>Podarcis muralis</i>		visoka		
		<i>Elaphe quatuorlineata</i>		retka		
<b>Predatori</b>	<b>Gmizavci</b>	<i>Vipera ammodytes</i>		visoka		
	<b>Ptice</b>	<i>Bubo bubo</i>		2 para		
		<i>Accipiter gentilis</i>		uobičajena		
		<i>Buteo buteo</i>		uobičajena		
		<i>Ardea cinerea</i>		uobičajena		
		<i>Larus sp.</i>		visoka		
	<b>Sisari</b>	<i>Lutra lutra</i>		visoka		

Neke vrste su endemične za ovu oblast (E), dok su druge alohtone (A). Indeks gustine zastupljenosti pojedinačnih vrsta odnosi se samo na lako uočavanje ali ne i na pravu brojnost ovih predstavnika. “Visoka zastupljenost” znači da je vrsta ili neki njeni tragovi (prisustvo svežeg izmeta itd.) lako uočljiva tokom celog perioda aktivne sezone, ponekad u jako velikom broju. “Uobičajena zastupljenost” znači da je vrsta primećena nekoliko puta u toku nedelje. “Retka” znači da se vrsta ne primećuje svake godine tokom istraživanja, a i kada se primeti detektovana je u malom broju (manje od 5 životinja) (Ajtić i sar., 2013).

### 3.2. Morfometrijske karakteristike

Od momenta hvatanja do procesa merenja zmijsu su čuvane u adekvatnim pamučnim vrećama (slika 4).

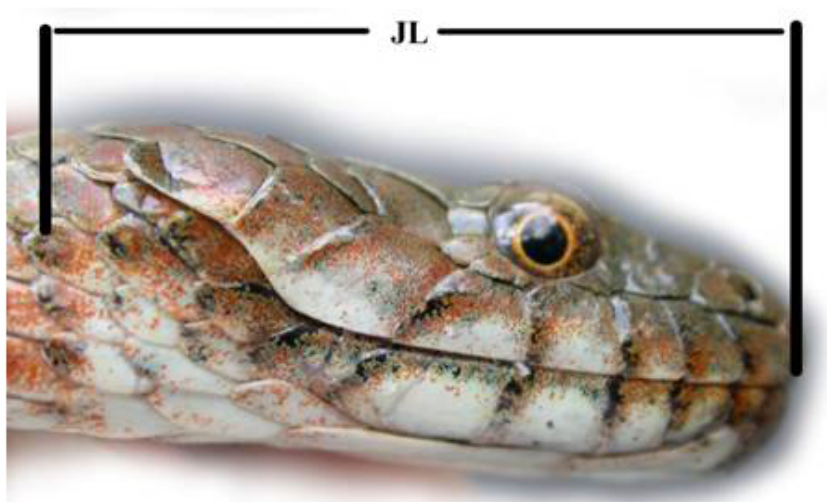


Slika 4. Zmije u pamučnim vrećicama

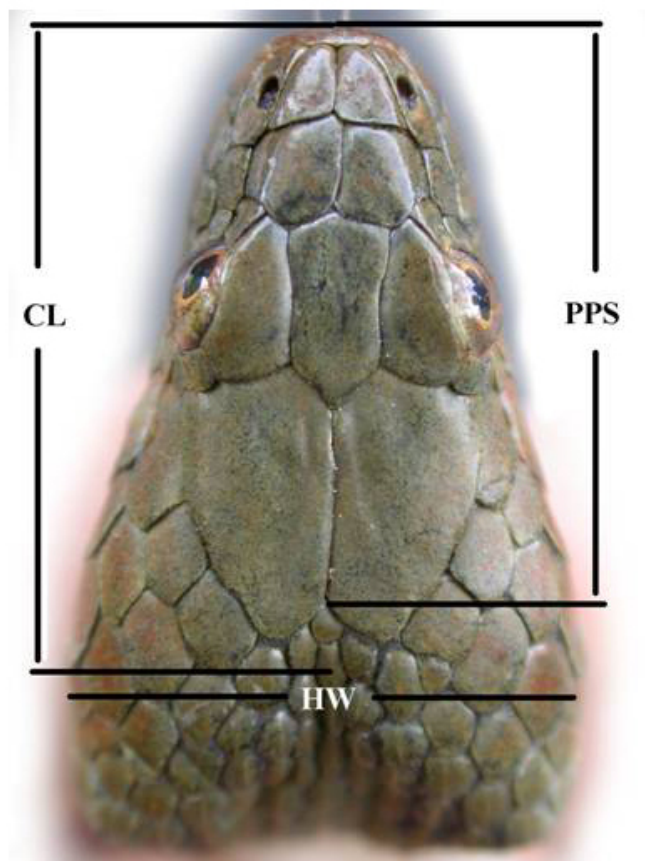
Ukupno je mereno 7 morfometrijskih karakteristika (tabela 2; slike 5 i 6). Najveći broj su standardne mere koje su korišćene i ranije pri analizama varijabilnosti morfometrijskih karaktera drugih vrsta zmijsu.

Tabela 2. Ispitivane morfometrijske karakteristike ribarica

<i>Ispitivana osobina (skraćeniice)</i>	<i>Puno značenje</i>
<b>Kvantitativne karakteristike</b>	
<b>SVL</b>	dužina tela od njuške do kloakalnog otvora;
<b>TL</b>	dužina repa;
<b>CL</b>	dužina glave;
<b>PPS</b>	dužina od postparijetalne pločice do vrha njuške;
<b>JL</b>	dužina vilice;
<b>HW</b>	širina glave;
<b>BM</b>	telesna težina;
<b>Kvalitativne karakteristike</b>	
<b>Pol jedinki</b>	
<b>Kolor morfa (boja jedinki)</b>	



**Slika 5.** Dužina vilice - JL



**Slika 6.** Dužina glave – CL; širina glave – HW i dužina od postparijetalne pločice do vrha njuške - PPS

Merenja su vršena izuzetno brzo i zmiје su vraćane u blizinu mesta odakle su i uhvaćene (sa preciznošću od oko 50 m). Beležena je ukupna dužina tela i dužina tela od njuške do kloakalnog otvora (SVL), telesna masa (BM), različite karakteristike lobanje, pol, boja tela, status količine hrane u želucu (prisustvo hrane u želucu određivano je palpacijom, ispitivanjem fecesa na terenu itd.), reproduktivni status kod ženki (palpacijom i disekcijom), prisustvo povreda, ožiljaka i drugih karakteristika koje odstupaju od standardnih.

Tokom istraživanja beleženo je i ponašanje životinja tokom ulova (npr. skrivenih ispod kamenja, tokom parenja, ili u vodi), kao i njihovo ponašanje tokom merenja i obrade svake jedinke. Iskustvo tokom obrade i merenja životinja je pokazalo da jedinke ispoljavaju karakteristično ponašanje za stres i odnos ka predatoru imitirajući smrt, izbacujući krv iz usnog otvora i povraćanjem sadržaja želuca ili izbacivanjem fecesa (Gehlbach, 1970; Greene, 1988; Gerald, 2008) (slika 7).



**Slika 7.** Imitiranje smrti ribarica bez izbacivanja krvi (A) i sa izbacivanjem krvi (B)

Svaka jedinka koja je obrađena i izmerena markirana je primenom modifikovane tehnike zasecanja pločice (spaljivanje germinativnog sloja pločice kako bi markacija bila trajna) (Bonnet i sar., 2002; Dorcas i Willson, 2009).

Sakupljeni su i leševi mrtvih životinja bez obzira na stepen raspadanja, dok su svežiji leševi disekovani i uzorci su pripremljeni za dalju histološku obradu. Dokazi o predatorstvu nad zmijama su takođe zabeleženi (npr. ispitivanjem nedavno ubijenih zmija, prisustvo ostataka zmija u fekalijama sisara i ptica itd.).

Ženke koje su bile duže od 55 cm SVL i mužjaci koji su bili duži od 48 cm u dužinu smatrani su adultnim jedinkama (Luiselli i Rugiero, 2005). Grupa jedinki koje su imale manje od 32,5 cm u dužini SVL su smatrane novorođenčadima – neonatalne jedinke (jedinke posmatrane krajem leta pred period hibernacije). Jedinke koje su imale veličinu tela između ovih vrednosti su smatrane subadultima.

### 3.3. Statistička obrada podataka

Svi rezultati i ispitivani parametri su predstavljeni u tabelama i grafikonima kao srednje vrednosti i njihove standardne devijacije. Statistička obrada rezultata je sprovedena primenom statističkog programa StatSoft 7. Parametri koji su pokazali normalnu raspodelu su poređeni primenom parametrijskih testova (One-Way ANOVA i  $\chi^2$  test), dok su parametri sa neravnomernom raspodelom poređeni primenom neparametrijskih testova Mann-Whitney i Kruskal-Wallis. Vrednost  $p < 0,05$  je smatrana za statistički značajnu.

Na osnovu mase tela (BM) i standardne dužine tela (SVL) izračunat je kondicioni indeks (*body condition index*, BCI). Najjednostavniji način za procenu kondicionog stanja kod zmija jeste korišćenje reziduala regresije telesne mase (BM) u odnosu na standardnu dužinu tela (SVL). U tom smislu, ako je masa tela određene jedinke manja od one koja bi odgovarala životinji njene dužine, vrednost reziduala će biti negativna, i smatraće se da je jedinka u lošem stanju (Weatherhead i Brown, 1996; Wayne i Mason, 2008).

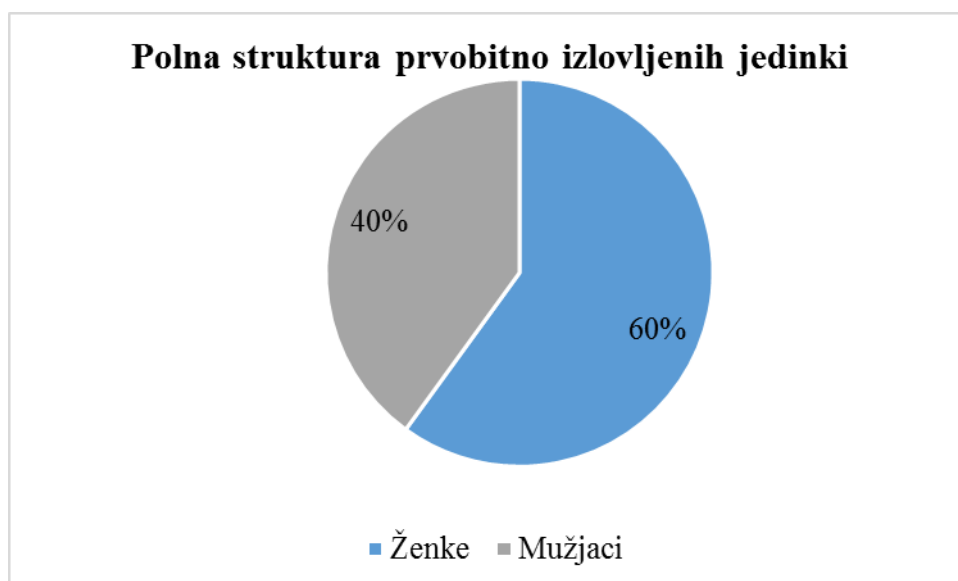
Prilikom svih analiza, izbačene su sve jedinke koje su ponovo uhvaćene (*recaptured*). Isto tako, izbačene su sve jedinke ženskog pola koje su bile gravidne u letnjoj sezoni (zbog viših vrednosti kondicionog indeksa, usled prisustva jaja u telu). Korišćene su samo one jedinke koje nisu imale hranu u stomaku (intaktan, polusvaren ili svaren plen).



## 4. Rezultati

### 4.1. Populaciona struktura

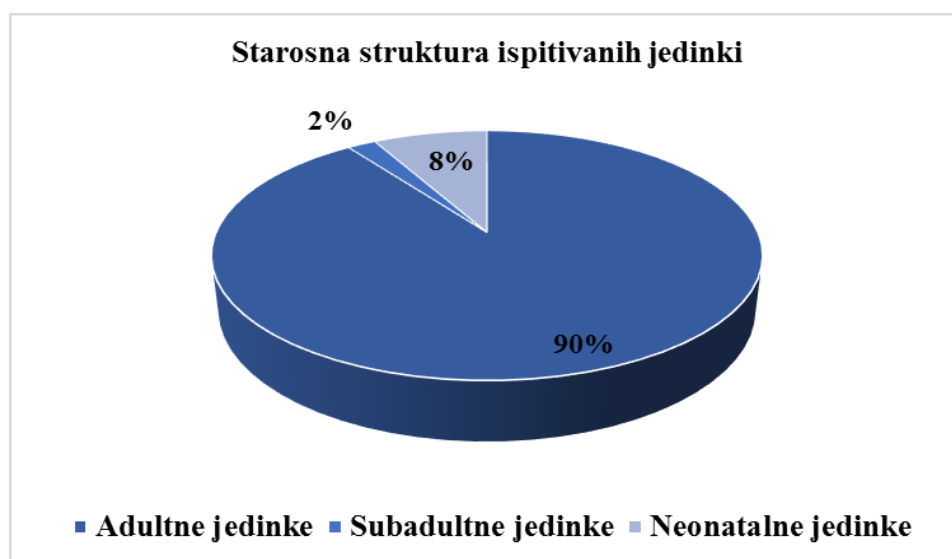
Ovde predstavljeno istraživanje je sprovedeno na 3850 jedinki zmija ribarica *Natrix tessellata*. Na 3459 jedinki ove vrste zmije su izvršena sva merenja i markiranje, dok su ostale jedinke pronađene mrtve ili nisu markirane. Tokom istraživanja ponovo je uhvaćeno oko 214 već markiranih zmija kod kojih nisu sprovedena ponovna merenja kako bi izbegli lažno povećanje brojnosti. Ispitivanjem polne strukture pokazano je da postoji statistički značajno više jedinki ženskog pola i to kako u grupi prvobitno markiranih jedinki (60% ženki;  $\chi^2=73,1$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ) (slika 8) tako i kod ponovno izlovljenih (79% ženki,  $\chi^2=37,9$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ) (slika 9). Što se tiče starosne (uzrasne) strukture značajno je više bilo adultnih jedinki (N=3,121; 90%) u odnosu na subadultne (N=56; 2%) i juvenilne (N=276; 8%) (slika 10).



**Slika 8.** Polna struktura ispitivanih jedinki *Natrix tessellata* sa ostrva Golem grad



**Slika 9.** Polna struktura ponovo izlovljenih jedinki *Natrix tessellata* sa ostrva Golem grad



**Slika 10.** Starosna struktura ispitivanih jedinki *Natrix tessellata* sa ostrva Golem grad

#### 4.2. Odlike morfološke varijabilnosti i polni dimorfizam

Zabeležena su tri glavna tipa obojenosti (N=3,385) (slike 11-13). Uobičajena obojenost sa izraženim tačkama na leđima je najzastupljenija sa 57% (N=1,923) jedinki (slika 11). Jednobojne, uniformno sivo-maslinaste jedinke su prisutne sa 28% (N=946) od ukupnog broja zmijsa (slika 12). Melanične (crne) jedinke su zastupljene sa 15% (N=516) od ukupnog broja zmijsa (slika 13).

Glavne morfološke karakteristike raznih uzrasnih kategorija po polu su predstavljene u tabeli 3. Ženke su krupnije od mužjaka u adultnoj i subadultnoj kategoriji, ali ne i u kategoriji tek izleženih zmijsa (tabela 3). Distribucija veličine tela prati multimodalni obrazac što je prikazano u tabeli 3. Na slici 14 prvi pik je pozicioniran iznad srednje veličine tela novoizleženih jedinki, dok su druga dva odvojena pika povezana sa adultnim mužjacima i ženkama.



**Slika 11.** Tačkasta kolor morfa ribarice sa ostrva Golem grad



**Slika 12.** Siva kolor morfa ribarica sa ostrva Golem grad



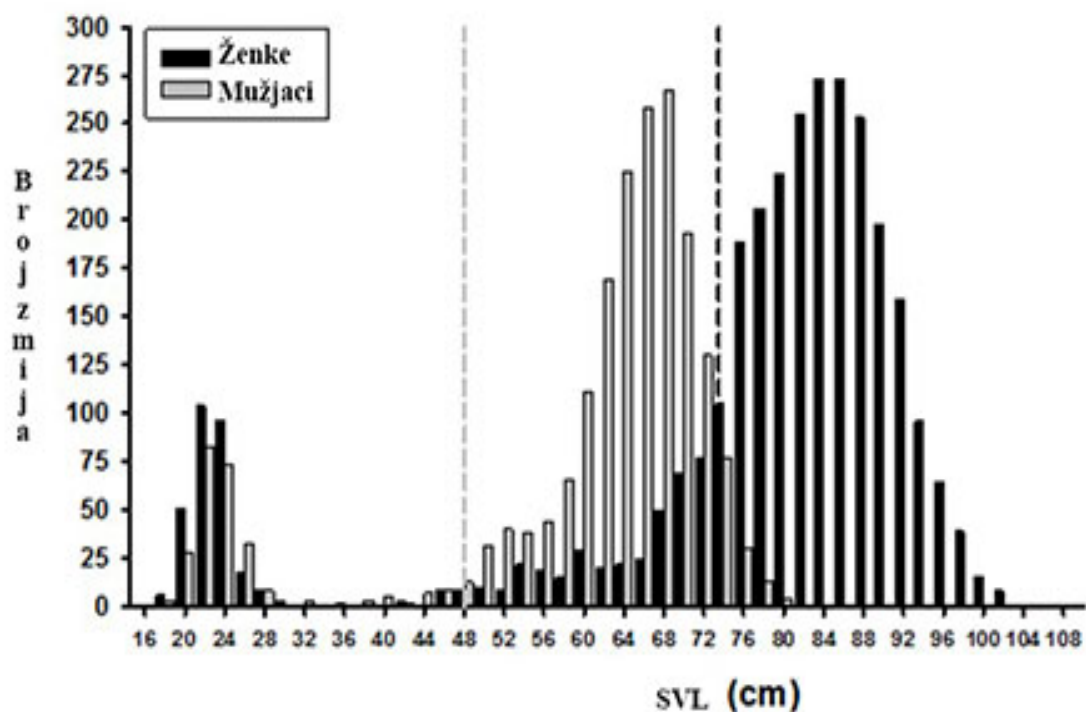
**Slika 13.** Crna kolor morfa ribarica sa ostrva Golem grad

Statistička obrada rezultata koja je sprovedena primenom ANOVA testa je pokazala da postoji značajna razlika u ukupnoj dužini tela, SVL dužini tela kao i telesnoj masi adultnih i subadultnih jedinki podeljenih na osnovu pola na mužjake i ženke (tabela 3). Jedino je za grupu novorođenih jedinki izostala statistički značajna različitost u ispitivanim parametrima u odnosu na pol (tabela 3).

**Tabela 3.** Razlika u osobinama glavnih morfoloških karakteristika ribarica na ostrvu Golem grad u odnosu na polnu strukturu

Karakter	Uzrast	Ženke	Mušjaci	F	df	P
Ukupna dužina (cm)	Adulti (A)	103,4±10,6 (68,0–129,4)	84,4±7,2 (59,5–103,1)	2375,3	1, 3465	<0,01
	Adulti (B)	106,2±7,8 (78,5–129,4)	85,1±6,5 (59,5–113,5)	6086,5	1, 3093	<0,01
	Subadulti (A)	61,4±6,2 (41,1–69,4)	57,2±5,6 (45,7–73,0)	8,6	1, 47	<0,01
	Subadulti (B)	80,7±10,1 (41,1–101,4)	62,4±5,4 (45,7–73,0)	152,8	1, 319	<0,01
	Neonatusi (B)	30,2±2,3 (22,6–38,0)	30,7±2,5 (22,9–37,1)	3,2	1, 263	0,075
SVL (cm)	Adulti (A)	83,8±9,1 (55,0–108,0)	66,3±5,9 (48,0–80,9)	2907,1	1, 3464	<0,01
	Adulti (B)	86,2±6,7 (73,6–108,0)	66,9±5,2 (53,2–80,9)	7404,3	1, 3180	<0,01
	Subadulti (A)	49,0±4,7 (32,9–54,5)	43,0±3,6 (35,8–47,4)	23,9	1, 54	<0,01
	Subadulti (B)	64,4±8,0 (32,9–73,5)	48,2±4,3 (35,8–52,7)	203,1	1, 334	<0,01
	Neonatusi (B)	24,0±1,9 (18,7–29,6)	24,1±2,0 (18,0–29,4)	0,6	1, 263	0,453
Telesna masa (g)	Adulti (A)	263,7±86,6 (53,2–583,0)	122,3±37,1 (26,0–237,0)	2610,5	1, 3446	<0,01
	Adulti (B)	281,6±75,0 (65,0–583,0)	124,6±34,4 (41,0–237,0)	4687,8	1, 3165	<0,01
	Subadulti (A)	47,5±12,0 (18,0–69,0)	31,2±6,8 (19,7–40,8)	27,6	1, 52	<0,01
	Subadulti (B)	122,3±51,9 (28,0–284,2)	43,2±12,8 (19,7–70,8)	123,6	1, 331	<0,01
	Neonatusi (B)	6,3±1,6 (2,0–15,0)	6,0±1,6 (2,0–10,6)	2,2	1, 260	0,141

Vrednosti u tabeli su predstavljene kao srednja vrednost i standardna devijacija, dok je u zagradama predstavljen opseg pojedinačnih vrednosti svakog parametra. Starosne kategorije su predstavljene u dve grupe; u prvoj su navedene vrednosti koje su dobijene na osnovu poznatih literaturnih podataka (A) dok su u drugoj kategoriji navedene vrednosti koje su zabeležene kod ispitivane populacije zmija na ostrvu Golem grad (B). ANOVA je primenjena za statističku analizu podataka. Primetne su vrlo male vrednosti za minimalnu telesnu masu koja odgovara slučajevima nekoliko ekstremno mršavih jedinki.



**Slika 14.** Distribucija jedinki zmija ribarica na ostrvu Golem grad na osnovu veličine tela u odnosu na pol: ženke (crni stubići) i mužjaci (sivi stubići). Ukupan broj jedinki koji je ušao u analizu je (N=3850). Primititi odsustvo juvenilnih jedinki (32-40 cm).

### 4.3. Polni dimorfizam kod adultnih jedinki ribarice

Analiza razlika između mužjaka i ženki (polni dimorfizam) rađena je na svih sedam prethodno navedenih morfoloških karakteristika, kod sve tri uzrasne kategorije (adulti, subadulti i juvenilne ili neonatalne jedinke) analizom varijanse (ANOVA) (tabele 4 i 5). U analizu su ušle samo jedinke hvatane prvi put (bez ponovno hvatanih jedinki) zbog eliminisanja efekta rasta jedinki tokom vremena.

Kod adultnih jedinki, polni dimorfizam je prisutan za sve analizirane osobine, tj. konstatovane su statistički visoko značajne razlike između polova (tabela 4). Analiza je obuhvatila merenje sedam morfoloških karakteristika kod 1163 mužjaka (izuzev u slučaju TL i HW) i kod 1508 jedinki ženskog pola (tabela 4).

**Tabela 4.** Srednje vrednosti (X), minimumi (Min) i maksimumi (Max) sa standardnom devijacijom, analiziranih morfometrijskih karakteristika za adultne jedinke po polu u uzorku (N)

Osobina	Mužjaci					Ženke				
	N	x	SD	Min	Max	N	x	SD	Min	Max
<b>SVL</b>	1163	66,8	5,30	53,0	80,9	1508	83,8	7,99	62,6	106,0
<b>TL</b>	1145	85,0	6,61	59,5	103,1	1456	103,4	9,39	74,5	129,4
<b>BM</b>	1163	121,5	33,74	19,0	307,2	1508	255,2	74,93	65,0	557,0
<b>CL</b>	1163	22,7	1,82	17,0	30,8	1501	27,9	2,67	20,5	37,5
<b>PPS</b>	1163	19,1	1,37	14,6	23,0	1500	23,1	1,94	17,0	29,3
<b>HW</b>	1162	7,2	0,68	5,2	10,0	1499	8,4	0,85	5,9	11,9
<b>JL</b>	1163	28,5	2,35	21,5	39,0	1502	36,8	3,39	24,2	45,2

Legenda: N- ukupan broj jedinki; x – srednja vrednost; SD – standardna devijacija; Min – minimum; Max – maksimum.

Statistička analiza je pokazala da su kod ženki zabeležene značajno veće vrednosti svih ispitivanih morfoloških osobina u odnosu na mužjake (tabela 5).

**Tabela 5.** Jednofaktorska ANOVA dela uzorka (adulti) sa polom kao faktorom, na osnovu vrednosti morfometrijskih karaktera

<b>Osobina</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>SVL</b>	3906,99	0,000***
<b>TL</b>	3157,55	0,000***
<b>BM</b>	3202,91	0,000***
<b>CL</b>	3197,87	0,000***
<b>PPS</b>	3477,22	0,000***
<b>HW</b>	1482,38	0,000***
<b>JL</b>	5071,40	0,000***

\*\*\* -  $p < 0,001$

#### **4.4. Polni dimorfizam kod subadultnih jedinki ribarice**

Analizirano je ukupno sedam osnovnih morfoloških karakteristika kod subadultnih jedinki ribarice u odnosu na pol. Analiza je obuhvatila merenje sedam morfoloških karakteristika kod 65 mužjaka (izuzev u slučaju TL) i kod 95 jedinki ženskog pola (tabela 6). Deskriptivna statistika sa osnovnim podacima, brojem obrađenih jedinki određenog pola, srednja vrednost dobijena za svaki ispitivani parametar kao i standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrednost su predstavljeni u tabeli 6.

Kod subadultnih jedinki, polni dimorfizam je takođe prisutan za sve analizirane osobine, tj. konstatovane su statistički visoko značajne razlike između polova (tabela 6). Vrednosti su bile statistički značajno veće kod ženki u poređenju sa mužjacima (tabela 7).



**Tabela 6.** Srednje vrednosti (X), minimumi (Min) i maksimumi (Max) sa standardnom devijacijom, analiziranih morfometrijskih karakteristika za subadultne jedinke po polu u uzorku (N)

Pol	Mužjaci					Ženke					
	Osobina	N	x	SD	Min	Max	N	x	SD	Min	Max
	<b>SVL</b>	65	47,95	5,28	30,40	52,7	95	54,0	7,30	30,0	62,0
	<b>TL</b>	62	61,81	6,96	38,30	77,3	91	68,0	9,37	37,7	79,4
	<b>BM</b>	65	43,74	15,76	10,90	104,6	95	66,1	26,72	12,5	133,0
	<b>CL</b>	65	18,06	1,71	12,84	21,1	95	20,0	2,16	13,9	24,5
	<b>PPS</b>	65	15,09	1,46	11,12	20,0	95	16,6	1,64	11,4	19,4
	<b>HW</b>	65	5,64	0,75	4,08	7,6	95	6,2	0,77	4,3	7,9
	<b>JL</b>	65	21,87	2,28	15,00	25,7	95	25,4	3,18	14,8	30,6

**Tabela 7.** Jednofaktorska ANOVA dela uzorka (subadulti) sa polom kao faktorom, na osnovu vrednosti morfometrijskih karaktera

Osobina	F	p
<b>SVL</b>	33,10	0,000***
<b>TL</b>	19,50	0,000***
<b>BM</b>	36,83	0,000***
<b>CL</b>	37,67	0,000***
<b>PPS</b>	35,90	0,000***
<b>HW</b>	17,62	0,000***
<b>JL</b>	58,93	0,000***

\*\*\* -  $p < 0,001$

#### 4.5. Polni dimorfizam kod juvenilnih jedinki ribarice

Analiza sedam osnovnih morfoloških karakteristika kod juvenilnih jedinki ribarice je sprovedena na 209 jedinki muškog i 253 jedinke ženskog pola (tabela 8). Deskriptivna statistika sa osnovnim podacima, brojem obrađenih jedinki određenog pola, srednja vrednost dobijena za svaki ispitivani parametar kao i standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrednost su predstavljeni u tabeli 8.

Statistička analiza podataka koja je sprovedena primenom ANOVA testa je pokazala da postoji statistički značajna razlika u većini osnovnih morfoloških karakteristika osim u slučaju mase tela (BM) i širine glave (HW) (tabela 9).

Upečatljiva razlika koja se javlja kod juvenilnih jedinki jeste činjenica da su vrednosti osnovnih morfoloških karakteristika bile statistički značajno veće kod jedinki muškog pola u odnosu na ženke (tabela 9).

**Tabela 8.** Srednje vrednosti (X), minimumi (Min) i maksimumi (Max) sa standardnom devijacijom, analiziranih morfometrijskih karakteristika za juvenilne jedinke po polu u uzorku (N)

Pol	Mužjaci					Ženke					
	Osobina	N	x	SD	Min	Max	N	x	SD	Min	Max
SVL		209	24,1	2,10	16,2	29,8	253	23,6	1,96	18,7	29,6
TL		209	30,8	2,59	22,9	38,5	252	29,8	2,58	22,6	40,0
BM		209	6,4	1,78	2,0	14,1	253	6,3	1,59	2,0	15,0
CL		208	12,1	0,67	9,7	14,1	251	12,3	0,64	10,6	15,3
PPS		208	10,3	0,60	7,0	12,3	251	10,5	0,63	8,0	12,9
HW		208	3,9	0,45	2,7	5,7	250	4,0	0,49	2,9	5,4
JL		208	13,7	0,79	11,8	15,9	251	14,0	0,83	11,6	16,9

**Tabela 9.** Jednofaktorska ANOVA dela uzorka (juvenilne jedinke) sa polom kao faktorom, na osnovu vrednosti morfometrijskih karaktera

<b>Osobina</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>SVL</b>	6,85	0,009**
<b>TL</b>	16,89	0,000***
<b>BM</b>	0,18	0,670
<b>CL</b>	11,22	0,001***
<b>PPS</b>	10,16	0,002**
<b>HW</b>	0,57	0,449
<b>J</b>	17,11	0,000***

\*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,05$

#### **4.6. Analiza kondicionog indeksa (BCI) – razlike između polova i uzrasnih kategorija**

Analiza kondicionog indeksa jedinki je sprovedena na sve tri uzrasne grupe jedinki (adulti, subadulti i juvenilne jedinke). U svim analizama su korišćeni podaci koji su sakupljeni tokom četvorogodišnjeg istraživanja u periodu od 2008. do 2012. godine (tabela 10).

Jednofaktorska ANOVA za BCI sa polom kao faktorom, za različite uzrasne kategorije (adulti, subadulti, juvenilne jedinke) i sezone (proleće, leto) predstavljena je u tabeli 11.

U slučaju adultnih jedinki, u prolećnoj sezoni mužjaci su imali daleko niže vrednosti BCI (negativne srednje vrednosti), dok su ženke bile u nivou očekivanih telesnih masa za date vrednosti standardne dužine tela (BCI oko nulte vrednosti). Interesantno je da se situacija promenila u letnjoj sezoni, bez obzira što za analizu nisu uzete u obzir gravidne jedinke, niti one sa plenom u želucu. Ženke su pokazale visoko pozitivne vrednosti BCI, dok su mužjaci i dalje imali negativne srednje vrednosti ovog parametra (tabela 10; slika 15).

Kod subadultnih jedinki, u obe sezone su i mužjaci i ženke imali negativne srednje vrednosti BCI, mada su mužjaci imali nešto manje negativne srednje vrednosti, tj. bili su u boljem kondicionom stanju u obe sezone (tabela 10).

Kod juvenilnih jedinki oba pola u obe sezone, ispitivane jedinke su imale pozitivne srednje vrednosti BCI. Potrebno je napomenuti da su vrednosti BCI bile veće kod jedinki tokom prolećne sezone istraživanja u odnosu na letnju sezonu (tabela 10).

**Tabela 10.** Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ), standardne greške (SE) i veličina uzorka (N) BCI po polovima, za različite uzrasne kategorije (adulti, subadulti, juvenilne jedinke) i sezone (proleće, leto) istraživanja

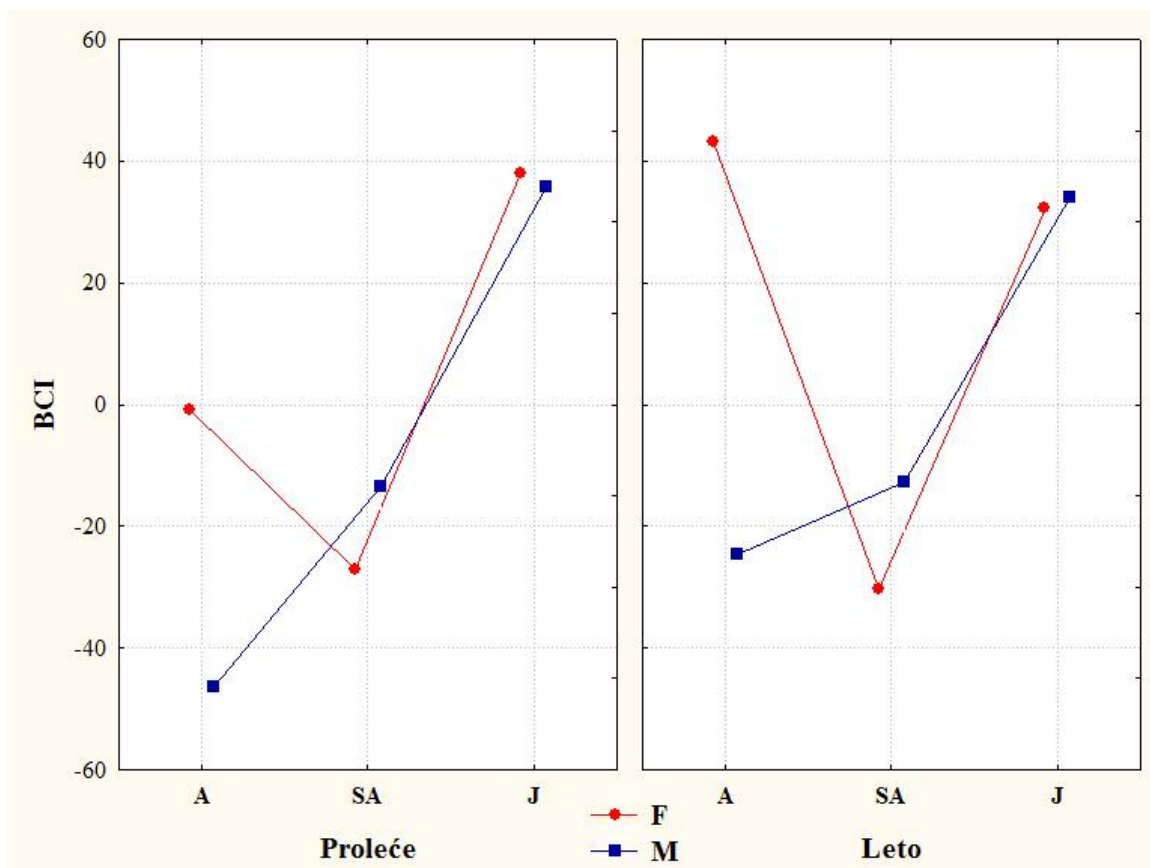
	Sezona	Pol	$\bar{x}$	SE	N
<b>Adulti</b>	<b>Proleće</b>	<b>Ženke</b>	-0,92	1,06	907
		<b>Mušjaci</b>	-46,29	1,14	780
	<b>Leto</b>	<b>Ženke</b>	43,27	1,74	660
		<b>Mušjaci</b>	-24,67	2,15	431
<b>Subadulti</b>	<b>Proleće</b>	<b>Ženke</b>	-27,14	4,40	26
		<b>Mušjaci</b>	-13,51	5,79	15
	<b>Leto</b>	<b>Ženke</b>	-30,24	4,53	11
		<b>Mušjaci</b>	-12,81	7,52	4
<b>Juvenilne jedinke</b>	<b>Proleće</b>	<b>Ženke</b>	37,98	0,49	247
		<b>Mušjaci</b>	35,84	0,54	202
	<b>Leto</b>	<b>Ženke</b>	32,27	7,54	5
		<b>Mušjaci</b>	34,11	7,54	5

**Tabela 11.** Jednofaktorska ANOVA za BCI u odnosu na pol i sezonu

Faktor	Kategorija	Sezona	df	F	p
Mužjaci/Ženke	Adulti	Proleće	1, 1686	846,45	0,000***
		Leto	1, 1090	605,19	0,000***
Mužjaci/Ženke	Subadulti	Proleće	1, 40	3,51	0,068
		Leto	1, 14	3,94	0,069
Mužjaci/Ženke	Juvenilne jedinke	Proleće	1, 448	8,55	0,004**
		Leto	1, 9	0,03	0,867

\*\* -  $p < 0,05$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Statistička analiza podataka je pokazala da visoko statistički značajna razlika u BCI između mužjaka i ženki postoji samo kod adultnih jedinki i to i tokom prolećne i tokom letnje sezone istraživanja (tabela 11). Kod juvenilnih jedinki statistički značajna razlika u BCI između mužjaka i ženki je prisutna samo tokom prolećne sezone istraživanja (tabela 11). Za razliku od ove dve grupe jedinki, kod subadultnih jedinki ne postoji statistički značajna razlika u BCI u odnosu na pol ni tokom prolećne ni tokom letnje sezone istraživanja (tabela 11).



**Slika 15.** BCI kod adultnih (A), subadultnih (SA) i juvenilnih (J) jedinki oba pola ribarica tokom proleća i leta

#### 4.7. BCI – Razlike između polova i uzrasnih kategorija po godinama

U sledećem setu analiza koje su sprovedene poređene su različite godine istraživanja međusobno (od 2008. do 2012. godine). Statistička obrada rezultata je sprovedena primenom dvofaktorske ANOVA analize za BCI sa polom i godinom kao faktorom, za različite uzrasne kategorije (adulti, juvenilne jedinke) i sezone (proleće, leto). Subadultna kategorija nije rađena zbog malog broja prikupljenih podataka.

**Tabela 12.** Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ), standardne greške (SE) i veličina uzorka (N) BCI po polovima, za adultne i juvenilne jedinke i sezone (proleće, leto) po godinama istraživanja

Pol	<i>Adultne jedinke</i>				<i>Juvenilne jedinke</i>							
	Sez./God.	$\bar{x}$	SE	N	Sez./God.	$\bar{x}$	SE	N	Sez./God.	$\bar{x}$	SE	N
<b>Ž</b>	Proleće 2008	-12,03	2,27	189	Leto 2008	42,15	4,60	86	Proleće 2008	34,79	3,27	5
	Proleće 2009	1,71	2,11	220	Leto 2009	8,78	4,50	90	Proleće 2009	35,10	0,87	71
	Proleće 2010	-3,92	1,88	278	Leto 2010	53,92	2,37	324	Proleće 2010	35,78	1,24	35
	Proleće 2011	14,85	3,32	89	Leto 2011	40,32	3,41	157	Proleće 2011	40,60	0,67	121
	Proleće 2012	6,38	2,73	131	Leto 2012	113,07	24,64	3	Proleće 2012	36,66	1,89	15
	Proleće 2008	-55,46	2,64	140	Leto 2008	25,36	5,07	71	Proleće 2008	38,40	3,27	5
<b>M</b>	Proleće 2009	-48,57	2,02	239	Leto 2009	41,80	4,52	89	Proleće 2009	35,35	0,88	69
	Proleće 2010	-42,56	2,11	219	Leto 2010	17,82	3,15	184	Proleće 2010	31,17	1,44	26
	Proleće 2011	-39,82	2,87	119	Leto 2011	21,19	4,63	85	Proleće 2011	37,88	0,75	95
	Proleće 2012	-42,48	3,94	63	Leto 2012	16,63	30,18	2	Proleće 2012	28,42	2,77	7

M – mušjaci, Ž – ženke.

U grupi adultnih jedinki, u prolećnoj sezoni mušjaci su imali daleko niže vrednosti BCI (negativne srednje vrednosti), u svim godinama istraživanja u odnosu na ženke (tabela 12). Ženke su imale i pozitivne i negativne vrednosti BCI u različitim godinama, pri čemu su u „najboljem“ kondicionom stanju bile tokom proleća 2011. godine, a u „najlošijem“ u proleće 2008. godine (tabela 12).

U letnjoj sezoni, mušjaci su i dalje imali negativne srednje vrednosti BCI u svim godinama, s tim što su u „najboljem“ kondicionom stanju bili 2010. i 2012. godine (2012. godina je bila sa veoma malim uzorkom adultnih mužjaka). Interesantno je da se situacija promenila kod ženki u letnjim sezonama, bez obzira na to što u analize nisu ušle gravidne jedinke, niti one sa plenom u želucu. Ženke su pokazale pozitivne vrednosti BCI, u svim godinama istraživanja, pri čemu su u „najboljem“ kondicionom stanju bile, isto kao i mušjaci, 2010. godine, kao i 2012. godine (kada je uzorak bio izuzetno mali) (tabela 12).

Kod juvenilnih jedinki, oba pola u prolećnoj sezoni svih godina istraživanja, zabeležene su pozitivne srednje vrednosti za BCI (tabela 12).

**Tabela 13.** ANOVA analiza za BCI u odnosu na pol ribarice, sezonu i godinu istraživanja

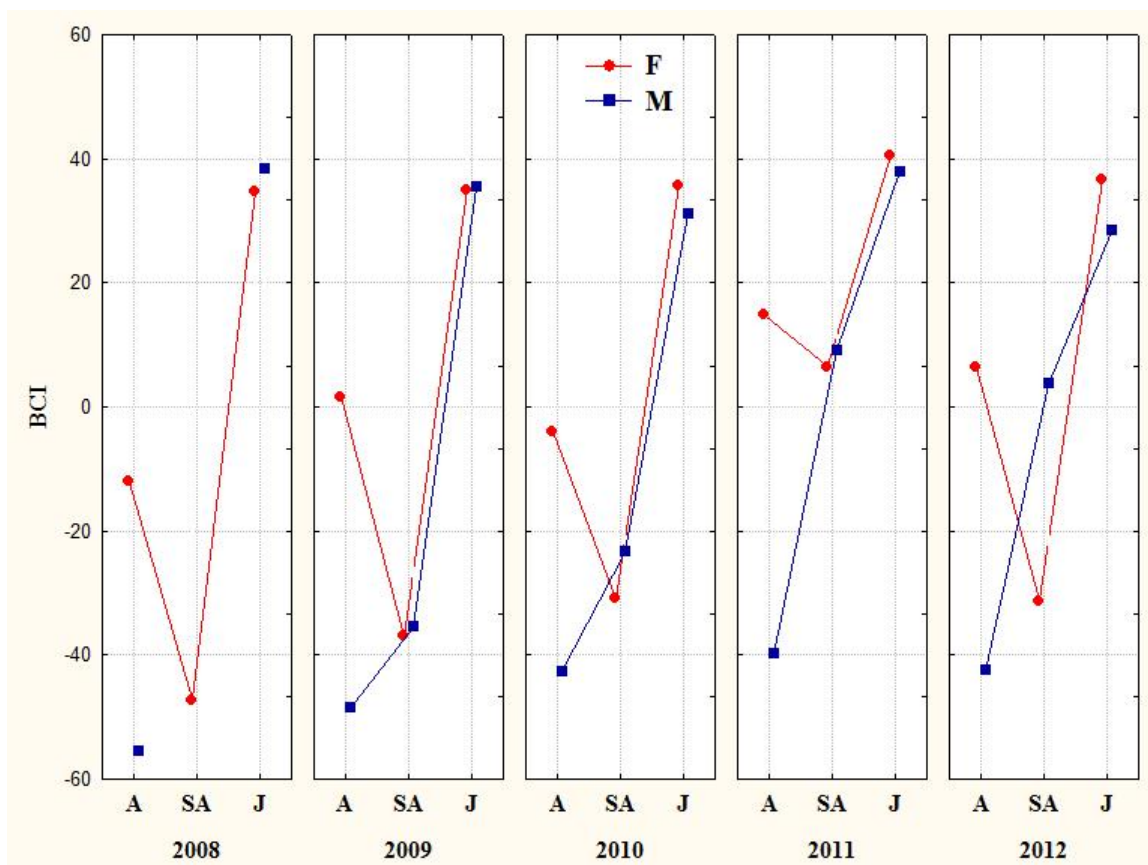
Sezona	<i>Adultne jedinke</i>						<i>Juvenilne jedinke</i>		
	Proleće			Leto			Proleće		
	df	F	P	df	F	p	df	F	p
<b>Pol</b>	1,1686	784,85	0,000***	1,1090	87,75	0,000***	1,448	3,53	0,061
<b>Sez./God.</b>	4,1686	16,25	0,000***	4,1090	22,29	0,000***	4,448	12,21	0,000***
<b>Pol*</b>	4,1686	3,43	0,008**	4,1090	2,81	0,024*	4,448	2,65	0,033*
<b>Sez./God.</b>									

\*\* -  $p < 0,05$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Statistička obrada rezultata je pokazala da kod adultnih jedinki, postoje statistički visoko značajne razlike i između polova i između godina za BCI, kako u prolećnoj, tako i u letnjoj sezoni (tabela 13; slika 16). Interakcije su takođe značajne, ali sa dosta nižim nivoom značajnosti u obe sezone.

Kod juvenilnih jedinki, rađena je samo prolećna sezona (zbog malog broja podataka dobijenih tokom leta) i utvrđena je visoka statistička značajnost za BCI samo između godina. Interakcija je takođe bila značajna, ali sa mnogo nižim nivoom (tabela 13).





**Slika 16.** BCI indeks kod adultnih, subadultnih i juvenilnih predstavnika ribarica sa ostrva Golem grad tokom prolećne sezone u odnosu na pol i godinu istraživanja

#### 4.8. BCI – Razlike između polova za adultne jedinke po zonama

Urađene su i analize za BCI između adultnih mužjaka i ženki po kodovima zona ostrva Golem grad (NE i E zona su spojene, zbog male veličine uzorka). Za subadultne i juvenilne jedinke nije bilo moguće uraditi ovako detaljne analize, jer nije bilo dovoljno podataka.

Statistička obrada rezultata je i u ovom slučaju sprovedena primenom dvofaktorskog ANOVA testa za BCI sa polom i zonom kao faktorom, za različite adultne jedinke i sezone (proleće, leto).

**Tabela 14.** Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ), standardne greške (SE) i veličina uzorka (N) BCI po polovima, za adultne jedinke i sezone (proleće, leto) po različitim zonama

Pol	Proleće				Leto			
	Zona	x	SE	N	Zona	x	SE	N
Ženke	S	3,88	3,07	105	S	32,34	5,08	74
	SW	11,82	4,32	53	SW	47,44	3,48	158
	W	-0,07	3,03	108	W	31,83	5,11	73
	NW	-16,29	4,36	52	NW	43,34	4,13	112
	P	-17,26	7,42	18	P	13,97	14,56	9
	N	-5,64	3,54	79	N	39,24	4,53	93
	SE	5,58	2,17	211	SE	36,61	4,95	78
	NE	13,58	3,54	79	NE	77,12	5,50	63
	Mužjaci	S	-44,65	2,86	121	S	-27,73	7,00
SW		-46,54	4,59	47	SW	-26,78	4,58	91
W		-45,37	3,00	110	W	-26,81	5,59	61
NW		-48,12	4,13	58	NW	-27,15	4,80	83
P		-48,50	8,12	15	P	-15,89	15,45	8
N		-39,77	3,09	104	N	-20,28	6,06	52
SE		-43,87	2,61	145	SE	-24,08	4,98	77
NE		-39,83	6,17	26	NE	-9,52	9,77	20

Analiza je pokazala da su kod adultnih jedinki, u prolećnim sezonama mužjaci imali daleko niže vrednosti BCI (negativne srednje vrednosti), u svim zonama i to u podjednako meri. Ženke su imale i pozitivne i negativne vrednosti BCI u različitim zonama, pri čemu su u „najboljem“ kondicionom stanju bile u NE (severoistočnim) i SW (jugozapadnim) zonama, a u „najlošijem“ u NW (severozapadnim) zonama i na platou ostrva (tabela 14).

U letnjim sezonama, mužjaci su i dalje imali negativne srednje vrednosti BCI u svim zonama, s tim što su u „najboljem“ kondicionom stanju bili u NE (severoistočnoj) zoni. Interesantno je da se situacija promenila kod ženki u letnjim sezonama, bez obzira što u analize nisu ušle gravidne jedinke, niti one sa plenom u želucu.

Ženke su pokazale pozitivne vrednosti BCI, u svim zonama, pri čemu su u „najboljem“ kondicionom stanju bile, isto kao i mužjaci, u zoni (severoistočnoj) NE, a u „najlošijem“ kondicionom stanju na platou ostrva (tabela 14).

**Tabela 15.** ANOVA analiza za BCI u odnosu na pol ribarice, sezonu, godinu i zonu istraživanja

	Proleće			Leto		
	df	F	P	df	F	p
<b>Pol</b>	1,1330	391,71	0,000***	1,1090	281,67	0,000***
<b>Zona code</b>	7,1330	3,86	0,000***	7,1090	3,80	0,000***
<b>Pol*Zona code</b>	7,1330	2,85	0,006**	7,1090	1,65	0,118

\*\* -  $p < 0,05$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Statistička obrada rezultata je pokazala da kod adultnih jedinki, postoje statistički visoko značajne razlike i između polova i između zona za BCI, kako u prolećnoj, tako i u letnjoj sezoni (tabela 15). Interakcije su takođe značajne, ali sa nižim nivoom značajnosti i to samo u prolećnoj sezoni (tabela 15).

#### **4.9. BCI – Razlike između polova za adultne jedinke po kolor morfama**

U sledećem setu analiza sprovedena je i statistička analiza razlika BCI između polova u odnosu na kolor morfe. Primenjena je dvofaktorska analiza ANOVA za BCI sa polom i kolor morfom kao faktorom, za različite adultne jedinke i sezone (proleće, leto).

**Tabela 16.** Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ), standardne greške (SE) i veličina uzorka (N) BCI po polovima, za adultne jedinke i sezone (proleće, leto) po različitim kolor morfama

Pol	Kolor morfa	Proleće			Leto		
		$\bar{x}$	SE	N	$\bar{x}$	SE	N
Ženke	Siva	-4,25	2,01	252	44,78	2,99	221
	Tačkasta	1,21	1,41	512	41,42	2,32	367
	Crna	1,35	2,83	127	51,23	5,36	69
Mužjaci	Siva	-45,71	2,32	189	-21,75	4,05	121
	Tačkasta	-46,43	1,56	418	-26,23	2,97	225
	Crna	-45,53	2,66	144	-24,70	4,83	85

Analize su pokazale da kod adultnih jedinki, u prolećnim sezonama mužjaci sve tri kolor-morfe imaju daleko niže vrednosti BCI (negativne srednje vrednosti), i to u podjednako meri. Ženke su imale i pozitivne i negativne vrednosti BCI u različitim zonama, pri čemu su u „najboljem“ kondicionom stanju bile jedinke „crne“ morfe, a u „najlošijem“ jedinke „sive“ varijante (tabela 16).

U letnjim sezonama, mužjaci sve tri kolor morfe su i dalje imali negativne srednje vrednosti BCI, s tim što su u „najboljem“ kondicionom stanju bili oni „sive“ morfe. Kod ženki u letnjim sezonama, pozitivne vrednosti BCI su imale sve tri morfe, pri čemu su u „najboljem“ kondicionom stanju bile jedinke „crne“ varijante (tabela 16).

**Tabela 17.** Jednofaktorska ANOVA analiza za BCI u odnosu na kolor morfe ribarica

	Proleće			Leto		
	df	F	p	df	F	p
<b>Pol</b>	1,1641	637,79	0,000***	1,1087	482,37	0,000***
<b>Kolor morfa</b>	2,1641	0,99	0,371	2,1087	1,37	0,253
<b>Pol*Kolor morfa</b>	2,1641	1,42	0,242	2,1087	0,63	0,531

\*\*\* -  $p < 0,001$

Statistička analiza je pokazala da kod adultnih jedinki postoje visoko statistički značajne razlike i između polova, ali ne i između kolor morfi, kako u prolećnoj, tako i u letnjoj sezoni (tabela 17). Interakcije takođe nisu značajne (tabela 17).

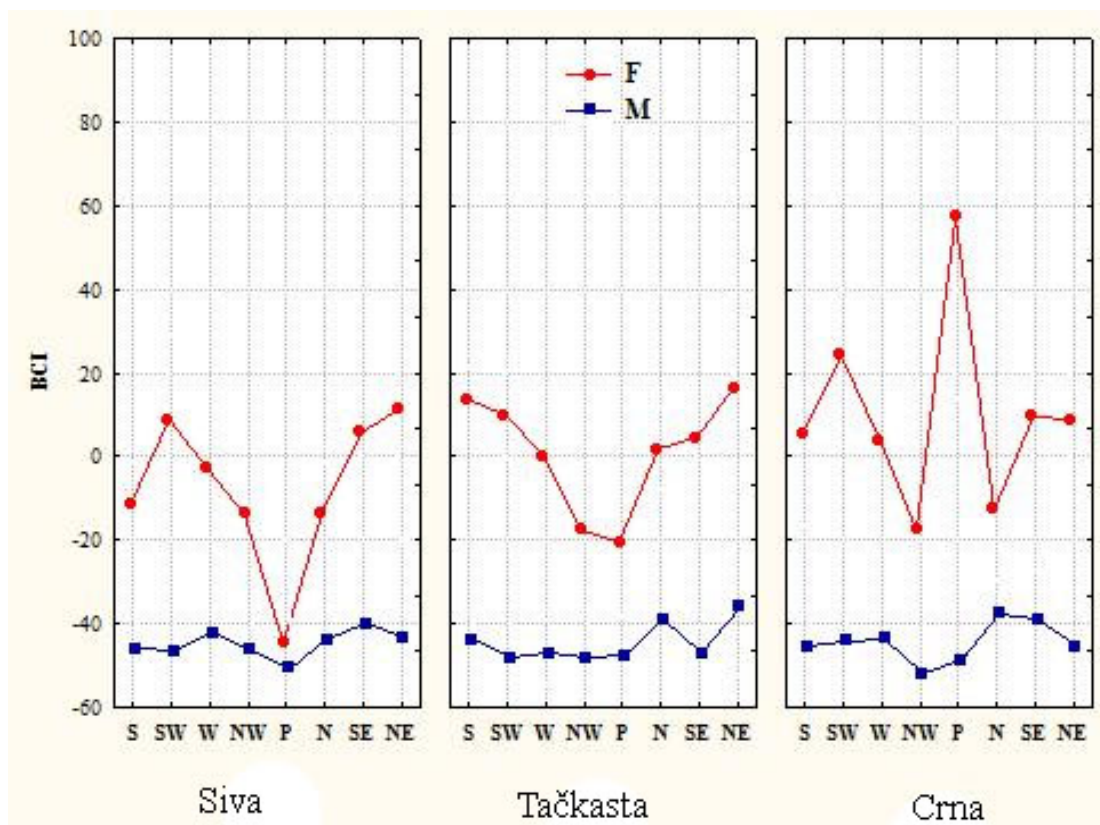
#### **4.10. BCI – analize između polova za adultne jedinke po kolor morfama i zonama ostrva**

##### **4.10.1. Prolećna sezona**

U prolećnoj sezoni, kod mužjaka nije bilo velikih odstupanja po BCI u odnosu na zone i kolor morfe. U svim slučajevima, srednje vrednosti BCI su bile daleko u negativnim vrednostima. Mnogo izraženije razlike su zabeležene kod ženki (slika 17).

Što se tiče “sive” varijante, najnegativnije vrednosti BCI su imale jedinke nađene na platou, a zatim one sa N (severnih) i NW (severozapadnih) plaža. Sličan trend je prisutan i kod jedinki “tačkaste” morfe.

Međutim, kod jedinki “crne” morfe, trend je upravo suprotan – jedinke nađene na platou, imale su najviše vrednosti BCI u prolećnoj sezoni. Najniže vrednosti BCI ove morfe su imale jedinke sa N (severnih) i NW (severozapadnih) plaža (slika 17).



**Slika 17.** Analize BCI između polova za adultne jedinke ribarice po kolor morfama i zonama tokom prolećne sezone

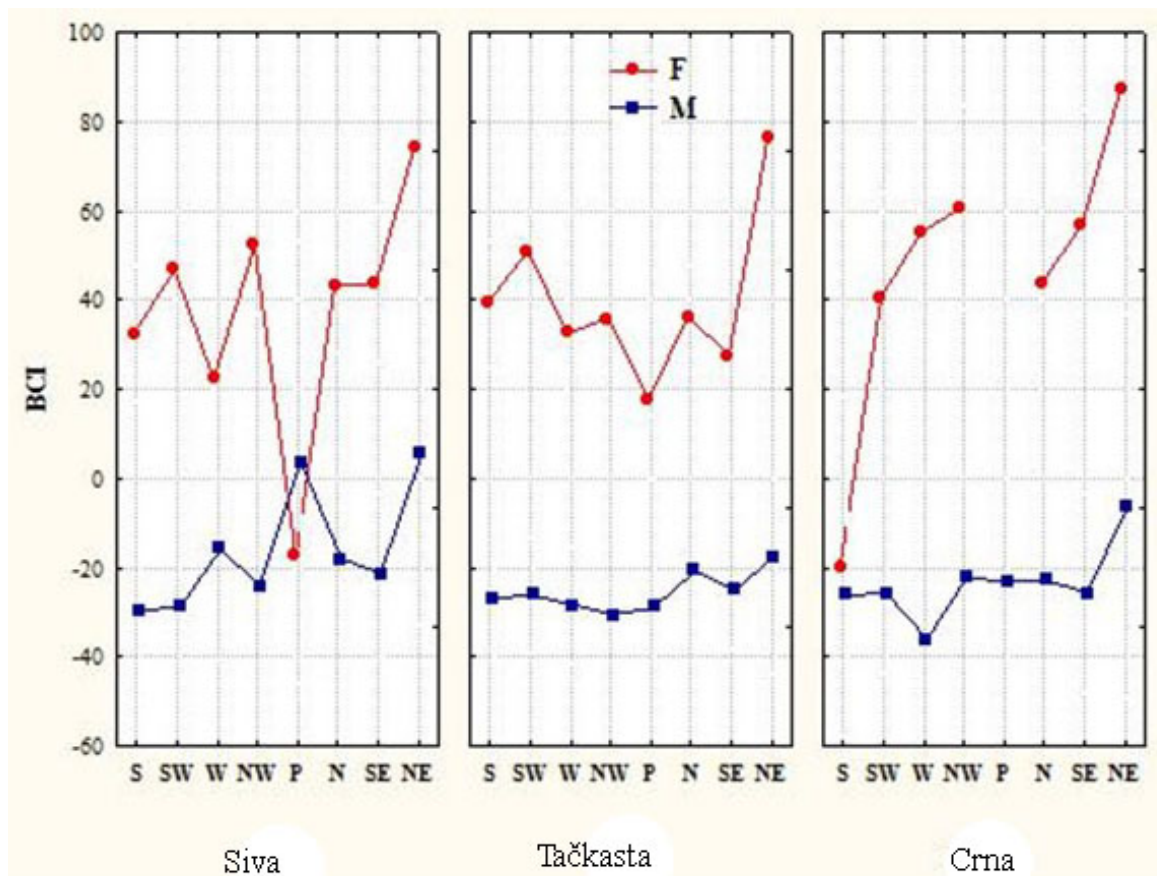
#### 4.10.2. Letnja sezona

U letnjoj sezoni, kod mužjaka “sive” varijante, jedine pozitivne vrednosti BCI su imale jedinke sa platoa i sa NE (severoistočne) plaže. Što se tiče “tačkaste” morfe, vrednosti BCI su veoma malo varirale, ali su ipak najviše vrednosti imale jedinke sa NE plaže (slika 18).

Jedinke “crne” forme su imale najviše vrednosti BCI u zoni NE plaže. Mnogo izraženije razlike su bile kod ženki (slika 18).

Što se tiče “sive” varijante, najnegativnije vrednosti BCI su imale jedinke uhvaćene na platonu (slično kao i u prolećnoj sezoni), a najviše vrednosti jedinke sa NE plaže. Sličan trend je prisutan i kod jedinki “tačkaste” morfe.

Međutim, kod jedinki “crne” morfe, trend je drugačiji – jedinke uhvaćene na južnoj plaži su imale najniže vrednosti BCI, a one nađene na NE plaži su imale najviše vrednosti (slika 18).



**Slika 18.** Analize BCI između polova za adultne jedinke ribarice po kolor morfama i zonama tokom letnje sezone

#### 4.11. Dnevno-noćna i sezonska aktivnost

Tokom sunčanog perioda od sredine aprila do početka maja meseca primećen je veliki broj zmija koje se sunčaju, udvaraju, pare ili hrane (hvataju ribu). Tokom kišnih i tmurnih dana, zmije nisu aktivne i uglavnom se nalaze ispod kamenja. Zmije su takođe neaktivne i skrivene ispod velikog kamenja za vreme hladnih dana tokom kasnog septembra i početka oktobra. Za vreme toplih letnjih dana zmije pokazuju tendenciju da su izložene suncu tokom jutarnjih i večernjih časova, dok su za vreme najviših temperatura skrivene i nisu direktno izložene sunčevom zračenju. Za vreme toplih letnjih noći (kada prosečna temperatura ne pada ispod 19 °C) redovno se mogu videti ribarice kako love ribu za ishranu (slika 19). Pokušaji da se zmije pronađu u toku pozne jeseni (oktobar, novembar) nisu dali rezultate, pronađena je samo jedna zmija. Tokom decembra, februara i marta nije pronađena ni jedna zmija, čak ni ispod velikog kamenja. S obzirom da su zmije bile neaktivne od oktobra do kraja aprila najverovatnije je da zmije hiberniraju tokom pet do šest meseci godišnje.



**Slika 19.** Ribarica koja se sprema za noćni lov



#### 4.12. Odlike ishrane

Kombinovanjem metoda želudačne palpacije i spontane regurgitacije dokazano je prisustvo tek progutanog plena kod 845 jedinki (23,3%); ovakav odnos je zabeležen i kod ponovno uhvaćenih jedinki (23,9%, N=905). Kod 130 jedinki ribarica u želucu je pronađen isključivo sadržaj koji se odnosio na piscivornu ishranu. Kod najvećeg broja zmijsa koje su palpirane sadržaj želuca je određen grubom taksonomskom analizom (N=81; 62,3% nedavno ingestiranih riba je lako prepoznato metodom palpacije).

Regurgitacija nedavno progutanih životinja je pružila mogućnost za detaljniju taksonomsku analizu sadržaja želuca. Belvica ili njoj bliske vrste su bile najčešći plen ribarica: *Alburnus belvica* zastupljena sa 35,6% od ukupnog broja analiziranih vrsta iz sadržaja želuca, 51,1% plena je identifikovano kao *Alburnus sp.* (od svih analiziranih uzoraka 86,7% plena pripada rodu *Alburnus*). U pet uzoraka sadržaja želuca ribarica zabeleženo je prisustvo sunčanice (*Lepomis gibbosus*, 11,1%) i kod nešto manjeg broja je zabeležena vrsta prespanski skobalj (*Chondrostoma sp.*, 2,2%). Među zmijsama koje su pronađene udavljene i zaglavljene u ribarske mreže, dve od njih su imale u želucu svežu *Alburnus belvica* (slika 20).



**Slika 20.** Prespanska belvica (*Alburnus belvica*)

Posmatranjem i istraživanjem direktno na terenu primećeno je da zmijsa uglavnom love belvicu i sunčanicu). Zmijsa love ribe u najvećem broju u neposrednoj blizini obale, tačnije 5 m od obale. U nekim slučajevima zmijsa su lovile u velikom broju. Retko su primećene jedinke ribarica kako plivaju na udaljenosti većoj od 100 m od obale (samo njih 5). Podvodna istraživanja nisu pružila nove i dodatne informacije s obzirom da je vidljivost bila jako mala (manja od 2 m).

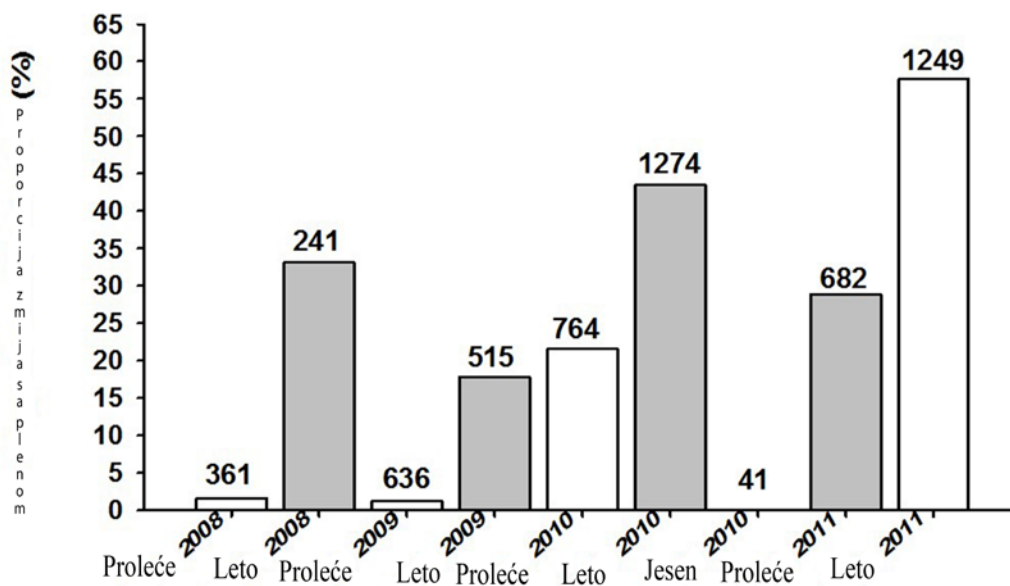
U jednom slučaju disekovana je i jednika koja je pronađena mrtva i tom prilikom konstatovano je prisustvo plena u digestivnom sistemu. Disekcijom je utvrđeno da se radi isključivo o jedinkama prespanske belvice (slika 21).



**Slika 21.** Disekovana uginula jedinka ribarice sa plenom u digestivnom traktu

Stopa hranjenja se menjala sezonski (grafikon 9;  $\chi^2=587,6$ ,  $df=6$ ,  $p<0,01$ ) bez jasne značajne razlike između polova ( $\chi^2=3,11$ ,  $df=1$ ,  $p=0,078$ ). Ribarice retko imaju pun sadržaj želuca tokom ranog proleća (od kraja aprila do sredine maja samo 10,2% zmija je detektovano sa plenom u želucu). Ova vrsta zmije takođe ne lovi plen ni tokom jeseni (od septembra do oktobra). Procenat zmija koje u želucu imaju plen raste tokom leta u periodu od juna do avgusta (35,7% zmija imalo je sadržaj plena u želucu).

Statistička analiza između različitih perioda je pokazala značajnu razliku u nivou ishrane ribarica (poređene su zabeležene vrednosti tokom proleća u odnosu na leto,  $\chi^2=485,4$ ;  $df=5$ ,  $p<0,001$ ). Na primer, tokom 2009. godine stopa ishrane je bila jako niska i tokom proleća i tokom leta, dok je u proleće i leto iduće godine bila znatno viša (slika 22).



**Slika 22.** Sezonske varijacije u odnosu na količinu plena pronađenu u želucu zmija ribarica (0% tokom jeseni 2010. godine)

#### 4.13. Reproductivne karakteristike

Parenje je zabeleženo odmah nakon izlaska iz hibernacije, od kraja aprila do sredine maja. Registrovan je veliki broj zmija u kopulaciji pri čemu je opšta slika bila uglavnom predstavljena sa nekoliko zmija (uglavnom više od 5 jedinki) povezanih u nestabilne spletove za parenje (slika 23). Tokom istraživanja nisu primećene ritualne borbe između mužjaka.



**Slika 23.** Splet ribarica tokom parenja

Palpacijom više od 2200 jedinki ženskog pola nisu detektovani folikuli koji rastu u njima tokom prolećne sezone (slika 24). Međutim, kod tri ženke koje su stradale od strane ptica i zatim disekovane, primećeno je prisustvo rane vitelogeneze pri čemu su folikuli bili dugački u proseku između 1 i 1,5 cm. Krajem juna i početkom jula kod gravidnih ženki su palpacijom vrlo lako i jasno uočeni folikuli. U ovom periodu 2009. i 2010. godine na slučajnom uzorku analiziranih jedinki određivan je procenat gravidnih ženki i fekunditet. Od ukupnog broja analiziranih ženki (621) njih 336 (54,2%) je bilo gravidno, dok kod njih 283 (45,5%) nije potvrđeno prisustvo jaja, a dve ženke su nedavno položile jaja (utvrđeno je na osnovu prisustva rastegnute kože na distalnom delu tela, 0,3%). Tokom avgusta meseca nije detektovana ni jedna gravidna ženka što ukazuje da ribarice polažu jaja tokom jula meseca.

Prosečno je u gnezdu bilo  $9,4 \pm 2,0$  položenih jaja (N=284 detektovano kod ženki kod kojih je prisustvo folikula potvrđeno palpacijom, tabela 18). Broj jaja se kretao u opsegu između 4 i 15.



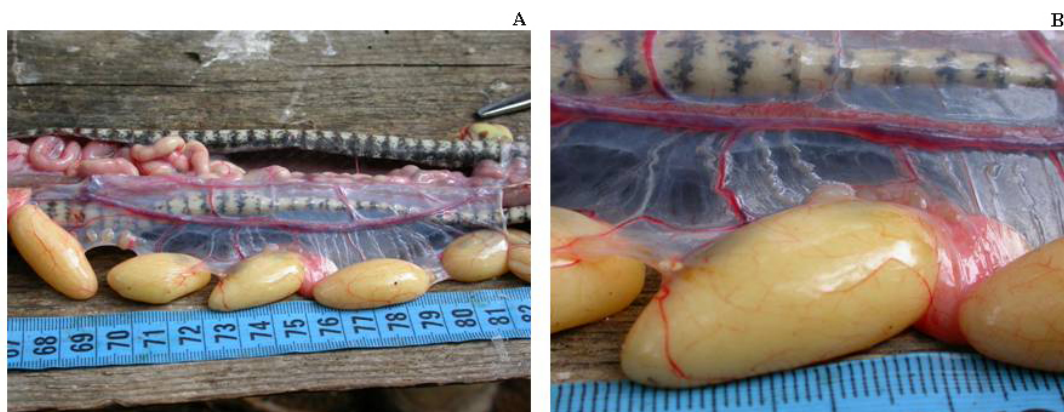
**Slika 24.** Palpiranje folikula

**Tabela 18.** Reproduktivne karakteristike ribarica sa ostrva Golem grad dobijene primenom nekoliko različitih metodoloških pristupa

Izvor	Uzorak	Karakteristika	X ± SD (opseg)
Slučajni uzorak	Gravidne ženke (N=284)	SVL	89,4±7,7 (73,6–108,0)
		BM	245,2±74,2 (78,0–454,0)
Mrtve ženke (a)	Gravidne ženke (N=5)	SVL	87,7±5,6 (82,3–96,8)
		BM	334,6±88,0 (199–418)
	Razvoj folikula(N=58)	EL	3,6±0,5 (2,2–4,6)
		EM	7,7±1,4 (4,8–10,1)
Mrtve ženke (b)	Gravidne ženke (N=9)	SVL	79,2±6,9 (68,8–86,5)
		BM	299,7±60,1 (221–387)
	Razvoj folikula (N=83)	EL	3,1±0,5 (1,4–4,0)
		EM	2,8±1,1 (0,3–4,4)
Izleženi	Juvenilne jedinke (N=11)	SVL	15,3±1,1 (13,8–17,6)

Legenda: SVL: dužina tela od njuške do kloakalnog otvora (cm), BM: masa tela (g), EL: dužina jaja ili folikula (cm), EM: masa jaja ili folikula (g).

Mrtve gravidne ženke su pronađene u mrežama lovokradica. Nakon toga su disekovane i obrađene tokom juna 2009. godine (a) i juna 2010. godine (b). Jedanaest novoizleženih jedinki je mereno odmah nakon hvatanja na terenu (telesna masa nije određena) (slika 25).



**Slika 25.** Disekovana ženka ribarice sa jajima (A) i detalj jajeta sa folikulom iznad njega (B)

Podaci o fekunditetu koji su dobijeni tokom 2009. 2010. i 2011. godine nisu pružili mogućnost za analizu razlike u fekunditetu između ženki različitog tipa kolor morfe (crne, sive, tačkaste). Statistička obrada rezultata koja je sprovedena primenom neparametrijskog Kruskal-Wallis ANOVA testa je pokazala da ne postoji razlika u fekunditetu između godina istraživanja i različitih kolor morfi (tabela 19).

**Tabela 19.** Razlika u fekunditetu tri kolor morfe ribarica u tri godine istraživanja (df = 2 u svim ispitivanim slučajevima)

<b>Godina</b>	<b>H</b>	<b>p</b>	<b>N</b>
<b>2009</b>	4,64	0,098	<b>256</b>
<b>2010</b>	3,44	0,179	<b>170</b>
<b>2011</b>	<b>1,67</b>	<b>0,434</b>	<b>273</b>

**Tabela 20.** Srednja vrednost ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija (SD), broj jedinki (N) i opseg ispitivanog fekunditeta ribarica iz različitih zona ostrva Golem grad

<b>Zone</b>	<b>N</b>	<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>SD</b>	<b>Opseg</b>
<b>S</b>	150	9,3	2,00	4 – 15
<b>SW</b>	75	8,9	2,69	3 – 16
<b>W</b>	172	9,3	2,39	4 – 20
<b>SE</b>	177	9,4	2,26	1 – 15
<b>N</b>	125	8,4	2,25	1 – 14

Multipna komparacija rankova analiziranih grupa je rađena da bi se detaljnije ustanovilo između kojih zona postoje statistički značajne razlike u broju jaja. Analize fekunditeta su rađene i na različitim zonama obala ostrva (kodovi zona) (S, SW, W, SE i N) da bi se videlo da li postoje razlike u prosečnom broju jaja između ženki koje ih naseljavaju (tabela 20).

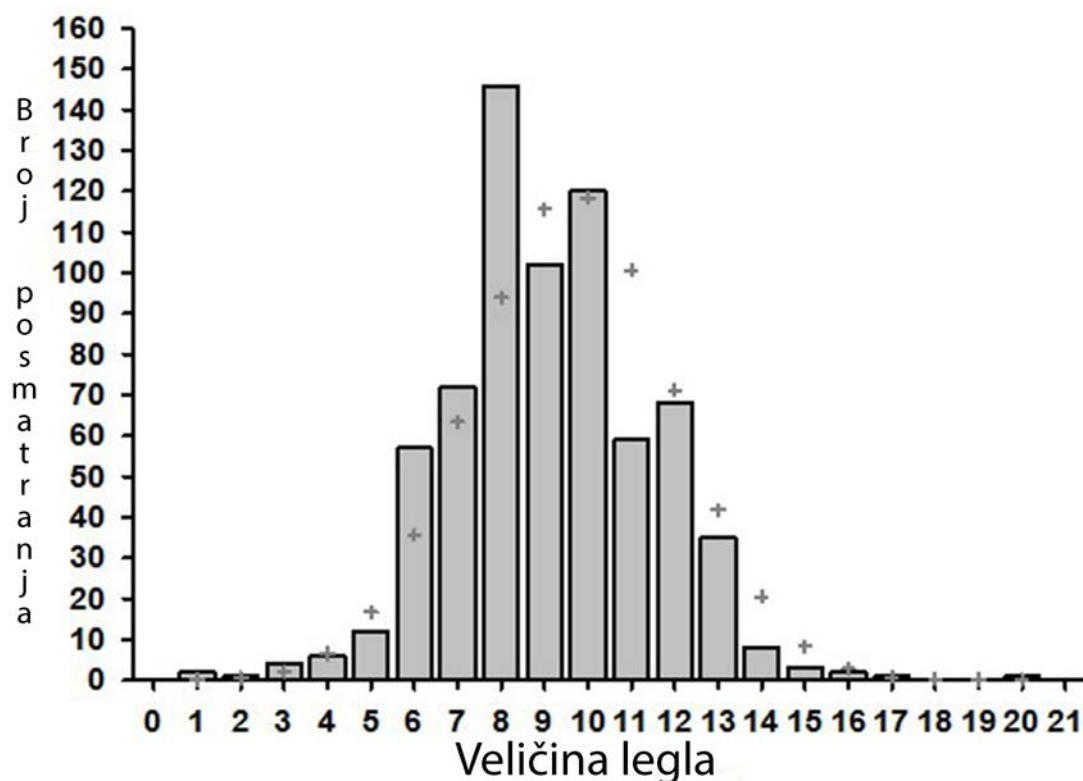
Statistička analiza koja je sprovedena primenom neparametrijskog Kruskal-Wallis ANOVA testa za međusobno poređenje više nezavisnih grupa je pokazala da postoje statistički visoko značajne razlike u broju jaja između različitih zona obala ( $H = 16,59$ ,  $df = 4$ ,  $p = 0,002$ ).

Najveće razlike ustanovljene su između severne zone ostrva (N) i jugoistočne (SE) i južne (S) zone ostrva. Rezultati ovog testa dati su u tabeli 21.

**Tabela 21.** Multipna komparacija rankova između fekunditeta ženki iz različitih zona ostrva Golem grad

Zone	S	SW	W	SE	N
S		1,23	0,49	0,46	3,17
SW	1,000		0,86	1,63	1,43
W	1,000	1,000		0,99	2,80
SE	1,000	1,000	1,000		3,72
N	<b>0,015*</b>	1,000	0,052	<b>0,002**</b>	

Distribucija veličine legla nije bila normalna (Shapiro-Wilk  $W=0,95$ ;  $p<0,01$ ; slika 26): broj legala sa manje od 8 jaja je bio jako mali, najveći broj je imao 8 jaja (izbrojano je 79 legala od 8 jaja ali samo 40 njih je bilo ispod teorijske vrednosti normalne raspodele). Disekcija je sprovedena na 5 mrtvih gravidnih ženki tokom 2009. godine i 17 drugih ženki koje su pronađene u ribarskim mrežama u junu 2010. godine (9 je bilo gravidno, 52,9%). Prosečna veličina legla tj. broj jaja od ovih (9 mrtvih i 5 mrtvih iz mreže) 14 gravidnih ženki je bila  $10,1 \pm 2,6$  (od 7 do 16 jaja u opsegu), ukazujući da se palpacijom ostalih 284 živih gravidnih ženki došlo do adekvatne procene broja folikula tj. jaja u njima (poređenjem dve vrednosti veličine legla tj. prosečnog broja položenih jaja od 9,4 nasuprot 10,1: t-test  $p=0,209$ ).



**Slika 26.** Veličina legla ribarica na ostrvu Golem grad. Plusevi ukazuju na vrednosti ispod normalne distribucije podataka

Sredinom septembra meseca 2009. godine detektovano je izleganje mladih iz jaja. Tada su zabeležene glavne karakteristike 11 novoizleženih jedinki odmah nakon njihovog izleganja iz jaja. U proseku, ove novorođene jedinke su bile manje u odnosu na juvenilne predstavnike izležene prethodne godine. Procenat novoizleženih i veoma mladih zmija (ove zmije su manje od 32,5 cm SVL) u poređenju sa adultima i subadultima znatno se razlikovao između sezona ( $\chi^2=748,9$ ;  $df=18$ ,  $p<0,01$ ). Najveća vrednost je zabeležena u jesen 2010. godine, dok su umerene vrednosti zabeležene tokom tri naredne prolećne sezone, a za vreme ljetnjih sezona vrednost je bila bliska nuli. Procenat subadultnih jedinki je bio veoma mali (2,1% u proseku, i manje od 4,8% u bilo kojem vremenskom periodu).



#### 4.14. Analize fekunditeta

Analize fekunditeta su rađene u letnjim sezonama (jun i jul mesec) 2009., 2010. i 2011. godine. Ukupan uzorak na kome je proveren fekunditet (gravidne ženke) obuhvatio je 699 jedinki. Struktura uzorka po godinama, kolor morfama i zonama (kodovima zona) data je u tabeli 22.

**Tabela 22.** Struktura uzorka za analize fekunditeta ribarica na ostrvu Golem grad u periodu 2009.-2011. godine

<i>Sezona</i>	<i>Zona (kod)</i>	<i>Kolor morfa</i>	<i>Broj jedinki</i>
Leto 2010	S	Siva	16
Leto 2011	S	Siva	1
Leto 2009	S	Siva	21
Leto 2010	SW	Siva	0
Leto 2011	SW	Siva	16
Leto 2009	SW	Siva	8
Leto 2010	W	Siva	13
Leto 2011	W	Siva	26
Leto 2009	W	Siva	17
Leto 2010	SE	Siva	13
Leto 2011	SE	Siva	25
Leto 2009	SE	Siva	8
Leto 2010	N	Siva	9
Leto 2011	N	Siva	38
Leto 2009	N	Siva	0
Leto 2010	S	Tačkasta	23
Leto 2011	S	Tačkasta	4
Leto 2009	S	Tačkasta	48
Leto 2010	SW	Tačkasta	0
Leto 2011	SW	Tačkasta	20
Leto 2009	SW	Tačkasta	19

<b>Leto 2010</b>	W	Tačkasta	12
<b>Leto 2011</b>	W	Tačkasta	50
<b>Leto 2009</b>	W	Tačkasta	36
<b>Leto 2010</b>	SE	Tačkasta	43
<b>Leto 2011</b>	SE	Tačkasta	36
<b>Leto 2009</b>	SE	Tačkasta	28
<b>Leto 2010</b>	N	Tačkasta	23
<b>Leto 2011</b>	N	Tačkasta	44
<b>Leto 2009</b>	N	Tačkasta	4
<b>Leto 2010</b>	S	Crna	8
<b>Leto 2011</b>	S	Crna	1
<b>Leto 2009</b>	S	Crna	28
<b>Leto 2010</b>	SW	Crna	0
<b>Leto 2011</b>	SW	Crna	1
<b>Leto 2009</b>	SW	Crna	11
<b>Leto 2010</b>	W	Crna	4
<b>Leto 2011</b>	W	Crna	4
<b>Leto 2009</b>	W	Crna	10
<b>Leto 2010</b>	SE	Crna	2
<b>Leto 2011</b>	SE	Crna	4
<b>Leto 2009</b>	SE	Crna	18
<b>Leto 2010</b>	N	Crna	4
<b>Leto 2011</b>	N	Crna	3
<b>Leto 2009</b>	N	Crna	0

Legenda: S – jug, W – zapad, N- sever, SE – jugoistok, SW – jugozapad.

Opseg variranja broja jaja u gnezdu je bio od 1 do 20 po ženki. Obzirom da distribucija broja jaja nije bila normalna, sve statističke analize su rađene neparametrijskim testovima.

Početna analiza je obuhvatala proveru razlika između jedinki po broju jaja po godinama (2009. – 2011.). Statistička analiza primenom neparametrijskog Kruskal-Wallis ANOVA testa za međusobno poređenje više nezavisnih grupa je pokazala da postoje statistički značajne razlike u broju jaja po godinama ( $H = 6,69$ ;  $df = 2$ ,  $p = 0,035$ ). Pri tome je najmanji prosečan broj jaja po ženki bio 2011. godine, dok je u ostale dve godine istraživanja prosečan broj jaja po ženki bio sličnih vrednosti (tabela 22).

Broj ispitivanih jedinki, srednje vrednosti i standardne devijacije, kao i minimalan i maksimalan broj jaja po leglu jedinki u periodu od 2009. do 2011. godine predstavljen je u tabeli 23.

**Tabela 23.** Veličina uzorka ( $N$ ), srednje vrednosti ( $x$ ), standardna devijacija ( $SD$ ) i opseg vrednosti ( $Min - Max$ ) fekunditeta po godinama istraživanja ribarica na ostrvu Golem grad

<i>Sezona</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<b>Leto 2009</b>	256	9,3	2,00	4	16
<b>Leto 2010</b>	170	9,3	2,61	1	20
<b>Leto 2011</b>	273	8,8	2,36	1	16
<b>Ukupno/Prosečno</b>	<b>699</b>	<b>9,1</b>	<b>2,31</b>	<b>1,0</b>	<b>20,0</b>

Analize fekunditeta su rađene na tri prisutne kolor morfe (sivu, crnu i tačkastu) da bi se videlo da li postoje razlike u prosečnom broju jaja između ženki. Statistička analiza koja je sprovedena primenom neparametrijskog Kruskal-Wallis ANOVA testa za međusobno poređenje više nezavisnih grupa je pokazala da ne postoje statistički značajne razlike u broju jaja po godinama istraživanja ( $H = 0,48$ ;  $df = 2$ ,  $p = 0,787$ ).

Ispitivanje fekunditeta po kolor morfama zajedno sa veličinom ispitivanog uzorka, srednjim vrednostima, standardnim devijacijama, minimalnim i maksimalnim brojem jaja po leglu dato je u tabeli 24.

**Tabela 24.** Veličina uzorka (N), srednje vrednosti (x), standardna devijacija (SD) i opseg vrednosti (Min – Max) analize fekunditeta po kolor morfama ribarica na ostrvu Golem grad

<i>Kolor morfa</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<b>Tačkasta</b>	390	9,1	2,35	1	15
<b>Siva</b>	211	9,1	2,39	3	20
<b>Crna</b>	98	9,1	1,98	4	13

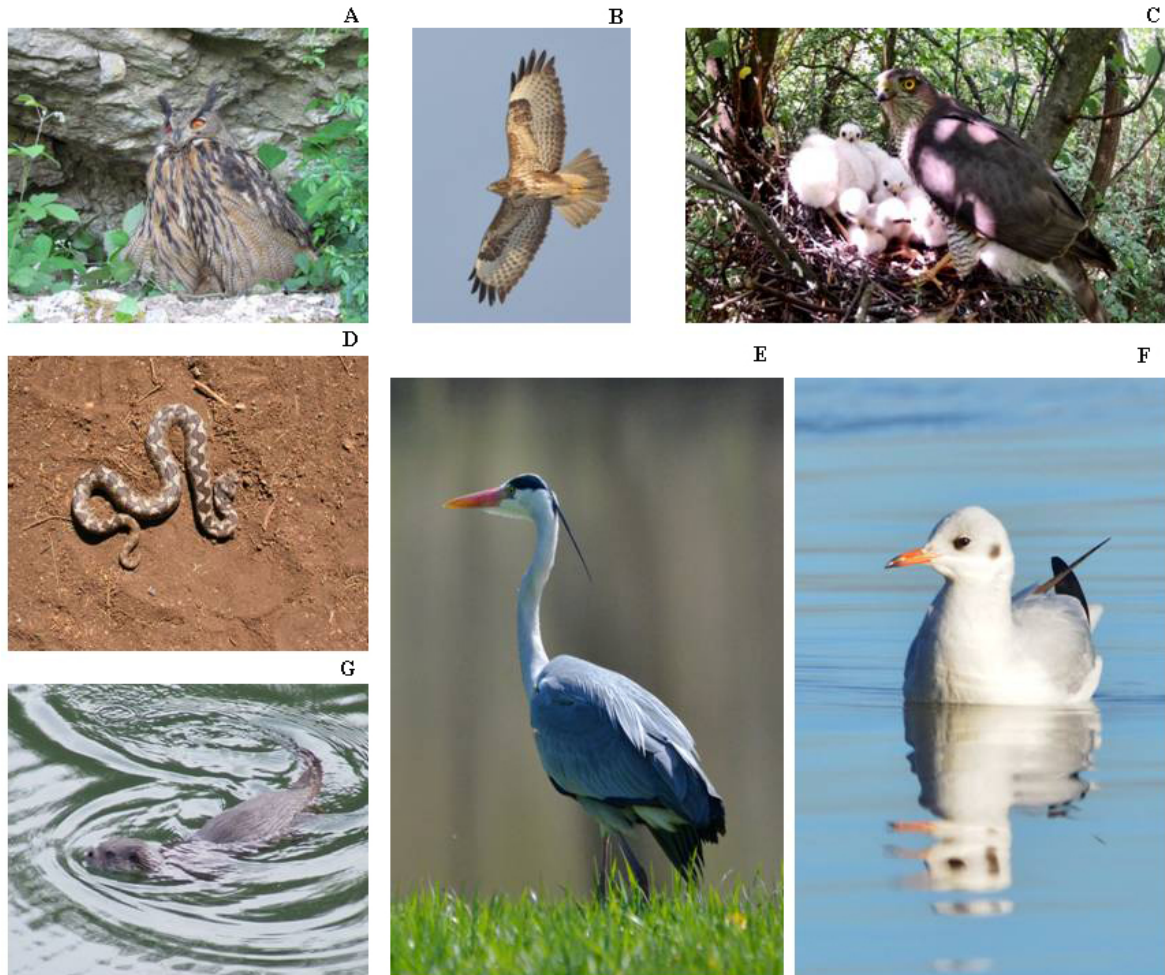
#### 4.15. Predatorstvo i antipredatorsko ponašanje

Tokom četvorogodišnjeg istraživanja konstatovano je da direktni i indirektni dokazi ukazuju na to da se različite grupe predatora svakodnevno hrane ribaricama: evropska vidra (*Lutra lutra*), različite ptice (*Bubo bubo*, *Accipiter* sp., *Buteo* sp.) i druge vrste zmija (*Vipera ammodytes*) (slika 27). Istraživanja su pokazala da u više od 50 ispitanih uzoraka fecesa vidre postoji veliki broj pršljenova i kostiju ribarica. U blizini izmeta ovih životinja uglavnom se pronalaze i brojni drugi ostaci ribarica kao što je recimo rep koji je delimično pojeđen, dok glava skoro uvek odsustvuje (karakteristično za sisare, dok ptice grabljivice uglavnom seku zmiju na komade) (slika 28). Gvalice orlova i sova uvek sadrže u svom sastavu i (ukupan broj analiziranih gvalica N=15) pršljenove i kosti *N. tessellata*. Takođe, tokom istraživanja direktno je zabeleženo predatorstvo (*Buteo* sp. i *Accipiter* sp.) na pet jedinki zmija ribarica. U svim slučajevima se radilo o adultnim ženjkama (ukupna dužina u proseku je iznosila od 84,0 do 112,0 cm). Ptice su od ovih životinja uzimale samo određene organe kao što su jetra i želudac. U želucu odraslog mužjaka poskoka (*Vipera ammodytes*) zabeležena je velika ribarica (plen je regurgitacijom dospelo u spoljašnju sredinu nakon palpacije). Generalno se može zaključiti da su ribarice plen velikog broja različitih predatora koji su aktivni i tokom dana i tokom noći.

Tokom merenja i generalne obrade jedinki, ribarice su pokazivale različite forme antipredatorskog ponašanja. Ove zmije skoro automatski beže ukoliko primete prisustvo ljudi. Kada su na zemlji zmije uvek beže u pravcu najbliže rupe u zemljištu, dok u vodi uglavnom traže sklonište ispod krupnog kamenja. Ponašanje ribarica je zabeleženo za 3,039 jedinki koje su bile podvrgnute merenju i analizi. Većina zmija pokušava da pobegne za vreme merenja ili energičnim izvijanjem, šištanjem i vrlo često izbacivanjem fecesa (71,8%; N=2,182); mnoge zmije su se pretvarale da su mrtve, otvaranjem usta, izbacivanjem jezika i ukočenošću aludirale su na smrt (23,7%, N=719). U nekim slučajevima zmije spontano počnu da krvare iz usnog otvora pretvarajući se da su mrtve (3,1%, N=93). Vrlo često neke životinje i povrate sadržaj želuca (1,3%, N=39), dok je nekoliko njih primenilo kombinovanu taktiku povraćanja i imitiranja smrti (0,2%, N=6).

Takođe, tokom obrade jedinki u procesu merenja zabeleženi su svi ožiljci i povrede i/ili nedostatak repa koji bi mogli da budu posledica napada predatora. U tu svrhu 2009. godine sproveden je eksperiment sa 300 modela zmija (imitirajući sve tri kolor morfe) napravljenih od plastelina. Pomenutim modelima se pratio stepen predacije na ovu vrstu zmija. Međutim, usled visokih temperatura modeli nisu mogli dugo da izdrže i u narednih nekoliko dana od postavljanja počeli su da se tope. Na nekoliko modela zabeleženi su tragovi kandži, najverovatnije nastalih od strane predatora, pre svega ptica grabljivica (slika 29). Usled nedostatka podataka sa većeg broja modela u ovoj disertaciji nije bilo moguće uraditi analize koje bi ukazale na izvesne pravilnosti ili odstupanja od onih koji se mogu naći u dostupnoj literaturi.

Za vreme standardnih terenskih istraživanja detektovan je veliki broj mrtvih zmija na terenu. U većini slučajeva uzrok smrti ostaje nepoznat, isključujući identifikaciju predatora. Kako bi se dobila opšta slika prosečnog broja mrtvih zmija izveli smo terenska istraživanja u toku pet dana u avgustu 2009. godine (od 11. do 15. avgusta) i tokom još jednog dana u septembru (15.9.2009. godine). Sve mrtve zmije koje su nađene na terenu su sklonjene da ne bi došlo do duplog prebrojavanja istih zmija. Na slici 30 prikazano je da broj mrtvih zmija značajno opada tokom vremena istraživanja, ali da je ponovo naglo porastao mesec dana kasnije, što ukazuje na brzo povećanje broja mrtvih zmija u ispitivanim zonama ostrva.



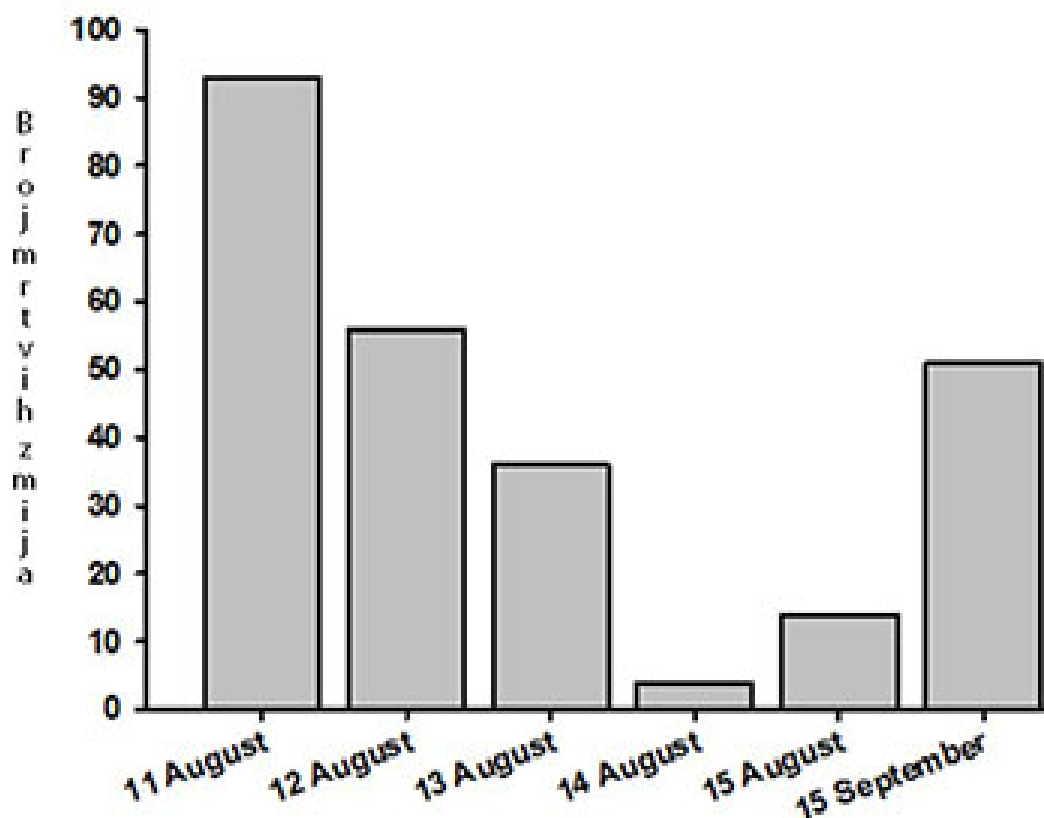
**Slika 27.** Potencijalni predatori ribarice: *Bubo bubo* (A), *Accipiter* sp. (B), *Accipiter nisus* (C), *Vipera ammodytes* (D), *Ardea cinerea* (E), *Larus* sp. (F) i *Lutra lutra* (G)



**Slika 28.** Ribarica nakon predatorskog napada vidre



**Slika 29.** Modeli od plastelina sa tragovima kandži i zuba predatora



**Slika 30.** Broj mrtvih zmijsa pronađenih u toku šest dana na ostrvu Golem grad (pet dana u avgustu i jedan dan u septembru 2009. godine)

#### 4.16. Faktori ugrožavanja populacije

##### 4.16.1. Potencijalni značaj ilegalnih mreža

Za vreme policijske racije koja je sprovedena tokom noći početkom avgusta 2011. godine sakupljeno je 50 ilegalnih mreža za izlov ribe. Na osnovu ovih podataka iznesen je zaključak da se tokom noći postavi između 30 i 40 mreža. Svaka mreža je u proseku dugačka oko 50 m i karakteriše se sa otvorima koji su u proseku veličine oko 2,5 cm. U svakoj mreži izlovi se između 10 i 30 mrtvih zmijsa (i mnogo riba). Takođe je pretpostavljeno da se svake 2 do 3 noći postavljaju ilegalne mreže u Prespanskom jezeru i to u periodu od juna do kraja jula meseca svake godine.



Dve godine kasnije (22. maja 2013. godine) sprovedena je velika akcija kontrole krivolova na ribe u Prespanskom jezeru ([http://ribar.com.mk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1016](http://ribar.com.mk/index.php?option=com_content&view=article&id=1016)).

Na osnovu zvaničnog izveštaja, sakupljeno je 238 ribarskih mreža sa 205 kg ribe. U proseku u svakoj mreži je pronađeno 10 do 15 kg belvice *Alburnus belvica*. Za vreme ovog perioda (od maja do avgusta), lovokradice su uglavnom izlovljavale endemsku vrstu ribe (*Alburnus belvica*). Ovi podaci su omogućili procenu ukupne količine izlovljene endemske vrste ribe jer se period izlovljavanja poklapao sa periodima istraživanja. Uzimajući u obzir da glavna sezona krivolova traje 45 dana od sredine juna do kraja jula, procenjuje se da oko 5,5 tona endemične ribe belvica biva izlovljeno u vodama Prespanskog jezera oko ostrva Golem grad (tabela 25).

Sopstvena zapažanja pokazala su da je tokom jedne noći u junu 2010. godine u dve ilegalno postavljene mreže bilo uhvaćeno 49 ribarica (mreže su postavljene kasno popodne i pregledane u toku sutrašnjeg dana, slika 31). Od ukupno 49 izlovljenih ribarica, adultnih mužjaka je bilo (32) a ženki (17), od toga je njih 9 bilo gravidno (u proseku su imale po 9 razvijenih folikula). Ovaj broj izlovljenih zmijsa (u proseku 25 po mreži) se poklapa sa podacima dobijenim od policije.

Dobijene vrednosti koristile su se za procenu broja zmijsa koje su ubijene u ilegalno postavljenim mrežama. Oslanjajući se na podatke koji su dobijeni na osnovu ispitivanja i analize 45 dana krivolova tokom 2009. godine procenjuje se da se godišnje krivolovom izlovi više od 9,000 zmijsa (tabela 25). Uzimajući u obzir prosečnu telesnu masu ribarica (0,15 kg), procena je da 1,350 kg zmijsa biva uništeno svake godine usled posledica krivolova. Od njih, približno 18% ženki su gravidne (ukupno N=1,800) i nose u proseku oko 9 zrelih folikula, uzrokujući gubitak više od 16,000 jaja po godini (tabela 25).

Ukoliko se u obzir uzme izlov belvice (5,400 kg) i ribarica (1,350 kg), ukupno se u vodama nedaleko od ostrva Golem grad krivolovom svake godine izlovi blizu sedam tona i ribe i zmijsa, izazivajući uništavanje na hiljade zmijsa i riba koje im služe kao potencijalni i skoro predominantni plen (tabela 25).

**Tabela 25.** Kvantitativni pokazatelji krivolova ribe belvica i mortaliteta ribarica oko ostrva Golem grad na godišnjem nivou

	<i>Frekvencija krivolova (dani)</i>	<i>Broj mreža koje se postavljaju u toku noći</i>	<i>Biomasa belvica i ribarica po mreži (kg)</i>	<i>Broj udavljenih zmija po mreži</i>	<i>Težina tela zmija (kg)</i>	<i>Broj gravidnih ženki po mreži</i>	<i>Veličina otvora na mreži</i>
X	1/3	30	12	20	0,15	4	9
<b>Ukupno</b>	<b>15</b>	<b>450</b>	<b>5400</b>	<b>9000</b>	<b>1350</b>	<b>1800</b>	<b>16200</b>

Vrednost u prvoj koloni je računata kao: period krivolova od 45 dana u proseku po godini. Ilegalne mreže su postavljane svako treće veče u proseku (X), pri čemu je u proseku postavljano po 15 mreža po noći.

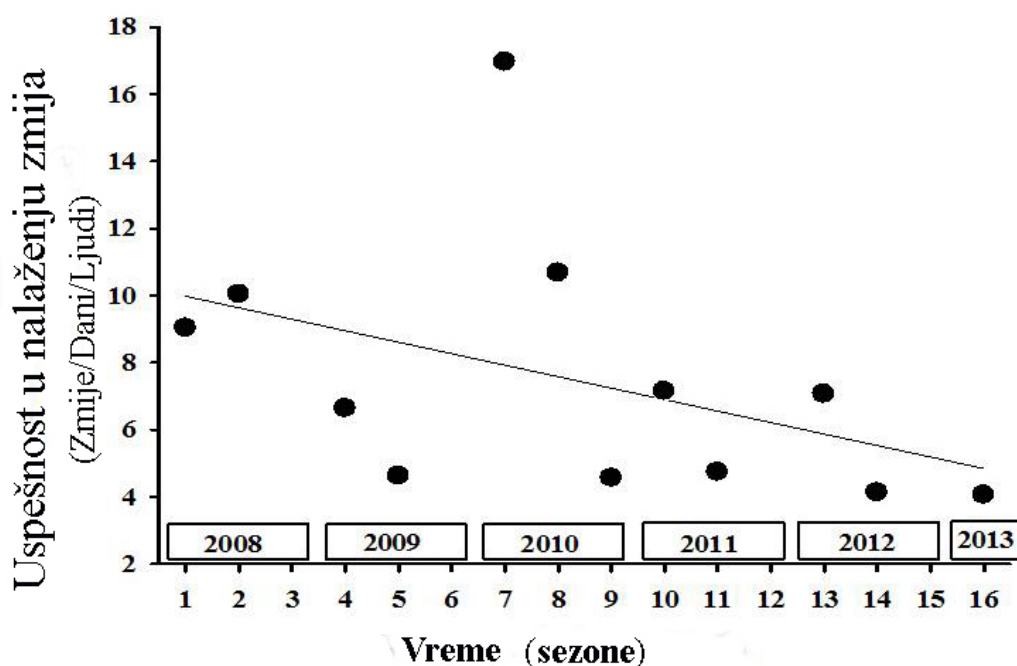


**Slika 31.** Ribarice, oba pola i sve ti kolor-morfe, pronađene su udavljene u ribarskim ilegalno postavljenim mrežama koje se postavljaju nedaleko od obale ostrva Golem grad

#### 4.16.2. Opadanje brojnosti zmija tokom četvorogodišnjeg perioda istraživanja

Istraživanje ribarica na ostrvu Golem grad vršeno je u toku četvorogodišnjeg perioda tokom sezone proleća i leta. Na početku procesa istraživanja markiranja i ponovnog hvatanja markiranih zmija osnovni limitirajući faktor je bio nedovoljan kapacitet da se sprovedu sva merenja i zapažanja u relativno kratkom vremenskom periodu koji je stajao na raspolaganju istraživačima. Stotine zmija mogu biti ulovljene u mrežama u relativno kratkom vremenskom periodu (istraživanje i analizu uglavnom je sprovodilo 4 do 6 ljudi tokom 3 sata u sezoni istraživanja). Stoga se broj zmija povećavao na godišnjem nivou u proseku od 2000 do 3000 jedinki.

Tokom leta 2011. godine, zabeležen je značajno manji broj ribarica: za hvatanje i markiranje 100 životinja na dnevnom nivou neophodno je bilo uložiti veliki napor. Preciznije, tokom leta 2011. godine zbog problema sa hvatanjem ribarica grupa od 12 istraživača je podeljena u četiri grupe od po troje ljudi koji su tražili zmijske na tri različite strane ostrva udaljene oko 800 m od obale. Međutim, bez obzira na podelu i visok stepen organizacije ulovljeno je samo 102 zmijske. Broj zmijske je bio manji u proseku za 5 puta u odnosu na prethodne periode istraživanja. Poređenjem ukupnog broja zmijske koje su primećene po sezoni u određenoj zoni ostrva podeljenih po određenom polju istraživanja, određivan je približan najverovatniji broj jedinki po danu i po broju ljudi koji rade na terenu. Ovo istraživanje je pokazalo da postoji negativna korelacija između uspeha u traženju zmijske i vremena (slika 32). Negativan trend koji je zabeležen i predstavljen na grafikonu 12 ne uzima u obzir činjenicu da je svakog dana tokom leta 2011. traženje zmijske i njihovo hvatanje bilo znatno teže u odnosu na sve ostale sezone tokom istraživanja.



**Slika 32.** Odnos između vremena (X-osa: broj sezona, N= 13 od proleća 2008. do leta 2013.) i uspeha u hvatanju zmijske ribarica (broj uhvaćenih zmijske, i obrada zmijske/danu/broju ljudi). Spearman-ov neparametrijski test korelacije je pokazao negativnu korelaciju između parametara  $r_s = -0,59$ ,  $p < 0,05$ . Ilegalno izlovljavanje ribe a samim tim i ribarica je znatno povećano tokom leta 2011. godine.

## 5. Diskusija

### 5.1. Populaciona struktura

Istraživanje populacione strukture ribarice *Natrix tessellata* je sprovedeno tokom četvorogodišnjeg perioda od 2008. do 2012. godine. Ispitivanja su obuhvatila ukupno 3850 jedinki, pri čemu su ženke bile brojnije u odnosu na mužjake (60% ženki) u sve tri starosne kategorije (adultne, subadultne, juvenilne jedinke). Što se tiče starosne (uzrasne) strukture značajno više je bilo adultnih jedinki (N=3,121; 90%) u odnosu na subadultne (N=56; 2%) i juvenilne (N=276; 8%). Rezultati koji su bili fokusirani na određivanje sedam osnovnih morfoloških karakteristika, kondicionog indeksa, polnog dimorfizma, kolor morfizma, kao i fekunditeta i potencijalnog predatorstva su ukazali na čitav niz specifičnosti ove populacije zmija u odnosu na populacije sa drugih lokaliteta.

Izuzetno upečatljiva specifičnost ove populacije ogleda se u činjenici da je veliki broj jedinki koncentrisan na relativno maloj površini ostrva od svega 18 hektara, što nije zabeleženo ni za jednu drugu populaciju (Sterijovski i sar., 2011; Ajtić i sar., 2013). Takođe, potrebno je naglasiti da su zmije obrađene u ovoj studiji stalni stanovnici ostrva, i u ovom slučaju velika gustina populacije ne može da bude posledica fenomena kao što su okupljanje većeg broja jedinki u hibernakulumu, okupljanje radi parenja ili događaji kao što su kolektivno polaganje jaja (Gregory, 1974). Primećeno je da se zmije posle prolaznih agregacija u velike grupe radi obavljanja nekih od navedenih fizioloških procesa razdvajaju i šire na veliku površinu za vreme najvećeg dela aktivne sezone (Graves i Duvall, 1995). Zmije koje su uključene u ovu studiju sve fiziološke funkcije (hibernacija, polaganje jaja, parenje) obavljaju na ostrvu Golem grad.

Zmije su tražene i u neposrednoj okolini ostrva na udaljenosti većoj od 50 m. Međutim, broj primećenih zmija na ovoj udaljenosti je bio izuzetno mali. U ovu svrhu izvršeni su brojni obilasci čamcima oko ostrva. Takođe, tokom istraživanja pregledane su i obale jezera koje su nekoliko kilometara udaljene od ostrva. Tokom ovih obilazaka registrovano je svega nekoliko jedinki ribarica. U razgovoru sa lokalnim ribarima potvrđeno je smanjeno prisustvo zmija na obalama ili u blizini obala koje okružuju jezero.

Jedina potvrda koja je dobijena je da je njihov broj veliki samo u blizini ostrva (treba imati u vidu da je moguće da se informacija o većem prisustvu zmija u blizini obala ne saopštava nepoznatima jer je ribolov u delu jezera koje pripada Makedoniji u potpunosti zabranjen, iz tog razloga ribari ne prijavljuju zmije uhvaćene u mrežama).

Ovakve karakteristike populacije jasno ukazuju na rezultate drugih studija koje su intenzivno sprovedene na jezeru Iri, na piscivornim vrstama zmija čiji se ceo životni ciklus odvija u blizini obale i gde se potraga za hranom odvija u njenoj neposrednoj blizini (King, 1986; Jones i sar., 2009).

Tokom četvorogodišnjeg istraživanja markirano je ukupno 3,850 zmija, dok je ponovo uhvaćeno samo njih 214 (manje od 200 različitih individua). Ovako ogroman napor učinjen na pronalaženju ponovo uhvaćenih zmija ( $\approx 6\%$ ) čiji je procenat potpuno utopljen u ukupan broj zmija ukazuje na izuzetno brojnu populaciju koja se nalazi na ovom prostoru. Upravo ovako mali procenat ponovo uhvaćenih zmija omogućava upotrebu grubih metoda procene veličine populacije. Zmije su uočene u velikom broju svuda oko obale, kao i na samom platou. U praksi je istraživanje najviše fokusirano samo na nekoliko određenih zona ostrva kako bi se sprečilo utopljanje broja zmija u njihov ukupan broj (rezultat je bio relativno neuspešan) jer ova vrsta (nepublikovani nalazi) ima izraženo filopatričko ponašanje kao i sve ostale vrste zmija (Brischoux i sar., 2009 a; Bonnet i sar., 2009).

Oslanjajući se na grubu procenu i prihvaćen konzervativni pristup pretpostavlja se da je u toku istraživanja ukupan broj zmija obuhvatao jednu trećinu svih prisutnih zmija, pri čemu nisu uzimane u obzir stope preživljavanja i stope rađanja (pod pretpostavkom da se radi o stabilnoj populaciji), takođe, uz pretpostavku da uzorkovanje nije vršeno na celoj površini ostrva, grubom procenom se može reći da se na ostrvu u svakom momentu nalazi najmanje 10,000 zmija. Kao primer navodimo jedan terenski izlazak koji je trajao 19 dana tokom leta 2010. godine kako bi se u proceni izbegle komplikacije vezane za stopu preživljavanja, disperziju i izleganje mladih. Tokom ovog perioda uhvaćeno je ukupno 1,281 zmija. Međutim, ukupan broj već markiranih zmija u ovom uzorku iznosio je 48 jedinki, što nas dovodi do toga da je udeo ponovo uhvaćenih jedinki manja od 4%. Ako se u ovom slučaju pretpostavi da je uhvaćena trećina ukupnog broja zmija, jasno se dolazi do zaključka da je u ovom slučaju urađena mudra precenjenost.

Ovakvi konkretni podaci ukazuju na to da je po hektaru prisutno više od 500 jedinki ove vrste. Imajući u vidu da je prosečna telesna masa jedinki od 190 grama, ova procena vodi do toga da se na ostrvu nalaze ukupno 2 tone zmija u svakom momentu (95 kg po hektaru). U smislu biomase predatora u odnosu na površinu staništa ovo je najveći zabeleženi broj koji se odnosi na rezidente nekog područja (broj i koncentracija životinja koje pripadaju migratornim vrstama u ovom slučaju nisu pogodni za komparaciju).

Takođe, struktura populacije ribarica pokazuje izvesne fluktuacije sa izraženim smanjenjem brojnosti subadultnih jedinki, kao i izraženim sezonskim varijacijama usled brzog “nestajanja” klase juvenilnih jedinki između proleća i leta. Tokom jeseni i u periodu ranog proleća primećen je veliki broj mladih jedinki ribarica, posle perioda izleganja i perioda izlaska iz hibernacije. Ovakva zapažanja su u korelaciji sa velikim brojem gravidnih ženki koje su primećene i markirane tokom leta i sa velikim brojem izleženih jaja koji su zabeleženi duž celog ostrva (i na obalama i na platou). Jasno je da se svake godine tokom aktivne sezone iz jaja izleže veliki broj mladih jedinki ribarica (krajem leta), ali ove mlade zmije vrlo brzo nestaju (uglavnom je otežano ili nemoguće primetiti ih, najverovatnije zbog njihovog kriptičnog načina života usled izbegavanja predatora na tom stupnju razvoja). Ovakva situacija je uticala na podatke i analizu distribucije veličine tela gde postoji “gap” (praznina) kada su u pitanju podaci vezani za ovu uzrasnu kategoriju jedinki. Postoji nekoliko mogućih objašnjenja ovakvog obrazca. Na prvom mestu, brz obrt populacije može biti povezan sa brзом stopom rasta juvenilnih jedinki. Nakon izlaska iz hibernacije veliki broj novoizleženih zmija podleže jakoj selekciji, najveći broj njih uginе ili bude uhvaćen od strane predatora, dok preostale jedinke rastu izuzetno brzo kako bi dostigle veličinu adulata za nekoliko meseci. Kategorija subadultnih jedinki je zbog pomenutih činilaca zastupljena sa malim brojem individua (nekoliko stotina je utopljeno u veliki broj ostalih individua) u toku kratkog vremenskog perioda tokom kasnog proleća i ranog leta. Na osnovu ovih rezultata moglo bi se zaključiti da je udeo juvenilnih i subadultnih jedinki koje se priključuju populaciji (*recruitment rate*) slična ovom udelu i vrstama koje naseljavaju tropske regione (pitoni i zmije vodenih staništa u tropskom delu Australije i Kambodže; Madsen i Shine, 2000; Brown i Shine, 2002), međutim, ova pojava još nije opisana u uslovima umerene i kontinentalne klime.

Sa druge strane, ova populacija je pod jakim uticajem opadanja brojnosti i stopa ubacivanja novih jedinki u populaciju (*recruitment rate*) ne može da nadomesti stopu umiranja koja je primećena. Stopa adultnih jedinki ženki naglo opada tokom godina, a samim tim i broj novoizleženih jedinki (zato je potrebno uspostaviti dugogodišnji monitoring da bi se testirala ova mogućnost). Takođe, brojnost subadultnih jedinki bi mogla biti i veća, ali je zbog njihovog “skrivenog” načina života nemoguće odrediti njihov pravi udeo u ukupnoj brojnosti ove populacije. Smanjena mogućnost nalaženja subadultnih jedinki je već zabeležena kod zmija (Aubret i Bonnet, 2007; Pike i sar., 2008). Međutim, ovako pretpostavljen veliki broj subadultata treba posmatrati u toku njihovih životnih aktivnosti (ishrana) ili ih tražiti ispod kamenja, kao što je to slučaj sa novoizleženim jedinkama. Buduća istraživanja bi trebalo usmeriti u pravcu rasvetljavanja ovih mogućnosti.

## **5.2. Morfološka varijabilnost, polni dimorfizam i kondicioni indeks**

Zajednička pojava velikog broja jedinki ribarica, sve tri kolor morfe, na jednom istom mestu do sada nije zabeležena u literaturi (na osnovu našeg znanja). Kratki izveštaji melaničnih ili jednobojskih ribarica su poznati u literaturi (Mebert i Velensky, 2011). Generalno, melanizam i polni dimorfizam je dokumentovan kod različitih vrsta zmija (Forsman, 1995; Lorigoux i sar., 2008). Međutim, situacija sa ribaricama na ostrvu Golem grad je veoma specifična: na hiljade jedinki ribarica sve tri kolor morfe su pronađene zajedno izmešane na istom staništu, pri čemu je ovaj polimorfizam zabeležen kod oba pola. Ovakva situacija je približno slična onoj koja je zabeležena u kompleksnom slučaju zmija vodenih staništa severne Amerike na jezeru Iri (King, 1987). Razmatranje evolucionog aspekta između zahteva i koristi u smislu predacije i termoregulacije koje bi mogle biti osnov ove vrste polimorfizma među ribaricama (King, 1987; Forsman, 1995) na ostrvu Golem grad nije bila glavna tema ovih istraživanja.

Kod ribarice je utvrđen izuzetno visok stepen seksualnog dimorfizma (Mebert 1993, 1996, 2010, 2011). Analizom sedam morfoloških karakteristika kod svih uzrasnih kategorija utvrđena je statistički značajno veća srednja vrednost svih parametara kod jedinki ženskog pola u odnosu na mužjake.

Ono što je uočljivo je da su ukupna dužina (SVL) kao i dimenzije glave uvek veći kod ženki. Ovakva pojava, velike razlike u dimenzijama, pre svega glave, može da ukaže na razliku u korišćenju hranidbenih niša kao i na veličinu plena kojom se hrane (Shine, 1986; Pearson i sar., 2002). Na primer, duža glava kod ženki omogućava uspešnije hvatanje većeg plena koji je pogodniji u smislu stvaranja veće količine rezervnih materija kao osnovnog preduslova za uspešnu reprodukciju (Mebert, 2011). U ovom slučaju ne dolazi do interseksualne kompeticije što neposredno smanjuje stepen preklapanja ekoloških niša po pitanju ishrane (Schoener, 1967; Stamps, 1977; Shine, 1991; Prest, 1994; Verwaijen i sar., 2002).

Međutim, seksualni dimorfizam prema nekim autorima, može imati uzroke u drugim pojavama. Jedna od hipoteza analizira različitu stopu mortaliteta među polovima, tako da razlika u veličini može biti uzrokovana starošću jedinke (Dunham, 1981).

Sa druge strane, jedan od razloga što ženke dostižu veću dužinu tela kao i masu je ulaganje veće količine energije u reprodukciju, te je evolutivno gledano ova pojava mogla nastati kao rezultat selekcije vezane za fekunditet ili za kasnije postizanje polne zrelosti kod ženki (Kratochvil i sar., 2003; Bonnet i sar., 2011).

Veliki broj istraživača bavi se ispitivanjem količine efikasne energije koja je potrebna životinjama za njihovo normalno funkcionisanje. U cilju ovakvih istraživanja najčešće se određuje količina masnih rezervi kod životinja. Najpreciznija metoda za određivanje ukupne količine masti se zasniva na ekstrakciji ukupnih lipida iz životinja (Blem, 1990). Pored toga što je za izvođenje ovakvih tipova studija neophodno dosta vremena, ovaj tip studije se izbegava i zbog činjenice da se životinja u cilju ovakvih istraživanja mora žrtvovati. Idealno bi bilo kada bi postojala metoda kojom bi se na osnovu izgleda i spoljašnjeg pregleda mogla jasno i precizno odrediti količina rezervi masti. U većini ekoloških studija i generalno se veoma često koristi određivanje kondicionog indeksa koji se u osnovi zasniva na poređenju mase tela u odnosu na ukupnu dužinu tela (SVL). Istraživanja na pticama su pokazala da reproduktivni uspeh i preživljavanje zavise od kondicionog indeksa, pri čemu je na osnovu ekstrakcije lipida potvrđena značajna veza između kondicionog indeksa i količine rezervnih masti (Blem, 1990).



Životinje sa nedeterminisanim rastom, kao što su zmije, pokazuju značajnu varijaciju u veličini tela između populacija, zbog toga je u ovakvim slučajevima neophodna korekcija mase za veličinu tela kada se određuje kondicioni indeks. Ovaj tip određivanja kondicionog indeksa se koristio i ranije za ispitivanje različitih ekoloških aspekata kao što su recimo efekti gustine plena na raspodelu energije kod zmija (Forsman i Lindell, 1991) i kako rezerve energije utiču na uspešnost parenja i reprodukcije (Whittier i Crews, 1990; Madsen i Shine, 1993 b; Weatherhead i sar., 1995).

Najlakši način da se odredi kondicioni indeks kod zmija jeste da se upotrebe reziduali regresije mase u odnosu na ukupnu dužinu tela (SVL). Na osnovu ovih proračuna, jedinke koje imaju manju težinu od predviđene u odnosu na svoju dužinu, će imati negativan kondicioni indeks i smatraće se da se nalaze u lošem opštem kondicionom stanju. Potencijalni problem sa ovim pristupom jeste činjenica da se merenje (telesnih masti) ne može vršiti nezavisno od merenja ukupne masti, s obzirom da ona predstavlja sastavni deo ukupne telesne mase. Ovo ne predstavlja problem sve dok količina masti varira slučajno zajedno sa dužinom tela kod zmija.

Osnovni nedostatak ove metode ogleda se pri njenoj upotrebi kod analize jedinki većih dimenzija. Pretpostavlja se da krupnije jedinke imaju bolji pristup hrani za razliku od manjih individua i s toga one imaju veće rezerve masti. Regresionom analizom mase tela u odnosu na ukupnu dužinu tela (SVL) kod ovih jedinki dobija se strmija kriva ako masa tela varira slučajno sa ukupnom dužinom tela (SVL). Analizom reziduala dobijenih iz ove regresije za individue sa velikim dimenzijama dobijaju se negativne vrednosti za one jedinke sa manje masti, čak iako one imaju proporcionalno više masti od jedinki manjih dimenzija. Zbog svega navedenog ovaj tip analize nije sasvim pouzdan za procenu ukupnog sadržaja masti u telu.

Analiza kondicionog indeksa za ribarice sa ostrva Golem grad je pokazala varijacije koje zavise od sezone i verovatno dostupnosti plena, pa kao takva nije sasvim pouzdana za predikciju kondicionog stanja kako jedinki tako i populacije. Da bi se primenom ove metode mogli izvesti pouzdani zaključci neophodno je da se kondicioni indeks prati u znatno dužem vremenskom periodu i to za sve uzrasne kategorije uz istovremeno praćenje drugih ekoloških parametara kao što su pre svega dostupnost hrane i drugi biotički i abiotički faktori.

### 5.3. Kolor polimorfizam i antipredatorske taktike

Izuzetno visoka gustina ribarica koje nastanjuju ostrvo Golem grad ukazuje na činjenicu da je ova vrsta dobro prilagođena ishrani ribama koje su ovde prisutne (Ineich i sar., 2007), ali takođe zauzimaju i značajno mesto kao potencijalna hrana drugim vrstama koje im služe kao predatori (ptice i sisari). Zbog visoke gustine ova vrsta zmijske zauzima ključnu poziciju u lokalnom ekosistemu.

Zabeleženo je da boja ribarica može da varira od maslinaste do bež, zatim sive i braon sa četiri do pet nizova dorzalnih mrlja koje se javljaju kod normalne obojenosti. Sve ove forme mogu da se nađu na čitavom njenom arealu rasprostranjenja. Manje ili više pegave ribarice su zabeležene čak i u istoj populaciji (Tuniyev i sar., 2011). Međutim, u Levantu i Egiptu se javljaju forme sa malim mrljama koje su tamnije obojene, što za ovaj region predstavlja tipičnu kolor morfu (Baha el Din, 2011; Werner i Shapira, 2011). Druge varijante kao što su melanične i jednobojne morfe mogu biti ili potpuno odsutne ili prisutne u populaciji ponekad u velikom broju. Nekada se ove forme sreću izuzetno retko kao što je to slučaj dve jednobojne jedinke ribarica koje su otkrivene u okolini Praga u Republici Češkoj (Mebert, 1993) ili pojedinačne melanične jedinke koje su pronađene u Sloveniji (Cafuta, 2011). Melanizam kao pojava kod ribarica zabeležen je od umerenih vlažnih zona do mediteranskih suvih područja, kako na kopnu tako i na ostrvima (Mebert, 2011). Melanična forma ribarice zabeležena je na jezeru Lugano koje se nalazi u južnom delu Švajcarske sa ukupnim udelom jedinki od 10 do 17% u odnosu na ukupnu lokalnu populaciju. Međutim, na lokalitetu jezera Como koje se nalazi samo 10 km istočnije od jezera Lugano, između kojih se ne nalazi nikakva fizička barijera, melanična forma ribarice uopšte nije zabeležena. Prema dostupnoj literaturi (Mebert, 1993; Cafuta, 2011) ne postoji očigledan razlog ili obrazac po kome je moguće odrediti gde se sve mogu javiti ove različite kolor morfe.

Jedini obrazac koji se može primetiti je da učestalost pojavljivanja melaničnih i jednobojnih ribarica raste kako se približavamo njihovom centru areala, koji se nalazi između južnog Balkana i Kaspijskog mora. Uprkos navedenom, pojedinačni slučajevi ove dve kolor morfe su zabeleženi i u okolini Crnog mora, Kazahstana, Kirgizana, Uzbekistana, Irana, Iraka i Sirije (Mebert, 2011).

Na osnovu dostupne literature izdvojena je još jedna kolor morfa koja je izuzetno retka i kojoj se na dorzalnom delu tela mrlje stapaju i čine uzdužne linije. Takvi slučajevi zabeleženi su sporadično u okolini Kaspijskog mora (Tuniyev i sar., 2011), u Siriji i Iranu (Mertens, 1969). Ova forma zabeležena je i u okolini jezera Iliki u centralnoj Grčkoj (Mertens, 1969).

Kolor polimorfizam ima značajnu ulogu u ekologiji i evoluciji životinja kao npr. u izbegavanju predatora, u fiziologiji, termoregulaciji i međusobnoj komunikaciji. Jedan takav primer je opisan kod vrste *Thamnophis sirtalis*. Normalna obojenost kod ove vrste podrazumeva prisustvo mrlja na leđima koje mogu biti tamnije, svetlije, crne, a nekada i narandžaste ili žute i dve linije koje se pružaju u pravcu glava-rep (Conant i Collins, 1998). Međutim, na jezeru Iri ova vrsta je zastupljena u preko 59% slučajeva u istraživanoj populaciji sa melaničnim ili izrazito tamnim jedinkama (King, 1988). Pretpostavlja se da melanične jedinke trpe veći stepen predacije nego normalno obojene jedinke (Gibbons, 1978; Gibbons i Falls, 1979, 1988; Lawson i King, 1996). Melanične jedinke mogu da izgledaju kao manje kriptične za predatore zbog odsustva tipične obojenosti koja odvlači pažnju kao i zbog velikog kontrasta u boji u odnosu na podlogu. Uprkos svemu navedenom, melanizam može da obezbedi bolje termalne uslove samoj jedinci što posredno može da utiče i na bolje kondiciono stanje jedinki (Gibbons i Falls, 1988; Bittner i sar., 2002). Analizom velikog broja taksona zmija došlo se do zaključka da su šeme dorzalne obojenosti pod jakim uticajem selekcije u smislu izbegavanja predatora, a opšta šema obojenosti je u korelaciji sa specifičnim strategijama ponašanja i ekološkim nišama (Jackson i sar., 1976; Brodie, 1993). Npr. normalno obojene zmije miruju nepomične koristeći svoju kriptičnu obojenost da bi izbegle predatore, međutim ako i budu primećene pribegavaju defanzivnom ponašanju tako što bežeći izbegavaju predatore. Ovakva veza između opšte šeme obojenosti, ekologije vrste i ponašanja ukazuju na činjenicu da selekcija favorizuje određene kombinacije obojenosti i ponašanja u odnosu na ostale karakteristike. Većina vrsta zmija koje su jednobojne, ili odstupaju od ovakve obojenosti oslanjaju se na strategiju bežanja pri izbegavanju predatora zbog toga što nedostatak njihove obojenosti onemogućava referentne tačke na telu na koje predator može da se fokusira (Jackson i sar., 1976).

Kod jednobojnih jedinki kretanje pri izbegavanju predatora usled nedostatka normalne obojenosti dovodi do stvaranja iluzije da je jedinka nepokretna. Na osnovu navedenog zaključuje se da u osnovi postoje dve bitne razlike između jednobojnih i normalno obojenih zmija. Kod normalno obojenih formi ili formi sa uzdužnim prugama može se reći da su u pogledu izbegavanja predatora mnogo efikasnije zato što normalna obojenost ili prisustvo pruga deluje zbunjujuće na predatore zbog toga što bilo kakva obojenost ili linije razbijaju liniju tela.

Takođe, postojanje uzdužnih pruga kod predatora mogu stvoriti iluziju nepokretnosti iako se zmija praktično kreće da bi izbegla predatore (Jackson i sar., 1976). Kod ove vrste, *Thamnophis sirtalis*, utvrđeno je da zmije normalne obojenosti i sa prisustvom pruga deluju zbunjujuće na predatore, kao i to da se njihova boja mnogo bolje slaže sa podlogom za razliku od melaničnih jedinki kod kojih se boja ne uklapa sa podlogom pa je i izbegavanje predatora znatno teže.

Ožiljci koji se pronalaze na telima zmija obično se koriste kao mera stepena predacije. Međutim, veza između predacije i ožiljaka kod živih jedinki je pod znakom pitanja (Schoener, 1979; Jakšić i Greene, 1984). Neki od ožiljaka ne moraju biti rezultat predacije. Čak iako se svi primećeni ožiljci pripisuju napadu predatora razlike u njima između različitih kolor morfi mogu da se interpretiraju na dva načina: prvi – jedna kolor morfa biva napadana od strane predatora češće od drugih i druga – jedna morfa je sposobnija da preživi napade od druge.

S obzirom da je teško odrediti stepen predacije na živim jedinkama zmija jedan od pristupa koji se koristi jeste upotreba modela zmija koji mogu biti napravljeni od gline, plastelina, drveta, plastike, gume itd. Ovakvi modeli su korišćeni u mnogim studijama (Smith, 1975, 1977; Andren i Nilson, 1981; King, 1987; Brodie i Janzen, 1995; Hinman i sar., 1997; Bittner, 2003). U terenskim istraživanjima, veštački modeli zmija napravljeni od plastelina ili gline, su se pokazali kao bolji u odnosu na one koji su napravljeni od čvrstih materijala zato što je na njima mnogo lakše pratiti tragove zuba ili kandži, a kod onih napravljenih od čvrstih materijala je jedino moguće zabeležiti promenu položaja modela u odnosu na mesto gde su prvobitno postavljeni bez mogućnosti identifikacije šta je uticalo na promenu položaja.

Nedostaci bilo kojih od navedene grupe modela je taj što mogu da se koriste samo za ispitivanje uticaja dorzalne obojenosti na sposobnost vizuelne detekcije od strane predatora. S obzirom da modeli kao neživi objekti ne pokazuju druge normalne antipredatorske vidove ponašanja istraživanja koja se sprovode na njima mogu da ukažu samo na grupu predatora koja se služi isključivo vizuelnim stimulusima. Istraživanja na ovim formama modela su uglavnom usmerena na istraživanja predacije od strane ptica. Osnovni nedostatak ovih modela u istraživanjima predacije odnosi se na istraživanja predacije od strane sisara, zbog toga što je ovo istraživanje praktično nemoguće usled činjenice da se većina sisara oslanja na čulo sluha i mirisa.

Selektivni pritisak se menja tokom ontogenetskog razvića, međutim većina studija se bazira na istraživanje adultnih jedinki. Različiti stepen kriptičnosti među morfama može da ima veći efekat na juvenilne nego na adultne zmijske, zato što su juvenilne jedinke izložene većem broju predatora (Brodie, 1992). Moguće je i da su predatori mnogo uspešnije u lovu mladih jedinki zmijske (Willis i sar., 1982; Mushinsky i Miller, 1993). Kako god, u većini terenskih istraživanja juvenilne jedinke su skoro uvek slabo zastupljene, što je slučaj i u ovoj studiji te je to razlog zašto je nemoguće tvrditi da je selektivni pritisak veći kada su one u pitanju (Willis i sar., 1982; King, 1987; Parker i Plummer, 1987; Mushinsky i Miller, 1993).

Rezultati drugih studija bili su u većoj korelaciji sa poznatim nalazima opšte ekologije, biologije ponašanja i reproduktivne biologije ribarice, jer se radilo o malom uzorku ili o nekontinuiranim višegodišnjim istraživanjima (Ioannidis i Bousbouras, 1997; Luiselli i Zimmermann, 1997 b). Veliki set podataka koji je prikupljen tokom istraživanja otkriva dalje, značajne varijacije i pruža grube vrednosti za nekoliko karakteristika odlika životne istorije ove vrste na istraživanom području. Ovakve informacije, iako zasnovane na samo jednoj populaciji, pružaju oslonac za istraživanje geografske i/ili privremene varijabilnosti. Na primer, ribarice sa ostrva Golem grad su u proseku krupnije u odnosu na druge ispitivane populacije, utičući na povećanje maksimalne veličine tela ove vrste za 18% kod ženki i 22% kod mužjaka, ali odnos veličine seksualnog dimorfizma ostaje ipak nepromenjen. Palpacija ukazuje da je veličina tela polno zrelih jedinki ribarica na ostrvu Golem grad veća (73,6 cm SVL) u poređenju sa poznatim literaturnim podacima (55,0 cm SVL) za ženke.

Ovakva situacija je zabeležena i kod mužjaka (53,0 cm *versus* 48,0 cm SVL za mužjake malih dimenzija koji su polno zreli). Primećeno je da korišćenje podataka za mužjake manjih dimenzija u analizama povećava proporciju subadultnih jedinki (N=336, 8,73% ukupno, umesto 56, 1,6%), ali ne doprinosi značajnije popunjavanju praznine u analizama veličine tela o čemu je ranije bilo reči.

#### 5.4. Dnevno-noćna i sezonska aktivnost

Noćna aktivnost kod zmija zabeležena kod severno Američkih natricina je normalna pojava i obično je povezana sa temperaturom, sezonom i geografskom širinom (Mebert, 2010). Slično ponašanje zabeleženo je i kod mediteranske vrste *Natrix maura* kod koje je maksimum noćne aktivnosti zabeležen tokom najtoplijeg perioda godine u julu i avgustu (Hailey i Davies, 1987; Jean-Pena i Perez-Mellado, 1989; Scali, 2011). Noćna aktivnost takođe je zabeležena i kod belouške *Natrix natrix* a posebno kod podvrste *Natrix natrix cetti* koja naseljava Sardiniju (Capula i sar., 2011). Do nedavno ribarica se smatrala skoro isključivo dnevno aktivnom vrstom životinja i pretpostavljalo se da se njena aktivnost smanjuje tokom suvih i toplih letnjih meseci (Gruschwitz i sar., 1999). Prvi podatak o noćnoj aktivnosti ribarice dao je Möller (1990). On je primetio tokom svog istraživanja koje je trajalo nekoliko nedelja na obali Crnog mora u južnoj Bugarskoj kako jedna jedinka ribarice lovi gekone tokom noći što je smatrao neobičnim ponašanjem za ovu vrstu zmije. Međutim, značajna noćna aktivnost ribarice u Evropi nije zabeležena do pre 15 godina (Scali, 2001; Tuniyev, 2001). Savremeno mišljenje ukazuje na to da je noćna aktivnost ove vrste najverovatnije bila previđena usled mišljenja da se aktivnost ove vrste smanjuje tokom najtoplijeg dela godine (Tuniyev i sar., 2011). Revizijom svojih ranijih istraživanja Scali je 2011. godine zabeležio da se ribarica redovno sreće u toku noći u severnom delu Italije ali mnogo manje nego sintopska vrsta *Natrix maura*. Baha el Din je 2011. godine zabeležio značajnu noćnu aktivnost ribarice u Egiptu. U južnoj Mađarskoj u noći punog meseca tokom avgusta 1998. godine primećena je noćna aktivnost ribarica koje su bile u potrazi za plenom. Potraga za plenom je trajala od 23:00 h do 03:00 h u jednom malom potoku koji je pritoka Drave.

Potruga za plenom se odvijala tako da su zmije aktivno tragale za plenom na sredini potoka čija je dubina bila oko 75 cm. Ovakav vid ponašanja se značajno razlikuje od strategije mirujućeg predatora koji je karakterističan za dnevnu potragu za plenom kada su zmije vidljive. Nakon što zmija uhvati plen brzo izlazi na obalu da bi ga progutala (Mebert, 2010). Prednosti noćne aktivnosti i potrage za plenom su vezane za izbegavanje predatora i veću dostupnost plena. Takođe, tokom noći u najtoplijem periodu godine kada se ovo ponašanje beleži, zmije mogu da izbegnu rizik od dehidracije ili pregrevanja (Gibbons i Semlitsch, 1987; Mebert, 2010). Noćna aktivnost ribarica je verovatno zastupljenija u južnim delovima Evrope gde je klima mnogo pogodnija za ovu vrstu aktivnosti.

### 5.5. Odlike ishrane

Rezultati ovog istraživanja su potvrdili činjenicu da se ribarice skoro isključivo hrane ribama kao što to prikazuju i rezultati drugih istraživanja (Luiselli i sar., 2007). Jedinstveno, međutim, ribarice sa ostrva Golem grad hrane se isključivo ribom, bez obzira na prisustvo alternativnog potencijalnog plena koji bi mogao da im posluži kao hrana. Za razliku od ovoga, neke druge populacije pokazuju mnogo veću raznolikost u izboru plena (Luiselli i sar., 2007; Bakiev i sar., 2011; Tuniyev i sar., 2011; Velensky i sar., 2011). Ribarice sa ostrva Golem grad su očigledno jako selektivne kada je ishrana u pitanju s obzirom da im je glavna hrana jedna vrsta endemične ribe *Alburnus belvica*. Ovako visok stepen specijalizacije na jednu vrstu ribe kao što je slučaj sa ribaricama ostrva Golem grad (Aubret i sar., 2006; Luiselli i sar., 2007) može se objasniti i činjenicom da je *Alburnus belvica* predominantna vrsta riba Prespanskog jezera (48% ukupne mase riba uzorkovanih iz jezera pored ostrva Golem grad; Crivelli i sar., 1997). Imajući u vidu da ribarice sa ostrva Golem grad pokazuju veliku varijabilnost u veličini tela između sezona, uzrasnih kategorija i polova, dalja istraživanja je neophodno usmeriti ka ispitivanju sezonskih, polnih i ontogenetskih promena ishrane (Brischoux i sar., 2009 b). Detaljne analize koje bi se odnosile na odnos morfoloških karakteristika zmija u smislu dimenzija glave i tela nisu bile tema ove disertacije te s'toga nisu detaljnije analizirane.

## 5.6. Reproduktivne karakteristike

Prosečna veličina legla na ostrvu Golem grad ( $\approx 9$ ) je relativno manja od one koja je zabeležena za istu vrstu na teritoriji Italije ( $\approx 15$ ); Luiselli i Rugiero, 2005)). Maksimalna količina jaja koja je palpacijom detektovana kod ženke na ostrvu Golem grad iznosi 15, nasuprot 29 jaja koja su palpirana kod ženke u Italiji (kod jedne disekovane jednike na ostrvu Golem grad nađeno je 16 jaja). Prosečna veličina tela kod ženki sa ostrva Golem grad veća je od ženki sa teritorije Italije, što ukazuje da je odnos između veličine ženki i fekunditeta takođe različit kod ovih populacija ribarica (ANCOVA sa veličinom gnezda kao zavisnom varijablom i veličina SVL ženki kao nezavisne varijable:  $F_{1,444}=165,49$ ;  $p<0,01$ ); korigovane prosečne veličine gnezda su bile  $15,7\pm 7,6$  u Italiji i  $7,8\pm 2,2$  u Makedoniji. Ovakva varijabilnost u okviru reproduktivnog autputa jedne iste vrste nije zabeležena ni za jednu drugu vrstu zmija (Seigel i Fitch, 1985; Ford i Seigel, 1989; Bonnet i sar., 2000, 2003; Sun i sar., 2002; Zuffi i sar., 2008, 2009) i zbog toga zavređuje dalju pažnju i istraživanje, da bi se jasno izdvojila lokalna adaptacija od plastičnosti, na primer da li se radi o odgovoru na razliku u stepenu pristupačnosti plena ili zavisnosti od veličine plena (Shine, 1986).

## 5.7. Faktori ugrožavanja i konzervacione mere

Najveći broj novih studija pokazuje da brojnost populacija različitih vrsta zmija raspoređenih svuda u svetu tokom vremena opada (Hibbitts i sar., 2009; Santos i Llorente 2009; Reading i sar., 2010; Breininger i sar., 2012; Hagman i sar., 2012; Godley i Moler 2013; Goiran i Shine 2013). Ovaj negativni trend ukazuje na upozorenje da smanjenje brojnosti pogađa većinu grupa zmija, pri čemu je više od 20% vrsta pod stalnom opasnošću od izumiranja (Böhm i sar., 2013), ukazujući na propuste i neuspešnost internacionalnih konvencija (e.g. *Convention on Biological Diversity*, CBD) koje su ustanovljene kako bi se usporilo smanjenje biodiverziteta (Moyle i Williams 1990; Perfecto i sar., 1997; Gaston i sar., 2008).



Trenutno je broj vodećih organizama (*flagship organisms*), kada se govori o problemima zaštite u okviru kičmenjaka, veoma mali, a među njima je najveći broj ptica i sisara kojima je posvećeno izuzetno mnogo pažnje u medijima (Seddon i sar., 2005; Ballouard i sar., 2011; McClenachan i sar., 2012).

Dugo vremena, kada se radilo na zaštiti neke vrste, jedina odrednica je bila njena taksonomska pripadnost bez ozbiljnih analiza biologije ili ekologije same vrste. Konzervacioni status je dodeljivan vrstama samo na osnovu taksonomske pripadnosti i dugo vremena bio je jedina odrednica kada se radilo o zaštiti. Na primer, samo je nekoliko visoko ugroženih vrsta zmija imalo koristi od programa zaštite, koji su nekada bili uspešni (Duarte i sar., 1995; Filippi i Luiselli 2000; Daltry i sar., 2001; Kingsbury i Attum 2009; Metzger i sar., 2011; Read i sar., 2011). Međutim, pomenute činjenice ne bi trebalo da utiču na zapostavljanje zaštite i rada na zaštiti kada su u pitanju vrste koje nazivamo “običnim” iz prostog razloga što je mnogo efikasnije sprečiti problem nego kasnije sanirati već nastale posledice (Gaston i Fuller, 2008).

Zaštita još uvek neugroženih populacija vrsta koje nazivamo običnim bi trebala da bude prioritet iako ponekad imamo nedoumicu da li da se napori na zaštiti usmere na već ugrožene i skoro istrebljene vrste ili da se napori usmere na za sada još uvek dobro očuvane populacije životinja.

Ovo je naročito važno u slučaju nepopularnih grupa organizama kao što su zmije (Seigel i Mullin, 2009). Na primer, milioni zmija bivaju ubijene iz potpuno pogrešnih i nedopustivih razloga (kao što su npr. prikupljanje kože za pravljenje luksuznih odevnih predmeta – Fitzgerald i Painter, 2000; Brooks i sar., 2010) bez uključivanja javnosti u zaštitu i sprečavanje ovakvih aktivnosti i uopšte bez sprovođenja uspostavljanja određenih zakonskih normi. Osim toga, velike populacije zmija predstavljaju značajne komponente lokalnih ekosistema u kome su nastanjene (Beaupre i Douglas 2009). U suštini ovakva situacija nas navodi na činjenicu da je neophodno promeniti politiku zaštite i samog pristupa istoj, tj. da se pažnja sa nekoliko skoro izumrlih vrsta proširi i na zaštitu očuvanijih vrsta kojima prete isti trend ukoliko se nastavi ovakvo ponašanje na šta ukazuju brojni autori kao i izveštaji o stanju prirode određenih područja (Kassioumis, 1991; Naumoski i sar., 1997; Löffler i sar., 1998; Jordanoski i sar., 2002).

Fragmentacija staništa, kao i njihova izolovanost u odnosu na ekosisteme koji ih okružuju je još jedan od značajnih faktora koji mogu da utiču na uspešnost zaštite. Populacija ribarice, na ostrvu Golem grad može se smatrati izolovanom i zato je bitno posebnu pažnju usmeriti na zaštitu ne same vrste već i staništa sa svim pripadajućim tipovima ekosistema (Luiselli i Capizzi, 1997 a).

Bez obzira što su rezultati istraživanja pokazali da je brojnost populacije ribarica velika naročito na ostrvu Golem grad (Carlsson i sar., 2011; Ajtić i sar., 2013), ipak su informacije koje se odnose na populacioni status samo sporadične i više u vidu retkih saopštenja (Ajtić i sar., 2013; Sterijovski i sar., 2014).

Jedan od ciljeva ove studije bio je i da pokaže da ilegalni ribolov predstavlja izuzetno veliku opasnost po brojnost ribarica i uopšte utiče negativno na sve članove lokalnog ekosistema. Ova studija predstavlja i prvi korak ka usmeravanju pažnje javnosti koja će sa nezvaničnih i teorijskih mera preći na zvanične i praktične mere zaštite ribarica i drugih članova ekosistema na ostrvu Golem grad.

## 6. Zaključci

Na osnovu svih rezultata koji su predstavljeni u ovoj doktorskoj disertaciji mogu se izvesti sledeći zaključci:

- istraživanje je sprovedeno na ukupnom uzorku od 3850 jedinki ribarica, *Natrix tessellata* sakupljenih na različitim zonama ostrva Golem grad na Prespanskom jezeru u periodu od 2008.-2012. godine.
- U uzorku je konstatovan značajno veći broj ženki (60% ženki;  $\chi^2=73,1$ ;  $df=1$ ,  $p<0,001$ ) i kod prvobitno markiranih i kod ponovo izlovljenih jedinki (79% ženki,  $\chi^2=37,9$ ;  $df=1$ ,  $p<0,001$ ).
- Karakteristike starosne strukture su pokazale da je najveći broj ispitivanih jedinki pripadao adultnim jedinkama (N=3,121; 90%), subadultne jedinke su bile znatno manje zastupljene (N=56; 2%), dok je juvenilnih bilo N=276, što čini 8% uzorka.
- Što se tiče kolor morfi najzastupljeniji tip obojenosti ribarica bile su jedinke uobičajene obojenosti sa izraženim tačkama na dorzalnoj strani tela (57% (N=1,923)). Jednobojne, uniformno sivo-maslinaste jedinke ribarica su prisutne sa 28% (N=946) od ukupnog broja zmija, dok su melanične jedinke zastupljene sa 15% (N=516) od ukupnog broja uhvaćenih zmija.
- Analiza osnovnih morfoloških karakteristika ribarica je pokazala da postoji značajna razlika između ukupne dužine tela, SVL dužine tela kao i telesne mase između adultnih i subadultnih jedinki podeljenih na osnovu pola na mužjake i ženke, pri čemu su u svim slučajevima ženke bile krupnije i duže u odnosu na mužjake. Ova razlika je jedino izostala kod tek izleženih jedinki ribarica.
- Analizom polnog dimorfizma je praćeno sedam morfoloških karakteristika jedinki kod sve tri uzrasne kategorije (adulti, subadulti i juvenilci), pri čemu su kod adultnih i subadultnih ženki statističkom analizom pokazane i zabeležene značajno veće vrednosti svih ispitivanih morfoloških osobina u odnosu na mužjake.

U grupi juvenilnih jedinki zabeležen je sličan trend, pri čemu je značajna razlika odsustvovala samo u slučaju mase tela (BM) i širine glave (HW). Upečatljiva razlika koja se javlja kod juvenilnih jedinki u odnosu na adultne i subadultne jeste činjenica da su vrednosti osnovnih morfoloških karakteristika bile statistički značajno veće kod mužjaka u odnosu na ženke.

- Analizom kondicionog indeksa BCI je utvrđeno da adultni mužjaci tokom prolećne sezone imaju daleko niže vrednosti BCI, dok su ženke bile u nivou očekivanih telesnih masa za date vrednosti standardne dužine tela. Tokom letne sezone ženke su pokazale visoko pozitivne vrednosti BCI, dok su mužjaci i dalje imali negativne srednje vrednosti ovog parametra. Subadultne jedinke (mužjaci i ženke) u obe sezone su imali negativne srednje vrednosti BCI, mada su mužjaci imali nešto manje negativne srednje vrednosti, tj. bili su u boljem kondicionom stanju u obe sezone, dok su juvenilne jedinke, oba pola u obe sezone, imale pozitivne srednje vrednosti BCI.
- Posmatrajući četvorogodišnji period istraživanja može se zaključiti da su adultni mužjaci tokom prolećne sezone imali niže vrednosti BCI u svim godinama istraživanja, dok su ženke u najboljem kondicionom stanju bile tokom proleća 2011. godine, a u najlošijem tokom proleća 2008. godine. U letnjoj sezoni i mužjaci i ženke su imali najbolji kondicioni indeks tokom 2010. i 2012. godine. Juvenilne jedinke su imale pozitivne srednje vrednosti za BCI tokom svih godina i sezona istraživanja.
- Posmatrajući zone ostrva najbolji prolećni kondicioni indeks je zabeležen kod adultnih ženki u NE (severoistočnim) i SW (jugozapadnim) zonama, a „najlošiji“ u NW (severozapadnoj) zoni i na platou ostrva, dok su tokom letnje sezone mužjaci imali negativne srednje vrednosti BCI u svim zonama, s tim što su u „najboljem“ kondicionom stanju bili u NE (severoistočnoj) zoni ostrva, i to kao i ženke.
- Posmatrajući različite kolor morfe može se zaključiti da su adultni mužjaci sve tri kolor morfe tokom proleća imali negativne srednje vrednosti za BCI, dok su “crne” kolor morfe ženki bile u najboljem, a “sive” u najlošijem kondicionom stanju.

Tokom letnje sezone mužjaci su takođe imali negativne, a ženke pozitivne srednje vrednosti BCI, s tim da su “crne” kolor morfe, i kod ženki i kod mužjaka, bile u najboljem kondicionom stanju.

- Što se tiče različitih zona ostrva, najnegativnije vrednosti BCI kod adultnih mužjaka tokom proleća zabeležene su kod “sive” i “tačkaste” varijante koje su lokalizovane na platou i N i NW zonama ostrva. Crne morfe su imale suprotan odnos sa najvišim BCI vrednostima na platou i najnižim na N i NW zonama ostrva. Tokom letnje sezone i kod mužjaka i kod ženki sve tri kolor morfe su imali najviše vrednosti za BCI u NE zonama ostrva.
- Analizom sadržaja želuca ribarica utvrđeno je da su im najčešći plen bile *Alburnus belvica* zastupljena sa 35.6% od ukupnog broja analiziranih vrsta i 51.1% plena je identifikovano kao *Alburnus sp.* Ishrana je najaktivnija tokom leta od juna do avgusta.
- Parenje je zabeleženo odmah nakon izlaska iz hibernacije, od kraja aprila do sredine maja. Od ukupnog broja analiziranih ženki (621) njih (336; 54,2%) je tokom leta bilo gravidno dok njih (283; 45,5%) nije pokazalo prisustvo jaja, a dve ženke su u trenutku lova već položile jaja. Prosečan broj jaja u gnezdu je bio  $9,4 \pm 2,0$ . Statistička analiza je pokazala značajnu razliku u fekunditetu između ženki sa različitih zona ostrva. Fekunditet je bio najmanji tokom 2011. godine, dok su vrednosti za 2009. i 2010. godinu bile slične. Statistička analiza nije pokazala značajnu razliku u fekunditetu između različitih kolor morfi.
- Analizom predatorskog i antipredatorskog ponašanja pokazano je da su ribarice plen velikog broja različitih predatora koji su aktivni i tokom dana i tokom noći: evropska vidra (*Lutra lutra*), različite ptice (*Bubo bubo*, *Accipiter sp.*, *Buteo sp.*) i druge vrste zmija (*Vipera ammodytes*).
- Najveći faktor ugrožavanja ribarica na ostrvu Golem grad čine ilegalne mreže lovokradica u kojima se tokom svake noći u proseku postave po dve ili tri mreže u kojima se izlovi i 20 do 30 mrtvih ribarica.

Sumiranjem i analizom svih iznesenih rezultata može se zaključiti da je populacija ribarica *Natrix tessellata* na ostrvu Golem grad izuzetno specifična zbog ujednačenog prisustva sve tri kolor morfe koje pokazuju svoju ekološku, reproduktivnu i morfološku specifičnost u odnosu na populacije ribarica koje su ispitivane na drugim lokalitetima njihovog rasprostranjenja. Kako bi se posebnost ove populacije u potpunosti objasnila sa različitih evolutivnih i ekoloških aspekata neophodno je izvršiti dalja ispitivanja tokom sledećih aktivnih sezona.

## 7. Literatura

- Acipinar, H., Gaygusuz, O., Tarkan, A. S., GURSOY, C., Al, Z. (2006): Presence of an invasive fish species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the diet of the dice snake, *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768). JFAS. 1:213–217.
- Ajtić, R., Tomović, Lj., Sterijovski, B., Crnobrnja-Isailović, J., Đorđević, S., Đurakić M., Golubović, A., Simović, A., Arsovski, D., Andjelković, M., Krstić, M., Šukalo, G., Gvozdenović, S., Aidam, A., Louise Michel, C., Ballouard, J.M, Bonnet, X. (2013): Unexpected life history traits in a very dense population of dice snakes. Zool. Anz. 252(3): 350-358.
- Andren, C., Nilson, G. (1981): Reproductive success and risk of predation in normal and melanistic colour morphs of the adder, *Vipera berus*. Biol. J. Linn. Soc. 15: 235-246.
- Anovski, T. (ed.) (2001): Progress in the Study of Prespa Lake using Nuclear and Related Techniques. Project Report, IAEA Regional Project RER/8/008, ISBN 9989–650-21-7, Skopje, Macedonia.
- Arnold, N.E., Oviden, D.W. (2002): A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. 2<sup>nd</sup> edition. Collins, London.
- Aubret, F., Bonnet, X. (2007): Food *versus* risk: foraging decision in young tiger snakes, *Notechis scutatus*. Amphibia- Reptilia. 28:304–308.
- Aubret, F., Burghardt, G., Maumelat, S., Bonnet, X., Bradshaw, S.D. (2006): Feeding preferences in two disjunct populations of tiger snakes, *Notechis scutatus* (Elapidae). Behav. Ecol. 17: 716–725.
- Aubret, F., Shine, R. Bonnet, X. (2004): Adaptive developmental plasticity in snakes. Nature. 431: 261-262.
- Baha, El., Din., S. (2011): Distribution and recent range extension of *Natrix tessellata* in Egypt. Mertensiella. 18: 401-410.
- Bakiev, A., Kirillov, A., Mebert, K. (2011): Diet and Parasitic Helminths of Dice Snakes from the Volga Basin, Russia. Mertensiella. 18, in press.
- Ballouard, J.M., Brischoux, F., Bonnet, X. (2011): Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. PloS. One. 6: e23152. doi:10.1371/journal.pone.0023152.

- Bannikow, A.G., Darewskij, I.S., Ishenko, V.G., Scerbak, N.N. (1977): Opređelitelj zemnowodrych i presmykajuscichsja fauny SSSR. [Identification of amphibians and reptiles of the SSSR]. Proswwesenije, Moscow, Russia.
- Beaupre, S.J., Douglas, L.E. (2009): Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties. Pp. 244–261 In Snakes: Ecology and Conservation. Mullin, S.J., Siegel, R.A. (Eds.). Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York, USA.
- Bittner, T.D., King, R.B., Kerfin, J.M. (2002): Effects of body size and melanism on the thermal biology of garter snakes (*Thamnophis sirtalis*). *Copeia*. 2002: 477-482.
- Bittner, T.D. (2003): Polymorphic clay models of *Thamnophis sirtalis* suggest patterns of avian predation. *Ohio. J. Sci.* 103: 62–66.
- Blem, C.R. (1990): Avian energy storage. *Curr. Ornithol.* 7: 59-113.
- Blouin-Demers, G., Prior, K.A., Weatherhead, P.J. (2002): Comparative demography of black rat snakes (*Elaphe obsoleta*) in Ontario and Maryland. *J. Zool.* 256: 1–10.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G., Hoffmann, M., Livingstone, S., Ram, M., Rhodin, A.G., Stuart, S.N., Van Dijk, P.P., Young, B., Afuang, L., Aghasyan, A., García, A., Aguilar, C., Ajtic, R., Akarsu, F., Alencar, L., Allison, A., Ananjeva, N., Anderson, S., Andrés, C., Ariano-Sánchezm D., Camilo, J., Auliya, M., Austin, C.C., Avci, A., Baker, P.J., Barreto-Lima, A.F., Barrio-Amorós, C.L., Basu, D.A., Bates, M.F., Batistella, A., Bauer, A., Bennett, D., Böhme, W., Broadley, D., Brown, R., Burgess, J., Captain, A., Carreira, S., Rosario Castañeda, M.D., Castro, F., Catenazzi, A., Cedeño-Vázquez, J.R., Chapple, D.G., Cheylan, M., Cisneros-Heredia, D.F., Cogalniceanu, D.B., Cogger, H., Corti, C., Costa, G.C., Couper, P.J., Courtney, T., Crnobrnja-Isailovic, J., Crochet, P.A., Crother, B., Cruz, F., Daltry, J.C., Daniels, R.J., Das, I., Silva, A.D., Diesmos, A.C., Dirksen, L., Doan, T.M., Doody, S., Dorcas, M.E., Duarte, J., Filho, B., Egan, V.T., Hassan, E., Mouden, E., Embert, D., Espinoza, R.E., Fallabrino, A., Feng, X., Feng, Z.J., Fitzgerald, L., Flores-Villela, O., França, F., Frost, D., Gadsden, H., Gamble, T., Ganesh, S.R., Garcia, M.A., García-Pérez, J.E., Gatus, C.J., Gaulke, M., Geniez, P., Georges, A., Gerlach, J., Goldberg, S., Gonzalez, J.C., Gower, D.J., Grant, T., Greenbaum, E., Grieco, C., Guo, P., Hamilton, A.M., Hare, K., Hedges, D., Heideman, N., Hilton-Taylor, C., Hitchmough, R.,



Hollingsworth, B., Hutchinson, M., Ineich, I., Iverson, J., Jaksic, F.M., Jenkins, R., Joger, U., Jose, R., Kaska, Y., Kaya, U.G., Keogh, S., Köhler, G., Kuchling, G., Kumlutas, Y., Kwet, A.D., La Marca, E., Lamar, W., Lane, A., Lardner, B., Latta, C., Latta, G., Lau, M., Lavin, P., Lawson, D., Lebreton, M., Lehr, E., Limpus, D., Lipczynski, N., Lobo, A.S., López-Luna, M.A., Luiselli, L.E., Lukoschek, V., Lundberg, M., Lymberakis, P., Macey, R., Magnusson, W.E., Mahler, D.L., Malhotra, A., Mariaux, J., Maritz, B., Marques, O.A., Márquez, R., Martins, M., Masterson, G., Mateo, J.A., Mathew, R., Mathews, N., Mayer, G., Mccranie, J.R., Measey, G.J., Mendoza-Quijano, F., Menegon, M.F., Métrailler, S., Milton, D.A., Montgomery, C., Morato, S.A.A., Mott, T., Muñoz-Alonso, A., Murphy, J.F., Nguyen, T.Q., Nilson, G., Nogueira, C., Núñez, H., Orlov, N., Ota, H., Ottenwalder, J., Papenfuss, T., Pasachnik, S., Passos, P., Pauwels, O.S.G., Pérez-Buitrago, N., Pérez-Mellado, V., Pianka, E.R., Pleguezuelos, J., Pollock, C., Ponce-Campos, P., Powell, R., Pupin, F., Quintero Díaz, G.E., Radder, R., Ramer, J., Rasmussen, A.R., Raxworthy, C., Reynolds, R., Richman, N., Rico, E.L., Riservato, E., Rivas, G., Da Rocha, B.P.L.B., Rödel, M.O., Rodríguez, L., Gl S., Roosenburg, W.M., Ross, J.P., Sadek, R., Sanders, K., Santos-Barrera, G., Schleich, G.H., Schmidt, B.R., Schmitz, A., Sharifi, M., Shea, G., Shi, H.T., Shine, R., Sindaco, R., Slimani, T., Somaweera, R., Spawls, S., Stafford, P. (2013): The conservation status of the world's reptiles. *Biol. Conser.* 157: 372-385.

- Bonnet, X., Naulleau, G., Shine, R., Lourdais, O. (2000): Reproductive *versus* ecological advantages to larger body size in female *Vipera aspis*. *Oikos*. 89: 509–518.
- Bonnet, X., Shine, R., Naulleau, G. Thiburce, C. (2001): Plastic vipers: influence of food intake on the size and shape of Gaboon vipers (*Bitis gabonica*). *J. Zool. (Lond.)* 255: 341–351.
- Bonnet, X., Pearson, D., Ladyman, M., Lourdais, L., Bradshaw, D. (2002): “Heaven” for serpents? A mark-recapture study of tiger snakes (*Notechis scutatus*) on Carnac Island, Western Australia. *Austral. Ecol.* 27: 442–450.
- Bonnet, X., Shine R., Lourdais O., Naulleau, G. (2003): Measures of reproductive allometry are sensitive to sampling bias. *Funct. Ecol.* 17: 39–49.
- Bonnet, X., Brischoux, F., Pearson, D., Rivalan, P. (2009): Beach-rock as a keystone habitat for sea kraits. *Environ. Conserv.* 36: 62–70.

- Bonnet, X., Lorioux, S., Pearson, D., Aubret, F., Bradshaw, D., Delmas, V., Fauvel, T. (2011): Which proximate factor determines sexual size dimorphism in Tiger snakes? *Biol. J. Linn. Soc.* 103: 668–680.
- Breining, D.R., Mazerolle, Marc J., Bolt, M.R., Legare, M.L., Drese, J.H., Hines, J.E. (2012): Habitat fragmentation effects on annual survival of the federally protected eastern indigo snake. NASA Publications. Paper 106.
- Brischoux, F., Bonnet, X., Pinaud, D. (2009a): Fine scale site fidelity in sea kraits: implications for conservation. *Biodiver. Conser.* 18: 2473–2481.
- Brischoux, F., Bonnet, X., Shine, R. (2009b): Determinants of dietary specialization: a comparison of two sympatric species of sea snakes. *Oikos.* 118:145–151.
- Brodie, E.D. III., Janzen, F.J. (1995): Experimental studies of coral snake mimicry: generalized avoidance of ringed snake patterns by free-ranging avian predators. *Func. Ecol.* 9: 186-190.
- Brodie, E.D., III. (1992): Correlational selection for color pattern and antipredator behavior in the garter snake *Thamnophis ordinoides*. *Evolution.* 46: 1284-1298.
- Brodie, E.D., III. (1993): Differential avoidance of coral snake banded patterns by free-ranging avian predators in Costa Rica. *Evolution.* 47: 227-35.
- Bronikowski, A.M., Arnold, S.J. (1999): The evolutionary ecology of life history variation in the garter snake *Thamnophis elegans*. *Ecology.* 80: 2314-2325.
- Bronikowski, A.M. (2000): Experimental evidence of the adaptive evolution of growth rate in the garter snake *Thamnophis elegans*. *Evolution.* 54: 1760-1767.
- Brooks, S.E., Allison, E.H., Gill, J.A., Reynolds, J.D. (2010): Snake prices and crocodile appetites: aquatic wildlife supply and demand on Tonle Sap Lake, Cambodia. *Biolog. Conserv.* 143: 2127–2135.
- Brown, G.P., Shine, R. (2002): Reproductive ecology of a tropical natricine snake, *Tropidonophis mairii* (Colubridae). *J. Zool.* 258: 63–72.
- Bruno, S., Mavigli, S. (1990): *Serpenti d'Italia e d'Europa*. Editoriale Giorgio Mondadori, Milano, Italy.
- Cafuta, V. (2011): First report of melanistic dice snakes (*Natrix tessellata*) in Slovenia. *Mertensiella.* 18:142.
- Capula, M., Filippi, E., Rugiero, L., Luiselli, L. (2011): Dietary, thermal and reproductive ecology of *Natrix tessellata* in central Italy: A synthesis. *Mertensiella.* 18: in press.

- Carlsson, M., Kärvemo, S., Tudor, M., Sloboda, M., Mihalca, A.D., Ghira, I., Bel, L., Modry, D. (2011): Monitoring a large population of dice snakes at lake Sinoe in Dobrogea, Romania. *Mertensiella*. 18, in press.
- Conant, R., Collins, J.T. (1998): *A Field Guide to Reptiles and Amphibians: Eastern/Central North America*. 3rd Edition. Boston: Houghton. Mifflin. 616 p
- Crivelli, A.J., Catsadorakis, G., Malakou, M., Rosecchi, E. (1997): Fish and fisheries of the Prespa Lakes. *Hydrobiologia*. 351: 107–125.
- Daltry, J.C., Bloxam, Q., Cooper, G., Day, M.L., Hartley, J., Henry, Mc.R., Kevel, L., Smith, B.E. (2001): Five years of conserving the ‘world’s rarest snake’, the Antigua Racer *Alsophis antiguae*. *Oryx*. 35: 119–127.
- Dingemanse, N.J., Kazem, A.J.N., Réale, D., Wright, J. (2010): Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends. Ecol. Evol.* 25: 81–89.
- Dmi’El, R. (1970): Growth and metabolism in snake embryos. *J. Embryol. Exp. Morphol.* 23: 761–772.
- Dorcas, M.E., Willson, J.D. (2009): Innovative methods for studies of snake ecology and conservation. In: *Snakes: Ecology and Conservation*, S. J. Mullin and R. A. Seigel (Eds.), pp. 5–37. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Duarte, M.R., Puerto, G., Franco, F.L. (1995): A biological survey of the pitviper *Bothrops insularis* Amaral (Serpentes, Viperidae): an endemic and threatened offshore island snake of Southeastern Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna. Environ.* 30: 1–13.
- Dunham, A.E., (1981): Populations in a fluctuating environment: the comparative population ecology of *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. *Miscellaneous Publications of the University of Michigan Museum of Zoology* 158: 1–62.
- Em, H. (1965): Šumske zajednice četinaru u NR Makedoniji. *Biološki glasnik.*, Zagreb 15: 1–38.
- Filippi, E., Luiselli, L. (2000): Status of the Italian snake fauna and assessment of conservation threats. *Biol. Conserv.* 93:219–225.
- Fitzgerald, L.A., Painter, C.V. (2000): Rattle snake commercialization: long-term trends, issues, and implications for conservation. *Wildlife. Soc. Bull.* 28: 235–253.

- Ford, N.B., Seigel, R.A. (1989): Phenotypic plasticity in reproductive traits: evidence from a viviparous snake. *Ecology*. 70: 1768–1774.
- Forsman, A. (1995): Opposing fitness consequences of colour pattern in male and female snakes. *J. Evol. Biol.* 8: 53–70
- Forsman, A., Lindell, L.E. (1991): Trade-off between growth and energy storage in male *Vipera berus* (L.) under different prey densities. *Funct. Ecol.* 5: 717-723.
- Gaston, K.J., Fuller, R.A. (2008): Commonness, population depletion and conservation biology. *Trend. Ecol. Evol.* 23: 14–19.
- Gautschi, B., Widmer, A., Joshi, J., Koella, J.C. (2002): Increased frequency of scale anomalies and loss of genetic variation in serially bottlenecked populations of the dice snake, *Natrix tessellata*. *Conserv. Genet.* 3: 235–245.
- Gehlbach, F.R. (1970): Death-feigning and erratic behavior in leptotyphloid, colubrid, and elapid snakes. *Herpetologica*. 26: 24–34.
- Gerald, G.W. (2008): Feign versus flight: influences of temperature, body size and locomotor abilities on death feigning in neonate snakes. *Anim. Behav.* 75: 647–654.
- Gerhardt, J., Kirschner, M. (1997): *Cells, Embryos, and Evolution* (Blackwell Scientific, Malden, MA).
- Gibson, A.R. (1978): The ecological significance of a colour polymorphism in the common garter snake, *Thamnophis sirtalis* (L.) [Unpubl PhD dissertation]. Ontario: Univ of Toronto.
- Gibson, A.R., Falls, J.B. (1979): Thermal biology of the common garter snake *Thamnophis sirtalis* (L.): II. The effects of melanism. *Oecologia*. 43: 99-109.
- Gibson, J.W., Semlitsch, R.D. (1987): Activity pattern. – In: Suegal., R.A., Collins, J.T., Novak, S.S. (Ed.). *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. – McGraw – Hill, New York: 396-421.
- Gibson, A.R., Falls, J.B. (1988): Melanism in the common garter snake: A Lake Erie phenomenon. In: Downhower JF, editor. *The Biogeography of the Island Region of Western Lake Erie*. Columbus (OH): Ohio State Univ Pr. p 233-45.
- Godley, S.J., Moler, P.E. (2013): Population declines of Eastern Indigo Snakes (*Drymarchon couperi*) over three decades in the Gulf Hammock Wildlife Management Area, Florida, USA. *Herpetol. Conserv. Biol.* 8: 359–365.
- Goiran, C., Shine, R. (2013): Decline in sea snake abundance on a protected coral reef system in the New Caledonian Lagoon. *Coral. Reefs*. 32: 281–284.

- Göçmen, B., Çiçek, K., Yıldız, M.Z., Atatür, M.K., Dinçaslan, Y.E., Mebert, K. (2011): A preliminary study on the feeding biology of the dice snake, *Natrix tessellata*, in Turkey. *Mertensiella*. 18: in press.
- Graves, B.M., Duvall, D. (1995): Aggregation of squamate reptiles associated with gestation, oviposition, and parturition. *Herpetol. Monog.* 9: 102–119.
- Greene, H.W. (1988): Antipredator mechanisms in reptiles. *Biol. Reptil.* 16: 1–152.
- Gregory, P.T. (1974): Patterns of spring emergence of the red-sided garter snake (*Thamnophis sirtalis parietalis*) in the Interlake region of Manitoba. *Can. J. Zool.* 52: 1063–1069.
- Gruschwitz, M., Lenz, S., Mebert, K., Lanka, V. (1999): *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) – Würfelnatter. In *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*, Vol. 3 (2) (ed. Böhme W), pp. 581–644. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden.
- Guicking, D., Lawson, R., Joger, U., Wink, M. (2007): Evolution and phylogeny of the genus *Natrix* (Serpentes: Colubridae). *Biol. J. Linn. Soc.* 87: 127–143.
- Hagman, M., Elmberg, J., Karvemo, S. Löwenborg, K. (2012): Grass snakes (*Natrix natrix*) in Sweden decline together with their anthropogenic nesting-environments. *Herpetol. J.* 22(3): 199-202.
- Hailey, A., Davies, P.M.C. (1987): Maturity, mating and age-specific reproductive effort of the snake *Natrix maura*. *J. Zool.* 211: 573-578.
- Herczeg, G., Szabó, K., Korsós, Z. (2005): Asymmetry and population characteristics in dice snakes (*Natrix tessellata*): an interpopulation comparison. *Amphibia-Reptilia.* 26: 422–426.
- Hibbitts, T.J., Painter, C.W., Holycross, A.T. (2009): Ecology of a population of the Narrow-headed Garter Snake (*Thamnophis rufipunctatus*) in New Mexico: catastrophic decline of a river specialist. *Southwestern Naturalist.* 54: 461–467.
- Hinman, K.E., Throop, H.L., Adams, K.L., Dake, A.J., McLauchlan, K.K., McKone, M.J. (1997). Predation by free-ranging birds on partial coral snake mimics: the importance of ring width and color. *Evolution.* 51: 1011-1014.
- Hollis, G.E., Stevenson, A.C. (1997): The physical basis of the Lake Mikri Prespa systems: geology, climate, hydrology and water quality. *Hydrobiologia.* 351: 1–19.

- Ineich, I., Bonnet, X., Brischoux, F., Kulbicki, M., Séret, B., Shine, R. (2007): Anguilliform fishes and sea-kraits: neglected predators in coral-reef ecosystems. *Marine. Biol.* 151: 793–802.
- Ioannidis, Y., Bousbouras, D. (1997): The space utilization by the reptiles in Prespa National Park. *Hydrobiologia.* 351: 135–142.
- Jackson, J.F., Ingrahm, W. III., Campbell, H.W. (1976): The dorsal pigmentation pattern of snakes as an antipredator strategy: a multivariate approach. *Am. Nat.* 110 (976): 1029-1053.
- Jaksic, F.M, Greene, H.W. (1984): Empirical evidence of non-correlation between tail loss frequency and predation intensity on lizards. *Oikos.* 42: 407-411.
- Jean, M.J., Perez-Mellado, V. (1989): Temperaturas corporales y ritmos de actividad en una poblacio de *Natrix maura* (L.) del Sistema Central. Donana, *Acta. Vertebrata.* 16: 203-217.
- Jelić, D., Lelo, S. (2011): Distribution and status quo of *Natrix tessellata* in Croatia, Bosnia and Herzegovina. *Mertensiella.* 18: in press.
- Jones P.C., King, R.B, Stanford, K.M., Lawson, T.D., Thomas, M. (2009): Frequent consumption and rapid digestion of prey by the Lake Erie watersnake with implications for an invasive prey species. *Copeia.* 3: 437–445.
- Jordanoski, M., Mitic, V., Krstanoski, Z., Kostoski, G., Stafilov, T., Joseska, N., Naumoski, T., Lokoska, L., Anovski, T., Novevska, V., Gusevska, D., Talevska, M., Trajanovski, S., Patceva, S., and Veljanoska-Sarafiloska, E. (2002): The influence of the anthropogenic factor on the trophic state of lake Prespa (in Macedonian). National Project Report, Hydrobiological Institute, Ohrid, Macedonia.
- Kassioumis, K. (1991): Prespa National Park Management Plan. Forestry Service, Ministry of Agriculture, Athens, Greece. Mimeo. 3 volumes. (In Greek).
- King, R.B. (1986): Population ecology of the Lake Erie water snake, *Nerodia sipedon insularum*. *Copeia.* 3: 757–772.
- King, R.B. (1987): Color pattern polymorphism in the Lake Erie water snake, *Nerodia sipedon insularum*. *Evolution.* 41: 241-255.
- King, R.B. (1988): Polymorphic populations of the common garter snake *Thamnophis sirtalis* near Lake Erie. *Herpetologica.* 44: 451-458.
- Kingsbury, B.A., Attum, O. (2009): Conservation strategies: captive breeding, translocation, and repatriation. Pp. 201–220 In *Snakes: Ecology and*

- Conservation. Mullin, S.J., and R.A. Siegel (Eds.). Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York, USA.
- Lawson, R., King, R.B. (1996): Gene flow and melanism in Lake Erie garter snake populations. *Biol. J. Linn. Soc.* 59: 1-19.
- Lenz, S., Gruschwitz, M. (1993). Zur Autökologie der Würfelnatter, *Natrix t. tessellata* (Laurenti, 1978) (Reptilia: Serpentes: Colubridae) in Deutschland. *Mertensiella*. 3: 235–252.
- Löffler, H., Schiller, E., Kusel, E., Kraill, H. (1998): Lake Prespa, a European natural monument, endangered by irrigation and eutrophication? *Hydrobiologia*. 384: 69–74.
- Lorion, S., Bonnet, X., Brischoux, F., De Crignis, M. (2008): Is melanism adaptive in sea kraits? *Amphibia. Reptilia*. 29: 1–5.
- Luiselli, L., Capizzi, D. (1997a): Influences of area, isolation and habitat features on distribution of snakes in Mediterranean fragmented woodlands. *Biodiver. Conserv.* 6: 1339–1351.
- Luiselli, L., Zimmermann, P. (1997b): Thermal ecology and reproductive cyclicity of the snake *Natrix tessellata* in south-eastern Austria and central Italy: a comparative study. *Amphibia.-Reptilia*. 18: 383–396.
- Luiselli, L., Rugiero, L. (2005): Individual reproductive success and clutch size of a population of the semi-aquatic snake *Natrix tessellata* from central Italy: Are smaller males and larger females advantaged? *Revue. d'Écologie. (Terre Vie)*. 60: 77–81.
- Luiselli, L., Capizzi, D., Filippi, E., Anibaldi, C., Rugiero, L., Capula, M. (2007): Comparative diets of three populations of an aquatic snake (*Natrix tessellata*, Colubridae) from Mediterranean streams with different hydric regimes. *Copeia*. 2007: 426–435.
- Luiselli, L., Madsen, T., Capizzi, D., Rugiero, L., Pacini, N., Capula, M. (2011): Long-term population dynamics in a Mediterranean aquatic snake. *Ecol. Res.* 26: 745-753.
- Madsen, T. Shine, R. (1993 a): Phenotypic plasticity in body sizes and sexual size dimorphism in European grass snakes. *Evolution*. 47: 321–325.
- Madsen, T., and Shine, R. (1993 b): Costs of reproduction in a population of European adders. *Oecologia*. 94: 488 -495.

- Madsen, T., Shine R. (2000): Rain, fish and snakes: climatically driven population dynamics of Arafura filesnakes in tropical Australia. *Oecologia*. 124: 208–215.
- Manier, M.K., Seyler, C.M., Arnold, S.J. (2007): Adaptive divergence within and between ecotypes of the terrestrial garter snake, *Thamnophis elegans*, assessed with FST–QST comparisons. *J. Evol. Biol.* 20: 1705–1719.
- Matzinger, A., Jordanoski, M., Veljanoska-Sarafiloska, E., Sturm, M., Müller, M., Wüest, A. (2006): Is Lake Prespa jeopardizing the ecosystem of ancient Lake Ohrid? *Hydrobiologia*. 553: 89–109.
- McClenachan, L., A.B. Cooper, K.E. Carpenter, Dulvy, N.K. (2012): Extinction risk and bottlenecks in the conservation of charismatic marine species. *Conser. Lett.* 5: 73–80.
- Mebert, K. (1993): Untersuchung zur Morphologie und Taxonomie der Würfelnatter *Natrix tessellata* (Laurenti) 1768 in der Schweiz und im südlichen Alpenraum. – M.S. thesis, Zoological Museum, University of Zürich, Switzerland.
- Mebert, K. (1996): Comparison morphologique entre des populations introduites et indigenes de *Natrix tessellata* de l'Arc Alpin. – *Bull. Soc. Herp. France*. 80: 15-25.
- Mebert, K. (2010): Massive Hybridization and Species Concepts, Insights from Watersnakes. – VDM Verlag, Saarbrücken, Germany.
- Mebert, K. (2011): Sexual dimorphism in the dice snake (*Natrix tessellata*) from the central Alps. *Mertensiella*. 18: 94-99.
- Mebert, K., Velensky, P. (2011): First case of concolor *Natrix tessellata* in Czechoslovakia. *Mertensiella*. 18: in press.
- Mertens, R. (1969): Die Amphibien und Reptilien West-Pakistans. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*. 197: 1-96.
- Metzger, C., Ursenbacher, S., Christe, P. (2009): Testing the competitive exclusion principle using various niche parameters in a native (*Natrix maura*) and an introduced (*N. tessellata*) colubrid. *Amphibia.-Reptilia*. 30: 523–531.
- Metzger, C., Christe, P., Ursenbacher, S. (2011): Diet variability of two convergentnatricine colubrids in an invasive-native interaction. *Mertensiella*. 18: 86–93.
- Moller, T. (1990): Zur Herpeto fauna im Suden Bulgariens. *Aquar. Terrar. Zeitschrift*. Stuttgart. 43(7): 431–434.



- Moyle, P.B., Williams, J.E. (1990): Biodiversity loss in the temperate zone: decline of the native fish fauna of California. *Conserv. Biol.* 4: 275–284.
- Mushinsky, H.R., Miller, D.E. (1993): Predation on water snakes: ontogenetic and interspecific considerations. *Copeia*. 1993: 660-665.
- Naumoski, T., Novevska, V., Lokoska, L., Mitic, V. (1997): Trophic state of Prespa Lake. Proceedings of International symposium towards integrated conservation and sustainable development of transboundary Macro and Micro Prespa Lakes, PPNEA, ILAR Typography, Tirana, Albania, 132–137.
- Parker, W.S., Plummer, M.V. (1987): Population ecology. In: Seigel RA, Collins JT, Novak SS, editors. *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. New York (NY): Macmillan. p 253-301.
- Pearson, D., Shine, R., How, R. (2002): Sex-specific niche partitioning and sexual size dimorphism in Australian pythons (*Morelia spilota imbricata*). *Biol. J. Linn. Soc.* 77: 113–125.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., Hanson, P., Cartín, V. (1997): Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiver. Conserv.* 6: 935–945.
- Pigliucci, M. (2001): *Phenotypic Plasticity: Beyond Nature and Nurture*. John Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Pike, D.A., Pizzatto, L., Pike, B.A., Shine, R. (2008): Estimating survival rates of uncatchable animals: The myth of high juvenile mortality in reptiles. *Ecology*. 89: 607–611.
- Prest, M.R. (1994): Sexual size dimorphism and feeding energy in *Anolis conspersus*: why do females take smaller prey than males? *J. Herpetol.* 28: 292-298.
- Reading, C.J., Luiselli, L.M., Akani, G.C., Bonnet, X., Amori, G., Ballouard, J.M., Filipii, E., Naulleau, G., Pearson, D., Rugiero, L. (2010): Are snake populations in widespread decline? *Biol. Lett.* 6: 777–780.
- Reed, T.E., Schindler, D.E., Waples, R.S. (2011): Interacting effects of phenotypic plasticity and evolution on population persistence in a changing climate. *Conserv. Biol.* 25: 56–63.
- Santos, X., Llorente, G.A. (2009): Decline of a common reptile: case study of the viperine snake *Natrix maura* in a Mediterranean wetland. *Acta. Herpetol.* 4: 161–169.

- Scali, S., Dimitolo, G. Montonati, S. (2001): Attività notturna comparata di *Natrix maura* e *Natrix tessellata*. *Pianura*. 13: 287–290.
- Scali, S. (2011): Ecological comparison of the dice snake (*Natrix tessellata*) and the viperine snake (*Natrix maura*) in northern Italy. – *Mertensiella*. 18: 131–144.
- Schoener, T.W. (1967): The ecological significance of sexual dimorphism in size in the lizards *Anolis conspersus*. *Science*. 155: 474-477.
- Schoener, T.W. (1979): Inferring the properties of predation and other injury-producing agents from injury frequencies. *Ecology*. 60: 1110-1115.
- Seddon, P.J., Soorae, P.S., Launay, F. (2005): Taxonomic bias in reintroduction projects. *Anim. Conserv.* 8: 51–58.
- Seigel, R.A., Fitch, H.S. (1985): Annual variation in reproduction in snakes in a fluctuating environment. *J. Anim. Ecol.* 54: 497-505.
- Seigel, R.A. Ford, N.B. (1991): Phenotypic plasticity in the reproductive characteristics of an oviparous snake, *Elaphe guttata*: implications for life history studies. *Herpetologica*. 47: 301–307.
- Seigel, R.A., Mullin, S.J. (2009): Snake conservation, present and future. Pp. 281–290 In *Snakes: Ecology and Conservation*. Mullin, S.J., Siegel, R.A. (Eds.). Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York, USA.
- Shine, R. (1986): Sexual differences in morphology and niche utilization in an aquatic snake, *Acrochordus arafurae*. *Oecologia*. 69: 260–267.
- Shine, R. (1991): Sexual differences in morphology and niche utilization in an aquatic snake, *Acrochordus arafurae*. *Oecologia*. 69: 260-267.
- Shine, R. (2003): Reproductive strategies in snakes *Proc. R. Soc. B* 270: 995–1004.
- Smith, S.M. (1975): Innate recognition of coral snake pattern by a possible avian predator. *Science*. 187: 759-760.
- Smith, S.M. (1977): Coral-snake pattern recognition and stimulus generalization by naive great kiskadees (Aves: Tyrannidae). *Nature*. 265: 535-536.
- Stamps, J.A. (1977): The relationship between resource competition risk and aggression in a tropical territorial lizard. *Ecology*. 3: 315-324.
- Sterijovski, B., Ajtić, R., Tomović, Lj., Bonnet, X. (2014): Conservation threats to dice snakes (*Natrix tessellata*) in Golem grad Island (FYR of Macedonia). *Herpetol. Conserv. Biol.* 9(3): 468-474.
- Sterijovski, B., Ajtić, R., Tomović, Lj., Đorđević, S., Đurakić, M., Golubović, A., Crnobrnja-Isailović, J., Ballouard, J.M, Groupf, Bonnet, X. (2011): *Natrix*

- tessellata* on Golem Grad, FYR of Macedonia: a natural fortress shelters a prosperous snake population. *Mertensiella*. 18: 298-302.
- Sun, L.X., Shine, R., Zhao, D. B. Tang, Z.R. (2002): Low costs, high output: reproduction in an insular pit-viper (*Gloydius shedaoensis*, Viperidae) from north-eastern China. *J. Zool.* 256: 511–521.
- Tuniyev, B.S. (2001): Nochnaja aktivnost reptiliy Zapadnogo Kavkaza. *Mater. – Nauch. Prakt. Konf. Majkop.* 229-230.
- Tuniyev, B., Tuniyev, S., Kirschey, T., Mebert, K. (2011): Notes on the dice snake, *Natrix tessellata*, from the Caucasian Isthmus. *Mertensiella*. 18:v343–356.
- Velensky, P., Velensky, M., Mebert, K. (2011): Morphology, ecology and ethology of an urban population: Dice snakes, *Natrix tessellata*, in the city district Troja along the Vltava River, Prague. *Mertensiella*. 18: in press.
- Werner, Y., Shapira T. (2011): A brief review of morphological variation in *Natrix tessellata* in Israel: between sides, among individuals, between sexes, and among regions. *Turk. J. Zool.* 35(4): 451-466.
- Verwavijen, D., Van Damme, R., Harrel, A. (2002): Relationship between head size, bite force, prey handling efficiency and diet in two sympatric lacertid lizards. *Func. Ecol.* 16: 842-850.
- Waye, H.L., Mason, R.T. (2008): A combination of body condition measurements is more informative than conventional condition indices: Temporal variation in body condition and corticosterone in brown tree snakes (*Boiga irregularis*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 155: 607–612.
- Weatherhead, P.J., Brown, G.P. (1996): Measurement versus estimation of body condition in snakes. *Can. J. Zool.* 74: 1617–1621.
- Weatherhead, P.J., Barry, F.E., Brown, G.P., Forbes, M.R.L. (1995): Sex ratios, mating behavior and sexual size dimorphism of the northern water snake, *Nerodia sipedon*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 36: 301-311.
- Whittier, J.M., Crews, D. (1990): Body mass and reproduction in female red-sided garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Herpetologica*. 46: 219–226.
- Willis, L., Threlkeld, S.T., Carpenter, C.C. (1982): Tail loss patterns in *Thamnophis* (Reptilia: Colubridae) and the probable fate of injured individuals. *Copeia*. 1982: 98-101.

- Yildirimhan, H.S., Bursey, C.R., Goldberg, S.R. (2007): Helminth parasites of the grass snake, *Natrix natrix*, and the dice snake, *Natrix tessellata* (Serpentes: Colubridae), from Turkey. *Comp. Parasitol.* 74: 343–354.
- Zuffi, M.A.L., Fornasiero, S., Bonnet, X. (2008): Geographic variation of reproductive output in female European whip snake (*Hierophis viridiflavus*). *Herpetol. J.* 17: 219–224.
- Zuffi, M.A.L., Gentili, A., Cecchinelli, E., Pupin, F., Bonnet, X., Filippi, E., Luiselli, L.M., Barbanera, F., Dini, F., Fasola, M. (2009): Geographic variation of life-history traits and reproductive patterns in Continental and Mediterranean asp vipers, *Vipera aspis*. *Biol. J. Linn. Soc.* 96: 383–391.

## 8. Extended Abstract

**Introduction:** The system that defines life history trait variations among individuals and populations are very specific and difficult. They usually include a wide range of processes from the changes in basic morphology that take place during premature development to the physiological and social alterations that take place during adult life. All these modification should include adaptive and non-adaptive reactions. In some specific cases a phenotypic characteristic can be improved (e.g. due to a disease) or may be result from the facility of an organism to change its morphological characteristics to match environmental constraints (adaptive plasticity). The mechanisms which could be used for description and on the understanding of these processes are the main subject for evolutionary and applied ecology. Consequently, it is significant to explore and notified different phenotypic variations between individuals and populations, and ultimately to separate the particular contributions of the different sources of phenotypic variations. This specificity could be investigating in species that display strong variations between individuals and populations; particularly in extremely polymorphic or plastic species where most life history traits reply to environmental variations. Snakes represent biological species which show a significant biological flexibility in response to different and specific environmental factors. For example, in this species, body size, sexual dimorphism, head morphology, diet and reproductive output are very specific and variable related to other amniotic vertebrates. Several field investigations showed that major modifications between close populations of the same species; in most cases prey abundance, prey size, and climatic conditions defined the greatest modifications in life-history traits. Generally, investigation of phenotypic variety through divided populations is crucial to correctly describe the ecology of snakes. The most significant part of this study should be directional on the impact of prey availability and climatic factors on central life history traits. In this study is presented some of ecological and biological characteristics of the Dice Snake (*Natrix tessellata*) in a small island Golem Grad in FYR Macedonia. One of the most specific characteristic of this snake species is an extremely large geographic area of distribution, from Italy to China.

According to our knowledge the most ecological information is primarily restricted to the most western parts of the species' range, notably Italy and Switzerland. Some pilot reports from other distributional areas recommend that this species is highly polymorphic through its distribution range. The main subject of this study was to investigate and provide detailed information on major life history traits in a specific context: both habitat (a small island) and the geographic area (FYR of Macedonia) noticeably differ from other studies. In all biological species that characterised with body temperature which depends from the external temperature, constraining environmental conditions such as cool climates limit searching activity for the prey, digestion, and reproduction. Therefore, body size, reproductive characteristics, fecundity and population turn over are inferior in populations from high latitudes or high elevations in contrast to species that inhabited warmer areas. According to this statement, large reptiles are only found in the specific location with tropical or equatorial climates zone. Bearing in mind that this studied population of Dice Snakes inhabits the small island at high elevation (~850m a.s.l.) here is projected some specific patterns in comparison to other study site. For instance, this population of dice snakes are situated less than 2.5° south but 600m directly above a population from central Italy (~250m a.s.l) in which the ecological and morphological data are available. Specific local adaptation and other factors influence life history traits so it is expected that the environmental conditions that can be detected at high altitude would support low growth rate, small average body size, low fecundity, and low reproductive rate, and possibly longer life span in comparison to populations living in some warmer and less limiting climatic areas. The Dice Snake (*Natrix tessellata*) is a medium-sized (maximal total body length up to 1.5 m) oviparous colubrid snake. This snake species characterised with a very wide distribution range, including numerous countries in southern Europe, from Italy to the Middle East, the Nile Delta and extending to the east across central Asia to China. The Dice Snake has specific colouration with dorsal mosaic pattern formed by a network of dots. This snake feeds in water, but all other physiological and biological function done on land (thermoregulation, digestion, reproduction, and skin sloughing). Bearing in mind that Dice Snake shares strong water dependence, populations are methodically found near lakes, streams, rivers, and sometimes near seashores. Several genetic and morphological studies

have been completed in different parts of Dice Snake distribution range; there is no wide-ranging calculation of morphological and ecological variation across Dice Snakes' populations. The most important field population studies have been performed on the Dice Snakes in Italy. Still, those studies are focused on to the diet and offer some limited information about the other characteristics. Previous study showed that Dice Snakes characterised with the mating season from April to May and that clutch size varies from 4 to 29 eggs. Laying period is not specified, while hatching occurs from late August to early September. Obvious inter-population modifications in diet have been documented, proposing that other life history traits may also display discrepancies among populations, especially over larger geographic ranges. Sex ratio display inter-annual fluctuations with mean survival rate were estimated to 0.73 without difference between the male and female Dice Snakes.

**Aim:** According to all above mentioned results the main aim of this study was to investigate:

- life history of *Natrix tessellata* who inhabits the Golem Grad island in Prespa lake (FYR Macedonia);
- examine and describe population structure of *N. tessellata*,
- examine and present morphological variability and sexual dimorphism of Dice Snakes,
- examine and describe day-night and seasonal activity for Dice Snakes,
- examine and describe characteristics of diet,
- examine and describe reproductive characteristics,
- examine and describe predator and anti-predator behavior,
- examine and present threat factors,
- prediction of population trends and propose specific methods in order to maintain and improve the conservation status of Dice Snakes in the area of the island Golem Grad and Prespa lake.

**Material and Methods:** The Island of Golem Grad (N 40°52'08"; E 20°59'23"), is located in the Prespa Lake and is a part of the National Park "Galičica" (FYR of Macedonia). The Prespa Lake (altitude  $\approx$  850 m, surface  $\approx$  254 km<sup>2</sup>, mean depth  $\approx$  14 m [max 48 m]) is

surrounded by high mountains (above 2000 m a.s.l.). Climate of the area is classified as humid-cool-Mediterranean type. The island (app. 18 ha) is oval in shape, with narrow coastal zones, a plateau and vertical cliffs (10–30m) in-between. Dice Snakes are mainly piscivorous. The ichthyofauna of Prespa Lake consists of 23 species. It is used a classical capture-mark-recapture (CMR) approach in spring and summer 2008 to 2012. After capture Dice Snakes were kept in calico bags until measurements, rapidly processed and released in the vicinity of the place of capture. Seven morphometric characteristics were taken: total and snout-to-vent lengths (TL, SVL, to the nearest cm), body mass (BM, to the nearest g), and different cranial characteristics, sex, colour pattern, feeding status (prey in the stomach determined through palpation, spontaneous regurgitation, direct field observations, faeces examination), reproductive status in females (palpation and dissection), presence of injuries, scars and any other peculiarities. During the measurements and during processing behaviour are also recorded. Handling stress provoked characteristic anti-predation reactions such as death feigning, blood spitting, vomiting, and defecating. All snakes was marked using a modified technique of scale-clipping. Dead animals are also collected. Fresh carcasses were dissected. Evidence of predation was recorded. The presence of potential predators was noted, using direct and indirect clues. Females larger than 55 cm in SVL and males larger than 48 cm were consider as adult. The cohort of the smallest snakes (SVL < 32.5 cm), observed in late summer (after hatching) and at hibernation emergence corresponded to the neonate category. Snakes with the body size in-between these values were considered as sub-adults. Based on body mass (BMI) and standard body length (SVL) is calculated body condition index (BCI). All recaptured individuals are excluded from analyzes.

**Results:** A total of 3,850 snakes were observed, which 3,459 of Dice Snakes were individually marked, and the others were found dead or not marked. During research only 214 marked snakes are recaptured. In study group dominated females, both in captures (60% of females;  $\chi^2=73.1$ ,  $df=1$ ,  $P<0.001$ ) and recaptures (79% of females,  $\chi^2=37.9$ ,  $df=1$ ,  $P<0.001$ ). Adults represented 90% of the captures (N=3,121), sub-adults (1.6% of the total, N=56) and neonates were markedly under-represented (8%, N=276). During the field study is detected three main dorsal colour morphs (N=3,385). The classical pattern with dots on



back was the most abundant, with 57% of the individuals (N=1,923). The concolor, uniformly grey/olive-grey pattern was represented by 28% of the snakes (N=946), while melanistic snakes represented 15% of the total number (N=516). Females were larger than males in the adult and sub-adult categories. In adults and sub-adults Dice Snakes all seven morphometric characteristics were significantly higher in females than in males. In neonates group of Dice Snakes five characteristic were significantly higher in females, only body mass and head width were not different between males and females. Significant differences for BCI between males and females were detected in adults and sub-adults during the spring and summer, while in neonatal individuals this difference was not statistically significant. BCI in adult group of Dice Snakes significantly differ between male and females in different zones of the island. The best BCI for females was detected in NE and SW zones, and the lowest BCI was detected in NW zone of the island. BCI was not significantly different in adult group of Dice Snakes between different colour morph. Adult male individuals all three colour morph has negative BCI, while in females the best BCI has black morph and the lowest BCI has grey morph. During sunny periods in mid April – early May, large numbers of snakes were easily observed in heliotheria courting, mating or fishing. During cloudy and rainy days, the snakes were inactive and were found hidden under stones. The snakes were also inactive and sheltered under large stones during cold climatic conditions in late September – October. Among the identified prey in Dice Snakes stomach was detected exclusively fish. Most of the prey was identified at a crude taxonomic level. Belvica (ray-finned fish) or closely related species were the most frequent prey: *Alburnus belvica* represented 35.6% of the total, 51.1% of the prey was identified as *Alburnus* sp. (all data combined = 86.7% of the prey belonged to *Alburnus* genus). Five specimens of the pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*, 11.1%) and one other ray-finned fish (*Chondrostoma* sp., 2.2%) were also recorded. Feeding rate changed with seasons without clear significant difference between the sexes ( $\chi^2=3.11$ ,  $df=1$ ,  $p=0.078$ ). The proportion of fed snakes increased in summer (June–August) compared to spring. Mating was observed immediately after spring emergence, in April until mid-May. Palpation of more than 2,200 adult females failed to detect any growing follicles in spring. In late June – early July, enlarged follicles were easily detectable by palpation. Among 621 adult females,

336 were gravid (54.2%), 283 were not (45.5%), and 2 recently laid their eggs. No females were gravid in August, suggesting that laying occurred in July.

The mean clutch size was  $9.4 \pm 2.0$  eggs (N=284 females where the follicles could be reliably counted by palpation), ranging from 4 to 15 eggs. Direct and indirect evidence indicated that different predators feed regularly on the Dice Snakes: European otter (*Lutra lutra*), different birds (e.g. *Bubobubo*, *Accipiter* sp., *Buteo* sp.), and another snake species (*Vipera ammodytes*). All the eagle-owl pellets examined (N=15) contained *N. tessellata* scales and vertebrae. An adult nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) was captured with a large adult Dice Snake in the stomach (the prey was regurgitated during manipulation). Overall, dice snakes are under strong predation, both by diurnal and nocturnal animals. During handling, the Dice Snakes displayed a variety of anti-predator behaviours. The snakes almost systematically flee away to human approach. During a single random survey performed at night in early August 2011, police officers collected 50 illegal nets. They estimated that the maximal number of nets set per night was close to this value, and provided an estimate ranging between 30 and 40 nets per night. In each net, is found 10–30 dead snakes (and many fish). The nets are set around Golem Grad every 2–3 nights on average, from mid of June to the end of July. According to this numbers and estimations conclusion is that every year in total 7 tons are taken by illegal fishing from the water surrounding Golem Grad for Belvica fish (5,400 kg) and Dice Snakes (1,350 kg), which causes the destruction of thousands of Dice Snakes and of their main prey.

**Conclusion:** By summarizing and analyzing of results it can be conclude that the population of *Natrix tessellata* which inhabits island Golem Grad are very specific due to the uniform presence of all three color morphs that demonstrate their environmental, reproductive and morphological specificity in comparison of Dice Snakes populations that have been studied in other localities of their distribution range. In order to be fully explained unicity of this population from different evolutionary and ecological aspects, it is necessary to do further research during the next active seasons.

## Biografija



Rastko Ajtić rođen je 01. januara 1976. godine u Prizrenu. Osnovnu i srednju školu završio je u Prizrenu kao nosilac Vukove diplome. Prirodno matematički fakultet u Prištini, smer biologija upisao je školske 1997/98 godine. Osnovne studije završio je 2003. godine. sa prosečnom ocenom 7,69.

Postdiplomske akademske studije upisuje školske 2005/06 godine. Na dvogodišnjim postdiplomskim studijama Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu na Departmanu za biologiju i ekologiju polaže sve ispite predviđene planom i programom sa prosečnom ocenom 9,90. Novembra 2009. godine odbranio je magistarsku tezu pod nazivom, "Morfološke, biogeografske i ekološke odlike Kočijevog gekona (*Cyrtodactylus kotschy* Steindachner, 1870 Gekkonidae) sa kopnenog dela areala". Od 2004. godine radi kao stručni saradnik, herpetolog, u Zavodu za zaštitu prirode Srbije u Beogradu. Tokom karijere se usavršavao u Prirodnjačkom muzeju u Beču tokom 2006. godine. 2004. godine boravi u Malagi u cilju izrade publikacije „Ugroženi vodozemci sveta“. Nekoliko puta boravi na usavršavanju iz oblasti herpetologije u Francuskoj pri ustanovi CNRS (2008., 2009. i 2010.). Aktivno govori sedam jezika.

Autor je ili koautor u više od 110 publikacija, od toga se 48 radova nalazi u časopisima sa SCI liste. Među publikacijama se nalazi i 7 knjiga i 6 poglavlja u domaćim i stranim monografijama. Ukupan indeks citiranosti autora je oko 360. Rukovodilac je ili saradnik na više studija zaštite.

Jedan je od osnivača Srpskog herpetološkog društva „Milutin Radovanović“, sa trenutnom pozicijom potpredsednika. Tokom svoje karijere radio je i kao preparator u prirodnjačkom muzeju u Beogradu.

Pokretač je edukativnog programa koji za cilj ima zaštitu zmija i koji se odvija u Srbiji pod nazivom „Znanjem protiv straha“.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU**  
**PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**  
**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Mr Rastko Ajtić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Prof. dr Xavier Bonnet</b> – Director of Research (ekvivalent redovni profesor), CNRS, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, Francuska;</li> <li>2. <b>Prof. dr Olivera Bjelić-Čabrilo</b> – vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu.</li> </ol>
Naslov rada: NR	Biologija i ekologija ribarice ( <i>Natrix tessellata</i> Laurenti, 1768 (Reptilia: Serpentes, Colubridae), na ostrvu Golem Grad (Prespansko jezero, Republika Makedonija)
Jezik publikacije: JP	Srpski (latinica)
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Srbija, Vojvodina
Godina: GO	2016. godine
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Novi Sad, Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 2
Fizički opis rada: FO	Broj poglavlja 8, stranica 95, referenci 154, tabela 25, slika 32.
Naučna oblast: NO	Ekologija
Naučna disciplina: ND	Herpetologija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	<i>Natrix tessellata</i> , Prespansko jezero, seksualni dimorfizam, kondicioni indeks.
UDK	

Čuva se: ČU	Biblioteka Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 2, Srbija
Važna napomena: VN	-
Izvod: IZ	<p><i>Natrix tessellata</i> predstavlja vrstu neotrovne zmije koja ima široko rasprostranjenje. Posebno interesantnu populaciju ribarica čine zmije koje naseljavaju izolovana ostrva kao što je to slučaj na ostrvu Golem grad koje se nalazi na Prespankom jezeru u Makedoniji.</p> <p>Imajući u vidu da je ova populacija na ovom lokalitetu izuzetno brojna i slabo istražena, cilj studije je bio da se ispita životna istorija date vrste zmija, njene osnovne morfološke karakteristike, seksualni polimorfizam, zastupljenost različitih kolor morfi, dnevnu i sezonsku aktivnost, predaciju kao i njihove reproduktivne karakteristike.</p> <p>Studija je sprovedena na ukupno 3850 jedinki ribarica na ostrvu Golem grad tokom prolećne i letnje sezone u periodu od 2008. do 2012. godine, a uključila je i određivanje kondicionog indeksa i njegovu vezu sa kolor morfama, polom i uzrasnim kategorijama.</p> <p>Rezultati ove studije su pokazali da je populacija ribarica koja naseljava ostrvo Golem grad, specifična iz nekoliko razloga. Najpre, na relativno malom prostoru stalno je naseljen veliki broj jedinki, sa podjednakom zastupljenošću sve tri kolor morfe (tačkasta, siva i melanična kolor morfa) što predstavlja specifičnost i različitost u odnosu na sve ostale lokalitete koje naseljava ova vrsta zmije. Takođe, prosečne vrednosti ispitivanih morfoloških karakteristika ženki su značajno veće u odnosu na mužjake u sve tri uzrasne kategorije (juvenilni, subadulti i adulti). Fertilitet i fekunditet, kao i kondicioni indeks je pokazao specifičnost u odnosu na ispitivane zone ostrva.</p> <p>Sumiranjem i analizom svih iznesenih rezultata može se zaključiti da je populacija ribarica <i>Natrix tessellata</i> na ostrvu Golem grad jako specifična zbog ujednačenog prisustva sve tri kolor morfe koje pokazuju svoju ekološku, reproduktivnu i morfološku specifičnost u odnosu na populacije ribarica koje su ispitivane na drugim lokalitetima njihovog rasprostranjenja. Kako bi se posebnost ove populacije u potpunosti objasnila sa različitih evolutivnih i ekoloških aspekata, neophodno je izvršiti dalja ispitivanja tokom sledećih aktivnih sezona.</p>
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	25.9.2012.
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	<p><b>Predsednik: Prof. dr Ester Popović</b> – redovni profesor, Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu;</p> <p><b>Član: Prof. dr Xavier Bonnet</b> – Director of Research (ekvivalent redovni profesor), CNRS, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, Francuska;</p> <p><b>Član: Prof. dr Olivera Bjelić-Čabrilo</b> – vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu;</p> <p><b>Član: Prof. dr Desanka Kostić</b> – docent Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu;</p> <p><b>Član: Prof. dr Imre Krizmanić</b> – docent Biološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.</p>

**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS  
KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	MSc Rastko Ajtić
Mentor: MN	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Dr Xavier Bonnet</b> – Director of Research, CNRS, Centre d’Etudes Biologiques de Chizé, Francuska;</li> <li><b>2. Dr Olivera Bjelić-Čabrilo</b> – Associate Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad;</li> </ol>
Title: TI	Biology and ecology of Dice snake ( <i>Natrix tessellata</i> Laurenti, 1768 (Reptilia: Serpentes, Colubridae), on the Golem Grad island (Prespa lake, FYR of Macedonia)
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Serbia, Vojvodina
Publication year: PY	2016.
Publisher: PU	Author’s reprint
Publication place: PP	Novi Sad, Department for Biology and Ecology, Faculty of Science, Trg Dositeja Obradovića 2
Physical description: PD	Chapters 8, pages 95, literature 154, tables 25, figure 32.
Scientific field SF	Ecology
Scientific discipline SD	Herpetology
Subject, Key words SKW	<i>Natrix tessellata</i> , Prespa Lake, sexual dimorphism, body condition index.
UC	
Holding data:	Faculty of Sciences Library, 21000 Novi Sad,

HD	Trg Dositeja Obradovića 2, Republic of Serbia
Note: N	-
Abstract: AB	<p><i>Natrix tessellata</i> represents one specific type of non-toxic snake that have a wide distribution. Particularly this population of dice snake is interesting because it is consists of snakes that inhabit the isolated island Golem grad in Prespa lake in FYR Macedonia.</p> <p>Bearing in mind that this population at this particular site is extremely dense and poorly investigated, the goal of this study was to examine the life history of these species, its morphological characteristics, sexual polymorphism, presence of the different color morphs, diurnal and seasonal activity, predation and their reproductive characteristics.</p> <p>The study was conducted on a total of 3850 individuals of dice snake on the island Golem grad during the spring and summer season in the period from 2008. to 2012., and included the determination of the fitness index and its relationship with a color morph, sex and age categories.</p> <p>Results of this study showed that the population of dice snakes that inhabits the island Golem grad, are specific for several reasons. First, the relatively small area has been inhabited by large number of individuals, with equal representation of all three color morphs (dotted, gray and melanic morph) which represents the specificity and diversity in relation to all other localities inhabited by this species of snake. Also, the average value of measured morphological characteristics in females were significantly higher than in males in all three age categories (juvenile, subadult and adult). Fertility and fecundity, and fitness index have showed the specificity according to specific zone of the island.</p> <p>By summarizing and analyzing of results it can be conclude that the population of <i>Natrix tessellata</i> which inhabits island Golem grad are very specific due to the uniform presence of all three color morphs that demonstrate their environmental, reproductive and morphological specificity in comparison of dice snakes populations that have been studied in other localities of their distribution range. In order to be fully explained unicity of this population from different evolutionary and ecological aspects, it is necessary to do further research during the next active seasons.</p>
Accepted on Senate on: AS	25.9.2012.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<p><b>President: Dr Ester Popović</b> – Full Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad;  <b>Member: Dr Xavier Bonnet</b> – Director of Research, CNRS, Centre d’Etudes Biologiques de Chizé, France;  <b>Member: Dr Olivera Bjelić-Čabrilo</b> – Associate Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad;  <b>Member: Dr Desanka Kostić</b> – Docent Faculty of Sciences, Novi Sad;  <b>Member: Dr Imre Krizmanić</b> – Docent, Faculty of Biology, University in Belgrade.</p>