

UNIVERZITET U NIŠU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU

Aleksandra A. Mladenović

Variranje kondicionog indeksa mužjaka zidnog guštera (*Podarcis muralis*,
Laurenti 1768) u prirodnim i modifikovanim ekosistemima

MASTER RAD

Niš, 2013.

Univerzitet u Nišu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za Biologiju i ekologiju

Variranje kondicionog indeksa mužjaka zidnog guštera
(*Podarcis muralis*, Laurenti 1768) u prirodnim i
modifikovanim ekosistemima

Master rad

Mentor:

Prof. dr Jelka Crnobrnja Isailović


Kandidat:

Aleksandra A. Mladenović

br. indeksa 25

Niš, 2013.

ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ	
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА	
Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	25
Тип документације, ТД:	монографска
Тип записа, ТЗ:	текстуални / графички
Врста рада, ВР:	дипломски рад / мастер рад
Аутор, АУ:	Александра Младеновић
Ментор, МН:	Јелка Црнобрња Исаиловић
Наслов рада, НР:	Варирање кондиционог индекса мужјака зидног гуштера (<i>Podarcis muralis</i> , Laurenti 1768) у природним и модификованим условима
Језик публикације, ЈП:	српски
Језик извода, ЈИ:	енглески
Земља публикавања, ЗП:	Р. Србија
Уже географско подручје	Р. Србија
Година, ГО:	2013.
Издавач, ИЗ:	ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Ниш, Вишеградска 33.
Физички опис рада, ФО:	18 стр. ; граф. прикази
Научна област, НО:	биологија
Научна дисциплина, НД:	еволуциона биологија
Предметна одредница/Кључне	<i>Podarcis muralis</i> , кондициони индекс
УДК	591.5 : 568.112 + 574
Чува се, ЧУ:	библиотека
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	У овој студији испитивали смо утицај антропогено измењених станишта на телесни кондициони индекс јединки гуштера. Студија је трајала од априла до јуна 2011. године. Испитивана су 2 градска и 2 ванградска локалитета у околини града Ниша. Највиша вредност телесног кондиционог индекса забележена је на локалитету Нишка тврђава а најнижа вредност забележена је на локалитету Палилулска рампа.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	}
Чланови	<u>Председни</u>
	<u>Члан:</u>
	<u>Члан,</u>

	ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
KEY WORDS DOCUMENTATION	
Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	25
Document type, DT :	monograph
Type of record, TR :	textual / graphic
Contents code, CC :	university degree thesis
Author, AU :	Aleksandra Mladenović
Mentor, MN :	Jelka Crnobrnja Isailović
Title, TI :	Diferences in conditional index between populations of wall lizard (<i>Podarcis muralis</i> , Laurent 1768) in natural and modified habitats
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	English
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	Niš
Publication year, PY :	2013
Publisher, PB :	author's reprint
Publication place, PP :	Niš, Višegradska 33.
Physical description, PD :	18 p. ; graphic representations
Scientific field, SF :	biology
Scientific discipline, SD :	evolutionary biology
Subject/Key words, S/KW :	<i>Podarcis muralis</i>, conditional index
UC	591.5 : 568.112 + 574
Holding data, HD :	library
Note, N :	
Abstract, AB :	<p>The main goal of this study was to obtain data on fitness of observed lizard populations and detect possible differences in body condition index among populations. We captured and examined male lizards from two urban areas (area of Niš) and two non-urban areas (villages Sićevo and Donji Dušnik, about 30 km further from Niš) during reproductive season. The study was conducted from april to june of year 2011. Lizard populations showing highest body condition index (Niš fortres) and lowest (Palilula) were both urban areas.</p>
Accepted by the Scientific Board	
Defended on, DE :	
Defended Board, President:	
Member:	
Member,	

Ovaj istraživački rad je deo obimne analize uticaja antropogenog faktora na populacije guštera, koja je tema doktorske disertacije Marka M. Lazića, istraživača-saradnika na projektu osnovnih istraživanja 173025 koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i bilateralne naučne saradnje između Republike Srbije i Republike Portugal.

BIOGRAFIJA KANDIDATA

Aleksandra A. Mladenović rođena je 28.08.1987. godine u Leskovcu. Osnovnu školu „Vuk Karadžić“ u Leskovcu završila je sa odličnim uspehom.

Gimnaziju u Leskovcu završila je 2006. godine sa odličnim uspehom.

Osnovne akademske studije biologije na prirodno-matematičkom fakultetu u Nišu upisala je školske 2007/2008. godine.

Master studije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Nišu upisala je školske 2010/2011. godine, smer Ekologija i zaštita prirode. Prosečna ocena na Master studijama bila je 8,5.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se svom mentoru Prof. dr Jelki Crnobrnji Isailović na pomoći prilikom izbora teme i realizacije rada i istraživaču-saradniku na Departmanu za biologiju i ekologiju Marku M. Laziću za upućivanje u metodologiju rada na terenu i savladavanje statističkih metoda.

Zahvaljujem se i svim profesorima Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu koji su svojom stručnošću i zalaganjem doprineli uspešnom završetku mojih studija.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	1
UVOD	2
MATERIJAL I METODE.....	6
Objekat istraživanja.....	6
Opis vrste.....	6
Biologija vrste.....	7
Stanište	8
Areal rasprostranjenja	8
Zanimljivosti.....	9
Konzervacioni status.....	9
Područje istraživanja.....	10
Terenske i laboratorijske procedure	10
Statistička obrada podataka.....	11
REZULTATI.....	12
DISKUSIJA.....	13
ZAKLJUČAK	15
SUMMARY	16
LITERATURA.....	17

SAŽETAK

Kondicioni indeks je pokazatelj adaptivne vrednosti jedinki jedne populacije. Na vrednosti kondicionog indeksa jedinki neke populacije mogu uticati različiti faktori.

U ovoj studiji, ispitivali smo uticaj antropogeno izmenjenih staništa na telesni kondicioni indeks jedinki guštera *Podarcis muralis*, koje naseljavaju data staništa. Studija je trajala od aprila do juna 2011. godine, na dva gradska i dva vangradska lokaliteta u okolini grada Niša.

U statističkoj obradi podataka primenjena je analiza varijanse.

Bilo je očekivano da najviše vrednosti telesnog kondicionog indeksa imaju jedinke populacija guštera koje naseljavaju vangradska staništa, a da jedinke koje naseljavaju gradska staništa, imaju najniže vrednosti.

Najviša vrednost telesnog kondicionog indeksa zabeležena je u populaciji na lokalitetu Niška tvrđava, a najniža vrednost telesnog kondicionog indeksa zabeležena je u populaciji na lokalitetu Palilulska rampa. Oba navedena lokaliteta su gradski lokaliteti.

Za detaljno objašnjenje dobijenih rezultata neophodna je analiza dostupnosti hrane jedinkama i analiza efikasnosti predatora na ispitivanim lokalitetima.

UVOD

Naučne studije koje se bave različitim aspektima životinjskih populacija, u svojim istraživanjima koriste informacije o faktorima koji utiču na dinamiku populacije. Pod pojmom dinamika populacije podrazumevamo promenu veličine populacije u vremenu. Kako bi se predvideo trend tj. rast odnosno opadanje brojnosti jedne populacije neophodni su podaci o relativnoj kondiciji jedinki, odnosno podaci o kondicionom indeksu jedinki date populacije (Green 2001). Fiziološko stanje jedinke je jedan od direktnijih pokazatelja adaptivne vrednosti iste. Zdravlje jedinke je indikator njene uspešnosti u pronalaženju hrane, borbenosti i sposobnosti da se prilagođava promenama u spoljašnjoj sredini. Ukoliko je narušena bilo koja od navedenih osobina, reproduktivni uspeh jedinke može biti umanjen.

Kao indikatori fiziološkog stanja jedinke, koriste se različiti testovi: test izdržljivosti koji su primenjivali Thorpe i sar. (1995), zatim test kojim se direktno meri koncentracija masti, osmišljen od strane Marden-a i Rollins-a (1994) i drugi. Međutim, javljaju se različiti problemi kod primene ovih metoda: neke su previše komplikovane za praktičnu primenu na terenu, ili je za njihovo izvođenje potrebno previše vremena, dok postoje i one koje su isuviše invazivne ili dovode do smrti testiranih jedinki.

Jednostavnost izračunavanja telesnog kondicionog indeksa čini ga važnim parametrom kod određivanja adaptivne vrednosti jedinki jedne populacije. Dovoljno je izmeriti težinu i veličinu tela i izračunati vrednost kondicionog indeksa jednom od brojnih metoda (Jakob, Marshall i Uetz 1996).

Mnogi autori ukazuju na vezu između kondicije i ekoloških parametara (npr. uspešnosti u reprodukciji, sposobnosti jedinke da opstane u nepovoljnim uslovima sredine, broja parazita) (Green 2001), naročito kod gmizavaca. U populacijama gde jedinke imaju malu vrednost telesnog kondicionog indeksa primećeno je da one, iako su reproduktivno zrele, ne daju potomstvo, što dovodi do opadanja brojnosti populacije. Očigledan primer jesu mužjaci zmija. Oni u najvećem broju slučajeva ne troše energiju na uzgoj potomstva, ali im je neophodno mnogo energije za traženje ženki i za borbe sa drugim mužjacima. Stoga, mužjaci kod kojih je vrednost telesnog kondicionog indeksa mala jesu sposobni za sam čin parenja, ali mogu imati poteškoća u obavljanju već pomenutih radnji koje prethode ovom činu. Ženkama nekih vrsta gmizavca je potrebno dodatno ulaganje energije koja bi kasnije bila iskorišćena u procesu reprodukcije. Za nagomilavanje ove rezervne energije nekad je potrebno i nekoliko

godina. Adekvatan izvor hrane je od velike važnosti za dobijanje energije potrebne za proces razmnožavanja (Waye i Mason 2007).

Dokazana je reproduktivna prednost mužjaka guštera koji imaju višu vrednost telesnog kondicionog indeksa u odnosu na mužjake sa nižom vrednošću telesnog kondicionog indeksa. Mužjaci koji su u boljoj kondiciji su aktivniji i kod njih je intenzivirana potraga za ženkama. Samim tim oplode veći broj ženki i ostavljaju veći broj potomaka (Hofmann i Henle 2006).

Pod telesnim kondicionim indeksom („ratio index“) se najčešće podrazumeva odnos težine tela i veličine tela jedinke. Merenje telesnog kondicionog indeksa kod živih jedinki kičmenjaka nije jednostavan zadatak. U tu svrhu su primenjivane različite ne destruktivne metode koje se zasnivaju na pronalaženju veze između težine i dužine određenih delova tela. Cilj ovih metoda je izdvajanje onih delova mase tela koji čine osnovu strukturu tela, od delova koji sačinjavaju masti i druge vrste energetske rezerve u telu. Vrednost telesnog kondicionog indeksa se dobija tako što se vrednost težine tela podeli sa vrednošću veličine tela jedinke (Green 2001).

Još jedan telesni kondicioni faktor je u upotrebi već dugo. To je Fulton-ov kondicioni faktor (K) koji se primenjuje kod riba. K se izračunava tako što se vrednost mase tela (izražena u kilogramima) podeli sa vrednošću dužine tela na treći stepen (izražena u metrima). Kod izračunavanja ovog telesnog kondicionog faktora podrazumeva se izometrijski rast ove dve vrednosti (Stevenson i Woods 2006).

U ekologiji životinja se često upotrebljava OLS (*ordinary least squares*) matematički postupak, gde se promenljive koriste za pronalaženje veza između kondicionog indeksa i različitih ekoloških parametara (npr. uspešnosti u reprodukciji, sposobnosti jedinke da opstane u nepovoljnim uslovima sredine, broja parazita) (Green 2001). Ovu metodu su prvobitno primenili u industriji proizvodnje riba. Kasnije su počeli da je koriste i naučnici koji proučavaju ponašanje životinja. Na primer, Greenstreet (1992) je posmatrao promene vrednosti kondicionog indeksa do kojih dolazi za vreme migracija kod lososa. Tonn i sar. (1989) su primetili zavisnost vrednosti kondicionog indeksa od prisustva predatora kod ribe karaš (vrednost je bila veća kod riba koje su živele u sredini sa predatorima). Van Berkum i sar. (1989) su ispitali povezanost razlika lokomotornog aparata guštera sa vrednostima kondicionog indeksa odgovarajućih jedinki.

Osim ovog načina za izračunavanje telesnog kondicionog indeksa u upotrebi su još dva. *Slope-adjusted ratio index* kod koga se u odnosu na referentnu populaciju generiše regresiona kriva koja prikazuje odnos ln vrednosti mase tela i ln vrednosti dužine određenog dela tela jedinki date populacije. Ova kriva se zatim koristi za izračunavanje indeksa za svaku

jedinku probne populacije. Razlika među *ratio index*-a i *slope-adjusted ratio index*-a je u tome što se podaci kod *slope-adjusted ratio index*-a ne zasnivaju na pretpostavkama o odnosima između određenih delova tela što je slučaj kod *ratio index*-a već se radi sa podacima nezavisnim od bilo kakvih uopštenih tvrdnji (Cone 1989). Nicoletto (1993) je *slope-adjusted ratio index*-om pokušao da utvrdi postojanje veze između kondicije i telesnih ornamenata kod mužjaka gupi riba. Külling i Milinski (1992) su u svom istraživanju uočili zavisnost vrednosti *slope-adjusted ratio index*-a od sposobnosti jedinke da prepozna predatora kod ribe gregorac. Ovaj indeks je primenjivan i u naučnim radovima gde su objekat proučavanja bili insekti, npr. u studiji koja se bavila kompeticijom kod larvi odonata (Pierce i sar. 1985, Baker 1989). Watson (1990) je koristio varijaciju *slop-adjusted ratio index*-a za predviđanje težine tela paukova sa određenom širinom karapaka u studiji o kompeticiji kod mužjaka vrste *Lyniphia litgiosa*.

Za razliku od prethodno opisana dva indeksa, kod *residual index*-a, prate se vrednosti težine tela kod jedinki čija je veličina tela poznata. U praksi dobijeni odnosi ove dve vrednosti porede se sa pretpostavljenim, a razlika između njih se koristi u proceni kondicije jedinki (Jakob, Marshall i Uetz 1996).

Uočena je i veza kondicionog indeksa sa koncentracijom steroidnog hormona kortikosterona kod zmija (Waye i Mason 2007).

Kortikosteron je primarni kortikoid kod vodozemaca, gmizavaca, glodara i ptica. Izlučuje ga nadbubrežna žlezda a ima ulogu u regulaciji energije, imuno reakcijama i odgovorima na stres (<http://en.wikipedia.org/wiki/Corticosterone>).

Pojačano lučenje kortikosterona, kao rezultat odgovora organizma na stres, izaziva fiziološke promene i promene u ponašanju jedinke. Neke od tih promena su supresija procesa varenja i procesa reprodukcije kao i mobilizacija energije koja je skladištena u mastima (Greenberg i Wingfield, 1987; Guillette i sar., 1995; Buchanan, 2000). Visoke koncentracije kortikosterona se često koriste kao indikator hroničnog stresa kod populacija, a utvrđeno je i postojanje veze između kondicionog indeksa i koncentracije kortikosteroida (jedinke sa malom vrednošću kondicionog indeksa uglavnom imaju visoke koncentracije kortikosterona) (Moore i sar. 2000).

Amo, Lopez i Martin (2006) su u svom istraživanju eksperimentalno dokazali indirektni uticaj narušavanja staništa na kondiciju jedinki vrste guštera *Lacerta monticola cyreni* koji nastanjuje Guadarrama planine u Španiji. Prostor koji je nekada pokrivalo kamenje i žbunasta vegetacija bio je prirodno stanište ove vrste. Čovekovom aktivnošću ovaj predeo je promenjen. Izgrađene su ski staze, što je iziskivalo uklanjanje žbunaste vegetacije i

manjih stena i kamenja koji su ovoj vrsti bili sklonište od predatora. U novonastalim uslovima, gušteri su, kako bi pobjegli od predatora i pronašli novo, udaljenije sklonište, povećali prosečnu brzinu kretanja za šta je bio potreban veći utrošak energije. Veći utrošak energije rezultirao je opadanjem vrednosti kondicionog indeksa.

Rodriguez-Prieto i saradnici (2010) su ispitivali vezu između habituacije i kondicionog indeksa kod Iberijskog zidnog guštera (*Podarcis hispanica*). Habituacija je specifičan oblik ponašanja, tačnije plastičnosti u ponašanju (Hemmi i Merkle 2009), a definiše se kao izostanak odgovora (senzornog i motornog) jedinke na stimulus iz spoljašnje sredine (prisustvo predatora). Ova pojava se javlja u slučajevima kada je jedinka više puta bila izložena prisustvu predatora, a ni u jednoj od situacija nije bilo posledica po nju. Rezultat ovakvih dešavanja je neadekvatan odgovor jedinke na prisustvo određenog predatora (Rankin i sar. 2009). Rodriguez-Prieto i saradnici (2010) su dokazali da, sa pojavom habituacije, raste i kondicioni indeks jedinke guštera. Objašnjenje je jednostavno: s obzirom da nije bilo adekvatnog odgovora na prisustvo predatora, energija koja bi inače bila potrošena ostaje u organizmu.

Za ovu studiju gušteri vrste *Podarcis muralis* su prikupljani sa urbanih i prirodnih staništa tokom reproduktivne sezone i merena je njihova masa i SVL (*snout-to-vent length* tj. rastojanje od vrha njuške do kloake) sa ciljem utvrđivanja opsega unutar- i međupopulacione morfološke varijabilnosti.

MATERIJAL I METODE

Objekat istraživanja

Objekat istraživanja ove studije bio je zidni gušter *Podarcis muralis* koji je široko rasprostranjena i relativno česta vrsta, prisutna u ljudskim naseljima i njihovoj blizini. Pripada rodu *Podarcis*, porodici *Lacertidae*, redu *Squamata*, nadredu *Lepidosauria*, klasi *Reptilia*. U narodu je poznat pod imenom evropski zidni gušter ili jednostavno, zidni gušter.

Opis vrste

Podarcis muralis je gušter blago spljoštenog tela čija dužina iznosi oko 20 cm, od koje čak 2/3 čini rep. Glava je relativno velika i duguljasta, sa pljosnatom njuškom. Dužina glave iznosi do 7 cm. Telo je prekriveno rožnim krljuštima. Imaju dva para tananih nogu sa dugim prstima koji su na vrhovima povijeni tako da obrazuju kandže. U osnovi zadnjeg para nogu, sa donje strane tela nalaze se femoralne pore (obično više od 16-17 femoralnih pora). Rep je dug, šiljatog vrha, braonkaste do sivkaste boje, često sa svetlijim prugama sa strane. Ženke uglavnom imaju nešto manju dužinu tela i težinu od mužjaka. Obojenost jedinki ove vrste varira od svetlo sive do tamno braon boje. Osim boje koja varira, varira i raspored flekica na telu. Grlo je bele do krem boje sa crnim tačkicama koje mogu da se prostiru sve do abdomena (naročito kod mužjaka). Opšta karakteristika jesu pruge koje se prostiru od nozdrva preko bokova do prve trećine repa gde je koncentracija tačaka veća (kod ženki su ove tačke tamnije). Kod mužjaka, na mestu dodira bokova i stomaka, nalaze se plave tačke, poređane u linije (i kod nekih ženki mogu da se vide ove tačke ali su one vrlo male i blede). Stomak je beličast, bež, ružičast, narandžast ili crvenkast, ponekad i sa ravnomerno raspoređenim crnim tačkama

([http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Biologija vrste

Zidni gušter je oviparna vrsta. Ženke polažu po 2-6 (najviše 11) eliptičnih, belih jaja, do tri puta godišnje. Sezona parenja počinje vrlo brzo nakon izlaska iz zimskog sna (od februara do maja). Nakon 4-6 nedelja od početka sezone parenja ženka polaže jaja prosečne veličine 11,6 x 7 mm. Jaja iz prvog legla u godini su veća od jaja iz narednih. Jaja ostavljaju u malim rupama u zemljištu, ispod kamenja ili između korena biljaka. Ponekad prave grupna gnezda. Period inkubacije jaja traje 2 do 3 meseca, što zavisi od spoljašnje temperature. Juvenilne jedinke su duge oko 25 mm, težine oko 0,35 g. U poređenju sa odraslim, juvenilne jedinke imaju slične šare ali, kad se posmatra odnos veličine tela i veličine glave kod jednih i drugih, juvenilne jedinke imaju veće glave. Jedinke dostižu polnu zrelost u periodu između prve i druge godine života.

Zimski san kod ove vrste je kratak. Događa se da u toku zime, za vreme sunčanih dana napuštaju svoja skloništa i izlaze da se sunčaju.

Teritorije, veličine do oko 25 m², štite mužjaci. Česte su borbe mužjaka oko teritorije osim u kolonijama sa velikom gustom naseljenosti. U njima mužjaci koegzistiraju i ne postoji jasna podela na teritorije. Veličina teritorije i broj ženki koje oplodi jedan mužjak su direktno srazmerne veličini mužjaka.

Primarno se hrane insektima među koje se ubrajaju mušice, komarci, leptiri, moljci, cvrčci, skakavci, ali i sitni beskičmenjaci, pauci i mokrice. Osim insektima, mogu se hraniti voćem, cvetovima i bobicama. Kod populacija gde je gustina naseljenosti velika, primećena je pojava kanibalizma gde stradaju mlade jedinke, ili čak mogu da pojedu rep svog suseda. Juvenilne jedinke konzumiraju iste vrste hrane kao i odrasle, samo manjih dimenzija.

U njegovom prirodnom okruženju, zidnog guštera vrebaju mnogobrojni predatori: različite vrste zmija (na lokalitetima analiziranim u ovom radu to su: *Coronella austriaca*, *Dolicophis caspius*, *Vipera ammodytes*), lasica, kuna, više vrsta ptica. Dodatno su, u urbanim ekosistemima koji su izmenjeni čovekovim uticajem, jedinke ove vrste žrtve „igre“ pasa i mačaka. Juvenilne jedinke zidnog guštera su ponekad plen pojedinih zglavkara (bogomoljki i nekoliko vrsta paukova).

Prosečna dužina života zidnog guštera iznosi 7 godina (u nekim slučajevima do 10 godina)([http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Stanište

Zidni gušter je diurnalna životinja (aktivan je danju) koja je često izložena Sunčevoj svetlosti direktno (sunčanjem) ili indirektno, smeštanjem na suncem zagrejanu podlogu kako bi im telesna temperatura dostigla vrednost od obično 25 °C.

Vrsta se sreće na različitim tipovima staništa, ali najčešće na kamenitom tlu, u žbunovima, vinogradima, na kamenim zidinama. Zidni gušteri su stanovnici urbanih ekosistema, nalazimo ih na zidovima velikih zgrada i pored železničkih šina koje su naročito pogodne za sakrivanje. S obzirom da su vrlo aktivne životinje, lako se uočavaju u svojim staništima. Prilikom istraživanja staništa pokreti su im spori, kratki i isprekidani ali, ukoliko se osete ugroženim, skaču i trče neverovatnom brzinom

[http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Areal rasprostranjenja

Podarcis muralis ima široko rasprostranjenje u Evropi. Areal obuhvata sever Španije, Francuske, jug Belgije, Luksemburga, Nemačke, veliki deo Austrije, jugozapad Republike Češke, Slovačke, centralni deo Mađarske, istočni deo Rumunije, Bugarske, najveći deo Balkanskog poluostrva izuzev obale Egejskog mora, kao i severozapad Anadolije (Turska). Osim nabrojanih teritorija, populacije zidnog guštera naseljavaju i ostrvo Džersi i kanalska ostrva u Velikoj Britaniji. Populacija ove vrste nema u velikom delu severne Evrope, južnom delu Apeninskog poluostrva (sem malog dela u centralnoj Španiji) i delovima južne Italije kao i na njenim većim ostrvima (Sardiniji, Siciliji).

U Sjedinjenim Američkim Državama (grad Sinsinati, država Kentaki i država Ohajo) i Kanadi (Britanska Kolumbija i na Vankuver ostrvu) nalazi se kao introdukovana vrsta [http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Zanimljivosti

Kao i mnogi drugi gušteri, zidni gušter odbacuje svoj rep kako bi lakše utekao mogućem napadaču. Odstranjeni rep se nakon toga migolji još neko vreme i na taj način okupira pažnju predatora. Kasnije, gušter regeneriše odstranjeni rep. U slučajevima kada je mesto odbacivanja repa oštećeno, rep se regeneriše delimično, a mogu da se obrazuju i dva kratka repa

([http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Temperatura na kojoj se inkubiraju jaja ne određuje pol budućih jedinki, ali utiče na dužinu udova i repa. Tako jedinke koje se izlegu iz jaja koja su inkubirana na višim temperaturama imaju kraće udove i repove

([http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Ime roda *Podarcis* potiče od grčke reči „podarkes“ što znači brz, a ime vrste *muralis* potiče iz latinskog jezika i bukvalno znači „onaj koji živi u zidovima“

([http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Konzervacioni status

Na IUCN crvenoj listi zidni gušter se ubraja u kategoriju male zabrinutosti (LC - least concern). Procenjeno je da je populacioni trend stabilan. Takođe, ova vrsta se nalazi na listi Appendix II Bernske konvencije i listi annex IV direktive o očuvanju staništa Evropske Unije. U mnogim državama ova vrsta je zaštićena nacionalnim zakonodavstvom

([http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)).

Područje istraživanja

Odrasle jedinke zidnog guštera uzorkovane su sa četiri lokaliteta. U pitanju su dva gradska i dva vangradska lokaliteta, koja se nalaze u krugu od 30 km. Istraživanje je trajalo od aprila do juna 2011. godine.

Prva populacija (P1) je uzorkovana na Niškoj tvrđavi (N 43° 19,477' E 021° 53.864') tačnije, na desnoj obali reke Nišave u centru grada Niša. Na ovom lokalitetu prevlađuju veliki kameni zidovi i travnate površine.

Druga populacija (P2) je uzorkovana sa teritorije opštine Palilule, pored železničkih šina (N 43° 18,788' E 21° 53.997'). Ovo stanište se sastoji od sitnih železničkih kamenčića i busenova trave.

Treća populacija (P3) je uzorkovana sa teritorije sela Donji Dušnik koje se nalazi na 30-ak km od grada Niša. Jedinke su uzorkovane sa krovova napuštenih kuća i vodenica, sa malih i velikih gomila kamenja i sa palih stabala. Uzorkovano područje je ispresecano velikim brojem malih vodotoka.

Četvrta populacija (P4) je uzorkovana u Sićevačkoj klisuri (N 43° 20,307' E 022° 05.000'). Sićevačka klisura se nalazi na 15 km udaljenosti od grada a samo stanište po karakteristikama podseća na stanište Donjeg Dušnika.

Grad Niš (i okolina) ima umereno-kontinentalnu klimu, sa srednjom godišnjom temperaturom od 11,4 °C. Najtopliji mesec je jul sa prosečnom temperaturom od 21,3 °C, a najhladniji januar sa srednjom temperaturom od -0,2 °C. Godišnje u proseku padne 589,6 mm kiše i snega po kvadratnom metru (<http://sh.wikipedia.org/wiki/Ni%C5%A1>).

Terenske i laboratorijske procedure

Odrasle jedinke guštera su izlovljavane tehnikom lova štapom za pecanje koji na vrhu ima omču. Jedinke su hvatane slučajnim odabirom. Nakon izlovljavanja, na terenu im je merena kloakalna temperatura, a zatim je svaki primerak smeštan u zasebnu, unapred obeleženu, pamučnu vrećicu. Svi gušteri u vrećicama nošeni su na Prirodno-matematički fakultet u Nišu, gde su u laboratoriji dalje ispitivani i markirani.

U laboratoriji im je određivan pol, merena telesna masa vagom Ohaus CS-200 sa preciznošću od 0,1 g i merene sledeće morfometrijske karakteristike: Lcor – rastojanje od vrha njuške do kloake, Ltcor – širina tela, Altcor – visina tela, Lcd – dužina repa, Ltcd – širina repa, Lcap – dužina glave, Ltcap – širina glave, Altcap – visina glave, LPa – dužina prednjih udova, LPP – dužina zadnjih udova, Lo, Lto, In, Dioa, Do, D, La4, Lp4.

Beleženo je prisutvo i broj krpelja na koži. Nakon nabrojanih procedura jedinke su bile fotografisane i svrstane u 3 kategorije na osnovu obojenosti: bela, narandžasta i crvena.

Statistička obrada podataka

Telesni kondicioni indeks jedinki računat je kao odnos mase tela i SVL. Konkretno vrednosti telesnogkondicionog indeksa dobijene su iz regresione analize gde je masa tela predstavljala zavisno promenljivu, a SVL nezavisno promenljivu. Prethodno su vrednosti oba parametra podvrgnute Liliefors testu radi utvrđivanja tipa raspodele. Zbog nepostojanja normalne raspodele u svim uzorcima, podaci su logaritmovani pre primene regresione analize i tako transformisani korišćeni i u narednim analizama gde su primenjene parametrijske statističke metode.

Podaci su dalje statistički obrađivani analizom varijanse (ANOVA), gde je telesni kondicioni indeks bio zavisna promenljiva, a populacija kategorija.

ANOVA pripada velikoj grupi parametrijskih statističkih metoda. Ovim metodama analiziraju se promenljive čije sirove vrednosti imaju normalnu raspodelu u prikupljenim uzorcima, ili, ako nemaju, nakon primenjene transformacije podataka dobijaju normalnu raspodelu. ANOVA se često koristi za poređenje promenljivih dve ili više grupa. Postoji više varijanti ove analize od kojih je u ovoj studiji upotrebljena jednofaktorska ANOVA (ANalysis Of VAriance), koja će ukratko biti opisana. Kod jednofaktorske ANOVA-e postoji jedna promenljiva čija se vrednost dobija merenjem i jedna nominalna promenljiva - kategorija.

Cilj ove analize je izračunavanje srednje vrednosti onih vrednosti dobijenih merenjem u okviru pojedinačnih grupa, a zatim međusobno poređenje grupa tj. kategorija tj. u ovom slučaju populacija.

REZULTATI

Srednje vrednosti SVL-a i telesnog kondicionog indeksa mužjaka u analiziranim uzorcima prikazani su u Tabeli 1. Najveći su bili mužjaci sa Niške tvrđave, a najmanji oni sa Palilulske rampe. Najviše i najniže vrednosti telesnog kondicionog indeksa su zabeležene kod urbanih populacija. Jedinke sa lokaliteta Niška tvrđava su imale najvišu, a jedinke koje su sakupljane pored pruge sa lokaliteta opštine Palilula, najnižu vrednost telesnog kondicionog indeksa (Tabela 1).

Jednofaktorska ANOVA je pokazala da se telesni kondicioni indeks značajno razlikuje između populacija (ANOVA, $F(3, 117)=3,2256$, $p=,02513$).

Tabela 1. Srednje vrednosti i standardne greške uzorka SVL i kondicionog indeksa mužjaka iz analiziranih populacija. Iz: Lazić i sar. (2012), modifikovano. N – broj mužjaka u uzorku, BCI – telesni kondicioni indeks.

Populacija	Lokalitet	N	SVL	BCI
P1	Niška tvrđava	48	59.47 ± 0.54	0.72 ± 0.14
P2	Palilulska rampa	42	57.72 ± 0.30	-0.58 ± 0.07
P3	Donji Dušnik	29	58.61 ± 0.97	-0.31 ± 0.09
P4	Sićevo	41	57.77 ± 0.71	-0.03 ± 0.07

DISKUSIJA

Rezultati koje smo dobili ne dokazuju našu hipotezu. Populacija kod koje je zabeležena najviša vrednost telesnog kondicionog indeksa (P1) i populacija kod koje je zabeležena najniža vrednost telesnog kondicionog indeksa (P2) nalaze se na urbanim staništima, dok su populacije sa vangradskih staništa imale približne vrednosti telesnog kondicionog indeksa. Niske vrednosti telesnog kondicionog indeksa kod populacije izlovljavane na teritoriji opštine Palilule, pored železničkih šina, mogu se objasniti prisustvom predatora i njihovim učestalim napadima. Eksperimentalno je dokazana zavisnost vrednosti telesnog kondicionog indeksa od učestalosti napada predatora ili druge vrste uznemiravanja (koračanje ljudi u blizini teritorije koju gušteri naseljavaju ili prisustvo mačaka, koje se njima više „igraju“ nego hrane). Prirodni odgovor guštera na potencijalni napad je bežanje u sklonište. Kod populacije koja je bila izložena čestim napadima predatora, jedinke su više vremena provodile u skloništima pa nisu bile u mogućnosti da se hrane, što je uticalo na opadanje vrednosti telesnog kondicionog indeksa (Martin i Lopez 1999).

Kao indikator predatorskog pritiska može se koristiti učestalost kaudalne autotomije (gubitak repa). Međutim, ne možemo, samo na osnovu broja jedinki kod kojih je evidentiran gubitak repa, doneti ispravne zaključke o stopi predatorstva. Za to je neophodna detaljna analiza brojnosti i efikasnosti vrsta predatora.

Jedinke guštera koje izgube rep, posle izvesnog vremena mogu da ga regenerišu, ali se se u ovom procesu troši energija skladištena u mastima u osnovi repa, što dovodi do opadanja vrednosti telesnog kondicionog indeksa jedinki (Naya i sar. 2007). Najveći broj jedinki sa regenerisanim repovima registrovan je na lokalitetu P2.

Domaće mačke se često sreću na urbanim lokalitetima. Na lokalitetu P2 uočene su mačke kako vrebaju guštere. Primećeno je da igra mačaka sa gušterima često izaziva gubitak repa kod guštera. Gušteri na ovom lokalitetu žive na nivou tla (u okolini nema zidova po kojima bi mogli da se penju) zbog čega su izloženiji napadima predatora.

S druge strane, na lokalitetu P1 je mnogo visokih kamenih zidova sa šupljinama koje su pogodna skrovišta za guštere. Moguće je da upravo zbog ove činjenice, ptice predatori imaju poteškoće u hvatanju guštera, bez obzira na to što su na ovom lokalitetu ptice brojne. Ovakvo stanje je verovatno doprinelo tome da jedinke guštera sa ovog lokaliteta imaju najveće vrednosti telesnog kondicionog indeksa.

Na lokalitetima P3 i P4 predatori zmije su skoro u potpunosti izostale.

Ranije je napomenuto da i ljudi mogu da remete život guštera svojim kretanjem u blizini ili kroz samo stanište guštera. Ovakva vrsta ometanja guštera, bila je intenzivna na lokalitetu P2 zbog železničkih šina koje prolaze kroz samo stanište, a sa obe strane železničkih šina prostiru se gusto naseljena ljudska naselja. Prosečan broj prolaznika u jednom satu (zabeleženo u vremenskom periodu od 8h do 14h, kada su i gušteri lovljeni), bio je manji od dva na lokalitetu P1 i veći od deset na lokalitetu P2. Na lokalitetima P3 i P4 prosečan broj prolaznika u jednom satu bio je manji od jedan. Bez obzira što ljudi ne predstavljaju pravu pretnju po njih, gušteri ipak na njihovo prisustvo reaguju na isti način na koji bi reagovali na napad predatora, tj. bežanjem u skloništa.

Prilikom svakog bežanja, bilo da je ono reakcija na prisustvo pravog predatora ili ometanje, koje gušter detektuje kao potencijalnu opasnost, utroši se određena količina energije koja je skladištena u telu guštera. Najprecizniji način merenja količine utrošene energije bio bi merenjem dužine puta koju jedinka pređe tokom bega. Međutim, na terenu je ovo praktično nemoguće. Ipak, prilikom izlovljavanja jedinki, uočeni su karakteristični obrasci ponašanja. Tako su se, gušteri sa lokaliteta P1, ukoliko bi se osetili ugroženim, polako penjali na vrh zidova, dok su gušteri sa lokaliteta P2, koji su uglavnom bili locirani oko ivica šina, kao sklonište koristili gomilice kamenja, koje su se nalazile na udaljenosti od oko 20 cm od njih. S toga, primećujemo da jedinke sa lokaliteta P1 pređu duži put i samim tim utroše više energije od jedinki sa lokaliteta P2 ali su jedinke sa lokaliteta P2, zbog svog položaja, izložnije različitim vrstama uznemiravanja pa mnogo više vremena provode u bežanju i skrivanju u odnosu na jedinke preostale tri posmatrane populacije.

ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bilo je sticanje uvida u kondiciono stanje jedinki guštera posmatranih populacija kao i moguće razlike u telesnom kondicionom indeksu između ovih populacija.

Za ovu studiju gušteri vrste *Podarcis muralis* su prikupljeni sa urbanih i prirodnih staništa tokom reproduktivne sezone i merena je njihova masa i SVL (*snout-to-vent length* tj. rastojanje od vrha njuške do kloake).

Jedinke guštera su prikupljane u periodu od aprila do juna 2011. godine na dva gradska (teritorija grada Niša) i dva vangradska (prirodna) (sela Sićevo i Donji Dušnik, na udaljenosti od oko 30 km od grada) lokaliteta. Gušteri su izlovljavani tehnikom lova štapom za pecanje sa omčom na vrhu (engl. noosing). Za naše ispitivanje u obzir su uzimani samo mužjaci. Uzorak guštera sa lokaliteta Niška tvrđava činila je 41 jedinka, sa lokaliteta Donji dušnik 23 jedinke, sa lokaliteta na teritoriji opštine Palilula (pored železničkih šina) 34 jedinke a sa lokaliteta Sićevo 25 jedinki. Nakon hvatanja merena je telesna masa guštera kao i dužina tela od vrha njuške do kloake.

Dobijeni podaci su obrađivani statistički jednofaktorskom analizom varijanse (engl. One-way ANOVA), gde je telesni kondicioni indeks bio zavisna varijabla, a populacija kategorija. Konačni rezultati su pokazali najviše i najniže vrednosti telesnog kondicionog indeksa na gradskim lokalitetima, što se nije poklopilo sa pretpostavkama koje smo postavili na početku istraživanja. Hipoteza od koje smo krenuli bila je pretpostavka da će vrednosti telesnog kondicionog indeksa biti najviše na vangradskim (prirodnim) lokalitetima, jer je antropogeni uticaj na ovim staništima manji u odnosu na gradske lokalitete.

Najviša vrednost telesnog kondicionog indeksa izmerena je kod jedinki guštera na gradskom lokalitetu Niška tvrđava. Ovakav rezultat pripisali smo prisustvu visokih zidina na ovom lokalitetu, koje jesu čovekova tvorevina, ali predstavljaju, s jedne strane, veoma dobro sklonište za guštere (zbog mnogobrojnih šupljina koje se nalaze na zidovima), a s druge strane, umanjuju efikasnost ptica predatora.

Za detaljnije tumačenje dobijenih rezultata, za početak, neophodne su analize dostupnosti hrane jedinkama na ovim lokalitetima i efikasnosti predatora.

Ovaj istraživački rad je samo mali deo analize uticaja, vrlo specifičanog i značajnog, antropogenog faktora, na populacije guštera.

SUMMARY

The main goal of this study was to obtain an information on average fitness of observed lizard populations and to detect possible differences in conditional index between populations.

We captured and examined male lizards from two urban areas (area of Niš) and two non-urban areas (villages Sićevo and Donji Dušnik, about 30 km further from Niš) during reproductive season.

The study was conducted from april to june of year 2011. Lizards were captured using the noosing methode. Within the area of Niš fortress we examined 49 individuals, within the area of Donji Dušnik we examined 29 individuals, within the of Palilula (urban area) 42 and within the area of Sićevo 41 individuals. After capturing lizards, we measured their weight and snout-to-vent length.

The data we obtained by measuring, were processed with One-way ANOVA statistical method, where the measurement variable was body condition index and the nominal variable was population. Differences in body condition index between populations were found but did not support our hypothesis. Populations showing highest (Niš fortress) and lowest (Palilula) body condition index values were both located in urban areas, while non-urban populations had similar values. We assume that the cause of the highest values of body condition index were found in the urban area is the presence of high walls in this particular area. These walls were made by men but lizards have adjusted so well to this antropogenically changed environment, that it does not mean a disturbance for them but the advantage, compared to the other examined populations.

For more detailed conclusions on the matter, further analysis of predation pressure and food availability in these habitats are needed.

LITERATURA

- Amo L., Lopez P., Martin J. (2006): Habitat deterioration affects body condition of lizards: A behavioral approach with *Iberolacerta cyreni* lizards inhabiting ski resorts. *Biological conservation* 135: 77-85.
- Baker R. (1989): Condition and size of damselflies: Field study of food limitation. *Oecologia* 81: 111 -119.
- Buchanan K.L. (2000): Stress and the evolution of condition-dependent signals. *Trends Ecol. Evol.* 15 (4): 156–160.
- Cone R.S. (1989): The need to reconsider the use of condition indices in fishery science. *Trans. Am. Fish. Soc.* 118: 510-514.
- Green A.J. (2001): Mass/lenght residuals: Measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology* 82(5): 1473-1483.
- Greenberg N., Wingfield J. (1987): Stress and reproduction: Reciprocal relationships. In: Norris, D.O., Jones, R.E. (Eds.), *Reproductive Endocrinology of Fish, Amphibians, and Reptiles*. Plenum Press, NY, pp. 461–503.
- Greenstreet S.P.R. (1992): Migration of hatchery reared juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L., down release ladder. 2. Effect of fish development strategy on speed and pattern of movement. *J. Fish Biol.* 40: 667-681.
- Guillette J., Louis J., Cree A., Rooney A.A. (1995): Biology of stress: interactions with reproduction, immunology and intermediary metabolism. In: Warwick, C., Frye, F.L., Murphy, J.B. (Eds.), *Health and Welfare of Captive Reptiles*. Chapman and Hall, London, pp. 32–81.
- Hemmi J.M., Merkle T., (2009): High stimulus specificity characterizes anti-predator habituation under natural conditions. *Proc R Soc B* 276: 4381–4388.
- Hofmann S., Henle K. (2006): Male reproductive success and intrasexual selection in the common lizard determined by DNA – microsatellites. *Journal of herpetology* 40: 1-6.
- Jakob E.M., Marshall S.D., Uetz G.W. (1996): Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos* 77: 61-67.
- Külling D., Milinski M. (1992): Size-dependent predation risk and partner quality in predator inspection of sticklebacks. *Anim. Behav.* 44: 949-955.
- Lazić M.M., Carretero M., Mihailov-Krstev T., Lazarević-Macanović M., Krstić N., Crnobrnja-Isailović J. (2012): Incidence patterns of ectodermic lesions in wild populations of Common Wall Lizard (*Podarcis muralis*). *Amphibia-Reptilia* 33: 327-336.

- Marden J.H. and Rollins R.A. (1994): Assessment of energy reserves by damselflies engaged in aerial contests for mating territories. *Anim. Behav.* 44: 949-955.
- Martín J., Lopez P. (1999): An experimental test of the cost of antipredatory refuge use in the wall lizard, *Podarcis muralis*. *OIKOS* 84: 499-505.
- Moore I.T., Lerner J.P., Lerner D.T., Mason R.T., (2000): Relationships between annual cycles of testosterone, corticosterone, and body condition in male red-spotted garter snakes, *Thamnophis sirtalis concinnus*. *Physiol. Biochem. Zool.* 73: 307–312.
- Naya D.E., Veloso C., Munoz J.L.P., Bozinovic F. (2007): Some vaguely explored (but not trivial) costs of tail autotomy in lizards. *Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular and Integrative Physiology* 146: 189-193.
- Nicoletto P.F. (1993): Female sexual response to condition-dependent ornaments in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Anim. Behav.* 46: 441-450.
- Pierce C., Crowley P., Johnson D. (1985): Behavior and ecological interactions of larval Odonata. *Ecology* 66: 1504-1512.
- Rankin C.H. et al (2009): Habituation revisited: an updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiol Learn Mem* 92: 135–138.
- Rodríguez-Prieto I., Martín H., Fernández-Juricic E. (2010): Habituation to low-risk predators improves body condition in lizards. *Behav Ecol Sociobiol* (2010) 64: 1937–1945.
- Stivenson R.D., Woods W.A. Jr. (2006): Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and comparative biology* 46: 1169-1190.
- Tonn W.M., Paszkowski C.A., Holopainen I.J. (1989): Responses of crucian carp populations to different predation pressure in a manipulated pond. *Can. J. Zool.* 67: 2841-2849.
- Thorpe K.E., Taylor A.C., Huntingfor F.A. (1995): How costly is fighting? Physiological effects of sustained exercise and fighting in swimming crabs, *Necora puber* (L.) (*Brachyura, Portunidae*). *Anim. Behav.* 50: 1657-1666.
- van Berkum F., Huey R., Tsuji J., Garland Jr.T. (1989): Repeatability of individual differences in locomotor performance and body size during early ontogeny of the lizard *Sceloporus occidentalis* (Baird and Girard). *Funct. Ecol.* 3: 97-105.
- Watson P.J. (1990): Female-enhanced male competition determines the first mate and principal sire in the spider *Linyphia litgiosa* (*Linyphiidae*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 26: 77-90.
- Waye H.L., Mason R.T. (2007): 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*). *General and Comparative Endocrinology* 155 (2008): 607–612.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Corticosterone>

[http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+\(Podarcis+muralis\)+Laurenti,+1768+](http://www.wesapiens.org/file/4236006/Common+wall+lizard+(Podarcis+muralis)+Laurenti,+1768+)

<http://sh.wikipedia.org/wiki/Ni%C5%A1>