



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ



Драгана М. Стојадиновић

**УТИЦАЈ ВАРИРАЊА ОСОБИНА ЖИВОТНЕ
ИСТОРИЈЕ НА ВИЈАБИЛНОСТ ПОПУЛАЦИЈЕ
ШУМСКЕ КОРЊАЧЕ *TESTUDO HERMANNI*
GMELIN (CHELONIA: TESTUDINIDAE) ИЗ
ИСТОЧНОГ ДЕЛА АРЕАЛА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ниш, 2017.



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ



Драгана М. Стојадиновић

**УТИЦАЈ ВАРИРАЊА ОСОБИНА ЖИВОТНЕ
ИСТОРИЈЕ НА ВИЈАБИЛНОСТ ПОПУЛАЦИЈЕ
ШУМСКЕ КОРЊАЧЕ *TESTUDO HERMANNI*
GMELIN (CHELONIA: TESTUDINIDAE) ИЗ
ИСТОЧНОГ ДЕЛА АРЕАЛА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Текст ове докторске дисертације ставља се на увид јавности, у складу са чланом 30., став 8. Закона о високом образовању ("Сл. Гласник РС", бр. 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 44/2010, 93/2012, 89/2013 и 99/2014)

НАПОМЕНА О АУТОРСКИМ ПРАВИМА:

Овај текст сматра се рукописом и само се саопштава јавности (члан 7. Закона о ауторским и сродним правима, "Сл. Гласник РС", бр. 104/2009, 99/2011 и 119/2012).

Ниједан део ове докторске дисертације не сме се користити ни у какве сврхе, осим за упознавање са њеним садржајем пре одбране дисертације.

Ниш, 2017.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF SCIENCES AND MATHEMATICS



Dragana M. Stojadinović

**IMPACT OF LIFE HISTORY TRAITS VARIATION ON
POPULATION VIABILITY OF HERMANN'S
TORTOISE *TESTUDO HERMANNI* GMELIN
(CHELONIA: TESTUDINIDAE) IN EASTERN PART
OF SPECIES AREA**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2017.



**ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
НИШ**

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	монографска
Тип записа, ТЗ:	текстуални / графички
Врста рада, ВР:	докторска дисертација
Аутор, АУ:	Драгана Стојадиновић
Ментор, МН:	Јелка Црнобрња-Исаиловић
Наслов рада, НР:	Утицај варирања особина животне историје на вијабилност популације шумске корњаче <i>Testudo hermanni</i> Gmelin (Chelonia: Testudinidae) из источног дела ареала
Језик публикације, ЈП:	српски
Језик извода, ЈИ:	српски/енглески
Земља публикавања, ЗП:	Србија
Уже географско подручје, УГП:	Србија
Година, ГО:	2017
Издавач, ИЗ:	ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Ниш, Вишеградска 33.
Физички опис рада, ФО: <small>(поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)</small>	192 страна, 8 поглавља, 2 прилога, 26 табела, 16 графика, 6 слика, 383 цитата
Научна област, НО:	биологија
Научна дисциплина, НД:	еволуциона биологија
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	шумска корњача, особине животне историје, вијабилност популације
УДК	598.132.4 : 591.5(497.11)
Чува се, ЧУ:	библиотека
Важна напомена, ВН:	

Извод, ИЗ:

Током пет узастопних година (2010.-2014.) у локалној популацији источне подврсте шумске корњаче (*Testudo hermanni boettgeri*) у околини села Куновица код Ниша бележено је варирање одабраних параметара животне историје, популационе структуре и додатних карактеристика које одражавају статус популације. Потврђено је постојање јасних разлика у величини и облику тела између мужјака и женки шумске корњаче, затим незнатно варирање кондиционог индекса масе адултних јединки током узастопних година праћења што би могло указивати на стабилно здравствено стање популације. У адултном делу популације однос полова одступао је од оптималног тако да су женке биле бројније од мужјака. Прецизно одређивање узрасне структуре није било могуће. Такође је уочен је велики опсег варирања доба достигања полне зрелости. Просечна величина легла уклапала се у опсег вредности приказан у литератури. Просечна стопа преживљавања адултних јединки била је висока и нису утврђене разлике у преживљавању између полова, као ни разлике у величини ареала кретања. Анализа вијабилности хипотетичке изоловане популације шумске корњаче у Куновици, у оквиру експерименталне површине показала је да таква популација није вијабилна. Сходно томе минимална вијабилна величина те популације није утврђена, али је утврђено да повећање носећег капацитета средине доводи до знатног смањења вероватноће изумирања. У оквиру симулираних параметара, најкритичнији фактор за дугорочни опстанак представља веома поремећен однос полова на рођењу. Насупрот томе, раније полно сазревање и млађе доба прве репродукције ову популацију приближава статусу вијабилне у оквиру наредних сто година. Показано је да троструко повећање носећег капацитета средине може повећати вероватноћу преживљавања за трећину што би, уз додатно надгледање омогућило дугорочни опстанак дате популације шумске корњаче.

Датум прихватања теме, ДП:

08.05.2017.

Датум одбране, ДО:


Чланови комисије, КО:

Председник:

Члан:

Члан

Члан, ментор:

	ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ
	KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	monograph
Type of record, TR :	textual / graphic
Contents code, CC :	doctoral dissertation
Author, AU :	Dragana Stojadinović
Mentor, MN :	Jelka Crnobrnja-Isailović
Title, TI :	Impact of life history traits variation on population viability of Hermann's tortoise <i>Testudo hermanni</i> Gmelin (Chelonia: Testudinidae) in eastern part of species area
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	English
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Serbia
Publication year, PY :	2017
Publisher, PB :	author's reprint
Publication place, PP :	Niš, Višegradska 33.
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	192 pages, 8 chapters, 2 appendices, 26 tables, 16 graphs, 6 pictures, 383 references
Scientific field, SF :	biology
Scientific discipline, SD :	evolutionary biology
Subject/Key words, S/KW :	Hermann's tortoise, life history traits, population viability
UC	598.132.4 : 591.5(497.11)
Holding data, HD :	library
Note, N :	

Abstract, AB :	<p>During the five consecutive years (2010-2014), in the local population of the eastern Hermann's tortoise (<i>Testudo hermanni boettgeri</i>) in the vicinity of Kunovica village near Nis, the variation of selected life-history parameters, population structure and some additional characteristics reflecting the population status were observed and measured. The existence of sexual size and shape dimorphism has been confirmed, followed by a slight variation in the body mass condition index of adult tortoises during consecutive years of monitoring, which could indicate a stable health status of the population. Adult sex ratio deviates from the optimum, so that the females were more numerous than males. Determining the precise age structure was not possible. Also, a wide range of variation in the age of achieving sexual maturity has been observed. The average clutch size fits into the range of values reported in the literature. The average survival rate of adult individuals was high and no differences in survival between sexes were found, also differences between sexes in the size of the area of movement were not determined. An analysis of the viability of the hypothetically isolated Hermann's tortoise population in Kunovica, within the experimental area, showed that such a population is not viable. Accordingly, the minimum viable size of this population has not been determined, but it has been established that an increase in the carrying capacity of the habitat leads to a significant reduction of the extinction. Among the simulated parameters, the most critical one for long-term survival is the very disturbed sex ratio at birth. In contrast, the earlier sexual maturation and the younger age of the first reproduction, could approach the status of a viable for this population within the next hundred years.</p> <p>It has been shown that a triple increase in the carrying capacity of the habitat can increase the probability of survival for a third what, with additional monitoring, would allow the long-term survival of this population of Hermann's tortoise.</p>
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	08.05.2017.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: Member: Member: Member, Mentor:

Подаци о докторској дисертацији

Ментор: **др Јелка Црнобрња-Исаиловић**
редовни професор Природно-математичког факултета,
Департмана за биологију и екологију, Универзитета у Нишу;
научни саветник, Одељење за еволуциону биологију, Институт
за биолошка истраживања "Синиша Станковић", Универзитет
у Београду

Наслов: Утицај варирања особина животне историје на вијабилност
популације шумске корњаче *Testudo hermanni* Gmelin (Chelonia:
Testudinidae) из источног дела ареала

Резиме: Током пет узастопних година (2010.-2014.) у локалној популацији
источне подврсте шумске корњаче (*Testudo hermanni boettgeri*) у
околини села Куновица код Ниша бележено је варирање одабраних
параметара животне историје, популационе структуре и додатних
карактеристика које одражавају статус популације.
Потврђено је постојање јасних разлика у величини и облику тела
између мужјака и женки шумске корњаче, затим незнатно варирање
кондиционог индекса масе адултних јединки током узастопних
година праћења што би могло указивати на стабилно здравствено
стање популације. У адултном делу популације однос полова
одступао је од оптималног тако да су женке биле бројније од
мужјака. Прецизно одређивање узрасне структуре није било могуће.
Такође је уочен је велики опсег варирања доба достизања полне
зрелости. Просечна величина легла уклапала се у опсег вредности
приказан у литератури. Просечна стопа преживљавања адултних
јединки била је висока и нису утврђене разлике у преживљавању
између полова, као ни разлике у величини ареала кретања.
Анализа вијабилности хипотетичке изоловане популације шумске
корњаче у Куновици, у оквиру експерименталне површине показала
је да таква популација није вијабилна. Сходно томе минимална
вијабилна величина те популације није утврђена, али је утврђено да
повећање носећег капацитета средине доводи до знатног смањења
вероватноће изумирања. У оквиру симулираних параметара,
најкритичнији фактор за дугорочни опстанак представља веома
поремећен однос полова на рођењу. Насупрот томе, раније полно
сазревање и млађе доба прве репродукције ову популацију
приближава статусу вијабилне у оквиру наредних сто година.

Показано је да троструко повећање носећег капацитета средине може повећати вероватноћу преживљавања за трећину што би, уз додатно надгледање омогућило дугорочни опстанак дате популације шумске корњаче.

Научна област:

биологија

Научна
дисциплина:

еволуциона биологија

Кључне речи:

шумска корњача, особине животне историје, вијабилност популације

УДК:

598.132.4 : 591.5 (497.11)

CERIF
класификација:

B005 Зоологија, B280 Екологија животиња

Тип лиценце
Креативне
заједнице:

CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	<p>Jelka Crnobrnja Isailović, Full professor, Department of Biology and Ecology, Faculty of Science and Mathematics, University of Niš</p> <p>Principal Research Fellow, Department of evolutionary biology, Institute for biological research "Siniša Stanković", University of Belgrade</p>
Title:	<p>Impact of life history traits variation on population viability of Hermann's tortoise <i>Testudo hermanni</i> Gmelin (Chelonia: Testudinidae) in eastern part of species area</p>
Abstract:	<p>During the five consecutive years (2010-2014), in the local population of the eastern Hermann's tortoise (<i>Testudo hermanni boettgeri</i>) in the vicinity of Kunovica village near Nis, the variation of selected life-history parameters, population structure and some additional characteristics reflecting the population status were observed and measured. The existence of sexual size and shape dimorphism has been confirmed, followed by a slight variation in the body mass condition index of adult tortoises during consecutive years of monitoring, which could indicate a stable health status of the population. Adult sex ratio deviates from the optimum, so that the females were more numerous than males. Determining the precise age structure was not possible. Also, a wide range of variation in the age of achieving sexual maturity has been observed. The average clutch size fits into the range of values reported in the literature. The average survival rate of adult individuals was high and no differences in survival between sexes were found, also differences between sexes in the size of the area of movement were not determined. An analysis of the viability of the hypothetically isolated Hermann's tortoise population in Kunovica, within the experimental area, showed that such a population is not viable. Accordingly, the minimum viable size of this population has not been determined, but it has been established that an increase in the carrying capacity of the habitat leads to a significant reduction of the extinction. Among the simulated parameters, the most critical one for long-term survival is the very disturbed sex ratio at birth. In contrast, the earlier sexual maturation and the younger age of the first reproduction, could approach the status of a viable for this population within the next hundred years. It has been shown that a triple increase in the carrying capacity of the habitat can increase the probability of survival for a third what, with additional monitoring, would allow the long-term survival of this population of Hermann's tortoise.</p>

--

Scientific
Field:

biology

Scientific
Discipline:

evolutionary biology

Key Words:

Hermann's tortoise, life history traits, population viability

UDC:

598.132.4 : 591.5(497.11)

CERIF
Classification:

B005 Zoology, B280 Animal ecology

Creative
Commons
License Type:

CC BY-NC-ND

Ова докторска дисертације урађена је у оквиру пројекта ОН 173025 „Еволуција у хетерогеним срединама: механизми адаптација биомониторинг и конзервација биодиверзитета“ финансираног од Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Најискреније се захваљујем мом ментору проф. др Јелки Црнобрњи-Исаиловић на указаној помоћи, стрпљењу, времену, поверењу и бројним саветима који су ми били од изузетног значаја током израде ове тезе.

Захваљујем се проф. др Славиши Стаменковићу, доц. др Ђурађу Милошевићу, научном сараднику Нади Ћосић на корисним саветима и сугестијама током израде тезе.

Захвалност дугујем и свим колегама са Департмана за биологију и екологију на подршци коју су ми пружили.

Такође, бројни студенти Департмана за биологију и екологију учествовали су у теренским истраживањима шумске корњаче у Куновици. Свима њима се захваљујем на интересовању и ангажовању, а посебно мастер екологу Јелени Мијатовић, која је била редован члан нашег тима од 2010. године.

Огромну захвалност дугујем супругу, деци и својим родитељима који су ми били ослонац и подршка у најтежим тренуцима живота и током рада на овој дисертацији.

САДРЖАЈ:

1. Увод	1
1.1. Концепт минималне вијабилне величине популације.....	2
1.2. Особине животне историје – компоненте адаптивне вредности.....	5
1.2.1. Величина тела као компонента адаптивне вредности.....	6
1.2.2. Доба прве репродукције као компонента адаптивне вредности.....	8
1.2.3. Фекундитет као компонента адаптивне вредности.....	9
1.2.4. Дуговечност као компонента адаптивне вредности.....	11
1.2.5. Дисперзивност као компонента адаптивне вредности и ареал активности јединки.....	13
1.3. Компоненте животне историје у одређивању МВВП.....	15
1.4. Остали параметри од потенцијалног значаја за процену вијабилности популације.....	16
1.4.1. Кондициони индекс масе.....	17
1.4.2. Брзина враћања у првобитни положај.....	18
1.4.3. Обрасци активности и преференција станишта.....	18
2. Циљеви истраживања	20
3. Објект истраживања	22
3.1. Распрострањење.....	23
3.2. Опис врсте, таксономија, екологија.....	23
3.2.1. Основне морфолошке одлике.....	23
3.2.2. Таксономска припадност.....	24
3.2.3. Исхрана.....	25
3.2.4. Понашање, период активности и репродукција.....	25
3.3. Конзервациони статус врсте.....	27
3.4. Варирање особина животне историје у оквиру врсте.....	28
4. Материјал и методе	31

4.1. Подручје истраживања.....	32
4.2. Теренске процедуре и динамика узорковања.....	33
4.3. Теренски протоколи.....	35
4.3.1. Анализирани морфолошки карактери.....	35
4.3.2. Одређивање односа полова.....	40
4.3.3. Одређивање старости корњача.....	40
4.3.4. Одређивање величине легла.....	42
4.3.5. Тест брзине окретања корњача.....	42
4.3.6. Варирање образаца активности и преференција станишта.....	43
4.4. Статистичке методе.....	44
4.4.1. Полни диморфизам у величини и облику тела.....	44
4.4.2. Кондициони индекс масе јединки.....	45
4.4.3. Одређивање утицаја облика и величине оклопа на време враћања у првобитни положај.....	46
4.4.4. Израчунавање односа полова.....	47
4.4.5. Одређивање узрасне структуре популације.....	47
4.4.6. Израчунавање величине популације.....	48
4.4.7. Израчунавање величине легла.....	49
4.4.8. Израчунавање стопе преживљавања и очекиване дужине живота.....	49
4.4.9. Израчунавање ареала кретања јединки.....	50
4.4.10. Обрасци активности и преференција станишта.....	51
4.4.11. Анализа минималне вијабилне величине популације (МВП).....	52
5. Резултати.....	57
5.1. Полни диморфизам у величини и облику тела.....	58
5.1.1 Асимптотске величине тела мужјака и женки. Индекс полног диморфизма у величини тела.....	58
5.1.2. Резултати дескриптивне статистике (корњаче које имају све мере).....	58
5.1.3. Анализа варијансе.....	59

5.1.4. Анализа коваријансе.....	59
5.1.5. Резултати дескриптивне статистике, анализа варијансе (само основне мере).....	60
5.1.6. Анализа коваријансе (основне мере).....	61
5.2. Варирање кондиционог индекса масе адултних јединки.....	61
5.3. Утицај облика величине оклопа на време враћања у првобитни положај.....	62
5.4. Однос полова у адултном телу популације.....	62
5.5. Узрасна структура популације и доба достизања полне зрелости.....	63
5.6. Процена величине популације.....	64
5.7. Величина легла шумске корњаче у Куновици.....	64
5.8. Стопа преживљавања и очекивана дужина живота адултних јединки.....	65
5.9. Анализа ареала кретања адултних шумских корњача из Куновице.....	66
5.10. Обрасци активности и преференција станишта.....	67
5.11. Анализа вијабилности популације.....	68
6. Дискусија.....	71
6.1. Варирање величине тела адултних јединки.....	72
6.2. Варирање кондиционог индекса масе адултних јединки и корелација са брзином окретања јединки.....	74
6.3. Утицај облика и величине оклопа на време враћања у првобитни положај.....	75
6.4. Однос полова у адултном делу популације.....	78
6.5. Узрасна структура популације и доба достизања полне зрелости.....	79
6.6. Процена величине популације.....	80
6.7. Величина легла шумске корњаче у Куновици.....	80
6.8. Стопа преживљавања и очекивана дужина живота адултних јединки.....	83
6.9. Анализа ареала кретања адултних шумских корњача из Куновице.....	84
6.10. Обрасци активности и преференција станишта.....	88
6.11. Приближна минимална вијабилна величина популације и критичне вредности параметара животне историје за опстанак популације.....	90
7. Закључци.....	94

8. Литература	98
9. Прилог I: Табеле	137
10. Прилог II: Графици	154
Извод	166
Summary	168
Биографија	170
Библиографија	172
Изјаве аутора	176



1. УВОД

1.1. Концепт минималне вијабилне величине популације

Концепт минималне вијабилне величине популације подразумева постојање неког "прага" односно најмањег броја јединки који ће омогућити да популација остане вијабилна (да преживљава) у одређеном периоду времена (Rai, 2003).

Идеја да су мале популације рањивије и подложније изумирању може се пронаћи у делу "Равнотежна теорија острвске биогеографије" (MacArthur и Wilson, 1967). Аутори су предложили модел по коме вероватноћа изумирања варира са величином популације. Уочено је да се на изолованим деловима копна (острвима) после извесног времена од почетка колонизације успоставља равнотежа између долазећих врста и врста које изумиру. Мања острва имају мање врста и, што је још важније, мање популације брже изумиру. По овом моделу, уколико острвска популација има мање јединки од одређеног минималног броја, онда ће очекивано време њеног изумирања бити краће и обрнуто.

Shaffer (1981) је дефинисао минималну вијабилну величину популације за било коју врсту на било ком станишту као најмању изоловану популацију која има 99% шансе да преживи 1000 година упркос предвиђеној демографској, срединској и генетичкој случајности, као и природним катастрофама. Популација, дакле, мора бити довољно велика да би преживела овакве случајне догађаје.

Демографска случајност подразумева различите факторе који утичу на стопу рађања и стопу смртности у популацији. Њихов утицај је највећи у малим популацијама. Уколико више јединки угине него што се роди, популација ће изумрети јер неће моћи да одржи "вијабилну" величину. Случајне варијације у односу полова и репродуктивном успеху женки, такође, могу да доведу до изумирања популације.

Срединска случајност обухвата варијације у температури, падавинама, доступности хране, затим промене у популацијама конкурентора и предатора као и болести. Ове срединске промене, односно промене које се дешавају ван посматране популације, утичу на демографске параметре те популације.

Када је упитању генетичка случајност, она се односи на случајне промене у учесталостима генских алела. У малим популацијама неки алели могу бити одстрањени и/или учесталости алела могу бити значајно промењене под утицајем генетичког дрифта или укрштања у сродству (инбридинга).

Негативни ефекти природних катастрофа (поплаве, пожари, земљотреси, вулканске ерупције) такође су више изражени у мањим популацијама.

За концепт минималне вијабилне величине популације веома је битно утврђивање минималне ефективне величине популације. Ефективна величина популације је стваран број оних јединки у популацији које производе вијабилно потомство. Можемо такође рећи да је ефективна величина популације величина идеалне популације која је способна да произведе исти ниво генетичког диверзитета као и реална популација (Rai, 2003). Због свега тога битно је најпре утврдити минималну ефективну величину па тек онда минималну вијабилну величину популације.

Идеална ефективна величина популације заснива се на неколико основних претпоставки: у популацији се укрштање дешава по принципу случајности, нема миграција, мутација ни преклапања генерација. Уколико неки од ових услова није испуњен ефективна величина популације ће се разликовати од броја адултних јединки у популацији. У реалним популацијама ови услови готово никада нису испуњени, тако да је величина адултног дела популације обично већа од ефективне величине популације.

Michael Soule је 1980. године поставио питање колика је то величина популације која ће спречити њено изумирање? На основу неких чињеница које се односе на толерантност према ефектима инбридинга код домаћих животиња, Soule је дошао до тзв. магичног броја, односно ефективне величине од 50 јединки која је неопходна да обезбеди опстанак популације на краћи временски период, не дужи од 100 година. Он је, такође, одредио максимални прихватљиви ниво инбридинга од 1% по генерацији. На сличан начин Френклин (Franklin, 1980) је дошао до још једног магичног броја. Он је прорачунао да популација може да опстане, односно одржи генетичку варијабилност дужи временски период уколико је њена ефективна величина 500. Ове величине - 50 и 500 –означавале су минималну вијабилну величину популације на краћи односно дужи временски период.

Магични бројеви и сам концепт минималне вијабилне величине популације често су били критиковани. Прорачуната ефективна величина популације од 50 је заснована на неким емпиријским студијама популација гајених животиња. Ланде (Lande, 1995) је указао да популације дивљих животиња много теже подносе инбридинг, односно много брже могу доћи у стање инбридне депресије и сматрао је да ефективна величина популације мора бити најмање 5000 јединки (а не 500 како је

предложио Френклин) да би се одржала генетичка варијабилност и омогућио опстанак на дужи временски период.

Просто обезбеђивање минималне вијабилне величине популације неће само по себи омогућити дугорочни опстанак и очување вијабилности популације која је под утицајем стохастичких срединских и демографских промена. Ланде (Lande, 1988, 1995) је сматрао да су демографске одлике популације обично од веће важности него генетичке за процену МВП. Caughley (1994) је такође, критиковао правило 50/500 јер је засновано само на генетичким факторима. По њему не постоји магични број који одређује минималну вијабилну величину популације и он цео концепт сматра теоретским без велике могућности примене у пракси, односно у процесу конзервације угрожених врста.

Међутим, и поред бројних критика концепт минималне вијабилне величине популације ипак има примену у планирању стратегија за очување угрожених врста. Добро је имати увек на уму да постоје, као што сугерише концепт МВП, неки критични популациони параметри као што су величина, просторни распоред и генетичка варијабилност од којих зависи опстанак популације. Овај концепт, такође, подсећа да је неопходно посветити се и малим популацијама јер је њихов опстанак неизвеснији него опстанак великих популација. Веома је важно приликом заштите неке врсте одредити, између осталог, и величину заштићеног подручја. Иако прибежиште (енгл. „refuge“) по својим абиотичким и биотичким одликама омогућава опстанак врста које желимо да очувамо, ипак може доћи до њиховог изумирања уколико величина самог заштићеног подручја не подржава минималну вијабилну величину популације.

Овај концепт може бити од помоћи приликом спасавања малих популација које живе на фрагментисаном станишту, јер омогућава конзервационим биолозима да планирају коридоре или транслокацију субпопулација да би спречили губитак генетичке варијабилности популације. Тако је опстанак мале изоловане популације врсте *Melanis formicivorus* са процењених 49 година повећан на 1000 само због тога што је омогућено да 5 јединки годишње имигрира из друге субпопулације (Stacy и Taper, 1992).

Концепт минималне вијабилне величине популације указао је и на значај метапопулације у конзервационој биологији. На основу њега створен је концепт минималне вијабилне метапопулације (МВМ), као минимални број локалних популација које међусобно интерагују, а који је неопходан за дугорочни опстанак

метапопулације у балансирању између локалног изумирања и реколонизације (Hanski и сар., 1996).

У пракси, МВП се процењује на основу података о особинама животне историје популације прикупљаних одређен број година, при чему је варијанса појединачних параметара од пресудног значаја за предвиђање „судбине“ дате популације

1.2. Особине животне историје-компоненте адаптивне вредности

Једно од централних питања у еволуционој екологији тиче се еволуције животних историја - зашто морталитет и репродукција јединки неке врсте или популације прате одређени 'програм' тј. образац варирања током свог живота (Fisher, 1930; Cole, 1954; Pianka и Parker, 1975; Stearns, 1989; Lessels, 1991; Roff, 1992)? Репродукција и преживљавање представљају основне елементе популационе и еволуционе динамике, а разумевање животних историја је од велике важности за објашњавање варирања ових карактеристика у природним популацијама.

Репродуктивни успех јединке, односно генотипа може се проценити на основу његове способности да „пренесе“ своје генске алеле следећој генерацији (Fisher, 1930; Charlesworth, 1980). Степен успеха зависи од тога колико је дати генотип адаптиран на своје окружење (Williams, 1966a).

Процес адаптације представља механизам који доводи до присуства одређене адаптивне карактеристике код јединке или популације, док адаптираност представља способност јединке или популације да остану или постану прилагођене променљивим условима животне средине (Туцић, 2003). Уобичајено је да се, када се процењује адаптираност јединки неке популације, користе критеријуми као што је дуговечност, јер јединке које живе дуже имају већу адаптираност од оних које живе краће. За процену адаптираности популација као критеријум најчешће се узима величина и/или стопа повећања бројности (Туцић, 2003).

Као што је већ речено, успешност у репродукцији и дужина живота јединке од велике су важности јер од њих зависи колико ће потомака та јединка оставити. Компоненте адаптивне вредности односе се директно на преживљавање и репродуктивни успех јединке. Да би се одредиле узрасно специфичне вредности преживљавања и репродуктивног успеха користе се тзв. таблице живота. Оне се

разликују међу популацијама исте врсте, како због различитих утицаја спољашње средине, тако и због генетичких фактора који утичу на фенотип јединки (Туцић, 2003).

Ово су две најзначајније компоненте адаптивне вредности (енг. fitness), али између њих постоји узајамно ограничавање или 'трејд-оф' (енг. trade-off) јер је енергија организма коначна (Cody, 1966; Tuomi, 1990). Усмеравање енергије према једној компоненти адаптивне вредности значи да је енергија одузета (смањена) код неке друге њене компоненте (Williams, 1966b; Stearns, 1989). То практично значи да, уколико јединка живи дуже њен репродуктивни успех ће бити мањи и обрнуто. Ово узајамно ограничавање има централну улогу у проучавању компоненти адаптивне вредности које се у екологији називају особинама животне историје (Туцић, 2003). У анализама компоненти адаптивне вредности основна претпоставка је да се фенотип сваке јединке може посматрати као скуп карактеристика као што су: рађање, узраст, величина тела у периоду достизања полне зрелости, доба достизања полне зрелости, број и величина потомака, дуговечност и смрт, које се међусобно ограничавају (Туцић, 2003).

Особине животне историје су фенотипски пластичне, односно нису фиксирани за неке одређене вредности. На пример, репродукција, односно број потомака неке јединке може да варира из године у годину (Clutton-Brock, 1988; Newton, 1989). Фенотипска пластичност карактеристике повезана је са променама у животној средини јединке (Schlichting и Pigliucci, 1998).

1.2.1. Величина тела као компонента адаптивне вредности

Код многих врста животиња, женке су веће од мужјака. Ову појаву је приметио још Дарвин (1874) код многих група као што су пауци, инсекти, рибе, водоземци, гмизавци. Чак и код птица и сисара, где су мужјаци обично већи пол, постоје бројни примери где је ситуација обрнута (Ralls, 1976; Snyder и Wiley, 1976). Дарвин је сматрао да је величина тела код женке фаворизована због тога што веће женке продукују већи број потомака.

Постоје бројни докази да величина потомства (број потомака) расте са повећањем величине тела мајке код већине бескичмењака и ектотермних кичмењака (Brooer и Rosen, 1966; Tilley, 1968; Ridley и Tomphson, 1979). Код ендотермних кичмењака корелација између ових карактеристика је мање јасна (што је можда

последица детерминисаног раста, где је повећање величине тела ограничено), мада постоје и документовани случајеви где важи горе поменута правилност (Ralls, 1976).

Са друге стране иако веће женке могу остављати већи број потомака по репродуктивној сезони, то не значи да ће њихова укупна продукција потомства бити већа од оних женки чија је величина тела мања. Која је од ове две 'стратегије' (веће или мање тело) боља, зависи од тога да ли постоји узајамно ограничавање између раста и репродукције. Уколико је количина енергије (из хране) ограничена, женке ће се суочити са "избором" да ли да улажу у репродукцију или раст. Свако усмеравање енергије на повећање величине, смањује количину енергије која се може уложити у репродукцију. Под таквим околностима веће женке престају да се репродукују раније у животу (Shine, 1988).

Однос између температуре средине, раста организма и величине тела код адултних јединки одувек је био занимљив билозима. Врсте које живе у хладнијим пределима обично имају веће тело (Partridge и French, 1996; Ashton, 2004). Ово географско варирање у величини тела је у складу са Бергмановим правилом које каже да врсте теже повећању тела у областима са хладнијом климом (Blackburn и сар., 1999). Иако генетичка дивергенција у величини тела између популација није ретка (Partridge и Соупе, 1997), чини се да је фенотипска пластичност веома значајна за географске клине у величини тела јер су лабораторијска истраживања показала да смањење спољашње температуре доводи до повећања величине тела код адултних јединки ектотермних врста које су анализирани у тим студијама (Atkinson, 1994, 1995; Atkinson и сар., 2003). Однос између температуре и компоненти животних историја, односно између ефеката температуре на раст и величину тела у тренутку достизања полне зрелости, је донекле парадоксалан: ниже температуре утичу на ектотерме тако да они расту спорије, али постају полно зрели када достигну већу величину тела. Супротно томе, многи модели предвиђају мању величину тела при достизању полне зрелости у срединама које успоравају раст (које утичу да стопа раста буде ниска) (Berrigan и Charnov, 1994). Иако је стопа раста мања, организми у хладнијим пределима могу да буду релативно велики тако што пролонгирају раст и одлажу репродукцију у односу на јединке које живе у областима са већом температуром.

Пошто је репродукција мање учестала у срединама са хладнијом климом, може се очекивати да природна селекција фаворизује веће тело како би се повећао фекундитет у свакој репродуктивној епизоди; из истих разлога већа величина тела при достизању полне зрелости може бити адаптивна уколико је преживљавање адултних

јединки ниже у срединама са нижим температурама (Stearns и Koella, 1986). Такође, веће тело код адултних јединки може омогућити остављање већег потомства или обезбедити бољу родитељску негу, што се сматра адаптивним у хладнијим срединама (Perrin, 1988; Yampolsky и Scheiner, 1996).

1.2.2. Доба прве репродукције као компонента адаптивне вредности

Достизање полне зрелости је једна од најзначајнијих промена у животу јединке. Оно представља почетак репродуктивне активности у животном циклусу. Достизање полне зрелости утиче на раст због промена у усмеравању енергије и промена у понашању, а утиче и на стопу морталитета. Адаптивна вредност је "осетљива" на промене у времену достизања полне зрелости и величини тела приликом достизања полне зрелости због њиховог утицаја на фекундитет, раст и морталитет (Roff, 1992; Stearns, 1992).

Старост при достизању полне зрелости и величина тела у том тренутку нису међусобно независне карактеристике због чега промена у једној од њих обично доводи до корелисане промене у другој (Roff, 1992; Stearns, 1992). Међузависност ових карактеристика описана је преко норме реакције за старост и величину у тренутку достизања полне зрелости (Stearns и Koella, 1986). Генерално, норма реакције описује како један генотип може да д`а више различитих фенотипова када је изложен различитим утицајима средине. У основи, реакциона норма за старост и величину описује како варирање у условима који утичу на раст преко варирања у времену и величини при достизању полне зрелости утичу на саму матурацију.

Дугоживећи организми почињу са репродукцијом касније у току живота у односу на организме који имају кратак животни век (Ricklefs, 2000). Доба прве репродукције требало би да се посматра као, условно речено, вагање између добити и трошкова почетка репродукције у одређеном тренутку живота. Добит се огледа у повећању фекундитета у том одређеном тренутку, док цена представља могуће смањење стопе преживљавања или фекундитета или оба касније у животу (Ricklefs, 2000).

Аргумент да оптимално време за прву репродукцију долази онда када је добит већа од трошка имплицира да, када се одређени услови промене, промениће се и доба прве репродукције. Ако су трошкови преживљавања и остављања потомства високи,

онда се очекује да репродукција буде одложена (Bell, 1980; Charlesworth, 1980). Супротно томе, уколико је добит велика, репродукција почиње веома рано у животу јединке (Stevenson и Bancroft, 1995).

Промене у узрасној структури популације могу да утичу на младе мужјаке тако што доводе до повремених или цикличних флукуација у конкуритивном притиску (Stevenson и Bancroft, 1995). У складу са тим очекује се да животиње реагују на тренутно узајамно ограничавање и да прилагоде своје понашање тренутној ситуацији, па се очекује да младе јединке одложе своју репродукцију због растуће конкуренције.

Уколико цена и добит конкуренције за партнера зависе од узрасне структуре, односа полова и густине популације (Stevenson и Bancroft, 1995), очекује се да понашање животиња буде у складу са тренутном ситуацијом. Иако би ово значило да доба прве репродукције варира у зависности од конкуритивне средине (ситуације) (Stearns, 1976), такође значи и да ће младе јединке које нису до сада биле репродуктивно активне, бити и мало погођене флукуацијама у срединским условима. Због тога што је пластичност у понашању веома битна у променљивим условима средине (Klopfer и MacArthur, 1960; Morse, 1980), очекује се да јединке у узрасним класама које су погођене највећим флукуацијама буду под најјачим селекционим притиском за пластичност у репродуктивном понашању, што доводи до оптимизације времена прве репродукције. Узрасно-специфични ефекти срединских промена су главни разлог за оптималне животне историје (Schaffer, 1974).

Доба прве репродукције значајно утиче на укупни репродуктивни успех у животу јединке (Caswell, 1982; Lewontin, 1965), и узрасно-специфична стопа репродукције је један од фундаменталних параметара популационог раста и вијабилности (Caughley и Sinclair, 1994).

1.2.3. Фекудитет као компонента адаптивне вредности

На питање колико би јединка требала да улаже у репродукцију не постоји једноставан одговор. Истраживање узрасно-специфичних образаца фекудитета је кључно за теорију животних историја, и узрасно специфични "распоред" фекудитета разликује се међу врстама (McElligott и сар., 2002; Tavecchia и сар., 2005; Nussey и сар., 2008). На пример, код врсте *Larus californicus* (Pugesek, 1981) и *Ficedula collaris* (Part и сар., 1992), репродуктивно улагање се повећава са старошћу, док код *Pyrrhocorax*

pyrrhocorax (Reid и сар., 2003) и *Cervus elaphus* (Nussey и сар., 2008), долази до његовог смањења.

Постоје две теоретске анализе о томе како врсте распоређују своју репродукцију током времена (Broussard и сар., 2005). Класичан модел о животним историјама (Gadgil и Bossert, 1970) предвиђа да репродуктивно улагање треба да се повећава са старошћу, и достиже врхунац са чином терминалног улагања након чега репродукција престаје (Williams, 1966а; Hirschfield и Tinkle, 1975; Clutton-Brock, 1984). Кључна претпоставка у овој теоретској студији је да јединке могу да предвиде (осете) када је крај њиховог живота близу и да на основу тога "одреде" обим даљег репродуктивног улагања (McNamara и Houston, 1996).

Друга теорија каже да "одлука" о репродуктивном улагању зависи од већег броја карактеристика које могу да се мењају различитим стопама са старошћу јединке (McNamara и Houston, 1996).

Јединка не може истовремено да максимизује све особине животне историје јер је енергија ограничен ресурс и мора се оптимално распоредити између различитих функција (Williams, 1966; Stearns, 1992). Женке се суочавају са узајамним ограничавањем између тренутне репродукције и будућег репродуктивног потенцијала (Stearns, 1992), што доводи до тзв. трошка репродукције. Најчешће помињан трошак у литератури је смањен репродуктивни потенцијал у наредним годинама, што учувамо код великог броја врста. Међутим, неке студије су показале да постоје и примери позитивне везе између тренутне и будуће репродукције (Clutton-Brock и сар., 1996; Bonnet и сар., 2002; Weladji и сар., 2008), као што је случај код врсте *Rissa tridactyla* (Сами сар., 1998) или врсте *Arctocephalus tropicalis* (Beauplet и сар., 2006). Одсуство репродуктивног трошка код наведених врста је вероватно последица њихове способности да повећају унос и искоришћавање нутријената чиме се трошак компензује (Bonnet и сар., 2002).

Животиње са недетерминисаним растом суочавају се са узајамним ограничавањем у алокацији ресурса између репродукције и раста (Stearns, 1992). Пошто фекундитет обично расте са величином тела, постоји и узајамно ограничавање између тренутне и будуће репродукције код животиња са недетерминисаним растом, и алокација енергије у репродукцију током неке сезоне има велики утицај на раст и фекундитет у будућности.

Фекундитет је обрнуто пропорционалан величини потомства. Алокација енергије у репродукцију може даље да се усмери или на неколико већих потомака или на више мањих (Shine, 2005). Смањење легла (смањен број јаја или младунаца) директно води повећању величине потомства и обрнуто (Sinervo и Licht, 1991; Sinervo и сар., 1992).

Фекундитет код гмизаваца је не само већи него и варијабилнији у односу на ендотермне организме (Shine, 2005). Ова варијабилност је видљива на неколико нивоа: код јединке (женке) у току њеног живота, поређењем женки у оквиру исте популације као и поређењем женки из различитих популација исте врсте или поређењем различитих врста. Један од основних разлога за велику варијабилност у фекундитету је величина тела мајке (женке): веће женке продукују већа легла код већине врста које су посматране (Fitch, 1970). Због тога, величина легла се повећава са повећањем величине тела мајке током њеног живота, и популације или врсте где је просечна величина тела женке већа, имају и већа легла (Seigel и Ford, 1987). Са изузетком неких врста гуштера (пр. гекони), који имају константну величину легла (1-2 јаја), код свих осталих гмизаваца постоји јака веза између величине тела мајке и величине легла (Greer, 1989; Shine и Greer, 1991). Женке одлажу репродукцију све док не акумулирају довољно енергије да створе (формирају) легло онолико велико колика је њихова абдоминална шупљина (Vitt и Congdon, 1978; Vitt и Price, 1982).

Примећено је да уколико дође до смањења стопе преживљавања и раста због промене у неким срединским факторима, доћи ће и до смањења средње вредности величине тела женке у тој популацији што доводи до смањења просечне величине легла (Shine, 2005).

1.2.4. Дуговечност као компонента адаптивне вредности

Дужина живота, као карактеристика животне историје, је од великог значаја за различите научне дисциплине као што су популациона биологија или демографија (Gavrilov и Gavrilova, 1991; Carey, 2003). Ова карактеристика је обликована деловањем природне селекције (Rose, 1991; Charlesworth, 2001; Mangel, 2002).

Levins и Culver (1971) су сматрали да две врсте, које су директни конкуренти, могу да коегзистирају уколико је једна врста супериорнији конкурент, а друга има дужи животни век. Повећањем дужине живота, врста може ефективно да смањи снагу

интерспецијске конкуренције, а то омогућава коегзистенцију. Генерално, еволутивни одговор врста које су суочене са интензивном конкуренцијом је или да избегавају конкуриторе или да повећају дужину живота (Levins и Culver, 1971).

У анализама особина животних историја централну улогу имају студије о алокацији ресурса у соматски раст, одржавање и репродукцију (Koztowski, 1992). Енергија инвестирана у репродукцију директно доприноси адаптивној вредности, док се добит од улагања у раст очекује касније у животу, иако постоји могућност да јединка утине пре него што ту добит може да "осети". Организми би, стога, требали да престану да инвестирају у раст онда када цена такве инвестиције надмашује добит. Модели који говоре о оптималној расподели ресурса обично разликују две компоненте расподеле: улагање у репродукцију и улагање у раст (Koztowski, 1992; Perrin и Sibly, 1993). Сви они углавном потврђују да је оптимално да организам улаже у раст у ранијем животном добу и да са одређеном старашћу раст престаје, а енергија се усмерава на репродукцију. Старење може да утиче на обе ове компоненте тако што смањује стопу репродукције или повећава укупну стопу морталитета. Анализе старења захтевају прављење разлика између тзв. "унутрашњег морталитета" (изазваног накупљањем оштећења у организму која се не могу поправити), и морталитета који је независан од старости и кондиционог стања организма (узрокованог неким фактором спољашње средине) (Abrams и Ludwig, 1995). Такозвани спољашњи морталитет и ефикасност репарације највише доприносе у одабиру стратегије алокације енергије. Нека истраживања су показала да се улагање у раст, репродукцију и репарацију оштећења динамично мења током живота јединке. Ниска стопа морталитета фаворизује високу стопу улагања у репарацију и ниско али дуготрајно улагање у раст. Неки модели (Cichoń, 1997) су показали да велико улагање у репарацију доводи до тога да јединка живи дуже.

Упоредне студије на сисарима, до сада, нису показале да постоји значајна негативна корелација између укупног морталитета и максималне дужине живота (Promislow и Harvey, 1991).

Неки експерименти су показали да селекција за ранију или каснију репродукцију може да модификује стратегију расподеле енергије. Рана репродукција доводи до прекида репарације, брзог раста, брзог старења и кратког живота. Репродукција која почиње касније у животу доводи до тога да се фаворизује улагање у репарацију, одлаже се старење, повећава се величина тела и продужава се живот јединке. На пример, у експериментима са *Drosophila*, културе које су селектоване за

касну репродукцију, веће тело и спорији развој имале су и дужи живот (Partridge и Fowler, 1992). Слично томе, у експериментима са пасуљевим жишком (*Acanthoscelides obtectus*), јединке које су селектоване за касну репродукцију дуже су живеле, имале су дужи развој и биле су теже него оне које су селектоване за ранију репродукцију (Tucić и сар., 1996).

Студије на терестричним биљкама, инсектима и птицама указују на то да популације које морају у више наврата да реколонизују своје станиште морају да достигну полну зрелост раније у животу, имају висок фекундитет и кратак животни век (r селекција). Популације код којих је морталитет независан од густине или имају константну густину касније достижу полну зрелост, живе дуже и имају мање потомака (K селекција) (Stearns, 1977).

1.2.5. Дисперзивност као компонента адаптивне вредности и ареал активности јединки

Дисперзија је неусмерено удаљавање јединке од места рођења ка другим локалитетима где ће се размножавати (Futuуma, 1998). Сматра се да се дисперзивност развила (појавила) да би решила три главна проблема: инбридинг, интраспецијску конкуренцију и променљивост станишта (MacDonald и Smith, 1990; Clobert и сар., 1994).

Јединке покретних врста животиња могу се поделити у две велике групе на основу склоности ка дисперзији – дисперзивне (испољавају склоност ка удаљавању од места рођења) и филопатричне (остају у близини места рођења). У већини модела, подразумева се да се животне историје дисперзивних и филопатричних јединки разликују због трошка који код дисперзивних јединки постоји приликом сеобе (Hamilton и May, 1977; Motro, 1983). Трошак сеобе из једног станишта у друго може бити "плаћен" током саме сеобе јер тада може бити повећана стопа морталитета због предаторства, физиолошког стреса или немогућности проналажења одговарајућег станишта. Све ово представља тзв. тренутни трошак (Rousset и Gandon, 2002; Yoder и сар., 2004). Разликује се и тзв. одложени трошак (Stamps и сар., 2005), који настаје након што јединке стигну на ново станиште. Овај трошак се испољава у смањеној стопи раста или смањеном фекундитету придошлица (Burgess и Marshal, 2001; Hastings и Botsford, 2006). Током сеобе може доћи до смањења кондиционог индекса

јединке што доводи и до пада њене адаптивне вредности (Roff,1977; Phillips,2002; Baker и Rao, 2004; Pechenik, 2006; Hamilton и сар., 2008; Shima и сар.,2010; Marshall и Morgan,2011). На пример, вероватноћа преживљавања пустињских изопода након насељавања новог станишта опада са повећањем удаљености коју су прешли. Проблем је дехидратација која је израженија уколико је удаљеност већа (Baker и Rao, 2004).

Већина животиња не води номадски живот, већ живе и активне су у ограниченим деловима станишта које називамо ареалом активности. У оквиру свог ареала активност јединке проналазе храну, партнера, одгајају младе итд. Познато је да припадници многих врста имају конгнитивне мапе о томе где живе, где се одређени ресурси налазе у оквиру њиховог ареала активности и како да до њих дођу (Peters, 1978). Треба разликовати појмове „територија“ и „ареал активности“. Територија је простор у оквиру ареала активности на који јединка полаже "ексклузивно" право или приоритет за коришћење тј брани га од коришћења других јединки. Територија може да буде читав ареал активности или само један његов део. Познавање ареала активности животиње омогућава увид у обрасце понашања и репродукције, социјалне интеракције и организације, као и у трагање за храном и избор хране, ограниченост ресурса, важне компоненте станишта и др.

Утврђивање ареала активности омогућава да се са одређеном вероватноћом предвиди где се одређена јединка може пронаћи. Из података прикупљених на терену, уз помоћ софтвера који се користе за одређивање ареала активности, добијамо информацију о томе са коликим интензитетом јединка користи одређени део станишта. Најстарији и најчешће коришћен метод одређивања ареала активности јесте цртање минималног конвексног полигона који обухвата све познате тачке у географском простору где је нека јединка нађена (Наупе, 1949). Проблем код ове методе је то што може да укључи велике делове територије које јединка уствари не користи. Поред минималног конвексног полигона постоје и други начини да се визуелно представи ареал активности. Наупе (1949) је предложио да се за представљање ареала користи круг, где би свака јединка имала само један центар активности који се добија као дводимензионална аритметичка средина свих познатих локалитета јединке. Касније су Jennrich и Turner (1969) и Dunn и Gipson (1977) предложили елипсу која би имала два центра активности, који заправо представљају фокусе елипсе. Ипак, и овде је укључена територија коју јединка не користи. Поред ових познати су и приступи: Фуријерове серије, дистрибуција хармонијске средине, карнел итд.

Одређени делови ареала активности од већег су значаја за јединку од других и она више времена проводи у том делу јер је, можда, храна или неки други ресурс присутан у већој количини у односу на друге делове ареала. Део ареала активности који је за јединку најбитнији и у коме проводи највише времена представља тзв. језгро ареала активности (Burt, 1943; Ewer, 1968; Kaufmann, 1962; Samuel и сар., 1985; Samuel и Green, 1988). За разумевање ареала активности идентификација језгра, уколико постоји, је веома битна.

1.3. Компоненте животне историје у одређивању МВВП

Вијабилност врсте у одређеном географском подручју је увек представљена као ризик од изумирања или пада бројности, временског периода у коме ће врста изумрети и вероватноће њеног опоравка, тако да модели у анализи вијабилности популације дају процену горе наведених мера вијабилности на основу демографских података и карактеристика станишта (Акçакауа и Sjögren-Gulve, 2000).

Како се наводи у литератури (види Frankham и сар., 2004), различити фактори могу утицати на смањење бројности популација неке врсте. Фактори који имају константан правац и релативно константну јачину означавају се као детерминистички. Већина детерминистичких фактора је директно или индиректно повезана са људском активношћу. Са друге стране постоји неколико категорија случајних фактора (демографски, средински, генетички, катастрофе), који, такође, могу имати велики утицај на опстанак популације.

Комбинација детерминистичких и фактора случајности може довести до пада бројности популације, до појаве инбридинга, редукције стопе рађања и преживљавања, даљег пада бројности и демографске нестабилности што на крају може довести до изумирања популације.

У поступку процене ризика од изумирања или пада бројности неке популације или групе популација примењује се скуп метода обједињен под називом „Анализа вијабилности популације“ (енгл. „Population Viability Analysis“ или PVA - ПВА даље у тексту) (Акçакауа и Sjögren-Gulve, 2000). Анализа вијабилности популације може бити корисна приликом планирања истраживања и прикупљања података о некој врсти. Ова анализа може да усмери истраживање на одређене факторе који имају значајан ефекат

на вероватноћу изумирања или опоравка. ПВА се, даље, може користити да би се прорачунала рањивост неке популације, или да би се проценио антропогени утицај, односно како искоришћавање природних ресурса или загађење утиче на посматране популације. Анализа вијабилности популације је, такође, корисна за предвиђање могућег реаговања врсте на реинтродукцију, рехабилитацију станишта, различите дизајне природних резервата или мреже коридора.

Количина и тип података који су потребни да се изгради ПВА модел зависе од тога на која питања желимо да добијемо одговоре и зависе, наравно, од екологије врсте коју посматрамо. Подаци који се користе у анализи вијабилности популације укључују дистрибуцију погодног станишта, локалне популације или јединке, густину, податке о фекундитету и стопи преживљавања као и њиховом варирању у току времена. Наравно, нису сви ови подаци неопходни за формирање свих модела у ПВА, али што је модел детаљнији то су и резултати прецизнији и могуће је дати одговоре на већи број специфичних питања (Акџакава и Sjögren-Gulve, 2000).

Различити типови модела се користе у анализи вијабилности популације. Најкомплекснији међу њима су модели засновани на индивидуалној варијабилности. У најчешће коришћеном приступу, понашање и судбина сваке јединке је укључена у симулацију (DeAngelis и Gross, 1992). Понашање и судбина сваке јединке (односно дисперзивност, преживљавање, репродукција) зависе од локалитета, старости, величине, пола, социјалног статуса и других карактеристика. Предност ових модела је да су веома флексибилни, да могу да уврсте и генетичке факторе, социјалну структуру, системе репродукције, много једноставније него други ПВА модели (примере погледати у Lacy, 2000a и Ebenhard, 2000). Један од недостатака модела заснованих на индивидуалној варијабилности је да захтевају велику количину података и дуг период праћења популације или популација.

1.4. Остали параметри од потенцијалног значаја за процену вијабилности популације

Осим наведених параметара животне историје који чине основу за процену вијабилности популације, током њеног дугорочног надгледања пожељно је пратити варирање додатних параметара који могу указати на специфичне обрасце активности,

на квалитет здравственог стања јединки или на прилагођеност локалним срединским условима.

1.4.1. Кондициони индекс масе

Основни циљ конзервационе биологије је да осигура дугорочни опстанак врста (Meffe и Carroll, 1997; Hunter, 2001; Primack, 2006). Традиционално, конзервациони билози посматрају „здравље“ врсте преко стања популације. Анализом вијабилности популације може се установити да ли популација расте, остаје стабилна или опада у току времена (Beissinger и McCullough, 2002).

Проучавање популација животињских врста захтева информације о факторима који утичу на популациону динамику (Waye и Mason, 2008). Много различитих параметара може бити коришћено за квантификацију кондиције неке животиње. Физиолошке променљиве су вероватно најдиректније повезане са здрављем, али су често тешке за мерење, посебно код врста као што су корњаче које се увлаче у оклоп када су угрожене (Jacobson и сар., 1999). Крв, на пример, може бити испитивана на бројне параметре који су у вези са здрављем јединке (Bonnet, 1979, Jacobson, 1987), а резултати могу да се упореде са неким стандардним вредностима (Raphael и сар., 1994; Klemens и сар., 1997). Међутим, узорковање крви може бити веома проблематично па чак и опасно по јединку нарочито уколико се ради на терену (Jacobson и сар., 1992).

Много једноставнија и неинвазивна алтернатива за процену кондиционог стања је одређивање кондиционог индекса масе (Jackson, 1980, 1991). Кондициони индекс је битна мера адаптивне вредности јединке и обично представља релативну количину енергетских залиха које се пореде са неким мерама величине тела (Green, 2001). Енергетске залихе могу бити усмерене на одржање, раст или репродукцију (Perrin и Sibly, 1993; Heino и Kaitala, 1999; Madsen и Shine, 2002). Ако кондициони индекс масе показује колике су енергетске резерве тела, онда даје и индиректне информације о квалитету станишта и могућности за улагање у репродукцију (Stevenson и Woods Jr., 2006) што су значајне информације у конзервационим студијама.

1.4.2. Брзина враћања у првобитни положај

Ова карактеристика је од посебног значаја за врсте које имају оклоп - инсекте (Delcomyn, 1987; Faisal и Matheson, 2001; Frantsevich, 2004), ракове (Silvey, 1973) и корњаче (Bonnet и сар., 2001; Steyermark и Spotila, 2001; Delmas и сар., 2008). Способност враћања у првобитни положај, када се животиња из неког разлога нађе на леђима, сматра се веома важном фенотипском одликом и многи аутори је сматрају индикатором адаптивне вредности јединке (Burger и сар., 1998; Steyermark и Spotila, 2001; Ashmore и Janzen, 2003; Corti и Zuffi, 2003; Freedberg и сар., 2004; Zuffi и Plaitano, 2007; Delmas и сар., 2008) али постоје и одређена ограничења за прихватање оваквог тумачења (види у: Golubović и сар., 2013). Код корњача које имају прилично масиван оклоп превртање на леђа може се, у природним условима, десити током кретања по неравном терену или борбе између мужјака. У том положају животиње су рањиве јер не могу избећи предаторе, изложене су дехидратацији, прегревању или смрзавању (Penn и Brockmann, 1995; Bonnet и сар., 2001; Corti и Zuffi, 2003).

Локомоторне способности генерално се сматрају поузданим одразом деловања селективних фактора на адаптивну вредност и као такве су биле тема многих студија, пре свега кичмењачких врста (види у: Delmas и сар., 2006). Осим способности враћања у првобитни положај често је тестирана брзина кретања - трчања или пливања (такође у Delmas и сар., 2006). Способност и брзина враћања у првобитан положај може зависити од различитих фактора: морфолошких особности самог оклопа, морфолошких карактеристика других делова тела – главено вратног дела, екстремитета, репа итд (Domokos и Varkonyi, 2008), као и од срединских фактора (Huey и Kingsolver, 1989).

1.4.3. Обрасци активности и преференција станишта

Ефективна конзервација популација захтева разумевање односа између популација и њихових станишта. Први корак ка томе је утврђивање која станишта се користе са већом учесталости. То може бити искоришћено за одређивање оних срединских одлика (биотичких или абиотичких) које су потребне за одржање одређеног (повољног) конзервационог статуса врсте (Cañadas и сар., 2005).

Газдовање популацијама животињских врста и њихова конзервација, такође, захтевају информације где се јединке посматране популације налазе (Kernohan и сар., 1998; Blundell и сар., 2001; Matthiopoulos, 2003; Matthiopoulos и сар., 2004), због чега су баш тамо (Johnson, 1980; Arthur и сар., 1996; Boyce и McDonald, 1999; Manly и сар., 2002; Calenge и сар., 2005) и где би још могле бити (Buckland и Elston, 1993; Guisan и Zimmermann, 2000; Guisan и сар., 2002; Scott и сар., 2002)

Станиште се може дефинисати као део простора (Aarts и сар., 2008; Hirzel и Lay, 2008) који је одређен већим бројем димензија од којих је свака представљена помоћу биотичких или абиотичких променљивих, односно то је свака карактеристика околине која је директно или индиректно повезана са одабиром локације од стране животиње.

Срединске променљиве могу бити динамичне (пр. густина популације предатора) или статичне (пр. нагиб терена) и могу бити позитивно и негативно повезане са коришћењем станишта. Коришћење станишта је пропорција времена које животиња проведе у одређеном станишту (Johnson, 1980). Структура самог станишта може бити важна у одређивању преференције микростаништа од стране животиње, зато што сама структура може бити повезана са факторима који утичу на преживљавање и репродукцију као што су доступност хране или предатори.

Показано је да преференција станишта зависи од бројних фактора, укључујући дистрибуцију воде (Altmann и Altmann, 1970), доступност хране и других ресурса (Gautier-Hion и сар., 1981; Karlin, 2001), смањење ризика од предације или повећање потенцијала за избегавање предатора (Gautier-Hion и сар., 1981; Cowlshaw, 1997a; Treves, 1997). Преференција станишта је важна за широк опсег еколошких питања као што су: географски опсег врсте (Aldridge и сар., 2008), ареал активности (Mladenoff и сар., 1995; Boyce и сар., 2003; Nielsen и сар., 2006; Aldridge и Boyce, 2007), коришћење простора у оквиру самог ареала активности (Roeber и сар., 2008), механистички модели кретања (Fortin и сар., 2005), дизајн коридора (Chetkiewicz и сар., 2006), величина популације (Allen и сар., 2008), вијабилност (Aldridge и Boyce, 2007; Nielsen и сар., 2008) и просторно узроковане интер- и интрапопулационе интеракције (Hebblewhite и сар., 2005; Fortin и сар., 2009).



2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Testudo hermanni је једна од међународно угрожених врста гмизаваца. На IUCN црвеној листи има статус "скоро угрожена", а налази се и на CITES листи врста које су под међународном контролом промета. Ова теза је осмишљена као почетак континуираног и дугорочног праћења популационе структуре и динамике једне локалне популације шумске корњаче у Србији са следећим циљевима:

- утврђивање опсега варирања одабраних параметара животне историје:

- а) величине тела,
- б) доба достизања полне зрелости и прве репродукције,
- в) фекундитета,
- г) дуговечности,
- д) дисперзивности,

- сагледавање "здравственог стања" популације путем

а) израчунавања кондиционог индекса масе адултних јединки оба пола и анализе варирања вредности овог индекса током узастопних поновних улова јединки,

б) анализе способности и брзине враћања у првобитни положај јединки преврнутих на леђа.

- процене величине и карактеристика простора неопходног за опстанак локалне популације путем утврђивања:

- а) величине ареала кретања јединки,
- б) образаца дневне активности и преференције микро станишта.

Такође, биће израчунате вредности следећих параметара анализираних популације: њена величина, узрасна структура и однос полова.

Напоследку, циљ ове докторске тезе је да, на основу праћења горе наведених параметара током пет узастопних година, одреди апроксимативну минималну вијабилну величину популације и вероватноћу опстајања дате популације у будућности као и да утврди критичне вредности појединих параметара за опстанак ове популације.



3. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА

Шумска корњача *Testudo hermanni*

3.1. Распрострањење

Шумска корњача насељава медитерански и субмедитерански регион Европе. Њен ареал протеже се од Каталоније (североисток Шпаније) на западу до Босфорског мореуза на истоку (Cheylan, 2001) и Румуније на северу. Област реке По у Италији разграничава западну и источну подврсту (Zenboudji и сар., 2016).

Западна подврста има фрагментисан ареал. У Шпанији се може наћи само у једном малом подручју Каталоније (Bertolero, 2008). Ова подврста, такође, насељава и Балеарска острва, а сматра се да је овде интродукована пре 3000 година (Mayol, 1985). У Француској се може срести углавном у Прованси (Cheylan, 2001), док Корзику насељавамо пет изолованих популација (Cheylan, 1995). У Италији су популације шумске корњаче нестале са многих територија (Ballasina, 1995; Vetter, 2006; Mazzoti, 2006), а данас се углавном могу срести у Тоскани и Лацију (Mazzoti, 2006; Cheylan и сар., 2010). На Сицилији и Сардинији ова подврста, такође, насељава само мали део територије острва (Mazzoti, 2006).

Источна подврста која насељава Балканско полуострво претежно се може наћи у његовом медитеранском и субмедитеранском делу, од Истре, преко Далмације са острвима, Херцеговине, јужне Црне Горе, великог дела Албаније, Македоније, Грчке, Бугарске, као и у европском делу Турске (Sillero и сар., 2014). Такође, насељава источну, централну, јужну и југоисточну Србију и један мали део Румуније (Bertolero и сар., 2011). Налази се и у севернијим деловима Балканског полуострва (види на пр. Lelo, 2005 и Ljubisavljević и сар., 2014).

3.2. Опис врсте, таксономија, екологија

3.2.1. Основне морфолошке одлике

Шумска корњача је сувоземна врста коју карактеришу испупчен карапакс грађен од коштанних плоча преко којих се налазе рожни штитови жуте боје са мање или више израженим црним флекама. На карапаксу се разликују нухална или цервикална

плоча, пет вертебралних, четири пара косталних, супракаудална и једанаест пари маргиналних плоча. На рожним штитовима уочавају се нараштајне зоне у виду „прстенова раста“ који су добро изражени код млађих јединки, док се код старијих губе и њихов карапакс може бити потпуно гладак. Пластрон је код женки раван, док је код мужјака благо конкаван. Њега чини шест пари рожних плоча: гуларне, хумералне, пекторалне, феморалне и аналне. Карапакс и пластрон међусобно су повезани коштанним мостовима (Vetter, 2006).

Полни диморфизам код шумске корњаче је изражен и женке су веће од мужјака (Vetter, 2006). Облик оклопа код мужјака је трапезаст због знатно ширег задњег дела, док је код женки овалан (Vetter, 2006). Мужјаци имају дужи реп и већу рожну „канцу“ на репу. Код њих је, такође, супракаудална плоча јако закривљена према пластрону, док је код женки готово равна (Vetter, 2006).

3.2.2. Таксономска припадност

Шумска корњача *Testudo hermanni* припада роду *Testudo* и фамилији Testudinidae. Ова породица и породица Geoemydidae чине кладу Testudinoidea, која заједно са породицом Emydidae чини најразноврснију и најбројнију групу рецентних корњача (Claude и сар., 2003).

Таксономија ове врсте је компликована и понекад збуњујућа како изнад нивоа врсте (van der Kuyl и сар., 2002; Lapparent de Broin и сар., 2006а, б; Parham и сар., 2006; Fritz и Bidinda-Emonds, 2007) тако и у оквиру врсте (Bour, 2004а, б; Fritz и сар., 2006). *Testudo hermanni* је по неким ауторима раније била сврставана у род *Protestudo* (Chkhikvadze, 1970), *Agrionemys* (Gmira, 1993, 1995) и *Eurotestudo* (Lapparent de Broin и сар., 2006а, б) на основу палеонтолошких, анатомских и морфолошких карактеристика. Међутим, овакву класификацију не подржавају савремене молекуларно генетичке анализе.

У оквиру постојећег таксона *Testudo hermanni*, Bour (2004б) и Perälä (2002, 2004) препознали су чак три врсте: *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789) на западу ареала, *Testudo boettgeri* (Mojsisovics, 1889) на крајњем истоку ареала и *Testudo hercegovinensis* (Werner, 1899) чије популације насељавају обале Јадранског мора до северне Албаније. Међутим, овакав предлог није подржан молекуларном филогенијом која показује постојање само једне врсте у оквиру таксона *Testudo hermanni* (Fritz и сар., 2006).

Данас већина научника признаје постојање само једне врсте са две подврсте: *Testudo hermanni hermanni* која насељава западни део ареала и *Testudo hermanni boettgeri* на истоку ареала. Неки покушаји да се популације *Testudo hermanni boettgeri* из централне Далмације издвоје као трећа подврста- *Testudo hermanni hercegovinensis* (Perälä, 2002, 2004) нису подржани савременим анализама (Fritz и сар., 2006).

3.2.3. Исхрана

Шумска корњача је углавном биљојед, али на јеловнику се могу наћи и бескичмењаци, стрвина, кости па чак и перје (Cheylan, 2001). Када су у питању биљке примећено је да ова корњача конзумира преко 134 врсте биљака (Meek, 1989; Calzolari и Chelazzi, 1991; Nougarede, 1998; Budó и сар., 2009; Del Vecchio и сар., 2011). Најчешће су то биљке које припадају фамилијама Asteraceae, Fabaceae (ex Papilionaceae), Ranunculaceae и Poaceae. Познато је да *Testudo hermanni* користи у исхрани и биљке које су токсичне за сисаре као што су: *Tamus communis*, *Arum sp.*, *Digitalis sp.*, као и неке гљиве. Сматра се да корњаче користе токсичне врсте биљака да би се ослободиле цревних паразита (Longeriette и Grenot, 1999). Кад је у питању воће користе плодове смокве, винове лозе, дуда, вишње и др. Поред овога корњаче се хране и пужевицама, различитим инсектима (Coleoptera нпр.), а понекад се хране и изметом различитих животиња (Bertolero и сар., 2011) и животињским остацима (види у: Nikolić и сар., 2016).

3.2.4. Понашање, период активности и репродукција

У јутарњим сатима корњаче се углавном могу наћи како се сунчају (Willemsen, 1991; Cheylan, 2001). Када једном достигну оптималну температуру тела, корњаче или постају активне или се повлаче и тек у послеподневним сатима опет постају активне. Температура тела више зависи од температуре ваздуха него од температуре тла (Meek, 1984; Panagiota и Valakos, 1992; Carretero и сар., 1995). *Testudo hermanni* је активна при минималној температури тела од 12.3°C (Huot-Daubremont, 1996), док се пуна активност постиже на температури од око 25-30°C (Huot-Daubremont, 1996). Температурна валенца за *Testudo hermanni* према Cherchi (1956) креће се између -2 и

44°C. На терену никада није забележена температура тела већа од 38°C (Meek, 1984, 1988; Paglione, 1988; Wright и сар., 1988; Willemsen, 1991; Panagiota и Valakos, 1992; Carretero и сар., 1995). Најнижа забележена температура тела је -0.4°C (Cherchi, 1960). Током зимског сна температура тела је већа од 0°C (Huot-Daubremont, 1996, 2002).

Парење започиње убрзо након изласка из зимског сна и траје готово читаве сезоне (Galleotti и сар., 2007). Мирис има велику улогу у проналажењу партнера (Galleotti и сар., 2007). Током копулације мужјаци испуштају звуке за које неки сматрају (Galleotti и сар., 2005а,б) да јачају код женки нагон за парењем. Борбе између мужјака су честе, али пролазе без озбиљнијих повреда учесника (Cheylan, 1981; Stubbs и сар., 1981; Calzolari и Chelazzi, 1991; Willemsen и Hailey, 1999b). Женке се увек враћају на уобичајено место гнезђења (Swingland и Stubbs, 1985а).

Уколико је угрожена, шумска корњача се углавном брани пасивно, увлачењем главе и екстремитета у оклоп (лич.оп). Најмање 13 врста сисара и 13 врста птица је идентификовано као предатори *Testudo hermanni* (Cheylan, 2001). Од птица, најчешћи предатори одраслих корњача су нпр. *Aquila chryseatos*, *Aquila heliaca*, *Aegyptus tinachus*. Сисари се углавном хране јајима и младим корњачама. Најчешћи предатори су *Vulpes vulpes*, *Sus scrofa*, *Mustela nivalis* и др. (Beshkov, 1993). Забележена је и предација од стране пацова који могу током зиме да поједу целу корњачу која је у стању зимског сна (López-Jurado и сар., 1979; Cheylan, 2001). Многи сисари се хране јајима корњача и на појединим територијама чак 95% гнезда може бити уништено (Swingland и Stubbs, 1985б).

Полагање јаја код *Testudo hermanni* најчешће је од средине маја до краја јуна (Cruce и Răducan, 1976; Swingland и Stubbs, 1985а; Fertard, 1992; Bertolero и сар., 2007б). Време инкубације варира 90-124 дана (Cruce и Răducan, 1976; Cheylan, 1981; Nougarède, 1998). Јаја су бела, са тврдом љуском и готово елиптичног облика. Минимална температура за развој ембриона је 23°C, а максимална 35°C (Eendebak, 1995). Уколико је температура стално 25°C или 33-34°C, морталитет ембриона је приближно 50%, а на температурама испод 23°C или изнад 34°C морталитет је 100% (Eendebak, 1995). Као и код других врста корњача, одређење пола је зависно од температуре. Постоје подаци да, уколико се јаја *Testudo hermanni boettgeri* инкубирају на температури од 25-30°C излећи ће се 100% мужјака, док се на температури од 33-34°C легу само женке (Péau, 2002). Eendebak (1995) је прорачунао да је на температури од 31.5°C однос полова 50:50.

У областима са медитеранском климом (Грчка, јужна Италија, Француска и Шпанија), шумска корњача завршава зимски сан обично у фебруару или марту, а пуну активност достиже у другој половини марта. Током лета, корњаче су активне ујутру и у послеподневним часовима. Примећено је да је у овим областима током летњих месеци *Testudo hermanni* много активнија поподне него изјутра. При крају лета и у јесен активност је присутна током целог дана. Зимски сан почиње крајем октобра или у новембру (Cheylan, 1981; Stubbs и сар., 1981; Willemsen, 1991; Huot-Daubremont и Grenot, 1997; Bertolero, 2002). У делу ареала са нешто хладнијом климом (северна Италија, Србија, Црна Гора, Албанија, Бугарска, Румунија) зимски сан најчешће почиње у октобру а завршава се у марту или априлу (Наххиу, 1995; Mazzoti и сар., 2002; лич. оп.). Током летњих месеци корњаче су обично активне током целог дана (Cruse и Răducan, 1976; Meek 1988; Hailey и сар., 1984; Mazzoti и сар., 2002) али уколико је температура висока онда активност престаје око поднева да би се наставила у послеподневним часовима (Willemsen, 1990; лич. оп.).

3.3. Конзервациони статус врсте

Бројност врсте *Testudo hermanni* је у опадању у већем делу њеног ареала распрострањења (Cheylan, 1984; Willemsen и Hailey, 1989; Ballasina и Willemsen, 1990; Willemsen, 1990; Beshkov, 1993; Cheylan, 1995; Ballasina, 1995; Llorente и сар., 2002; Hailey и Willemsen, 2003; Mazzoti, 2006; Petrov, 2007; Cheylan и сар., 2009; Rozyłowicz и Dobre, 2009), али се у литератури наводе и локалне популације са стабилном бројношћу (Bruno, 1981; Frisenda и Ballasina, 1990; Ballasina, 1995, 1996; Bertolero, 2006; Carranza и Roca, 2007; Cheylan и сар., 2010).

Генерално, фактори угрожавања шумске корњаче могу се поделити у две групе; оне који угрожавају њихово станиште (Fèlix и сар., 1989; Hailey и Willemsen, 2003; Rozyłowicz и Dobre, 2009) и они који делују директно на јединке без угрожавања станишта (Fèlix и сар. 1989; Mazzoti, 2004; Petrov, 2007). Губитак и деградација станишта углавном су везани за деловање људи, мада и шумски пожари имају великог утицаја (Cheylan, 2004). Још један велики проблем је илегално сакупљање јединки из природе и њихова продаја на црном тржишту кућних љубимца или за коришћење у

исхрани (Fèlix и сар., 1989; Petrov, 2007; Golubović и Ђorđević, 2013; Николић и Црнобрња-Исаиловић, 2017).

Шумска корњача је под заштитом неколико међународних законских аката и то: СИТЕС (Appendix II за земље ван ЕУ и Appendix A за чланице ЕУ), Регулациони Савет ЕС No. 338/97, Директива Станишта (анекс I и IV), Бернска Конвенција (анекс II). Србији шумска корњача је законски заштићена Уредбом о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених биљних и животињских врста и гљива (Анекс II).

Врста је укључена на глобалну IUCN црвену листу као Скоро угрожена (Near threatened, NT). За сада подврсте нису укључене у црвену листу. IUCN Европска црвена листа гмизаваца (Cox и Temple, 2009), такође наводи врсту као скоро угрожену. У Црвеној књизи гмизаваца Србије, шумска корњача по ДЕЖИ критеријумима (анализе одлике, дистрибуције, екологије и животне историје) има статус рањиве врсте (Vulnerable, VU) (Томовић и сар., 2015).

3.4. Варирање особина животне историје у оквиру врсте

Гмизавци показују огромну различитост у стопи и начину репродукције као и у варирању особина животне историје. Чак и блиско сродни гмизавци који живе на истом подручју показују велике разлике у начину одређења пола, репродукцији, добу достизања полне зрелости као и величини и броју потомака и томе колико често производе потомство (Shine, 2005).

Када је у питању раст код *Testudo hermanni*, у највећем броју истраживања користи се бројање прстенова на рожним плочама карапакса као показатељ старости корњача. Типична крива раста код шумске корњаче може се описати као константни линеарни раст са стопом повећања равне дужине карапакса од око 10мм по години. Након достизања полне зрелости, а процењује се да је то са 8-12 година, стопа раста континуирано опада, али код корњача постоји неограничени (асимптотски) раст тако да свака јединка достиже неку своју максималну величину (Stubbs и сар., 1985; Willemsen и Hailey, 2001a). Стопа раста код мужјака је нижа, тако да они имају мању величину тела као адулти (Willemsen и Hailey, 1999б).

Широм ареала распрострањења, *Testudo hermanni* показује велику варијабилност у величини тела адултних јединки (Willemsen и Hailey, 1999б; Cheylan,

2001). Западну подврсту (Шпанија, Француска, Италија) одликује мања величина тела у односу на источну. Равна дужина карапакса мужјака *Testudo hermanni hermanni* креће се између 130-149 mm, док је код женки од 150-179 mm (Bertolero и сар., 2011). Источна подврста одликује се већим телом, женке су углавном веће од 180 mm, док су мужјаци већи од 155 mm (Bertolero и сар., 2011). Корњача са највећом равном дужином карапакса од 346mm пронађена је у Бугарској (Beshkov, 1997), док је најмања до сада измерена женка пронађена у северној Каталонији са равном дужином карапакса од 150 mm. Код *Testudo hermanni boettgeri* у Грчкој утврђено је да јединке у популацијама на северу земље имају веће тело него на југу (Willemsen и Hailey, 1999б). Слична ситуација је примећена и у Италији. Популације на северу одликују се већим телом у односу на оне на југу (Willemsen и Hailey, 1999б; Sacchi и сар., 2007). Генерално, адулти из Италије су мањи од оних из Грчке иако живе под истим температурним условима средине (Willemsen и Hailey, 1999б). Острвске популације на Сардинији (Corti и Zuffi, 2003) или Корзици показују тенденцију ка већој величини тела у поређењу са популацијама из Француске (Cheylan, 1992) или Шпаније (Bertolero и сар., 2007б).

Још увек није са сигурношћу доказано да старост животиње, када раст успори, представља доба достизања полне зрелости. Док је за женке тешко утврдити тренутак достизања полне зрелости, код мужјака је то могуће на основу олфакторних сигнала из феморалног и клоакалног региона (Galeotti и сар., 2007).

Годишња стопа преживљавања (S) адултних јединки у природним популацијама добијена на основу анализе маркирања и поновног хватања креће се у опсегу од 0.85-0.97. Овакав опсег је добијен на основу података из Француске (Stubbs и Swingland, 1985; Guyot, 1996; Cheylan, 2001), Корзике (Henry и сар., 1999), Грчке (Hailey, 1990, 2000; Willemsen и Hailey, 2001a) и Шпаније (Fernández-Chacón и сар., 2011). Слична стопа преживљавања добијена је и за реинтродуковане јединке у Шпанији (Bertolero и сар., 2007d). Willemsen и Hailey (2001a) дошли су до закључка да је стопа преживљавања позитивно корелисана са величином тела. Нижа стопа преживљавања код женки у односу на мужјаке забележена је у неким грчким популацијама, што је довело до поремећаја у односу полова (Hailey, 1990; Willemsen и Hailey, 2001a). Нижа стопа преживљавања забележена је у областима која су била изложена неком облику деструкције (Hailey, 2000) или је станиште третирано пестицидима (Willemsen и Hailey, 2001б).

Иако се предпоставља да шумска корњача може да живи и неколико деценија у природи, до сада анализе маркирања и поновног хватања нису показале да ли се морталитет повећава код старих јединки. Због тога се не може поуздано проценити максимална дужина живота у природним популацијама (Bertolero и сар., 2011).

Величина легла варира од 1-7 јаја код *Testudo hermanni hermanni* и 1-9 јаја код *Testudo hermanni boettgeri* (Swingland и Stubbs, 1985a; Esteban, 1987; Hailey и Loumbourdis, 1988, 1990; Fertard, 1992; Nougarede, 1998; Longepierre и сар., 2003; Bertolero и сар., 2007c). Јаја су елиптична, просечне величине 27.2×34.3 mm и тешка просечно 15.1 g код *Testudo hermanni hermanni* и 27.9×37.4 mm и око 17.1 g код *Testudo hermanni boettgeri* (Cruce и Răducan, 1976; Cheylan, 1981; Esteban, 1987; Hailey и Loumbourdis, 1988, 1990; Fertard, 1992; Longepierre и сар., 2003; Bertolero и сар., 2007a,c). Просечна величина легла варира од 3.3 код западне до 4.3 јаја код источне подврсте (Swingland и Stubbs, 1985a; Esteban, 1987; Hailey и Loumbourdis, 1988, 1990; Fertard, 1992; Nougarede, 1998; Longepierre и сар., 2003; Bertolero и сар., 2007c). Просечан годишњи број легла варира од 1.4 до 2.4 до максимално 3 на Корзици и Грчкој (Hailey и Loumbourdis, 1988; Bertolero и сар., 2007c).

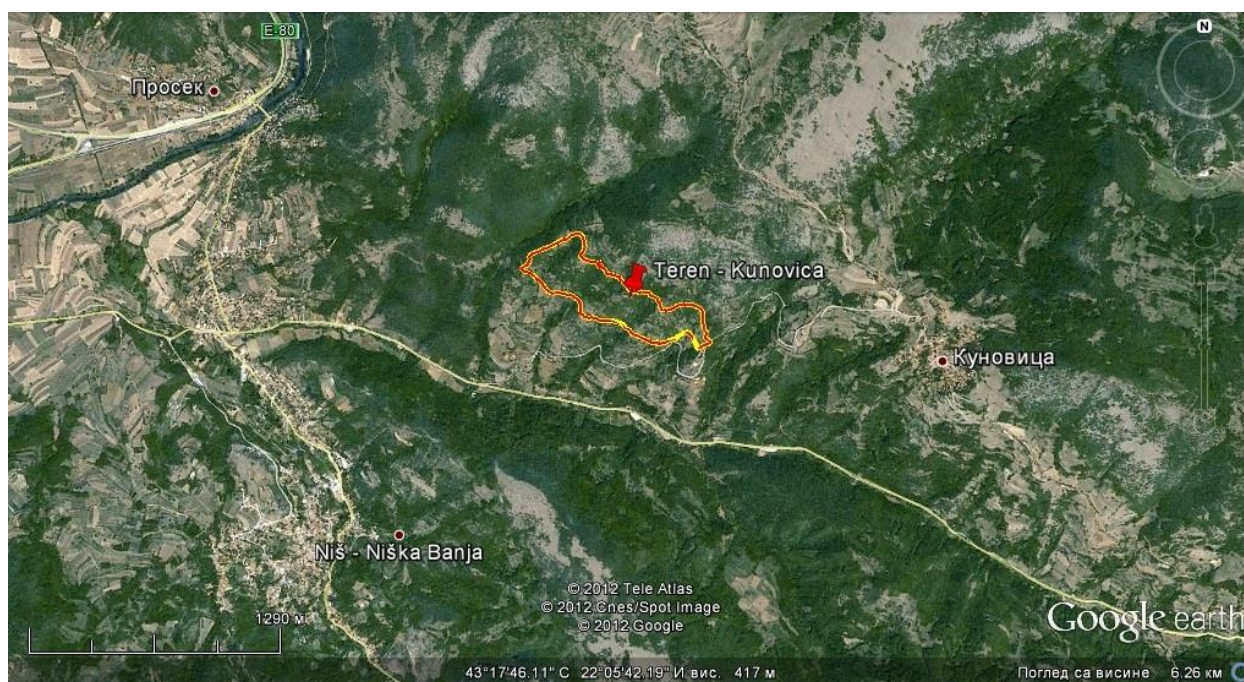
Генерално, репродуктивне карактеристике су у вези са величином тела женке па највеће женке имају и највећи репродуктивни допринос (Cruce и Răducan, 1976; Hailey и Loumbourdis, 1988; Fertard, 1992; Longepierre и сар., 2003; Bertolero и сар., 2007c).



4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

4.1. Подручје истраживања

Подручје на коме је праћена популациона динамика шумске корњаче налази се у непосредној близини села Куновица (43°18'N; 22°04'E), које је удаљено 18 km од града Ниша у југоисточној Србији (слика 4.1). То је брдовит терен површине 23 ha покривен светлим храстовим шумама, где доминира заједница *Quercetumfarnetto-cerris* (Randelović и сар., 1996), отвореним просторима са травнатом вегетацијом и углавном напуштеним виноградима и воћњацима. Надморска висина подручја на коме је истраживање рађено варира од 324-462 m.



Слика 4.1. Подручје истраживања

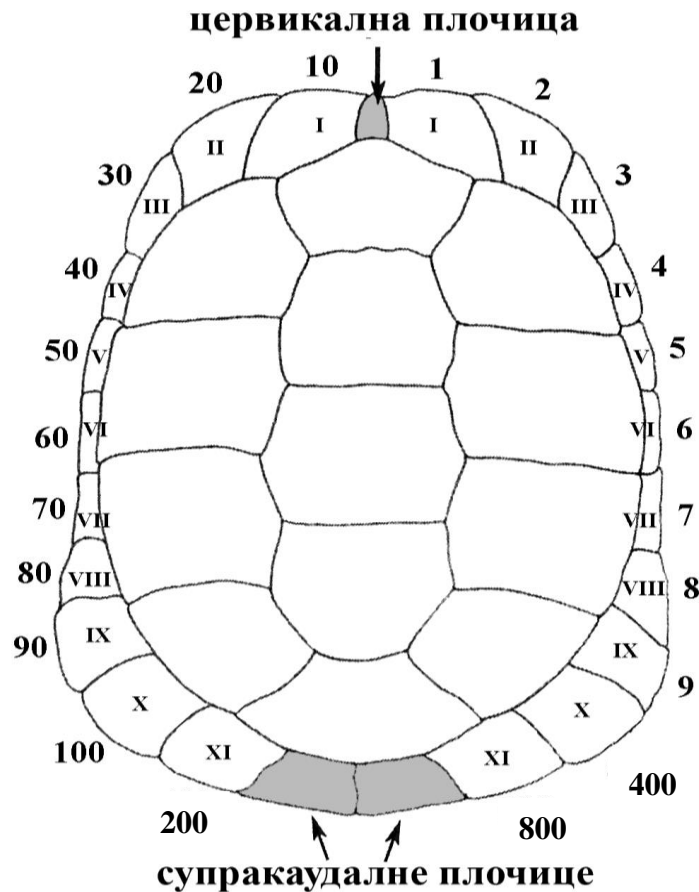
Клима овог подручја је умерено континентална, са просечном годишњом температуром од 11.9°C. Јул је најтоплији месец са просечном температуром од 22.5°C, док је јануар најхладнији са просечном температуром од 0.6 °C. Просек годишње количине падавина је 580.3mm/m². Детаљнији подаци дати у табели 4.1 који су добијени на основу података из годишњака Хидрометеоролошког завода Србије.

Табела 4.1. Климатолошки подаци за подручје града Ниша (1981-2010)

Климатолошки подаци за подручја града Ниша за период 1981-2010													
Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Просечне дневне температуре (°C)	0.6	2.4	7.0	12.2	17.1	20.4	22.5	22.3	17.4	12.3	6.4	2.1	11.9
Највише просечне температуре (°C)	5.0	7.5	13.0	18.4	23.8	27.1	29.8	30.1	25.0	19.3	11.9	6.1	18.1
Најниже просечне температуре (°C)	-2.2	-1.4	2.3	6.4	11.0	13.8	15.4	15.4	11.5	7.4	2.6	-0.8	6.8
Просечна количина падавина (mm/m ²)	38.8	36.8	42.5	56.6	58.0	57.3	44.0	46.7	48.0	45.5	54.8	51.5	580.3
Просечна влажност ваздуха (%)	80	74	66	63	65	65	61	61	69	73	77	81	70

4.2. Теренске процедуре и динамика узорковања

Све ухваћене корњаче обележаване су трајном маркацијом, измерене, одређен им је пол и узрастна класа (адулт, субадулт, јувенилна јединка) и пуштане су истог дана. Трајна маркација вршена је засецањем одређених маргиналних плоча бонсеком. Свакој маргиналној плочи додељен је одређени број и њиховом комбинацијом добија се јединствени број јединке. На слици 4.2 приказана је стандардна схема означавања маргиналних плоча, која је модификована у овом раду: X маргиналној плочици додељен је број 100, XI маргиналној плочици на левој страни карапакса додељен је број 200, а на десној страни карапакса, X маргиналној плочици додељен је број 400 и XI маргиналној плочици број 800.



Слика 4.2. Схема маркирања корњача

За мерење оклопа и његових делова, затим екстремитета, главе и репа коришћен је нонијус (прецизност 0,01mm), док је за узимање криволинијских мера и обима коришћен кројачки метар (прецизност 1mm). Маса корњача мерена је електронском вагом (прецизност 0.5g).

Првих 100 коњача (прецизније 107 корњача, 51 мужјак и 56 женки) које су ухваћене мерене су детаљно, односно мерена су 35 морфометријских и 3 меристичка карактера. Свим осталим корњачама, новим или поново ухваћеним, узимане су основне мере оклопа (видети касније) и маса.

Све адултне корњаче, при сваком хватању, радиле су тзв. тест окретања (енг. righting test), односно мерено је време које је потребно да се корњача, која је окренута на леђа, поново врати у нормалан положај. Такође, бележена је страна окретања (лево, десно).

Корњаче су праћене два пута годишње, у мају и јулу, у току три узастопне године. Приликом обиласка терена мерена је температура тла тј. места на коме је јединка пронађена, температура ваздуха на висини од 5 cm, на висини од 60 cm, као и

влажност ваздуха. Поред овога бележене су и координате као и надморска висина места на коме је јединка пронађена.

4.3. Теренски протоколи

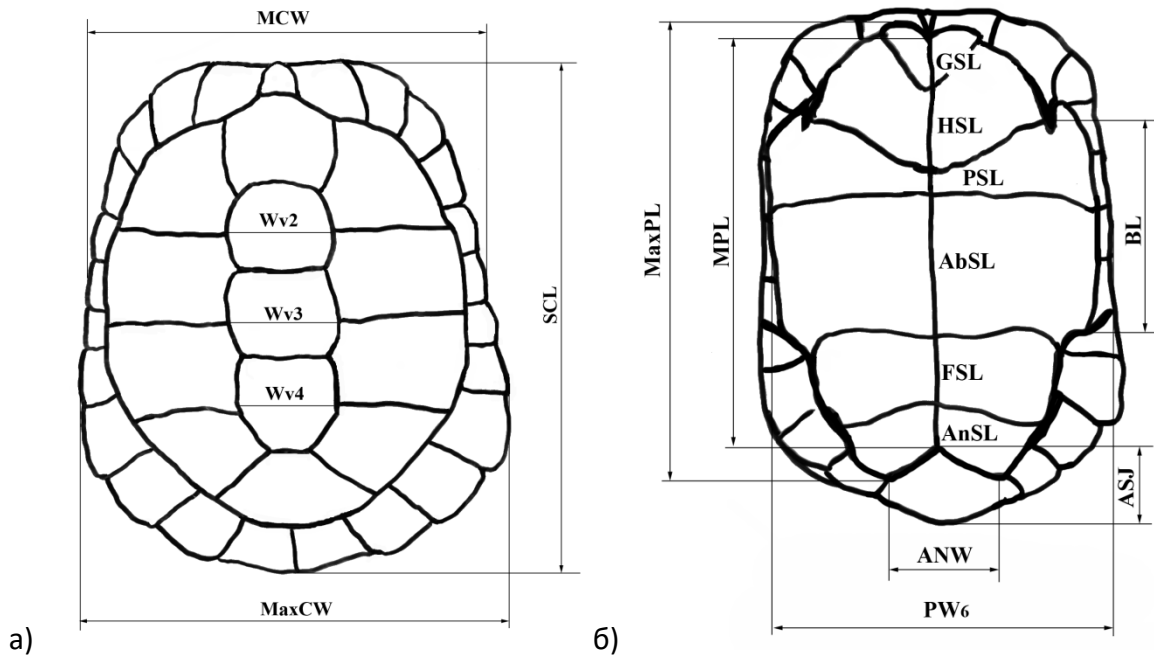
4.3.1. Анализирани морфолошки карактери

Како би се што прецизније утврдиле разлике у величини и облику тела између мужјака и женки, коришћене су тзв. основне мере које су користили и други истраживачи (Willemsen и Hailey, 2003; Carretero и сар., 2005; Bonnet и сар., 2011). Ове мере омогућавају описивање општих разлика у величини и облику оклопа као и екстремитета и главе између мужјака и женки шумске корњаче. Преглед, опис и скраћенице ових мера дати су у табели 4.2. Осим основних, коришћене су тзв. додатне мере које омогућавају детаљније описивање облика (делова) оклопа (табела 4.3) (Ђорђевић, 2012). Основне и додатне мере прикупљене су током прве године теренског рада (2010.) од 51 мужјака и 56 женки, као и субадултних и јувенилних јединки које су тада ухваћене. Након тога, свим новим и поново ухваћеним корњачама мерене су следеће карактеристике: равна дужина карапакса (**SCL**), криволинијска дужина карапакса (**CCL**), средња ширина карапакса (**MCW**), максимална ширина карапакса (**MaxCW**), висина оклопа (**SH**) и маса тела (**BM**). Промене величине ових карактеристика омогућују праћење раста, односно промена у димензијама оклопа као и промена у тежини корњача током година (сезона). Ради избегавања грешке мерења која се може појавити ако мерење врше различити истраживачи морфометријске анализе рађене су само на јединкама мереним у периоду 2010. – 2012. године.

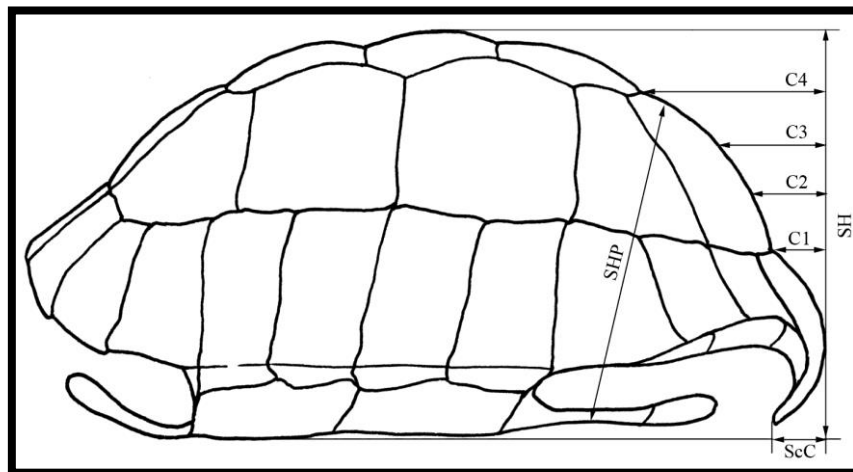
Табела 4.2. Основне мере оклопа корњача (слика 4.2)

Назив и скраћеница	Опис
Равна дужина карапакса енг. <i>StraightCarapaceLength</i> , SCL	праволинијско растојање од предње ивице цервикалне до задње ивице супракаудалне плочице
Криволинијска дужин карапакса енг. <i>CurvilinearCarapaceLength</i> , CCL	криволинијско растојање од предње ивице цервикалне до задње ивице супракаудалне плочице
Средња ширина карапакса енг. <i>Mid-bodyCarapaceWidth</i> , MCW	праволинијска ширина карапакса у нивоу шестог пара маргиналних плочица
Највећа ширина карапакса енг. <i>MaximalCarapaceWidth</i> , MaxCW	максимална праволинијска ширина карапакса, у нивоу осмог или деветог пара маргиналних плочица
Средња дужина пластрона енг. <i>Midline Plastron Length</i> , MPL	праволинијска дужина, мерена дуж средишњег споја рожних плоча пластрона
Највећа дужина пластрона енг. <i>MaximalPlastronLength</i> , MaxPL	максимална праволинијска дужина пластрона, од врхова гуларних до врхова аналних плочица
Средња ширина пластрона енг. <i>Plastron Width at 6th marginal</i> , PW₆	ширина пластрона у нивоу шестог пара маргиналних плочица
Највећа ширина пластрона енг. <i>MaximalPlastronWidth</i> , MaxPW	мери се на најширем месту, у нивоу 8. или 9. пара маргиналних плочица
Обим оклопа по дужој оси енг. <i>Total Longitudinal Circumference</i> , TLC	обим оклопа дуж вертебралних плочица карапакса и споја пластралних плоча
Максимална висина оклопа енг. <i>Maximal Shell Height</i> , MAXSH	висина оклопа у нивоу четврте вертебралне плоче
Висина оклопа енг. <i>Shell Height</i> , SH	висина читавог оклопа (пластрона и карапакса) у нивоу треће вертебралне плоче

Маса тела енг. <i>Body Mass</i> , BM	
Дужина левог и десног предњег екстремитета енг. <i>FrontLegLength, Left/Right</i> , FLL-L, FLL-R	дужина подлактице, растојање од лакта до длана
Дужина левог и десног задњег екстремитета енг. <i>Hind Leg Length, Left/Right</i> , HLL-L, HLL-R	дужина потколенице, растојање од колена до стопала
Дужина главе енг. <i>Head Length</i> , HL	растојање од врха њушке до задње ивице виличног зглоба
Дужина лобање енг. <i>Skull Length</i> , SL	растојање од врха њушке до задње ивице кранијума
Ширина главе енг. <i>Head Width</i> , HW	мери се на најширем делу, у нивоу орбита
Висина главе енг. <i>Head Height</i> , HH	мери се на највишем делу, у нивоу орбита
Дужина репа енг. <i>Tail Length</i> , TL	дужина слободног дела репа: од предње ивице клоаке до врха репа



Слика 4.3. Мере карапакса (а) и пластрона (б) (из Ђорђевић, 2012)



Слика 4.4. Додатне мере оклопа (из Ђорђевић, 2012)

Табела 4.3. Додатне мере оклопа корњача (слике 4.4)

Назив и скраћеница	Опис
Ширина друге, треће и четврте вертебралне плоче енг. <i>Width of Vertebrals</i> , WV₂ , WV₃ , WV₄	ширина средишњих плочица карапакса, на месту где се сустичу са спојевима плеуралних плочица
Дужине медијалних спојева пластралних плочица: феморалних и пекторалних енг. <i>Femoral scute length</i> , <i>Pectoral scute length</i> , FSL , PSL	дуж средишњих спојева рожних плоча пластрона
Ширина аналног уреза енг. <i>Anal Notch Width</i> , ANW	растојање између врхова аналних плочица
Растојање од дна аналног уреза до врха супракаудалне плоче енг. <i>Anal to Supracaudalia Junction</i> , ASJ	од каудалног медијалног споја аналних плоча пластрона до врха супракаудалне плоче
Удубљеност пластрона енг. <i>Plastron concavity</i> , PC	од тангенте на бочне стране абдоминалних плоча до дна удубљења на средини пластрона
„Задња висина оклопа“ енг. <i>Shell Height Posterior</i> , SHP	растојање од споја аналних и феморалних плочица до предње ивице иницијалне површине плочице која постоји од излегања (ареола), на петој вертебралној плочици
Мере закривљености пете вертебралне плоче енг. <i>Curviness</i> , C₁ , C₂ , C₃ , C₄	хоризонтална растојања од тангенте на супракаудалну плочицу до четири тачке на петој вертебралној плочици (приближно једнако међусобно удаљене по вертикали)
Дужина левог и десног коштаног моста између карапакса и пластрона енг. <i>Bridge Length, Left/Right</i> , BL-L , BL-R	мерена на најкраћем делу

Закривљеност супракаудалне плочице енг. <i>Supracaudal Curviness</i> , ScC	од врха супракаудалне плочице до тангенте на њу
Дужина рожне канце на репу енг. <i>Claw Length</i> , CL	од проксималног до дисталног краја крупних сраслих рожних плочица на врху репа

4.3.2. Одређивање односа полова

Јединке код којих је утврђена промена тј уочљиво сужавање нараштајних зона на плочама карапакса, означаване су као адултне јединке. У оквиру те групе, јединке са удубљеним пластроном и закривљеном надрепном плочом, као и већим и мишићавијим репом означаване су као адултни мужјаци. У поређењу са њима, адултне женке имају раван пластрон, немају закривљену надрепну плочу и имају релативно мали и не много мишићав реп. Однос полова рачунат је само за адултни део популације и добијена информација представља такозвани „терцијерни однос полова“. „Секундарни однос полова“ тј пропорција мушких и женских новорођених шумских корњача није могла бити израчуната из три разлога: а) нису постојали услови за континуирано праћење легала до тренутка излегања; б) сретање новорођених корњача је било отежано због карактеристика терена и в) код корњача није могуће прецизно одредити пол до достизања адултног доба.

4.3.3. Одређивање старости корњача

Старост јединки и година достизања полне зрелости одређивани су бројањем нараштајних зона на рожним плочама карапакса (Слика 4.5.). Јединке код којих је оклоп потпуно гладак сврставане су у категорију 25+, односно старије од 25 година. Нараштајне зоне или тзв. прстенови раста, настају таложењем слојева епидермиса током периода интензивног раста у току године након чега се формирају тзв. линије одмарања које настају када раст престане (за време хибернације) (Castanet и Cheylan, 1979; Germano, 1988; Zug, 1991). Уколико би се период кадараост успорава или престаје јављао једном у току године, онда би однос између прстенова раста и линија одмарања био 1:1. У том случају би број прстенова био једнак броју година, односно старости

корњаче (Graham, 1979; Germano, 1988; Zug, 1991; Germano и Fritts, 1994; Wilson и сар., 2003). У природи је, међутим, чест случај да на формирање прстенова раста могу да утичу различити фактори из спољашње средине (периоди интензивне суше или кише, недостатак хране итд) (Wilson и сар., 2003) тако да се фазе успореног раста могу јавити више него једном у току исте године. Због тога можемо добити и погрешну слику о старости корњача.



Слика 4.5. Адултни мужјак: нараштајне зоне на рожним плочама карапакса

Сврставање у узрасне класе вршено је на основу присуства секундарних полних карактеристика и равне дужине карапакса. На основу литературе (Hailey, 1990), адултима се сматрају женке чија је равна дужина карапакса већа од 150 mm и мужјаци чија је равна дужина карапакса већа од 130 mm. Јединке чија је дужина карапакса до 100 mm сматрају се јувенилним, док оне код којих је ова дужина између 100 mm и 130 mm, односно 150 mm сматрају се субадултима. У поступку одређивања полне зрелости јединки руководили смо се додатним параметром, а то је промена ширине размака између две суседне нараштајне линије (Andrews, 1982). Наиме, у процесу раста јединке, брзина раста до достизања полне зрелости је већа па су и нараштајне зоне шире. Са достизањем полне зрелости, долази до преусмеравања унете материје и енергије са раста на размножавање (Futuyma, 1998) па размаци између нараштајних зона постају изразито мањи (Слика 4.6.). Приликом одређивања припадности класи

јувенилних односно субадултних јединки руководили смо се и следећим додатним показатељима: Јединке неоружналог оклопа и са само широким нараштајним зонама на карапаксу означавали смо као јувенилне, а јединке оружналог оклопа и са само широким нараштајним зонама на карапаксу као субадултне јединке.



Слика 4.6. Нараштајне зоне до и после достизања полне зрелости

4.3.4. Одређивање величине легла

Анализиран је распон величине легла женки шумске корњаче. Величина легла је одређивана на основу нађених разваљених гнезда, као и директним бројањем јаја приликом полагања. Тежина интактних јаја мерена је Песола теренском вагом са прецизношћу од 0.2g. Максимална дужина и ширина јаја (интактних и оних разваљених чија је љуска била довољно очувана да се могу измерити обе мере) мерена је нонијусом.

4.3.5. Тест брзине окретања корњача

Све адултне корњаче, приликом првог и поновног хватања, тестиране су тако да се утврди брзина њиховог окретања из положаја када су на леђима у нормалан положај. Животиње су тестиране пре мерења морфометријских карактера, како се не би излагале додатном стресу. Тест окретања рађен је на равној, чистој површини у хладу, у року од једног сата након налажења животиње. Свака јединка је окренута на леђа, са

главом увек оријентисаном у истом смеру. Битно је нагласити да тест окретања, који је овде рађен, обухвата: време латенције (време протекло од првог покрета животиње након њеног стављања у положај за тестирање) и време окретања (време у коме животиња активно покушава да се врати у нормалан положај) (видети у: Bonnet и сар., 2001 и Delmas и сар., 2008). Јединке које се нису окренуле у року од 15 минута биле су искључене из даљих анализа.

4.3.6. Варирање образаца активности и преференција станишта

Подаци о активности сакупљани су следећи процедуру описану у Strobrija-Isailović и сар. (2007) са одређеним модификацијама: експозиција места на коме је корњача уочена није бележена и типови станишта у оквиру којих су корњаче налажене су нешто другачији (описано у следећем пасусу). За сваку нађену јединку бележени су следећи параметри и њихова стања: полно- узрасни статус (адултни мужјак, адултна женка, јединка која није полно зрела), датум, , понашање јединке непосредно пре улова (мировање у хладовини – јединка примећена непомична и неизложена директној сунчевој светлости; сунчање – јединка нађена на отвореном простору у фази мировања; кретање – јединка виђена док се активно кретала; скривање – јединка примећена у рупи ископаној у земљи; храњење – јединка виђена како активно једе; репродуктивне активности- јединка затечена у самом чину парења, процесу удварања или, за адултне женке, током полагања јаја), тип станишта (ливада, шума, ивица шуме, станиште измењено људском активношћу, стаза). Такође, бележен је идентификациони број поново уловљених јединки, јединке које су уловљене први пут добијале су идентификациони број и подвргнуте су мерним процедурама, а затим враћане у станиште. У анализу дневне и сезонске активности и преференције станишта уврштени су само први налази јединки које су идентификоване више од једног пута на експерименталној површини током вишегодишњег периода мониторинга.

Типови станишта дефинисани су према Rozyłowicz и Popescu (2013), са одређеним изменама: 1- шумом се сматра затворено, наткривено подручје веће од 100m²; 2- отворено станиште је травната површина већа од 10m; 3- ивица шуме је сваки травнати део у оквиру шуме ужи од 10m или отворена површина до 5m удаљености од границе шуме; 4-станишта измењена људском активношћу обухватају

све обрадиве површине у оквиру подручја истраживања (виногради, воћњаци, баште); 5-стаза је локални земљани пут који пролази кроз подручје истраживања.

4.4. Статистичке методе

4.4.1. Полни диморфизам у величини и облику тела

Да би се описала интерпопулациона варијабилност у величини тела мужјака и женки шумске корњаче, најпре је израчуната њихова асимптотска величина. Корњаче као и многи гмизавци имају асимптотски тј. неограничени раст. Свака јединка достиже неку своју максималну величину тела, али све јединке расту ка некој асимптотској вредности. За процену асимптотске величине тела користе се дужине тела најкрупнијих јединки у популацији, прецизније узете су равне дужине карапакса десет најкрупнијих мужјака и десет најкрупнијих женки. Рачунањем средње вредности дужине тела најкрупнијих јединки добија се вредност за процену асимптотске величине тела (Stamps и Andrews, 1992). На сличан начин израчуната је и најмања просечна величина тела. Израчуната је средња вредност равне дужине карапакса по десет најмањих мужјака и женки у популацији.

Као један од показатеља величине тела рачуната је запремина оклопа, *SV* (*shell volume*), према формули из Loehr и сар. (2006): $\pi \times (SCL \times MCW \times SH) / 6000$. Запремина оклопа се разликује међу половима (Loehr и сар., 2006).

За процену правца и степена полног диморфизма коришћен је *Sexual Dimorphism Index*, SDI. Овај индекс се рачуна на следећи начин: просечна величина крупнијег пола/просечна величина ситнијег пола-1 када су женке крупније, одн. +1 када су мужјаци крупнији пол (Lovich и Gibbons, 1992). Такође, коришћен је индекс који показује проценат и правац разлика у облику и величини тела мужјака и женки, $[(F-M)/M] \times 100$. За рачунање овог индекса користе се средње вредности добијене анализом варијансе (за величину тела), одн. релативне средње вредности из анализе коваријансе (ANCOVA), за облик тела (Willemsen и Hailey, 2003).

Да би се утврдило како појединачни морфолошки карактери доприносе разликама у величини и облику тела мужјака и женки, примењене су следеће статистичке методе: дескриптивна статистика, анализа варијансе (ANOVA) и анализа

коваријансе (ANCOVA). Неки коришћени карактери описују читав оклоп (SCL, CCL, MCW, MaxCW, CCW, MPL, MaxPL, PW6, MaxPW, TLC, SH), екстремитете (FLL, HLL), главу (HL, SL, HW, HH) и реп (TL), док други (WV₂, WV₃, WV₄, GSL, HSL, PSL, AbSL, FSL, AnSL, ANW, ASJ, PC, SHP, C₁, C₂, C₃, C₄, BL, ScC и CL) служе за описивање финијих разлика у облику оклопа између полова.

Дескриптивна статистика даје основне податке о карактерима које анализирамо: средњу вредност, најмању и највећу вредност и стандардну девијацију особина у анализираним узорцима.

Анализа варијансе, ANOVA, показује да ли између полова постоје статистички значајне разлике у анализираним карактерима.

Анализа коваријансе, ANCOVA, представља комбинацију линеарне регресије и анализе варијансе (Rutherford, 2001). У ову анализу се укључују ко-променљиве, које утичу на варијабилност зависних променљивих, али нису под утицајем експерименталних процедура (Rutherford, 2001).

4.4.2. Кондициони индекс масе јединки

Различити карактери могу бити узети за процену кондиционог стања код животиња. Физиолошке променљиве су вероватно најдиректније везане за здравствено стање јединки, али их је често тешко мерити, нарочито код корњача које се увлаче у оклоп када су угрожене (Jacobson и сар., 1999). Много једноставнија алтернатива за процену "здравственог" стања популације је одређивање кондиционог индекса који представља однос масе и дужине тела (Jackson, 1980, 1991).

Кондициони индекс рачунат је на начин који је приказан у Willemsen и Hailey (2002). Однос масе (BM) и дужине тела (SCL) код двају полова одређен је анализом коваријансе (ANCOVA) са log BM као зависном променљивом, полом као фиксним фактором и log SCL као ко-променљивом.

Подаци су обрађени у програмском пакету Statistica for Windows, верзија 7.1. Поједине рачунске операције урађене су у програму Excel (MS Office 2007).

4.4.3. Одређивање утицаја облика и величине оклопа на време враћања у првобитни положај

Коришћене су морфолошке променљиве које описују оклоп: равна дужина карапакса (SCL), криволинијска дужина карапакса (CCL), средња ширина карапакса (MCW), максимална ширина карапакса (MAXCW), максимална висина оклопа (MAXSH), затим маса тела (BM) као и време враћања у првобитни положај (RT) и амбијентална температура (T_{ext}).

Нормална дистрибуција свих променљивих је тестирана пре анализирања и подаци су потом логаритмовани. Разлика у величини тела између полова тестирана је анализом варијансе (ANOVA). Да би се искључила могућност да женке прикупљене током две сезоне имају значајно различиту масу тела због репродуктивног статуса, примењена је и анализа коваријансе (ANCOVA) са масом тела женки као зависном променљивом, сезоном као фактором и равном дужином карапакса као ко-променљивом.

За сваку променљиву, анализа коваријансе са полом као фактором и равном дужином карапакса као ко-променљивом, коришћена је како би се добила информација о степену полног диморфизма у облику. Значајан ефекат пола указивао би на диморфизам у облику.

Анализа варијансе је примењена да би се тестирала релација између способности окретања (време окретања, RT, као зависна променљива) и генералне морфологије карапакса заједно са температуром спољашње средине. Величина ефекта пола заснована је на η^2 вредностима које се крећу од 0 до 1.0 и мера су величине ефекта (Garson, 2009) односно показују да ли променљива има слаб ($\eta^2 = 0.01$), средњи ($\eta^2 = 0.06$) или снажан ефекат ($\eta^2 = 0.14$) на време враћања у првобитан положај (Cohen, 1988).

Пратећи теоријски модел геометрије оклопа коју су дали Domokos и Varkonyi (2008) израчунате су и индивидуалне R вредности, односно однос између максималне висине и ширине оклопа, чије су вредности постављене у односу на време враћања у првобитни положај да би се испитало варирање времена окретања у овину R класа.

4.4.4. Израчунавање односа полова

У овој студији израчунат је само терцијерни или адултни однос полова (енг. „adult sex ratio – ASR), који је дефинисан као пропорција мужјака у укупној адултној популацији (Wilson и Hardy, 2002). Адултни однос полова рачуна се као: број мужјака/укупан број адулних јединки (мужјаци + женке). Однос полова рачунат је за сваку годину истраживања, као и за сваку сезону (мај, јул) у оквиру сваке године.

4.4.5. Одређивање узрасне структуре популације

Све пронађене и маркиране корњаче, на основу старости, сврстане су у једну од три збирне старосне категорије: јувенилне јединке (1-7 година), субадултне јединке (8-10 година) и адултне јединке (11-25+ година). За сваку годину истраживања приказана је заступљеност сваке узрасне категорије, као и њихов укупан однос током свих година. Додатно, за анализу вијабилности популације коришћени су подаци о старости јединки добијени бројањем нараштајних зона на карапаксу, иако се ова метода сматра непоузданом (Bertolero и сар., 2011). Њена мањкавост огледа се и у томе што се не може искључити могућност да је уочавање јединки млађих узрасних категорија (додостизања полнезрелости) на терену теже у односу на адултне јединке, па мали удео узрасних класа полно незрелих јединки у узрасној структури популације можда не одговара стварној узрасној структури популације. Ипак, обзиром да шумска корњача спада у дуговечне животињске врсте и да су забележене јединке максималне репродуктивне старости од 50 година (Hailey и Willemsen, 2003), варијанте особина животне историје као што су висока смртност најмлађих старосних класа и релативно мала смртност старијих узрасних класа не могу бити искључене. Узрасна пирамида формирана је на основу распореда узрасних класа у укупном броју маркираних јединки током пет година мониторинга и на основу ње је израчуната претпостављена заступљеност (у процентима) јединки сваког пола сваке узрасне класе. На основу процентуалне заступљености полно-старосних категорија дефинисана је узрасна структура претпостављене почетне величине популације шумске корњаче за анализу вијабилности популације.

4.4.6. Израчунавање величине популације

Један од начина за израчунавање величине популације је применом методе маркирања и поновног хватања јединки (Eberhardt, 1969). Метода маркирања и поновног улова може бити примењена на отвореним и затвореним популацијама (Otis, 1978). Затворене популације су оне чија се величина не мења током периода проучавања, односно код које су ефекти рађања, умирања и миграције занемарљиви.

Ову методу први је применио дански ихтиолог Петерсен 1896. године (Krebs, 1989). Обележавање риба је првобитно било коришћено за проучавање кретања и миграције јединки, али је Петерсен схватио да обележавање може, такође, бити коришћено и за рачунање величине популације као и за процену стопе смртности. Касније су ову методу применили и Линколн (1930) на популацији патака и Џексон (1933) који је био први ентомолог који је применио маркирање и поновно хватање на популацији инсеката (Krebs, 1989). Такозвана „Петерсенова метода“ примењује се за процену величине популација које су релативно константне бројности током периода проучавања, односно где су ефекти рађања, умирања и миграције занемарљиви и представља најједноставнију методу за процену величине популације јер се заснива на једној епизоди хватања и маркирања и на једној епизоди поновног хватања. Основна процедура је да се јединке маркирају током кратког периода времена а онда пусте и затим се у другој епизоди хватања проверава колико је предходно маркираних јединки међу њима. За израчунавање величине популације **N**, потребни су следећи параметри: **M**- број јединки маркираних током прве епизоде хватања, **C**-укупан број јединки ухваћен током друге епизоде хватања и **R**-број маркираних јединки током друге епизоде хватања. Величина популације рачуна се према изразу: **$N = CM/R$** .

Приликом процене величине популације шумске корњаче излазак на терен у пролеће (последња седмица месеца маја) третиран је као прва епизода хватања, док је излазак на терен у лето (трећа седмица месеца јула) третиран као друга епизода хватања. Процена величине популације рађена је за сваку годину посебно (2010-2014), након чега је прорачуната средња вредност и стандардна девијација.

4.4.7. Израчунавање величине легла

Запремина јаја (енг. egg volume, EV, cm³) рачуната је применом формуле $EV = (\pi * L * w^2) / 6000$ (Longepierre и сар., 2003), где је $\pi = 3.14$, L= дужа оса јајета или дужина јајета w = краћа оса јајета или ширина јајета (Coleman, 1991). Маса јаја (енг. egg mass, EM, g) рачуната је применом формуле $EM = 0.435 * L + 0.0203 * w^2 - 14.7$ (Hailey и Lombourdis, 1990), где је L = дужина јајета и w = ширина јајета. Просечна величина јаја, облик (L/w), маса и запремина рачунати су независно за свако гнездо (Longepierre и сар., 2003).

4.4.8. Израчунавање стопе преживљавања и очекиване дужине живота

При прикупљању података велики проблем представљала је мала могућност уочавања најмлађих узрасних категорија корњача. То значи да непостојање података о поновним уловима јувенилних и субадултних јединки не можемо једноставно интерпретирати као „трајни губитак“ из популације тј умирање. Због тога смо се усредсредили на процену преживљавања само адултног дела популације и установљавање евентуалних разлика између мужјака и женки.

За израчунавање стопе преживљавања примењена је формула коју су предложили Robson и Charman (1961), а која се примењује у анализи стационарних популација, где је преживљавање релативно константно, као и прилив јединки, било у смислу достизања полне зрелости или имигрирања. Адултна стопа преживљавања S израчунава се као:

$$S = X [1 + 1 - (1/n)]^{-1}$$

где је X средња вредност година старости посматраних јединки, док је n величина узорка.

Добијене стопе преживљавања израчунате овом методом су релативне тј. могу се користити само за поређење (у овом случају поређење између полова и/или узастопних година), при чему су разлике у стопама преживљавања статистички значајне ако се њихови интервали поверења (C.I.) не поклапају. Интервали поверења израчунати су на основу добијених стопа преживљавања, применом формуле по Зар-у (1984):

$$C.I. = \pm 1.96 (S(1-S)/(n-1))^{1/2}$$

Просечна очекивана вредност дужине живота (очекивана дужина живота – ESP) за јединке које су достигле полну зрелост израчуната је на основу формуле коју је дао Seber (1973):

$$ESP = 0.5 + 1/(1-S)$$

4.4.9. Израчунавање ареала кретања јединки

Већина животиња не води номадски живот, већ живе и активне су у ограниченим деловима станишта које називамо ареалом активности. У оквиру свог ареала активност јединке проналазе храну, партнера, одгајају младе итд. Познато је да припадници многих врста имају конгнитивне мапе о томе где живе, где се одређени ресурси налазе у оквиру њиховог ареала активности и како да до њих дођу (Peters, 1978).

Територија је простор у оквиру ареала активности на који јединка има "ексклузивно" право или приоритет за коришћење (Encyclopaedia Britannica, 1998). Територија може да буде читав ареал активности или само један његов део. Познавање ареала активности животиње омогућава увид у обрасце понашања и репродукције, социјалне интеракције и организације, трагање за храном и избор хране, ограниченим ресурсима, важним компонентама станишта и др.

Утврђивање ареала активности омогућава да се са одређеном вероватноћом предвиди где се одређена јединка може пронаћи. Из података прикупљених на терену, уз помоћ софтвера који се користе за одређивање ареала активности, добијамо информацију о томе са коликим интензитетом јединка користи одређени део станишта.

Најстарији и најчешће коришћен метод одређивања ареала активности јесте цртање минималног конвексног полигона који обухвата све познате тачке у географском простору где је нека јединка нађена (Haune, 1949). Проблем код ове методе је то што може да укључи велике делове територије које јединка реално не користи.

Поред минималног конвексног полигона постоје и други начини да се визуелно представи ареал активности. Haune (1949) је предложио да се за представљање ареала користи круг, где би свака јединка имала само један центар активности који се добија

као дводимензионална аритметичка средина свих познатих локалитета јединке. Касније су Jennrich и Turner (1969) и Dunn и Gipson (1977) предложили елипсу која би имала два центра активности, који заправо представљају фокусе елипсе. Ипак, и овде је укључена територија коју јединка не користи. Поред ових познати су и приступи: Фуријерове серије, дистрибуција хармонијске средине, карнел итд.

Одређени делови ареала активности су важнији за јединку и она више времена проводи у том делу јер је, можда, храна или неки други ресурс присутан у већој количини у односу на друге делове ареала. Део ареала активности који је за јединку најбитнији и у коме проводи највише времена представља тзв. језгро ареала активности (Burt, 1943; Ewer, 1968; Kaufmann, 1962; Samuel и сар., 1985; Samuel и Green, 1988). Идентификација језгра, уколико постоји, је веома битна за разумевање ареала активности.

Процена ареала активности односно прецизније „ареала кретања“ (јер за реалну процену ареала активности неопходно је најмање 25 тачака поновног налаза (Southi сар., 2005) урађена је само за оне јединке шумске корњаче које су имале пет или више тачака налажења током периода 2010 до 2012. Методом минималног конвексног полигона одређено је 100%, 95% и 50% величине ареала кретања. Величина ареала је изражена у хектарима. Најпре су координате географске ширине и дужине које су биле изражене по систему степен, минут, секунда, преведене у децималне степене, а након тога су децимални степени преведени у хектаре.

Процена ареала кретања урађена је у програму Ranges 7 (Southi сар., 2005). Након што су добијене величине ареала за анализиране корњаче, Kolmogorov-Smirnov и Лилифорс тестовима тестирана је нормална расподела података по половима, а затим је применом генералног линеарног модела анализирано да ли постоји разлика у величини ареала кретања између мужјака и женки, као и да ли одређене карактеристике као што су величина тела и маса тела или кондициони индекс масе утичу на величину ареала кретања код двају полова.

4.4.10. Обрасци активности и преференција станишта

За анализу специфичности коришћења станишта код шумске корњаче, матрице података формиране су на следећи начин: Полно-старосна група (1- адултни мужјаци, 2- адултне женке, 3- субадултне јединке); година (1-2010, 2- 2011, 3- 2012, 4- 2013, 5-

2014); сезона (1- пролеће одн. последња недеља маја, 2- лето одн. трећа недеља јула); тип активности (1-сунчање, 2- скривање, 3-кретање, 4-храњење, 5–репродуктивне активности, што је обухватило удварање, парење, полагање јаја или борбе мужјака), и тип станишта (1-шума, 2–станиште отвореног типа односно ливада, 3–ивица шуме, 4–антропогено измењено станиште, 5–локални земљани пут). Ови типови станишта били су заступљени у оквиру експерименталне површине у истим процентима као што је наведено за цело подручје Куновице (Turnšek, 2006). Одступање добијених учесталости од дистрибуције по принципу случајности тестирано је Shapiro-Wilk-совим тестом.

Тестирана је претпоставка да шумске корњаче показују афинитет ка одређеном типу станишта када обављају одређену активност помоћу израчунавања јачине повезаности између одабраних квалитативних променљивих (тип станишта, полно-узрасна група, година, годишње доба и тип активности) χ^2 тестом. Затим су процењене вредности Cramer-совог V параметра који сигнализира малу, средњу или велику јачину повезаности (такозвани „ефекат величине“ или енгл „*effectsize*“– Cohen, 1988).

Нормална дистрибуција температуре тла, ваздуха на 5cm и на 60 cm изнад тла проверена је Kolmogorov-Smirnov тестом. Затим су анализирани односи између варирања квалитативних променљивих које имају значајне међусобне интеракције и варирања срединских температура. Примењена је факторска ANOVA где су срединске температуре означене као зависне променљиве а квалитативне променљиве за значајним међусобним интеракцијама као фактори.

4.4.11. Анализа минималне вијабилне величине популације (МВП)

За процену минималне вијабилне величине популације коришћена је верзија 9.7. програма Vortex (Lacy и сар., 2005). Vortex је један од генеричких програма чији је рад заснован на моделима који користе податке о индивидуалној варијабилности (детаље видети у Lacy, 1993, 2000b). Овај програм захтева велики број података као што су: узрасно специфична структура популације, репродуктивни систем, максимална величина легла по женки, узрасно специфична стопа преживљавања, однос полова у леглу новорођених јединки и у адултном делу популације, доба достизања полне зрелости и прве репродукције, доба последње репродукције, почетна величина

популације, носећи капацитет средине и још много тога, тако да су вишегодишњи рад на терену и прикупљање података о компонентама животне историје и самом станишту популације неопходни како би се направио добар модел и омогућила симулација 'судбине' дате популације током будућих година. Morris и Doak (2002) напомињу да без неколико деценија континуираног прикупљања података анализа вијабилности популација не може дати поуздане резултате процене чак и за релативно мали временски период у будућности. Пошто је у модел могуће укључити деловање различитих фактора (демографских, срединских, генетичких) на вијабилност популације, могуће је на тај начин уочити критичне параметре за опстанак популације о којима је потребно водити рачуна приликом планирања заштите дате популације (врсте). Приликом процене минималне вијабилне величине популације обично се узима период од 50 година, обзиром да краткорочне студије могу да потцене стварну демографску варијабилност популације као и опасност од изумирања (Reed и сар., 2003).

Упркос теоретским ограничењима и обзиром да се антропогене измене измене станишта и предела могу десити у веома кратком временском року, постојећи подаци су примењени за анализу вијабилности хипотетичке популације шумске корњаче у Куновици. Основни сценарио је претпоставио постојање изоловане популације шумске корњаче у оквиру описане експерименталне површине у Куновици и обухватио је следеће улазне параметре :

- Број година за које врши процена судбине дате популације (100 година),
- број понављања симулација у оквиру сваке године а на основу случајног одабира вредности популационих параметара у оквиру познате варијансе (1000 понављања);
- дефинисање достизања критичне вредности популације (када популацију чине само јединке истог пола);
- дефинисање услова за појаву инбридне депресије (инбридна депресија вероватна, број леталних еквивалената 3.14 по јединки, и који садрже 1.57 рецесивних леталних алела и 1.57 леталних алела који не могу бити одстрањени деловањем селекције) (стандард, види у Ћосић, 2015);
- однос варирања репродуктивног успеха и морталитета (коварирају, по Hailey и Willemsen, 2003);
- дефинисање доба прве репродукције женки у популацији (13 година, сопствени подаци);

- дефинисање доба прве репродукције мужјака у популацији (11 година, сопствени подаци);
- дефинисање максималног репродуктивног узраста (26 година,);
- дефинисање односа полова на рођењу (1:1, по Hailey и Willemsen, 2003);
- дефинисање репродуктивног система (моногаман, по Hailey и Willemsen, 2003);
- % адултних женки које учествују у репродукцији (100% са варирањем 0% по Hailey и Willemsen, 2003);
- % адултних мужјака који учествују у репродукцији (100% по Hailey и Willemsen, 2003);
- дефинисање варијансе величине легла по женки
(5.3% женки производи 1 јаје у леглу, 20% женки производи 2 јаја у леглу, 20% женки производи 3 јаја у леглу, 29.3% женки производи 4 јаја у леглу; 16% женки производи 5 јаја у леглу; 8% женки производи 6 јаја у леглу и 1.4% женки производи 7 јаја у леглу, сопствени подаци);
- дефинисање узрасно-специфичног морталитета женки
(од 0-1 године живота $50\% \pm 25\%$, од 2-3 године живота $20\% \pm 10\%$, исто у свакој наредној години живота до достизања полне зрелости, за адултне женке $5\% \pm 0.6\%$, по Hailey и Willemsen, 2003);
- дефинисање узрасно-специфичног морталитета мужјака
(од 0-1 године живота $50\% \pm 25\%$, од 2-3 године живота $20\% \pm 10\%$, исто у свакој наредној години живота до достизања полне зрелости, за адултне мужјаке $5\% \pm 0.4\%$, по Hailey и Willemsen, 2003);
- дефинисање почетне величине популације (289 јединки);
- дефинисање узрасне структуре женки: (I-1, II-1, III-2, IV-1, V-3, VI-1, VII-3, VIII-4, IX-3, X-1, XI-0, XII-0, XIII-2, XIV-5, XV-2, XVI-4, XVII-6, XVIII-13, XIX-8, XX-9, XXI-11, XXII-9, XXIII-13, XXIV-13, XXV-4, XXVI-60, на основу Hailey и Willemsen, 2003 и сопствених података);
- дефинисање узрасне структуре мужјака: (I-1, II-1, III-2, IV-1, V-3, VI-1, VII-3, VIII-4, IX-3, X-1, XI-1, XII-3, XIII-0, XIV-2, XV-5, XVI-5, XVII-8, XVIII-5, XIX-5, XX-7, XXI-11, XXII-7, XXIII-11, XXIV-7, XXV-4, XXVI-9, на основу Hailey и Willemsen, 2003 и сопствених података);

- дефинисање носећег капацитета средине путем одређивања претпостављене максималне величине популације и њеног варирања (329 ± 70 , сопствени подаци).

Учесталост и ефекат катастрофа нису разматрани у анализи, као ни ефекти изловљавања.

У првом делу анализе додатни сценарији обухватили су промене почетне величине популације у оквиру вредности добијених проценом да би се добио податак о минималној вијабилној величини за период од наредних 100 година. Ради одређивања хипотетичке минималне вијабилне величине популације урађене су три варијанте основног сценарија: почетна величина популације је 50 јединки (сценарио 0а); почетна величина популације једнака је најмањој вредности процењеној за појединачну годину у оквиру пет година истраживања (125 јединки, година 2012., сценарио 0б); почетна величина популације једнака је највећој процењеној вредности у оквиру наведеног периода (329 јединки, година 2010., сценарио 0в); почетна величина популације једнака је предпостављеној максималној вредности при достигнутом носећем капацитету средине (389 јединки, сценарио 0г).

У другом делу анализе додатни сценарији су обухватили промене појединачних улазних параметара да би се проценио значај варирања сваког од њих за дугорочни опстанак популације, при чему су почетна претпостављена величина популације и претпостављени носећи капацитет средине имали исте вредности као у почетном сценарију:

Сценарио 1. Доба прве репродукције мужјака 7 година и женки 9 година

Сценарио 2. Доба прве репродукције мужјака 14 година и женки 16 година

Сценарио 3. Однос полова на рођењу 1:2 (33% мужјака)

Сценарио 4. Однос полова на рођењу 1:9 (10% мужјака)

Сценарио 5. Однос полова на рођењу 2:1 (67% мужјака)

Сценарио 6. Однос полова на рођењу 9:1 (90% мужјака)

Сценарио 7. Варијанса величине легла по женки

(14% женки производи 1 јаје у леглу, 14% женки производи 2 јаја у леглу, 14% женки производи 3 јаја у леглу, 16% женки производи 4 јаја у леглу; 14% женки производи 5 јаја у леглу; 14% женки производи 6 јаја у леглу и 14% женки производи 7 јаја у леглу);

Сценарио 8. Варијанса величине легла по женки

(100% женки производи 1 јаје у леглу, 0% женки производи 2 јаја у леглу, 0% женки производи 3 јаја у леглу, 0% женки производи 4 јаја у леглу; 0% женки производи 5 јаја у леглу; 0% женки производи 6 јаја у леглу и 0% женки производи 7 јаја у леглу);

Сценарио 9. Варијанса величине легла по женки

(0% женки производи 1 јаје у леглу, 0% женки производи 2 јаја у леглу, 0% женки производи 3 јаја у леглу, 70% женки производи 4 јаја у леглу; 15% женки производи 5 јаја у леглу; 14% женки производи 6 јаја у леглу и 1% женки производи 7 јаја у леглу);

Сценарио 10. Варијанса величине легла по женки

(0% женки производи 1 јаје у леглу, 0% женки производи 2 јаја у леглу, 0% женки производи 3 јаја у леглу, 0% женки производи 4 јаја у леглу; 0% женки производи 5 јаја у леглу; 0% женки производи 6 јаја у леглу и 100% женки производи 7 јаја у леглу).

Сценарио 11. Носећи капацитет средине: два пута већи од дефинисаног капацитета у основном сценарију (658 ± 70).

Сценарио 12. Носећи капацитет средине: три пута већи од дефинисаног капацитета у основном сценарију (987 ± 70).

Сценарио 13. Носећи капацитет средине: пет пута већи од дефинисаног капацитета у основном сценарију (1645 ± 70).



5. РЕЗУЛТАТИ

5.1. Полни диморфизам у величини и облику тела

У периоду од 2010. – 2012. године измерено је 350 корњача, од тога 114 мужјака, 195 женки, 7 субадултних и 34 јувенилне јединке.

5.1.1. Асимптотске величине тела мужјака и женки. Индекс полног диморфизма у величини тела

Асимптотске величине тела корњача у посматраној популацији израчунате су на основу просечних вредности равне дужине карапакса по десет најкрупнијих мужјака и женки. За мужјаке ова вредност износи 192.58 mm, док за женке износи 220.48 mm. Применом другог приступа, који је описан у поглављу Материјал и методе, добијена асимптотска величина тела износи 236.99 за женке и 208.66 за мужјаке.

Индекс полног диморфизма, SDI, израчунат према формули коју су дали Lovich и Gibbons (1992), износи 0.123.

Минимална величина тела адултних корњача из посматране популације израчуната је на основу средње вредности равне дужине карапакса по десет најситнијих мужјака и женки. Минимална величина тела мужјака износи 154.04 mm, док је код женки ова вредност 170.23 mm. Разлика између асимптотске и минималне величине тела код мужјака је $\Delta = 38.54$ mm, док је код женки $\Delta = 50.25$ mm.

5.1.2. Резултати дескриптивне статистике (корњаче које имају све мере)

Анализом дескриптивне статистике морфолошких карактера читавог оклопа и слободних делова екстремитета и главе који су измерени код 51 мужјака и 56 женки, утврђено је да су све средње, као и минималне и максималне вредности веће код женки осим за дужину репа (TL). Ова карактеристика је значајно већа код мужјака. Резултати дескриптивне статистике за мере које описују величину тела дате су у табели 9.1.а. (прилог I). Када су у питању мере које описују облик оклопа, оне су такође измерене код 51 мужјака и 56 женки. Као и код карактера који описују величину тела, и карактери који детаљније описују његов облик имају веће средње вредности код женки. Изузетак су карактери ширина аналног уреза и дужина рожне канце који су

већи код мужјака. Карактер С4 има приближно исте средње вредности код оба пола. Карактери који су изражени код мужјака и на основу којих се поред осталог одређује пол код корњача, удубљење пластрона и закривљење супракаудалне плочице, нису мерени код женки. Резултати дескриптивне статистике ових карактера приказани су у табели 9.1.б. (прилог I)

5.1.3. Анализа варијансе

Анализа варијансе показала је да су разлике које постоје између полова за већину анализираних карактера статистички значајне (прилог I, табела 9.2.).

Статистички значајне разлике међу половима не постоје за дужину задњих екстремитета (и левог и десног) (HLL_L, HLL_R), димензије С₃ и С₄ и за дужину лобање (SL). Статистички значајно веће вредности код мужјака добијене су за дужину репа (TL), ширину аналног уреза (ANW) и дужину канце на репу (CL).

Обзиром да карактери који се користе за одређивање пола код шумске корњаче (удубљеност пластрона и закривљење супракаудалне плочице) нису мерени код женки, нису ни били укључени у анализу варијансе.

5.1.4. Анализа коваријансе

У анализи коваријансе као ко-променљива узета је равна дужина карапакса (SCL), како би се отклонио њен утицај на остале мерене карактеристике.

Релативне средње вредности (*adjusted means*) карактера који описују величину оклопа корњача, добијене у анализи коваријансе, углавном су биле статистички значајно веће код мужјака.

Средња и максимална дужина пластрона (MPL, MaxPL), обим тела по дужој оси (TLC) као и телесна маса (BM) били су статистички значајно већи код женки. Поред ових карактеристика, и висина оклопа (SH) је била статистички значајно већа код женки.

Када су у питању екстремитети, релативне дужине предњих (FLL) и задњих екстремитета (HLL) са равном дужином карапакса као ко-променљивом, статистички су значајно веће код мужјака у анализираној популацији.

Све мерене карактеристике главе, тј. релативне средње вредности ових карактеристика такође су статистички значајно веће код мужјака.

Резултати анализе коваријансе за карактере који описују величину тела, екстремитета, главе и репа дати су у поглављу у табели 9.3. (прилог I).

За карактере који детаљније описују облик тела, као ко-променљива је, такође, узета равна дужина карапакса. Анализа коваријансе ових карактера показала је следеће: код мужјака статистички су значајно већи дужина четврте вертебралне плоче (WV_4), спој између феморалних плоча (FSL), растојање између аналних плоча (ANW), растојање од споја аналних до супракаудалне плоче (ASJ), задња висина оклопа (SHP), величине C_2 , C_3 , C_4 , и дужина рожне канце на репу (CL). Код женки, статистички значајно већи били су следећи карактери: дужина друге (WV_2) и треће (WV_3) вертебралне плоче, величина C_1 , као и дужина коштаних мостова (BL). Резултати коваријансе додатних мера приказани су у табели 9.3. (прилог I).

5.1.5. Резултати дескриптивне статистике, анализа варијансе (само основне мере)

У поглављу Материјали методе напоменуто је да су, након првих сто корњача које су пронађене и измерене у првој години рада на терену и којима је измерен већи број морфометријских параметара оклопа, екстремитета и главе, свим осталим пронађеним корњачама мерени су само основни морфометријски параметри оклопа. Подаци о овим основним параметрима оклопа омогућавају праћење раста тј. промена у димензијама оклопа и масе током година.

Резултати дескриптивне статистике основних мера приказани су посебно за мужјаке (прилог I, табела 9.4а.) и женке (прилог I, табела 9.4б.).

Као што је очекивано, резултати дескриптивне статистике су показали да су све средње вредности наведених мера веће код женки.

Резултати анализе варијансе су потврдила да постоји статистички значајна разлика између полова за све мерене карактере у посматраној популацији. Резултати ове анализе приказани су у табели 9.5. (прилог I).

5.1.6. Анализа коваријансе основне мере

Анализа коваријансе урађена је са равном дужином карапакса као ко-променљивом како би се отклонио њен утицај на остале мерене карактеристике. Релативне средње вредности за криволинијску дужину карапакса, као и за средњу и максималну ширину карапакса су статистички значајно веће код мужјака. Женке, у овом случају, имају статистички значајно веће висину оклопа и телесну масу. Резултати су представљени у табели 9.6. (прилог I).

5.2. Варирање кондиционог индекса масе адултних јединки

Дескриптивна статистика кондиционог индекса масе рађена је посебно за мужјаке и женке, као и по сезонама и годинама код двају полова. Ова анализа је показала приближно једнаке средње вредности кондиционог индекса масе и код мужјака и код женки које се крећу од 001 до 002. Такође, нема великих одступања од ових вредности ни током година, а изузетак је мај 2011. године када је средња вредност код мужјака износила 0.04.

Најнижа вредност кондиционог индекса масе адултних мужјака износила је -0.15, док је највећа вредност износила 0.26. Обе екстремне вредности забележене су код јединки које су пронађене у току јула 2012. године. Вредност кондиционог индекса масе од 0.26 је уједно и највећа вредност која је забележена у укупном узорку мужјака и женки који су анализирани.

Најнижа вредност кондиционог индекса масе адултних женки износила је -0.17 и забележена је код јединке пронађене у мају 2012. године. То је и најнижа вредност овог индекса у укупном узорку мужјака и женки. Највећа забележена вредност кондиционог индекса масе код женки је 0.15 и јединка са овом вредношћу пронађена је у јулу 2010. године.

Од укупног броја корњача које су биле укључене у анализу, 1.72% имало је кондициони индекс нижи од -0.1, док је 2.30% њих имало вредност овог индекса већу од 0.1 (прилог I, табела 9.7.).

Варирање кондиционог индекса масе адултних јединки по годинама приказано је у табели 9.8. (прилог I).

Трофакторска анализа варијансе са полом, сезоном и годином као факторима, показала је да постоји статистички значајна разлика кондиционог индекса масе између полова као и између година (прилог I, табела 9.9.). Сезона као и интеракције поменути три фактора нису показале статистичку значајност.

5.3. Утицај облика и величине оклопа на време враћања у првобитни положај

У анализу је укључено 90 мужјака и 138 женки из Куновице. У узорку женки, разлике у телесној маси (ВМ) између година и сезона нису детектоване (ANCOVA- сезона, $MS = 0.003$, $F_{1,133} = 2.441$, $P = 0.121$; ANCOVA- година, $MS = 0.0003$, $F_{1,133} = 0.252$, $P = 0.167$; интеракција сезона \times година: $MS = 0.002$, $F_{1,133} = 1.845$, $P = 0.177$).

Анализа варијансе на равну дужину карапакса са полом као фактором показала је значајан полни диморфизам у облику и величини (Табела 9.10). Полни диморфизам у величини је оријентисан ка женкама: вредност степена и правца полног диморфизма у величини је 13.0 за равну дужину карапакса, а 47.4 за масу тела. Пол јединке не утиче значајно на време враћања у првобитни положај (ANCOVA: $F_1 = 1.20$, $P = 0.30$).

Правац полног диморфизма у облику је, такође, био конзистентан. Параметри: крива дужина карапакса (-1.5), средња ширина карапакса (- 1.9) и максимална ширина карапакса (- 4.8) су били више оријентисани ка мужјацима, док су максимална висина оклопа (3.7) и релативна маса тела (11.1) били више оријентисани ка женкама.

Иако није статистички значајно различито, просечно време враћања у првобитни положај је било дуже код женки (Табела 9.10, прилог I).

5.4. Однос полова у адултном делу популације

Терцијарни, односно однос полова у адултном делу популације рачунат је за сваку сезону (мај, јул) у свакој години истраживања, а такође је рачунат однос и по сезонама током свих година истраживања, као и однос полова у укупном узорку адултних корњача.

Однос полова је рачунат као удео мужјака у укупном узорку јединки у одговарајућем периоду времена (сезона одговарајуће године итд.).

Резултати који су приказани у табели 9.11. (прилог I) показују да је у мају месецу мужјака било знатно мање, са изузетком 2012. године када је однос полова током маја био 0.44. У јулу је однос полова био другачији: током 2012. и 2013. био је оптималан (1:1), док је у јулу 2010. било знатно више забележених мужјака и тада је однос полова био 0.64. Такође, уколико се посматра збирно варирање односа полова током узастопних година, уочава се да удео мужјака у укупном броју адултних јединки варира од приближно 20% до скоро 50% (прилог I, табела 9.11).

Просечан однос полова у посматраној популацији шумске корњаче за пет година истраживања износио је 0.39 ± 0.09 .

5.5. Узрасна структура популације и доба достизања полне зрелости

У периоду 2010 - 2014 година на истраживаном подручју маркирано је 449 јединки шумске корњаче. Међутим, прецизно одређивање узрасне структуре није било могуће јер су подаци о заступљености јувенилних и субадултних јединки у популацији били непрецизни због мање уочљивости јединки ове две узрасне категорије у односу на адултне корњаче. Такође, однос полова код јувенилних јединки није било могуће прецизно утврдити. Због тога је узрасна структура популације приказана поједностављено, кроз удео три главне узрасне групе – јувенилних, субадултних и адултних јединки у укупном броју примећених шумских корњача током сваке године мониторинга (прилог I, табела 9.12.). Удео јувенилних јединки у укупном узорку забележених шумских корњача по години истраживања варирао је од 0.05 до 0.24, док је удео субадултних јединки увек био мањи (0.007 – 0.13) осим последње године истраживања када су обе узрасне групе биле заступљене у укупном узорку корњача са учесталашћу од по 0.114. Удео адултних јединки по години истраживања варирао је од 0.64 до 0.93.

Доба достизања полне зрелости утврђено је условно, обзиром на непоузданост одређивања старости на основу нараштајних зона на карапаксу. Међутим, пошто је то био једини начин да се дође до некакве процене овог параметра, анализана је база података маркираних јединки у периоду 2010 – 2014 године. Најраније достизање

полне зрелости код женки забележено је у седмој години живота, а најкасније у 19-ој, док је код мужјака најраније достизање полне зрелости забележено у осмој години живота, а најкасније чак у 20-ој.

5.6. Процена величине популације

Величина популације шумске корњаче у Куновици процењена је посебно је за сваку годину истраживања, а такође је израчуната и просечна величина посматране популације за период од пет узастопних година праћења. Добијени резултати приказани су у табели 9.13. (прилог I).

Процењена величина популације из Куновице у току 2010. године је 329 јединки. Током 2011. величина популације је 197, затим у 2012. 125 јединки што је и најнижа вредност у овом петогодишњем периоду праћења популације. Величина популације у току 2013. је била 309 јединки, док је у последњој години праћења била 131 јединка.

На основу претходних прорачуна, просечна величина популације корњача у оквиру експерименталне површине у Куновици за период од пет узастопних година (2010. – 2014.) процењена је на 219 јединки са стандарним одступањем од ± 70 јединки.

5.7. Величина легла шумске корњаче у Куновици

Само два од 78 пронађених легала шумске корњаче била су са интактним јајима, једно са четири, а друго са пет јаја. Женке су пронађене у тренутку полагања јаја, тако да је извршено и њихово мерење. Узете су димензије равне дужине карапакса, средње и максималне ширине карапакса, а измерена је и маса тела.

Мере женке која је положила четири јаја су: равна дужина карапакса 193.58 mm, средња ширина карапакса 141.38 mm, максимална ширина карапакса 143.42 mm, маса 1347 g; мере женке која је положила 5 јаја су: равна дужина карапакса 184.15 mm, средња ширина карапакса 145.93 mm, максимална ширина карапакса 146.13 mm, маса 1390 g.

Просечна дужина јаја из интактних легала износила је $37.40 \text{ mm} \pm 0.68 \text{ mm}$, просечна максимална ширина јајета износила је $30.25 \text{ mm} \pm 0.39 \text{ mm}$, док је просечна маса јајета била $20.0 \text{ g} \pm 0.68 \text{ g}$.

За легла која су пронађена са разбијеним јајима извршена је реконструкција након чега је добијена просечна величина легла од 4 ± 1 јаје. Број јаја по леглима варирао је од 1 до 7. Укупан број гнезда која су пронађена током 2010. је 13 (6 у мају и 7 у јулу), у 2011. пронађено је 6 (4 у мају и 2 у јулу), 2012. године пронађено је 4 гнезда, сва током маја месеца, 2013. је пронађено 38, од чега 35 у мају и 3 у јулу и током 2014. пронађено је 17 гнезда (4 у мају и 13 у јулу).

Користећи формулу за процену масе јајета на основу димензија (Hailey и Lombourdis, 1990), добијена је хипотетичка просечна маса јајета од $20.8 \pm 4.8 \text{ g}$, док је просечна маса интактног јајета (израчуната на основу мера два очувана легла) износила $20.0 \pm 0.68 \text{ g}$.

5.8. Стопа преживљавања и очекивана дужине живота адултних јединки

Стопа преживљавања рачуната је за адултни део популације, прво збирно а затим посебно за оба пола у оквиру сваке године истраживања. Резултати су показали да је просечна стопа преживљавања адултних шумских корњача из Куновице 0.95, као и да је иста код оба пола и да такође износи 0.95.

Процена је рађена и за сваку годину, посебно за адултне мужјаке и женке. Добијени резултати приказани су у табели 9.14. (прилог I). Годишња стопа преживљавања адултних мужјака варирала је од 0.95 до 0.96, односно у свим годинама мониторинга осим 2012. процењена је на 0.95, док је 2012. године износила 0.96. Годишња стопа преживљавања адултних женки током пет узастопних година мониторинга је идентична оној код мужјака, изузев 2014. године када је процењена на 0.96.

Очекивана дужина живота након достизања полне зрелости износи 20.5 година и једнака је за мужјаке и женке као и за укупни адултни део популације.

5.9. Анализа ареала кретања адултних шумских корњача из Куновице

Величина ареала кретања израчуната је за 68 адултних корњача, 27 мужјака и 41 женку. Просечна величина укупног ареала кретања (100%) износи 4.56 ha за мужјаке и 7.53 ha за женке (прилог I, табела 9.15.). У поређењу са тиме, просечна величина тзв. језгра ареала кретања (50%) знатно је мања и износи 0.02 ha за мужјаке и 0.06 ha за женке.

Уочљива је и разлика у максималној величини језгра ареала кретања која за женке износи 0.76 ha, док је код мужјака само 0.23 ha. Међутим, минималне вредности језгра ареала кретања су исте код оба пола и износе 0.004 ha.

Када су тзв. "екскурзије" (повремена кретања у оквиру већег простора него што је уобичајено за јединку) узете у обзир, потврђено је да су мужјаци више седентарни у односу на женке, са максималним ареалом кретања од 23 ha у поређењу са 90 ha колики је максимални ареал кретања код женки. Када се погледају подаци, 6 женки и 3 мужјака или 9% односно 4% у односу на укупни узорак има ареал кретања већи од 10 ha.

Статистички значајне разлике између ареала кретања мужјака и женки нису пронађене (MCP100: Mann-Whitney $U=467$, $Z=1.08$, $p=0.28$; MCP95%: $U=476$, $Z=0.97$, $p=0.33$; MCP50% $U=414.5$, $Z=1.74$, $p=0.08$). Међутим, пронађена је позитивна корелација између броја забележених налаза и тзв. језгра ареала кретања код оба пола: мужјаци ($r = 0.58$, $p = 0.02$) и женке ($r = 0.37$, $p = 0.02$). Временски распон поновног налажења корњача био је у корелацији са бројем налаза само код женки ($r = 0.56$, $p < 0.001$).

Генерални линеарни модел који је примењен на подацима који су логаритмовани, показао је одсуство разлика у варирању између полова (прилог I, табела 9.16.). Такође, није пронађена релација између величине тела женки и њиховог ареала кретања (прилог I, табела 9.17.). Међутим, уочена је позитивна и негативна парцијална корелација између равне дужине карапакса и масе тела са величином језгра ареала кретања код мужјака ($p < 0.05$ за обе релације).

Женке код којих је језгро ареала кретања веће имале су, такође, и већи укупан ареал кретања (ареал кретања 50% и ареал кретања 95%, Pearson-ов коефицијент корелације $r = 0.55$, $p < 0.001$; ареал кретања 50% и ареал кретања 100%, Pearson-ов коефицијент корелације $r = 0.51$, $p = 0.001$; ареал кретања 95% и ареал кретања 100%,

Pearson-ов коефицијент корелације $r = 0.98$, $p < 0.001$). Слични резултати добијени су и за мужјаке (ареал кретања 50% и ареал кретања 95%, Pearson-ов коефицијент корелације $r = 0.55$, $p = 0.003$; ареал кретања 50% и ареал кретања 100%, Pearson-ов коефицијент корелације $r = 0.55$, $p = 0.003$; ареал кретања 95% и ареал кретања 100%, Pearson-ов коефицијент корелације $r = 1.00$). Параметри који су статистички значајни су болдовани.

5.10. Обрасци активности и преференција станишта

Од 449 јединки маркираних током пет узастопних година мониторинга на истраживаном подручју Куновице, 389 (86%) су били адулти, а 63 (14%) јединке нису биле полно зреле (Shapiro-Wilk's $W = 0.41$, $p < 0.001$). Међу адултима, женке су биле бројније и чиниле су 64%, док су мужјаци чинили 36% од укупног броја маркираних адултих јединки (Shapiro-Wilk's $W = 0.61$, $p < 0.001$). Дистрибуција три основне полно-старосне групе (адултни мужјаци, адултне женке и јединке које нису биле полно зреле - у даљем тексту у оквиру овог потпоглавља означене као „полно незреле јединке“) по типовима станишта и у односу на обрасце активности била је случајна ($p > 0.10$ у свим случајевима). Супротно томе, њихова дистрибуција по годинама била је неслучајна ($p < 0.05$, прилог I, табела 9.18.), али са малом статистичком значајношћу тих интеракција (Cramer-ов коефицијент $V = 0.140$ $df = 2$, прилог I, табела 9.18.). Значајне интеракције постојале су између следећих упарених променљивих: дистрибуција корњача на различитим стаништима у односу на годину (Cramer-ов коефицијент $V = 0.255$; ефекат велике јачине) и тип активности (Cramer-ов коефицијент $V = 0.170$, ефекат средње јачине); као и дистрибуција полно-старосних група у односу на сезону ($V=0.316$; ефекат средње јачине) (прилог I, табела 9.18.).

Највише адултих женки детектовано је у пролеће (70% од укупног броја регистрованих у овој категорији). Супротно томе, највише адултих мужјака детектовано је у лето (63%). Присуство полно незрелих јединки је скоро исто током пролећа (43%) и лета (57%).

Учесталост појављивања корњача на различитим стаништима у односу на годину и тип активности, која одступа од случајности са ефектом велике и средње јачине, приказани су на графицима 1 и 2 (прилог II). Међу њима 25% је пронађено у

шуми, 26% на ливадама и 19% на обрадивим површинама. Утврђено је да постоји статистички значајна разлика између очекиване и добијене учесталости појављивања корњача и то: у шуми (25% добијене у односу на 58% очекиване учесталости, $p = 0.0000$), на травнатим стаништима (26% добијене у односу на 16% очекиване учесталости, $p = 0.0001$), на обрадивим површинама (19% добијене у односу на 25% очекиване учесталости, $p = 0.015$). Међу корњачама које су пронађене у шуми највише њих се кретало (50%) (график 2, прилог II). У односу на то, на травнатим површинама највећи број пронађених корњача је био сакривен (42%) или се кретао (41%), док је код корњача које су пронађене на обрадивим површинама кретање забележено у највећем броју случајева (46%). Једино је на ивици шума било највише забележених случајева сунчања (39%).

Подаци о амбијенталној температури у тренутку проналажења корњача прикупљени су за 353 јединке. Највише ових налаза било је за адултне корњаче, 295 или 84% од укупног узорка, затим за 18 субадултних јединки (5%) и 40 јувенилних (11%). Због малог расположивог узорка субадултних и јувенилних јединки, анализирани су подаци само за адулте. Температура супстрата на месту проналажења јединки била је слична на различитим стаништима, док су температуре измерене на 5 cm и 60 cm висине од тла биле различите (прилог I, табела 9.19.).

Забележено је да адултне корњаче имају различите активности при истим срединским температурама и специфична комбинација активности и типа станишта појављује се под сличним температурним условима (прилог I, табела 9.19.). Срединске температуре биле су сличне током свих година мониторинга, изузев температуре која је мерена на 60 cm од тла (прилог I, табела 9.20.).

5.11. Анализа вијабилности популације

У Табели 9.21 (прилог I) приказане су вредности излазних параметара анализе вијабилности популација на основу података прикупљених у периоду 2010. до 2014. године. У основном сценарију вероватноћа изумирања посматране популације износи 73.4%, док је просечан број година до првог догађаја изумирања процењен на 70.3. (такође график 3а, прилог II). Стохастичка стопа раста је негативна, док је у варијанти позитивног исхода средња величина преживеле популације 19.4 ± 23.1 .

Прва модификација основног сценарија (сценарио 0а) сугерише веома високу вероватноћу изумирања популације (95.1%) са просечним временом до првог вероватног догађаја изумирања од 53.4 године (Табела 9.21 прилог I; график 3б, прилог II). У три преостале модификације основног сценарија вероватноћа изумирања популације се незнатно повећава у односу на основни сценарио (сценарио 0б – 76.2%, графикон 3в; сценарио 0в – 75.1%, график 3г и сценарио 0г– 76.3%, график 3д, прилог II).

У додатним сценаријима (Табела 9.21, прилог I) мењана је вредност по једног од улазних параметара, док су вредности осталих параметара биле исте као у основном сценарију (видети у поглављу Материјал и методе). Први додатни сценарио у коме је промењено доба прве репродукције, показује да је вероватноћа изумирања посматране популације веома мала и износи 0.2%, а стохастичка стопа раста је позитивна (график 4, прилог II). Средња величина преживеле популације у случају повољног крајњег исхода износи 195.2 ± 60.1 јединки (Табела 9.21, прилог I). У другом додатном сценарију, такође је промењено доба прве репродукције, овог пута је повећан број година и резултати оваквог сценарија показују веома велику вероватноћу изумирања популације од 99.8%, негативну стохастичку стопу раста и средњу величину преживеле популације у варијанти позитивног исхода од свега 2.5 ± 0.7 јединки (график 5, прилог II). Просечан број година до првог могућег изумирања популације је 48 (Табела 9.21, прилог I). Резултати трећег додатног сценарија показују вероватноћу изумирања популације од 83% и средњу преживелу величину популације у варијанти повољног исхода од 15.8 ± 16.1 јединки (график 6, прилог II). Просечан број година до првог могућег изумирања популације је 68 (Табела 9.21, прилог II) .

Четврти, шести и осми додатни сценарио показују да је вероватноћа изумирања популације 100%, тако да је и средња преживела величина популације једнака нули (Табела 9.21, прилог I). Просечан број година до изумирања популације износи редом 41.3 (график 7, прилог II), 36.2 (график 9, прилог II) и 43.4 година (график 11, прилог II).

У петом додатном сценарију, стохастичка стопа раста је негативна, вероватноћа изумирања популације је 87.5%, просечан број година до првог могућег изумирања популације је 65.6 (график 8, прилог II), док је средња преживела величина популације у случају повољног крајњег исхода 13.96 ± 15.8 јединки (Табела 9.21, прилог I). Седми додатни сценарио указује на вероватноћу изумирања дате популације од 65%, просечно време до првог могућег изумирања популације износи 73 године (график 10,

прилог II), а средња преживела величина популације у случају повољног исхода је 25.3 ± 31.8 јединки (Табела 9.21, прилог I). Резултати симулације деветог додатног сценарија сугеришу вероватноћу изумирања посматране популације 53.7% (график 12, прилог II). Средња преживела величина популације у случају повољног крајњег исхода износи 30.7 ± 30.8 јединки, а просечно време до изумирања популације је 74.6 година (Табела 9.21, прилог I).

Десети додатни сценарио показује да је стохастичка стопа раста једнака нули, вероватноћа изумирања популације је 14.7%, просечно време до првог могућег изумирања популације је 77.3 године (график 13, прилог II) и средња преживела величина популације у варијанти повољног исхода је 94.4 ± 69.3 (Табела 9.21, прилог I).

Резултати једанаестог додатног сценарија показују вероватноћу изумирања популације од 49.7% и средњу преживелу величину популације у варијанти повољног исхода од 29.82 ± 37.37 јединке (график 14, прилог II). Просечно време до првог могућег изумирања популације у овом сценарију је 80.0 година (Табела 9.21, прилог I). У дванаестом додатном сценарију вероватноћа преживљавања популације износи 43.4% (график 15, прилог II). Просечно време до изумирања популације је 79.2 година, а средња прживела величина популације у варијанти повољног исхода је 41.8 ± 60.89 (Табела 9.21, прилог I). Тринаести додатни сценарио показује да је вероватноћа преживљавања популације 43.5%, док је средња преживела величина популације у варијанти повољног исхода 34.6 ± 44.9 јединке, а просечно време до изумирања популације износи 82.0 године (график 16, прилог II; табела 9.21, прилог I). У сценаријима од 11-13 стохастичка стопа раста је негативна и приближно исте вредности (-0.039, -0.037, -0.037 редом, графици 14 -16, прилог II).



6. ДИСКУСИЈА

6.1. Варирање величине тела адултних јединки

Величина и облик тела су карактеристике које могу бити под утицајем различитих селективних притисака (Darwin, 1871; Berry и Shine, 1980; Gibbons и Lovich, 1990; Kaliontzopoulou и сар., 2007). Оне, такође, зависе и од генетичких и срединских фактора, али и од демографских карактеристика популације (Cock, 1966; Shine, 1990; Willemsen и Hailey, 1999; Aronte и сар., 2003). Јединке неке популације могу се одликовати величином и/или обликом тела који одступа од неког карактеристичног изгледа за врсту уколико су изложене специфичним селективним притисцима и налазе на границама ареала распрострањења или уколико постоји физичка баријера између популација (Aronte и сар., 2003; Meiri и сар., 2009).

Резултати који су добијени за посматрану популацију из Куновице, углавном су сагласни са раније објављеним резултатима за ову врсту и род *Testudo* (Willemsen и Hailey, 1999; Bonnet и сар., 2001; Lagarde и сар., 2001, 2003; Willemsen и Hailey, 2003; Kaddour и сар., 2008; Ђорђевић и сар., 2011).

Равна дужина карапакса представља главни показатељ узраста и разлике у величини тела између полова. Ова мера је код адултних корњача из популације у Куновици већа код женки. Маса тела је такође већа код женки. Већа величина тела и маса женки углавном је повезана са потребама репродукције и то не само код шумске корњаче (Bonnet и сар., 2001; Willemsen и Hailey, 2003; Kaddour и сар., 2008), док се мање димензије мужјака тумаче њиховом већом покретљивошћу (Bonnet и сар., 2001).

Средња вредност криволинијске дужине карапакса већа је код женки. Међутим, у анализи коваријансе, када се отклони утицај равне дужине карапакса, ова карактеристика је већа код мужјака. То би могло да указује да је њихов оклоп испупченији него код женки што може бити важно за враћање у првобитни положај уколико нпр. приликом борбе дође до превртања на леђа (Bonnet и сар., 2001). Већа криволинијска дужина карапакса, са друге стране, може бити и последица много веће закривљености супракаудалне плоче код мужјака (Willemsen и Hailey, 2003).

Средња и максимална ширина карапакса већа је код женки, што је повезано са потребом женки за већи простор унутар оклопа ради смештања јаја (Willemsen и Hailey, 2003). Анализа коваријансе са равном дужином карапакса као ко-променљивом показала је да су ове карактеристике веће код мужјака. Већа максимална ширина карапакса код мужјака се доводи у везу са потребом за већим простором за задње

екстремитете, због ширег раскорака приликом интеракције са другим мужјацима или парења (Mann и сар., 2006).

Висина оклопа је, такође, већа код женки и то у свим анализама. Ова карактеристика опет доприноси већој запремини њиховог оклопа у односу на мужјаке, што је повезано са потребама репродукције. Средња и максимална ширина пластрона веће су код женки, како њихове средње тако и релативне средње вредности.

Средња дужина задњих екстремитета не показује статистички значајну разлику између полова, док је средња вредност дужине предњих екстремитета већа код женки. Ипак, релативне средње вредности предњих и задњих екстремитета добијене у анализи коваријансе веће су код мужјака.

Све димензије главе и лобање показују статистички значајну разлику између полова изузев дужине лобање. У анализи коваријансе, релативне средње вредности свих мерених карактеристика главе веће су код мужјака. Како се често димензије главе мужјака доводе у везу са међусобним борбама, онда се и очекују да буду веће него код женки (Bonnet и сар., 2001; Kaliontzoroulou и сар., 2007). Такође, корњаче приликом враћања у првобитни положај користе и главу, а како се превртање дешава чешће код мужјака, онда се и очекује да димензије главе буду веће (Bonnet и сар., 2001).

Реп, односно његова величина и облик јасно се разликују код мужјака и женки (Bonnet и сар., 2001; Willemsen и Hailey, 2003). Реп је дужи и шири код мужјака, у његовој основи смештен је пенис. Постоје и јасне разлике у величини рожне канце на врху репа. Она је знатно дужа и ширија код мужјака.

Ширина аналног уреза, као и растојање од дна овог уреза до врха супракаудалне плочице значајно су веће код мужјака. Како је ово простор у коме се покреће реп, а већ је речено да је реп мужјака шумске корњаче значајно већи, и потребно је више простора за слободно покретање репа, онда није неочекивано да су и поменути карактери значајно већи код мужјака, односно спадају у најдиморфније карактере (Willemsen и Hailey, 2003; Zuffi и Plaitano, 2007).

Дужина коштаних мостова који повезују карапакс и пластрон значајно је већа код женки у свим анализама, што чини њихов оклоп затворенијим. Како је генерално читав труп женки дужи, самим тим је да и дужина структура која затвара бочне делове оклопа дужа код њих. Ова карактеристика се, такође, сматра веома диморфном (Zuffi и Plaitano, 2007).

6.2. Варирање кондиционог индекса масе адултних јединки и корелација са брзином окретања јединки

По литературним подацима, нпр. Willemsen и Hailey (2002), вредности кондиционог индекса масе које варирају од -0.1 до 0.1 сматрају се нормалним. Вредности ниже од -0.1 или више од 0.1, сматрају се критичним. Најнижа вредност кондиционог индекса масе адултних мужјака из Куновице износила је -0.15 што је мање од 80% предвиђене масе (Bertolero и сар., 2011), док је највећа вредност износила 0.26. Обе екстремне вредности забележене су код јединки које су пронађене у току јула 2012. године и може се предпоставити да су биле последица неповољних (високих) срединских температура на датом локалитету. Генерално незнатно варирање кондиционог индекса масе адултних шумских корњача током узастопних година праћења могло би указивати на стабилно здравствено стање ове популације, а на шта указује и релативно мала учесталост сретања јединки инфицираних интестиналним паразитима (Гавриловић, 2015).

Кондициони индекс масе је био позитивно корелисан са временом окретања у пулираном узорку адултних корњача. Када су мужјаци анализирани посебно, корелација није постојала иако је примећено да се мужјаци са већим кондиционим индексом окрећу брже. Супротно томе, женке са већим кондиционим индексом масе су се спорије окретале.

Када се посматрају ове разлике између полова у односу између кондиционог индекса масе и времена окретања, може се предпоставити да различите еволутивне стратегије заједно са супротним селективним притисцима (селекција за побољшање способности преживљавања и селекција за успешнију репродукцију) могу бити разлог добијених односа између ова два параметра код корњача (Bonnet и сар., 2001; Corti и Zuffi, 2003; Stancher и сар, 2006; Delmas и сар., 2008). Као што је наглашено у Bonnet и сар., (2001), различити селективни притисци могу истовремено да допринесу еволуцији исте компоненте, интерагујући на различите начине код различитих полова. На основу тога, разлике између полова у параметрима који описују индивидуалну адаптивну вредност, чине се логичним. На пример, селекција за веће димензије тела због повећања фекундитета је заједничка женкама многих врста и доводи до појаве већих и тежих женки све док није у супротности селекцији за вијабилитет. У посматраним популацијама шумске корњаче, женке нису биле суочене са последицама (угинућем)

због немогућности окретања, а иако јесу ти догађаји нису били чести, као што је и постулирано у Bonnet и сар., (2001) за сродне врсте. Супротно томе, код мужјака (који се, по теорији, преврћу много чешће због упражњавања специфичних активности), нижа стопа раста и достизање полне зрелости при мањим димензијама тела је фаворизовано (постоје индикације у литератури да су мужјаци склонији "ризичном" понашању и да је због тога могућност брзог враћања у првобитни положај од изузетног значаја- Bonnet и сар., 2001, 2010). Овакав селективни притисак доводи до преовлађивања тела чија величина омогућава ефикасно окретање, тако да се мужјаци различитих величина тела могу окретати једнако ефикасно све док та величина не достигне неку граничну вредност када постаје позитивно корелисана са временом окретања, односно веће јединке се окрећу спорије (као што је случај са женкама).

Ове чињенице откривају чврсту корелацију између брзине враћања у првобитни положај и кондиционог индекса масе што може бити резултат читавог комплекса спољашњих фактора. На пример, показано је да је способност окретања критична компонента адаптивне вредности код јувенилних акватичних корњача (Burger, 1976; Delmas и сар., 2008), међутим Delmas и сар. (2008) нису пронашли значајан однос између преживљавања јувенилних јединки и времена окретања у кохорти црвеноухих корњача чије се развиће одвијало под константном температуром. Ипак, код најмлађих јединки које су се развијале под условима променљиве температуре, преживљавање је било позитивно корелисано са временом окретања, што је у сагласности са претпоставкама да разлике у селективном притиску доводе до појаве различитих образаца између брзине окретања и параметара адаптивне вредности.

6.3. Утицај облика и величине оклопа на време враћања у првобитни положај

Код шумске корњаче, смер полног диморфизма у генералној морфологији карапакса је препознат као прилично резистентан на утицаје различитих фактора из спољашње средине (елаборирано у Ђорђевић и сар., 2011).

Резултати Stojadinović и сар. (2013) добијени анализом адултних јединки шумске корњаче из Куновице и друге популације удаљене око 70 km, показују варирање у степену полног диморфизма на малој географској скали, исто као у студији

на *T. graeca* у западном-централном Мароку (Carretero и сар., 2005). Код посматраних популација шумске корњаче једино криволинијска дужина карапакса и релативна маса тела показују значајно варирање у оквиру полног диморфизма у облику. Крива дужина карапакса би требало да буде под утицајем сексуалне селекције код мужјака (Bonnet и сар., 2001; Willemsen и Hailey, 2003), али такође може бити и рефлексивна природне селекције *sensu stricto* (Sacchi и сар., 2007). Када је у питању релативна маса тела, већа маса код женки имплицира на већи фекундитет, док мања маса мужјака указује на већу мобилност (Bonnet и сар., 2001). Уколико обим оваквог полног диморфизма значајно варира између локалитета, то би могло да указује на разлике у квалитету саме средине или када разлике у обиму полног диморфизма у облику постоје на малој географској скали, то може бити и последица ефеката фенотипске пластичности. Као објашњење несагласности између ниске генетичке дивергенције и очигледне морфолошке варијабилности код *T. graeca*, Carretero и сар. (2005) су предложили утицај средине у раним фазама развића као алтернативу директном селекционом притиску. Експерименти на још једној врсти корњаче, *Chelydra serpentina*, показују постојање пластичности у полном диморфизму у облику и сличан одговор код оба пола на различиту средину (Ceballos и Valenzuela, 2011).

Величина тела је првобитно била препозната као један од фактора који утичу на окретање (Burger и сар., 1998). Ипак, разлике између полова у брзини враћања у првобитни положај детектоване су само за неке компоненте које одређују способност окретања (Bonnet и сар., 2001 за *T. horsfieldii* на терену; Delmas и сар., 2008 за *Trachemys scripta elegans*, под константним условима инкубације) и у скорије време за свеукупну успешност окретања код четири популације шумске корњаче (Golubović и сар., 2013). Када је у питању популација шумске корњаче из Куновице, резултати су показали да не постоје разлике у времену окретања између полова упркос постојању полног диморфизма у морфологији карапакса. Резултати су такође показали да је време окретања делимично одређено обликом карапакса и масом тела, али не и величином тела (види у Stojadinović и сар., 2013).

У истом раду поменуто је да комбинација велике релативне масе тела и уске постериорне базе карапакса која је праћена комбинацијом широког и заравњеног оклопа, продужава време окретања. Да би се додатно објаснио утицај овакве "форме" карапакса на време окретања у анализу је неопходно укључити и додатне параметре као што су: дужина екстремитета, мишићна маса, метаболичка активност или неке суптилније карактеристике које одређују облик карапакса (Zuffi и Plaitano, 2007;

Golubović и сар., 2013). Велика повезаност између морфологије и функције се вероватно очекује када карактеристике показују корелацију са полным диморфизмом (нпр. Kaliontzoroulou и сар., 2012). У случају популације шумске корњаче из Куновице, умерена али статистички значајна, свеукупна корелација између форме карапакса и времена окретања може проистацати из несагласности између очигледног полног диморфизма у форми тела и недостатка сексуалне дивергенције у способности окретања.

У раду Stojadinović и сар. (2013) поређене су две популације шумске корњаче са локалитета Куновица и локалитета Пашина чесма који су удаљени међусобно око 70 km. Анализа коваријансе са равном дужином карапакса као ко-променљивом показала је да постоје значајне разлике између популација у времену окретања, али не постоји статистички значајна интеракција између популације и пола. Анализа коваријансе показала је да је време враћања у првобитни положај значајно дуже код јединки из популације Куновица. Такође, показано је да је станиште популације из Куновице значајно другачије од станишта популације са Пашине чесме због већег варирања надморске висине. Ово сугерише да корњаче које насељавају отворенија и мање стрма станишта у просеку троше мање времена за окретање. Различите средине изазивају различите селективне притиске па се може десити да се две популације које живе у наизглед сличном окружењу упадљиво разликују по квалитету исхране и/или атрибутима микростаништа (Wiesner и Iben, 2003). Такође, разлике у фенотипској експресији не могу бити занемарене: дуготрајни утицај инкубационе температуре на способност окретања доказан је код две врсте емидида (Freedberg и сар., 2004).

Време окретања код шумске корњаче зависи од генералне "форме" карапакса, специфичних компоненти структуре оклопа, физиолошких парметара и услова средине, ко што су климатске промене, карактеристике самог станишта, суптилне промене спољашње температуре, квалитера исхране (Highfield, 1989; Freedberg и сар., 2004; Elnitsky и Clausen, 2006; Golubović и сар., 2013).

Иако код популације шумске корњаче из Куновице не постоји полни диморфизам у времену окретања, ова карактеристика би ипак могла бити полно диморфна, зависно од јачине и смера селекције за преживљавање и селекције за репродукцију у локалној средини. Резултати студије Golubović и сар. (2014) показују да долази до смањења способности враћања у првобитни положај код крупнијих јединки у односу на оне са мањим телом, код оба пола. Веће тело код женки би могло бити фаворизовано селекцијом за фекундитет (Bonnet и сар., 2001; Willemsen и Hailey,

2003; Golubović и сар., 2013) иако би то могло довести до смањене способности враћања у првобитни положај. Са друге стране, код мужјака, мање тело може бити фаворизовано због веће мобилности у циљу успешнијег проналажења женки (Berry и Shine, 1980; Bonnet и сар., 2001; Willemsen и Hailey, 2003) или због веће способности враћања у првобитни положај (Golubović и сар., 2015).

6.4. Однос полова у адултном делу популације

Однос полова у адултном делу популације шумске корњаче из Куновице углавном је одступао од оптималног. Популације корњача скоро увек имају неједнак однос полова (елаборирано у Gibbons, 1970,1990), Auffenberg и Iverson (1979) и Bury (1979). Gibbons и Lovich (1990) издвојили су пет могућих разлога за неједнак однос полова код корњача, који могу важити и за популације шумске корњаче.

Један од њих је време узорковања. Код корњача постоје разлике у активности и кретању током различитих периода године. Мужјаци се више крећу и тиме и чешће срећу током сезоне парења, када су у потрази за партнером, док су женке активније током периода полагања јаја (Morreale и сар., 1984).

Такође, један од разлога за неједнак однос полова може бити и тај што пол код шумске корњачебива одређен током ембрионалног развића а на основу температуре у гнезду (Eendebak, 1995). То такозвано „срединско“ одређивање пола карактеристично је за већину других врста корњача (Janzen и Paukstis, 1991). У зависности од температуре у току инкубације могу се излећи и само мужјаци или само женке (Vogt и Bull, 1984).

Обрасци кретања могу, такође, да утичу на неједнак однос полова. Уколико се нпр. узорковање обавља у делу станишта на коме женке полагају јаја, и још уколико је тада сезона гнежђења, онда је велика вероватноћа да ће много више женки бити пронађено.

Код многих врста корњача женке и мужјаци достижу полну зрелост у различитом периоду, тако да однос полова може бити померен ка оном полу који достиже полну зрелост раније (Lovich и сар., 1990; Lovich и Gibbons, 1990).

Модел који су дали Girondot и Pieau (1993) показује да различите стопе смртности могу да доведу до појаве екстремнијих разлика у односу полова него што то може различито време достизања полне зрелости. Lovich и Gibbons (1990) одбацили су

ово објашњење за врсту *Malachlemys terrapin*, пошто је степен смртности због повреда био једнак код оба пола. Ипак, различите стопе смртности између полова могу да утичу на неједнак однос полова код многих животињских врста (Ehrlich и сар., 1984; Hurlly, 1987). Тако, већи удео женки у популацији корњача (нпр. *Trachemys scripta*) може бити резултат појачане предације на мање мужјаче (Gibbons, 1990). У другим случајевима, женке могу имати већу стопу смртности (нпр. на месту гнезђења-Seigel, 1980) што доводи до померања односа полова према мужјацима.

Однос полова у популацијама шумске корњаче често одступа од оптималног. У популацијама у Грчкој тај однос (број мужјака : број женки) се кретао од 1.5:1 до 6:1 (Hailey и Willemsen, 2000). У популацији у Црној Гори према Meek (1985), однос је био 1.8:1. У овој студији забележен је однос полова померен према женкама. Како је посматрање популације вршено два пута годишње, у мају и јулу, а полагање јаја је најчешће у мају и јуну (Bertolero и сар., 2007b), то може објаснити значајно већи број женки које су током месеца маја пронађене.

6.5. Узрасна структура популације и доба достизања полне зрелости

Узрасну структуру популације шумске корњаче тешко је утврдити јер нису све узрасне класе подједнако уочљиве. Осим тога, познато је да се стабилне популације тј. оне које су достигле максималну величину састоје претежно од адултних јединки што, по теорији, сигнализира да популација није у равнотежи (Celse и сар., 2014).

Bertolero и сар. (2007), наводе просечну старост при достизању полне зрелости од 6.7 година за мужјаче и 8.4 година за женке западне подврсте шумске корњаче. Celse и сар. (2014) у Француској бележе јединке најмлађе адултне узрасне класе од 11-12 година, односно 9-10 година. Занимљиво је да они наводе и достизање полне зрелости у 20-ој години, што је забележено и у популацији из Куновице. Hailey и Willemsen (2003) наводе да је доба достизања полне зрелости код источне подврсте шумске корњаче за мужјаче и женке било (редом за популацију из јужног, централног и северног дела Грчке) 7 и 9 година, 9 и 11 година, 14 и 16 година. Популација из Куновице, где је просечно процењено доба достизања полне зрелости за мужјаче 11, а за женке 13 година најближа је по овим вредностима популацијама из централног дела Грчке.

6.6. Процена величине популације

Стање популације одражава се и кроз њену величину, односно густину јер посредно сугерише квалитет локалитета, прецизније станишта или система станишта у коме корњаче обитавају (Celse и сар., 2014). Тако ови аутори, на основу анализе одређених популација шумске корњаче, сматрају да густина популације од 5 до 10 јединки/ха одражава „добру до врло добру“ популацију, док вредности мање од 2 јединке/ха указују на популацију лошег квалитета.

Наша процена просечног броја од 219 јединки шумске корњаче на 23ha експерименталне површине у околини села Куновицауказује да се на датом терену у просеку налази око 9.5 јединки по хектару. Stojadinović и сар. (2013) сугеришу знатно мању бројност неких популација удаљених не више од 70 km јужно од Куновице. Међутим, Hailey (1990) наводи број од 1014 јединки источне подврсте шумске корњаче у Грчкој на око 60.3ha што износи 16.8 јединки по хектару. Cheylan (2001) наводи да густина популације западне подврсте шумске корњаче варира од 2.7 до 19.1 јединки по хектару. Mazzoti и сар. (2004) наводе да се густина посматраних популација из Италије креће од 0.94 јединки по хектару (популација из Тоскане) до 11.8 јединки по хектару (популација са Сицилије). Ово је уједно и највећа густина популације западне подврсте шумске корњаче у Италији. На основу доступних популационих густина шумске корњаче из различитих делова ареала врсте, можемо закључити да се популација из Куновице одликује неком средњом вредношћу. Њен релативно севернији положај у односу на поређене популације које се одликују знатно већом густином могао би да буде узрок мање густине популације у односу на Грчку или јужну Италију, али то свакако не мора бити једини фактор.

6.7. Величина легла шумске корњаче у Куновици

Величина легла код шумске корњаче варира од 1 до 7 јаја код западне подврсте (Esteban, 1987; Fertard, 1992; Nougarede, 1998; Longepierre и сар.,2003; Bertolero и сар., 2007с) и од 1 до 9 јаја код источне подврсте (Swingland и Stubbs, 1985; Hailey и Loumbourdis, 1988, 1990) (Табела 6.1.). Просечна величина легла варира од 3.3 код западне (Esteban, 1987; Fertard, 1992; Nougarede, 1998; Longepierre и сар.,2003; Bertolero

и сар., 2007с) до 4.3 код источне подврсте (Swingland и Stubbs, 1985; Hailey и Loumbourdis, 1988, 1990) (Табела 6.1.).

Просечна величина и тежина јаја код западне подврсте износе $27.2 \times 34.3\text{mm}$ и 15.1 g (Esteban, 1987; Fertard, 1992; Nougarede, 1998; Longepierre и сар., 2003; Bertolero и сар., 2007с), док су код источне подврсте ове вредности износе $27.9 \times 37.4\text{ mm}$ и 17.1 g (Cruce и Răducan, 1976; Hailey и Loumbourdis, 1988, 1990) (Табела 6.1.).

Генерално, репродуктивне карактеристике код женки шумске корњаче везане су за величину тела, тако да веће женке имају већи свеукупни допринос продукцији јаја по репродуктивној сезони (Cruce и Răducan, 1976; Hailey и Loumbourdis, 1988; Fertard, 1992; Longepierre и сар., 2003; Bertolero и сар., 2007с). У популацији шумске корњаче из Куновице није било могуће тестирати ову релацију, јер су готово сви подаци добијени на основу реконструкције уништених гнезда. Само два од 78 гнезда су била интактна, односно женке су пронађене у тренутку полагања јаја, тако да је извршено и њихово мерење и мерење јаја. Непараметријски Колмогоров-Смирнов тест показао је да нема статистички значајне разлике између димензија тела и масе женки, као ни између мерених параметара јаја из ова два гнезда.

Изузев 2014. године, осталих година мониторинга већина гнезда пронађена је у мају. То се може објаснити чињеницом да високе спољашње температуре у јулу могу да утичу на време полагања јаја код гмизаваца који имају више легла у току године, односно да пораст температуре доводи до ранијег полагања јаја у лето.

Студије спроведене у Француској и Грчкој показују да се прво полагање јаја дешава средином априла, док је последње регистровано у јулу. Извесна флексибилност почетка и краја периода полагања јаја је примећена и везана је за промену срединских услова (Cruce и Raducan, 1976). Применом радиолошких техника, у ове две поменуте студије, утврђено је да се највећи број калцификованих јаја у овидуктима налази у мају и јуну (Bertolero и сар., 2007b).

Hailey и Loumbourdis (1988), који су проучавали репродукцију шумске корњаче на три различите локације у Грчкој (Алики, Литохроно и Дискати), навели су да је просечна величина легла шумске корњаче на том подручју 5 јаја (Табела 6.1.). Најнижи ниво параметара фекундитета забележен је на првој локацији због сушног и песковитог тла. На друга два локалитета тло је фертилно земљиште, а параметри фекундитета су сличне величине. Локалитети у Француској (Plaine des Mauges and Massif) су под утицаје медитеранске климе (Longepierre и сар., 2003) што може објаснити ниже вредности параметара фекундитета у односу на Грчку и Србију

(Табела 6.1.). Величина јаја највећа је у Србији (у поређењу са Грчком и Француском) што се, ипак, мора узети са резервом обзиром да су подаци добијени реконструкцијом поломљених љуски јаја. Величина јаја може бити корелисана са величином женке, али то не мора бити правило: у неким популацијама веће женке имају шира јаја због тога што је величина јаја одређена ширином пелвичног канала (Congdon и Tinkle, 1982). У неким популацијама мање женке полажу ужа јаја али једнака по маси као јаја која полажу веће женке (Hailey и Loumbourdis, 1988).

Табела 6.1. Преглед параметара фекундитета у популацијама шумске корњаче из различитих делова ареала распрострањења (Грчка, Француска) и из Србије. n – број анализираних гнезда, N_{av} – просечна величина легла, L_{av} – просечна дужина јаја по леглу, W_{av} – просечна максимална ширина јаја по леглу, $(L/W)_{av}$ – просечна вредност облика јаја по леглу, EV_{av} – просечна вредност запремина јаја по леглу, EM_{av} – просечна вредност масе јаја по леглу, s.d.-стандардно одступање.

	Француска 1 (Longipierre, 2003)	Француска 2 (Longipierre, 2003)	Грчка 1 (Hailey, 1988)	Грчка 2 (Hailey, 1988)	Грчка 3 (Hailey, 1988)	Србија (подаци из уништени х гнезда)	Србија (подаци из интактних гнезда)
N						76	2
$N_{av} \pm s.d.$	3 ± 1	3 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	4 ± 1	4.5 ± 0.71
$L_{av} \pm s.d.$	35.6	-	37.1 ± 2.2	37.5 ± 2.2	38.8 ± 2.7	37.1 ± 2.3	37.4 ± 0.7
$w_{av} \pm s.d.$	27.8	-	27.0 ± 1.5	28.9 ± 0.9	28.0 ± 1.7	29.8 ± 2.9	30.3 ± 0.4
$(L/w)_{av} \pm s.d.$	1.28	-	1.37 ± 1.5	1.3 ± 1.5	1.38 ± 1.5	1.25 ± 0.1	1.2 ± 0.0
EM_{av}	16.5	15.8	16.24	18.57	18.09	19.6	20.0
EV_{av}	14.4	-	14.15	16.39	15.92	17.5	17.9

6.8. Стопа преживљавања и очекивана дужина живота адултних јединки

Годишња стопа преживљавања (S) адултних јединки шумске корњаче у природним популацијама добијена на основу анализе маркирања и поновног хватања креће се у опсегу од 0.85-0.97. Овакав опсег је добијен на основу података из Француске (Stubbs и Swingland, 1985; Guyot, 1996; Cheylan, 2001), Корзике (Henry и

сар., 1999), Грчке (Hailey, 1990, 2000; Willemsen и Hailey, 2001a) и Шпаније (Fernández-Chacón и сар., 2011). Слична стопа преживљавања добијена је и за реинтродуковане јединке у Шпанији (Bertolero и сар., 2007d). Висока стопа преживљавања, слично као у предходно поменутих студијама, добијена је и за посматрану популацију из Куновице. Просечна стопа преживљавања адултних јединки у овој популацији износи 0.95 и такође нема разлике у преживљавању између полова (0.95 за оба пола). Celse и сар. (2014) напомињу да су годишње стопе преживљавања адултних јединки од управо 0.90-0.95 уобичајене за стабилне популације

Willemsen и Hailey (2001a) дошли су до закључка да је стопа преживљавања позитивно корелисана са величином тела. Нижа стопа преживљавања код женки у односу на мужјаке забележена је у неким грчким популацијама, што је довело до поремећаја у односу полова (Hailey, 1990; Willemsen и Hailey, 2001a). Нижа стопа преживљавања забележена је у областима која су била изложена неком облику деструкције (Hailey, 2000) или је станиште третирано пестицидима (Willemsen и Hailey, 2001b).

Иако се предпоставља да шумска корњача може да живи и неколико деценија у природи, анализе маркирања и поновног хватања до сада нису показале да ли се морталитет повећава код старих јединки. Због тога се не може поуздано проценити максимална дужина живота у природним популацијама (Bertolero и сар., 2011). Celse и сар. (2014) ипак наводе да је очекивана дужина живота најмање 20 година након достизања полне зрелости, што је потврђено и у овој студији.

6.9. Анализа ареала кретања адултних шумских корњача из Куновице

Ареал кретања анализираних адултних корњача из Куновице већи је код женки, међутим свеукупне разлике између полова немају статистичку значајност. У многим студијама о ареалу активности код шумске корњаче на читавом ареалу распрострањења врсте (Hailey, 1989; Calzolari и Chellazzi, 1991; Longepierre и сар., 2001; Bertolero, 2002; Rozyłowicz и Popescu, 2013) разлике међу половима нису детектоване. Међутим, то није правило, тако да постоје и резултати који показују јасне разлике у величини ареала активности између полова (Mazzoti и сар., 2002; Swingland и сар., 1989; Loy и Cianfrani, 2010). Такође, Rozyłowicz и Popescu (2013) напомињу да, иако

постоје разлике између полова у обиму кретања на месечном нивоу, није детектована разлика у величини ареала кретања на годишњем нивоу када је углавном вршено поређење између година и између сезона. Hailey (1989) потврђује да, током лета, на Аликију (северозападна Грчка) постоје разлике између полова код адултних јединки шумске корњаче. Guyot (1996) даје неке генералне информације о дисперзији код шумске корњаче: неке јединке користе специфична микростаништа и самим тим имају мање ареале активности, док су друге јединке већи опортунисти и имају три до четири пута већи ареал активности. Резултати Хејлијеве студије (Hailey, 1989) сугеришу да би величине ареала оба пола биле једнаке у комплексном систему станишта које, током целе године, омогућава свим јединкама приступ различитим типовима станишта. Ово објашњење би се могло применити и на обрасце кретања адултних јединки из посматране популације шумске корњаче из Куновице током две анализиране сезоне.

У стаништима које су слична подручју Куновице, корелација између величине ареала активности и величине тела није детектована код женки, али постоји код мужјака у одређеном обиму (Hailey, 1989). Код посматране популације из Куновице утврђено је да не постоји корелација између укупног ареала кретања и величине тела (Stojadinović и сар., 2017а, у штампи). Такође, резултати показују да мањи мужјаци могу да имају веће језгро ареала кретања макар током репродуктивног периода, али ово би могла бити и погрешна процена пошто анализа показује зависност језгра ареала мужјака од забележеног броја локација.

Литературни подаци који показују варирање величине ареала активности код адултних јединки шумске корњаче у њеном ареалу распрострањења представљени су у табели 6.2. Просечне вредности ареала активности на свим локалитетима представљеним у овој табели варирају од 0.7 ha до 4.2 ha код мужјака и од 1.5 ha до 7.4 ha код женки.

Табела 6.2. Преглед величине ареала код шумске корњаче у Европи

Држава	Гео.ширина	Гео.дужина	Станиште	Период праћења	100%RS	
					M _{av}	F _{av}
(a) Шпанија (Bertolero, 2002)						
Parc Natural del Delta del Ebre	40°N	00°E	Dune	Годишње/ 1991-2001	2.7	1.8
(b) Француска (Longepierre и сар., 2001)						
Var	43°N	06°E	Шума	Недељно/ Јун 1998	1.2	2.1
(c) Француска (Swingland и сар., 1986)						
Massif des Maures	43°N	05°E	Шума	Годишње *	1.6	2.4
(d) Италија (Mazzotti и сар., 2002)						
Bosco de la Mesola	44°N	12°E	Шума	Годишње/ Април-Октобар 1997 и Мај-Октобар 1998	4.6	7.4
(e) Италија (Calzolari и сар., 1991)						
Централна Италија	42°N	11°E	Dry heath vegetation	Годишње Мај 1979-Април 1980	0.7	1.5
(f) Италија (Loy и Cianfrani, 2010)						
Molise	41°N	14°E	Шума	Годишње	1.5	1.9

				2004-2005		
(g) Румунија (Roziłowicz и Popescu 2013)						
Iron Gate	44°N	21°E	Комплексни систем станишта	Годишње/ 2005-2008	3.0	4.2
(h) Грчка (Hailey, 1989)						
Алуки	40°N	22°E	Ксероморфна вегетација	Годишње	1.2	2.4
				Април 1986	0.6	0.7
				Мај 1986	0.5	0.4
				Јун 1986	0.3	0.4
				Јул 1985	0.2	0.3
				Август 1985	0.4	0.6
				Август 1986	0.5	0.5
				Септембар 1985	0.3	0.1
Октобар 1985	0.2	0.2				

Средња вредност укупног ареала кретања посматране популације шумске корњаче из Куновице блиска је процени ареала активности популације из северне Италије (Mazzoti и сар., 2002). Исти аутори су објаснили постојање релативно великог ареала активности локалне популације шумске корњаче као последицу субоптималних услова средине, односно претежно шумовитог предела и ниске срединске температуре који доводе до смањене густине популације. Супротно овоме, посматрана популација из Куновице је у добром "здравственом стању" у поређењу са неким популацијама из суседних подручја (популација из Куновице има већу густину у односу на популацију из Јужне Србије која насељава претежно отворено станиште са жбунастом вегетацијом (Stojadinović и сар., 2013). Неки аутори (Longepierre и сар., 2001; Rozyłowicz и Popescu, 2013; Swingland и сар., 1986) тврде да релативно висока средња вредност укупног

ареала активности код шумске корњаче која борави у претежно шумовитим пределима, са оптималним условима за врсту, постоји због комплексне структуре станишта.

Резултати добијени праћењем популације шумске корњаче из Куновице показују да је кретање ових јединки веће него оних из анализираних популација у другим деловима ареала распрострањења. Како се знање о дисперзији врста сматра битним за планирање будућих конзервационих акција, онда би се и ови резултати могли сматрати битним за дефинисање величине локалних резервата источне подврсте шумске корњаче (Rozyłowicz, 2014).

6.10. Обрасци активности и преференција станишта

Популација источне подврсте шумске корњаче која је праћена на подручју Куновице насељава станиште које је мешовито тј. и природно и модификовано од стране људи. Примећене су одређене посебности када је у питању преференција станишта и обрасци активности на мешовитом станишту кога чине храстове шуме, ливаде, воћњаци и виногради. Иако је површина на којој је вршено посматрање популације шумске корњаче углавном покривена шумом, резултати показују да источна подврста у овом делу свог ареала распрострањења преферира хетерогено станиште.

Анализа је, такође, показала да су одређене активности корњача повезане са одређеним типом станишта. Анализа амбијенталне температуре мерене на месту на коме је свака јединка пронађена и то непосредно после налаза указује да корњаче одржавају погодан опсег амбијенталне температуре тако што се крећу између различитих типова станишта. Анализе су показале и недостатак полно-узрасне преференције одређеног станишта код шумске корњаче. Међутим, неке додатне информације указују да постоје разлике у присуству мужјака и женки између сезона (пролеће-лето).

У одређеном обиму резултати се слажу са генералним закључцима који су проистекли из истраживања које је спроведено на шумској корњачи у југоисточној Румунији (Rozyłowicz и Popescu, 2013). Иако је методолошки приступ у ове две студије био другачији (радио-телеметријска метода која је коришћена у Румунији омогућава праћење кретања корњача у реалном времену, док су у Србији подаци о дистрибуцији

анализирани као временске секвенце и прикупљени на различитим стаништима у овиру унапред дефинисане површине на којој је истраживање спроведено), у обе студије потврђена је значајна различитост у учесталости појављивања корњача на различитим стаништима.

Слаба преференција шумске корњаче према стаништима која су модификовали људи (воћњаци, виногради, баште) забележена је и у многим другим студијама (на пример: vanDijk и сар., 2004; Rozyłowicz и Popescu, 2013; Couturier и сар., 2014) и ови аутори су, такође, нагласили да је у природним резерватима неопходно постојање више од једног типа станишта.

У односу на географску позицију ареала распрострањења, шумска корњача је препозната као типичан елемент западно и централноевропске херпетофауне (CR7 главни дистрибуциони тип у Sillero и сар., 2014). Њен ареал распрострањења се протеже од Иберијског полуострва до југа Европе (vanDijk и сар., 2004). Већина доказа о угрожености шумске корњаче долази из студија које су рађене на западној подврсти: западне популације су у многим местима на ивици истребљења (Longepierre и сар., 2001; Fernández-Chacón и сар., 2011; Celse и сар., 2014).

Поређење подручја распрострањења врсте у Западној и Источној Европи показује да више очуваних станишта погодних за корњаче постоји у Источној Европи, вероватно због дужег периода екстензивне пољопривреде, а у скорије време и због релативне напуштености сеоских подручја услед миграције становништва у већа насеља и промене начина живота (Rozyłowicz и Popescu, 2013). Према литературним подацима, шумска корњача често бира отворена станишта (vanDijk и сар., 2004; Couturier и сар., 2014; Luiselli и сар., 2014), али и резултати који су добијени у нашој студији нису изузетак (Swingland и сар., 1986; Huot-Daubremont, 1996; Mazzotti и сар., 2002).

У литератури се већ налази закључак да су репродуктивне преференце, исхрана и температурни захтеви шумске корњаче другачији у различитим периодима године, а који произилази из још једне анализе о сезонској варијабилности у избору станишта (Berardo и сар., 2015). Међутим, како многе врсте показују локално варирање једног, неколико или много биолошких параметара, резултати ове студије представљају још један допринос знању да је комплексни систем станишта веома важан за успешно очување угрожених врста, јер је јединкама неопходан диверзитет станишта због њихових специфичних образаца активности (Zhao и сар., 2014).

Иако анализа популације шумске корњаче из Куновице указује да нема посебне преференције станишта у зависности од пола или узрадне класе, неопходно је наставити мониторинг исте како би се добило више података о јувенилним јединкама (Stojadinović и сар., 2017б, у штампи). Резултати још једне студије са комплексним дизајном (Fernández–Chacón и сар., 2011) указују на рањивост јувенилне узрадне класе пре свега због људске активности, односно уништења станишта деловањем људи, јер то смањује хетерогеност средине и доводи до дезертификације станишта. Смањена хетерогеност станишта може негативно утицати не само на стопу раста популације преко повећаног морталитета најмлађих узрадних класа, већ такође и на популациону структуру, односно секундарни однос полова код врста које имају температурно зависну детерминацију пола (Rough и сар., 2004) или просторну дистрибуцију јединки.

Добијени резултати указују да, у пределима Источне Европе који су већ модификовани од стране људи, заштита шумске корњаче захтева пажљиво планирање и надгледање традиционалног коришћења земљишта (пример у Anadón и сар., 2007). Резултати добијени мониторингом шумске корњаче на подручју Куновице указују да се корњаче, у овом делу ареала распрострањења, на појављују случајно на одређеним типовима станишта. Додатно, ови резултати указују да корњаче бирају између различитих типова станишта макар због годишњих флукуација срединских фактора.

Очување хетерогене средине за источну подврсту шумске корњаче је предуслов за смањење штетног дејства климатских промена, чији погубни ефекат не треба ограничити само на медитерански део ареала распрострањења ове врсте (Fernández–Chacón и сар., 2011).

6.11. Приближна минимална вијабилна величина популације икритичне вредности параметара животне историје за опстанак популације

Анализа вијабилности популације шумске корњаче са подручја Куновице показује да је у основном сценарију стохастичка стопа раста популације негативна и вероватноћа изумирања популације претпостављене величине у оквиру дефинисане експерименталне површине велика. Просечан број година до првог могућег изумирања популације процењен је на 70.3, док се прво изумирање дешава већ

у 23. години симулације. Смањење, односно повећање почетне величине популације у оквиру познатог опсега варирања вредности (укључујући и носећи капацитет средине) не утиче знатније на вероватноћу изумирања. Показано је и да веома мала изолована популација од 50 јединки може опстати највише око 20 година, када је могуће прво изумирање. На основу постојећих података може се претпоставити да изолована популација која се одликује наведеним вредностима улазних параметара не може бити вијабилна.

У раду Hailey и Willemsen (2003), анализирани су три популације источне подврсте шумске корњаче из различитих дела Грчке, односно популације из јужног, северног и централног дела земље. Симулације су рађене за период од 1000 година. Почетна величина свих популација била је 100 јединки, док је капацитет средине био пет пута већи (500 ± 50). Коначна величина преживелих популација у симулацији из јужног дела Грчке била је 271 ± 133 , из централног дела 338 ± 106 , док је величина популације из северног дела земље била 319 ± 114 . Доба прве репродукције за мужјаке и женке били су редом за јужну, централну и северну популацију 7 и 9 година, 9 и 11 година, 14 и 16 година. Однос полова на рођењу био је оптималан (50:50), док је годишња продукција јаја била 5.2 ± 1.7 (јужна популација), 7.0 ± 2.3 (централна) и 14.0 ± 4.5 (северна популација). Вероватноћа преживљавања у наредних 1000 година износила је за популацију из јужног дела земље 60%, за популацију из централног дела земље 96%, док је за популацију са севера била 89.7%, тако да је вероватноћа стохастичког изумирања била мала (40%, 4% и 10.3% за популације из јужног, централног и северног дела Грчке).

Параметри животне историје шумске корњаче чији је утицај на вијабилност популације тестиран у овој студији су доба прве репродукције оба пола, секундарни однос полова тј однос полова на рођењу, величина реализованог фекундитета (величина легла) и варијанса величине легла. Три сценарија су резултирала максималном вероватноћом изумирања популације и показују да се први вероватан догађај изумирања може десити пре 20-е године. Резултати симулација показују да, у претпостављеној популацији и у оквиру симулираних параметара, најкритичнији фактор за дугорочни опстанак представља веома поремећен однос полова на рођењу и то пре свега недостатак женки, што би резултирало изумирањем популације за, у просеку, 36 година. Осим диференцијалног предаторства (значајно веће изловљавање новорођених мужјака од стране предатора), овај сценарио је могућ при одређеним променама климе, вегетације или карактеристика земљишта које би довеле до

критичног смањења температуре инкубације ембриона у гнезду (Péau, 2002). Незнатно мање драстичан је поремећај који би производио скоро искључиво мале женке у леглу и резултирао би изумирањем за, у просеку, 41 годину. Критично повећање температуре инкубације ембриона у гнезду било би највероватнији узрок такве промене (Péau, 2002) што овај сценарио чини вероватним због већ присутних климатских промена (Fernández-Chacón и сар., 2011). Следећи најкритичнији фактор био би смањење просечне величине легла на минимум уз одсуство варијансе и то би проузроковало изумирање популације за, у просеку, 43 године. Овај сценарио би био вероватан ако би дошло до значајног повећања број предатора и указује на неопходност додатних мера контроле изолованих популација шумске корњаче.

Насупрот овим сценаријима, прва репродукција при млађем узрасту оба пола смањује вероватноћу изумирања на свега 0.2% и прво могуће изумирање популације дешава се у 61 години симулације. Све наведено чини овај сценарио најстабилнијим, односно са најбољим изгледима за опстанак популације након 100 година. Такође, максимизирање величине легла по женки, уз одсуство варијансе, доводи до смањења вероватноће изумирања популације за 58%, док је просечан број година до изумирања популације унеколико повећан. Прво могуће изумирање у овом сценарију дешава се у 29 години симулације.

У додатним сценаријима анализе вијабилности популације шумске корњаче из Куновице где је вредност носећег капацитета средине повећана два, три и пет пута у односу на дефинисану вредност овог параметра у основном сценарију, уочава се смањење вероватноће изумирања популације за скоро трећину, уз одлагање првог вероватног догађаја изумирања за око 50%. У два последња сценарија, стохастичке стопе раста и њихова стандардна одступања имају идентичне вредности (-0.037, 0.202).

Капацитет средине, односно простор на коме одређени број јединки борави је параметар који човек може релативно лако да мења. На основу података из ове студије, за одржавање густине популације на 9.5 јединки/ха, колико износи процењена густина популације из Куновице на експерименталној површини на којој је вршено посматрање ове популације, а која одражава добро стање популације (Celse и сар., 2014), потребно је заштитити 104 ха површине да би носећи капацитет средине био повећан три пута, а тиме и вероватноћа преживљавања за трећину. На тај начин би преживљавање популације након периода од 100 година било повећано са 24% (без предузимања било каквих мера) на скоро 50% уколико би се процењена површина заштитила од даљег

антропогеног утицаја, и одржала постојећа разноврсност станишта у обиму повољном за шумску корњачу.

У раду Hailey и Willemsen (2003) наводи се да, иако је стохастичка вероватноћа изумирања популација шумске корњаче у Грчкој мала, губитак станишта по њиховим проценама доводи до тога да само 20-40% популација преживљава 100 година, док свега 0.02% преживљава 1000 година. Они указују да су нарочито угрожене популације у близини људских насеља каква је и посматрана популација из Куновице која се налази на свега неколико километара од најближег насеља. Исти аутори наводе да су пољопривредна производња, а затим и градња и ширење насеља главни разлози губитка станишта, те указују на важност очувања истог у циљу опстанка популација шумске корњаче.



7. ЗАКЉУЧЦИ

Варирање одабраних параметара животне историје (величина тела, доба достизања полне зрелости, реализовани фекундитет женки, стопа преживљавања, дуговечност), популационе структуре (величина и густина популације, однос полова, узрасна структура) и неких додатних карактеристика које одражавају статус популације (кондициони индекс масе, време враћања јединке у првобитни положај, ареал кретања, преференција станишта) бележено је током пет узастопних година (2010.-2014.) у локалној популацији источне подврсте шумске корњаче (*Testudo hermanni boettgeri*) у околини села Куновица код Ниша у југоисточној Србији у циљу сагледавања општег стања популације и процене вероватноће њеног опстајања у будућности. Од посебног значаја било је препознавање оних особина животне историје чије варирање има значајан утицај на вијабилност популације.

Потврђено је постојање јасних разлика у величини и облику тела између мужјака и женки шумске корњаче. Резултати који су добијени за посматрану популацију из Куновице, углавном су сагласни са раније објављеним резултатима за ову врсту и род *Testudo*.

Генерално незнатно варирање кондиционог индекса масе адултних шумских корњача током узастопних година праћења могло би указивати на стабилно здравствено стање ове популације, а на шта указује и релативно мала учесталост сретања јединки инфицираних интестиналним паразитима. Кондициони индекс масе је био позитивно корелисан са временом окретања у пулираном узорку адултних корњача. Када су мужјаци анализирани посебно, корелација није постојала иако је примећено да се мужјаци са већим кондиционим индексом окрећу брже. Супротно томе, женке са већим кондиционим индексом масе су се спорије окретале. Такође, резултати су показали да не постоје разлике у времену окретања између полова упркос постојању полног диморфизма у морфологији карапакса и да је време окретања делимично одређено обликом карапакса и масом тела, али не и величином тела. Претпостављено је да време окретања код шумске корњаче зависи, осим генералне "форме" карапакса и специфичних компоненти структуре оклопа, такође и од физиолошких параметара и услова средине, у овом случају свакако од карактеристика самог станишта.

Однос полова код јувенилних јединки није било могуће прецизно утврдити. У адултном делу популације однос полова одступао је од оптималног тако да су женке биле бројније од мужјака. Иако то није редак случај у популацијама ове врсте, треба имати на уму да је посматрање популације вршено два пута годишње, у мају и јулу, а

полагање јаја је најчешће у мају и јуну, те да је значајно већи број женки које су током месеца маја пронађене могао утицати на резултате.

На основу доступних популационих густина шумске корњаче из различитих делова ареала врсте, можемо закључити да се популација из Куновице одликује неком средњом вредношћу. Њен релативно севернији положај и тиме можда не толико оптимални средински услови у односу на друге популације које се одликују знатно већом густином могао би да буде узрок мање густине популације у односу на Грчку или јужну Италију, али то свакако није једини фактор.

Прецизно одређивање узрасне структуре није било могуће. Поједностављен приказ узрасне структуре популације путем заступљености сваке од три главне узрасне класе у укупном броју примећених шумских корњача током сваке године мониторинга указује на нестабилну узрасну пирамиду, где највећи део популације чине адултне јединке. Уочен је велики опсег варирања доба достизања полне зрелости, али у границама вредности забележених за ову врсту.

Просечна величина легла шумске корњаче из Куновице уклапала се у опсег вредности приказан у литератури и у хипотетичку негативну корелацију између величине легла и географске ширине локалитета. Ипак, ово тумачење треба узети са резервом јер су подаци о реализованом фекундитету женки шумске корњаче из Куновице реконструисани на основу података добијених анализом разваљених гнезда и применом формула за израчунавање облика јаја, њихове масе и запремине.

Просечна стопа преживљавања адултних јединки шумске корњаче у Куновици била је висока и нису утврђене разлике у преживљавању између полова што, по подацима из литературе, сугерише да је популација стабилна. Процена очекиване дужине живота након полне зрелости такође је у оквиру вредности добијених у другим студијама рађеним на истој врсти.

Разлике између полова у величини ареала кретања нису утврђене код адултних јединки шумске корњаче из Куновице. Овакви обрасци кретања забележени су у комплексном систему станишта које, током целе године, омогућава свим јединкама приступ различитим типовима станишта. Такође, није утврђена корелација између укупног ареала кретања и величине тела јединки.

Популација источне подврсте шумске корњаче која је праћена на подручју Куновице насељава простор који представља мешавину природних и антропогено измењених станишта. Иако је површина на којој је вршено посматрање популације шумске корњаче углавном покривена шумом, резултати показују да источна подврста

у овом делу свог ареала распрострањења преферира хетерогени комплекс станишта. Резултати указују да корњаче у овом делу ареала распрострањења бирају између различитих типова станишта, између осталог и због годишњих флукуација срединских фактора.

Анализа вијабилности хипотетичке изоловане популације шумске корњаче у Куновици, чија је почетна величина одређена на основу маркирања и поновног изловљавања у оквиру експерименталне површине показала је да таква популација није вијабилна. Сходно томе минимална вијабилна величина те популације није утврђена. Међутим, утврђено је да повећање носећег капацитета средине доводи до знатног смањења вероватноће изумирања.

У претпостављеној популацији и у оквиру симулираних параметара, најкритичнији фактор за дугорочни опстанак представља веома поремећен однос полова на рођењу и то пре свега недостатак женки. Незнатно мање драстичан је поремећај који би производио скоро искључиво мале женке у леглу. Следећи најкритичнији фактор био би смањење просечне величине легла на минимум уз одсуство варијансе. Насупрот томе, раније полно сазревање и млађе доба прве репродукције за оба пола ову популацију приближава статусу вијабилне у оквиру наредних сто година.

Носећи капацитет средине, односно простор на коме одређени број јединки борави је параметар који човек може релативно лако да мења. На основу података из литературе, процењена густина популације из Куновице на експерименталној површини на којој је вршено посматрање карактеристична је за „стабилне“ популације, па би троструко повећање носећег капацитета средине повећало и вероватноћу преживљавања за трећину. То би, уз додатно надгледање и евентуално мењање варирања параметара животне историје омогућило дугорочни опстанак дате популације шумске корњаче



8. ЛИТЕРАТУРА

Aarts, G., MacKenzie, M., McConnell, B., Fedak, M., Matthiopoulos, J. 2008. Estimating space-use and habitat preference from wildlife telemetry data. *Ecography* 31: 140–160.

Abrams, P. A., Ludwig, D. 1995. Optimality theory, Gompertz' law, and the disposable soma theory of senescence. *Evolution* 49: 1055-1066.

Akçakaya, H.R., Sjögren-Gulve, P. 2000. Population viability analysis in conservation planning: an overview. *Ecological Bulletins* 48: 9-21.

Aldridge, C. L., Boyce, M. S. 2007. Linking occurrence and fitness to persistence: habitat-based approach for endangered Greater Sage-Grouse. *Ecological Applications* 17: 508– 526.

Aldridge, C. L., Nielsen, S. E., Beyer, H. L., Boyce, M. S., Connelly, J. W., Knick, S. T., Schroeder, M. A. 2008. Range-wide patterns of Greater Sage-Grouse persistence. *Diversity and Distribution* 14: 983–994.

Allen, J. R., McInenly, L. E., Merrill, E. H., Boyce, M. S. 2008. Using resource selection functions to improve estimation of elk population numbers. *Journal of Wildlife Management* 72: 1798–1804.

Altmann, S.A., Altmann, J. 1970. *Baboon Ecology*. Chicago, University of Chicago Press.

Anadón, J.D., Giménez, A., Martínez, M., Palazón, J.A., Esteve, M.A. 2007. Assessing changes in habitat quality due to land use changes in the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* using hierarchical predictive habitat models. *Diversity and Distribution* 13: 324-331.

Andrews, R.M. 1982. Patterns of growth in reptiles. In: *Biology of the Reptilia, Vol. 13, Physiology D*. Gans, C., Pough, F.H., Eds, Academic Press, London. p. 273-320.

Aponte, C., Barreto, G.R., Terborgh, J., 2003. Consequences of habitat fragmentation on age structure and life history in a tortoise population. *Biotropica* 35: 550–555.

Arthur, S.M., Manly, B.F., McDonald, L.L. and Garner, G.W. 1996. Assessing habitat selection when availability changes. *Ecology*, 77(1): 215-227.

Ashmore, G.M., Janzen, F.J. 2003. Phenotypic variation in smooth soft-shell turtles (*Apalone mutica*) from eggs incubated in constant versus fluctuating temperatures. *Oecologia* 134: 182–188.

Ashton, K. G. 2004. Sensitivity of intraspecific latitudinal clines of body size for tetrapods to sampling, latitude and body size. *Integrative and Comparative Biology* 44:403–412.

Atkinson, D. 1994. Temperature and organism size—a biological law for ectotherms? *Advances in Ecological Research* 25: 1–58.

Atkinson, D. 1995. Effects of temperature on the size of aquatic ectotherms: Exceptions to the general rule. *Journal of Thermal Biology* 20: 61–74.

Atkinson, D., B. J. Ciotti, Montagnes, D. J. S.. 2003. Protists decrease in size linearly with temperature: ca. 2.5% °C⁻¹. *Proceedings of Royal Society of London B* 270: 2605–2611.

Auffenberg, W., Iverson, J. B. 1979. Demography of terrestrial turtles. In: *Turtles: perspectives and research*: 541-569. Harless, M. & Morlock, H. (Eds). New York: John Wiley.

Baker, M. B., Rao, S. 2004. Incremental costs and benefits shape natal dispersal: Theory and example with *Hemilepistus reaumuri*. *Ecology* 85: 1039–1051.

Ballasina, D. 1995. Distributione e situazione delle tartarughe terrestri in Italia. In: Ballasina, D (Ed.). *Red Data Book on Mediterranean Chelonians*. Bologna: Edagricole, pp. 147–168.

Ballasina, D. 1996. Conservation and reproduction techniques at the Carapax Center, Italy. In: Deveaux, B. (Ed.). *Proceedings – International Congress of Chelonian Conservation*. Gonfaron, France: Editions SOPTOM, pp. 210–211.

Ballasina, D., Willemsen, R.E. 1990. Morphological aspects of *Testudo hermanni hermanni* in Tuscany compared with individuals coming from southern Italy. In: *Abstracts of IV Symposium Europaeum Cheolonologicum*. Massa Marittima, Italy.

Beauplet, G., Barbraud, C., Dabin, W., Küssener, C., Guinet, C. 2006. Age-specific survival and reproductive performances in fur seals: evidence of senescence and individual quality. *Oikos* 112: 430–441.

Bell G, 1980. The costs of reproduction and their consequence. *The American Naturalist* 116: 45-76.

Berry, J.F., Shine, R. 1980. Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (order Testudines). *Oecologia* 44: 185–191.

Berrigan, D., Charnov, E. L. 1994. Reaction norms for age and size at maturity in response to temperature: A puzzle for life historians. *Oikos* 70: 474–478.

Bertolero, A. 2002. *Biología de la tortuga mediterránea Testudo hermanni aplicada a su conservación*. Ph.D. Thesis, University of Barcelona, Barcelona.

Bertolero, A. 2006. La tortue d'Hermann *Testudo hermanni* sur les îles de Majorque et Minorque. *Chéloniens* 1:12–19.

Bertolero, A. 2008. *Cens i distribució de la tortuga mediterrània a la serra de l'Albera 2008*. Unpublished report to Forestal Catalana – Ministry of the Environment and Housing. Government of Catalonia.

Bertolero, A., Cheylan, M., Nougarède, J.P. 2007a. Accroissement de la fécondité chez la tortue d'Hermann *Testudo hermanni hermanni* en condition insulaire: un contre-exemple du syndrome insulaire? *Revue d'Écologie (Terre et Vie)* 62:93–98.

Bertolero, A., Nougarède, J.-P., Cheylan, M. 2007b. Female reproductive phenology from a population of Hermann's tortoise *Testudo hermanni hermanni* in Corsica. *Herpetological Journal* 17:92–96.

Bertolero, A., Nougarede, J.-P., Cheylan, M., and Marín, A. 2007c. Breeding traits of Hermann's tortoise *Testudo hermanni hermanni* in two western populations. *Amphibia-Reptilia* 28: 77–85.

Bertolero, A., Oro, D., Besnard, A. 2007d. Assessing the efficacy of reintroduction programmes by modelling adult survival: the example of Hermann's tortoise. *Animal Conservation* 10: 360–368.

Bertolero, A., Cheylan, M., Hailey, A., Livoreil, B., Willemsen, R.E. 2011. *Testudo hermanni* (Gmelin 1789)- Hermann's Tortoise. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs No. 5, pp. 059.1-059.20.

Beshkov, V.A. 1993. On the distribution, relative abundance and protection of tortoises in Bulgaria. *Chelonian Conservation and Biology* 1: 53–62.

Beshkov, V.A. 1997. Record-sized tortoises *Testudo graeca iberica* and *Testudo hermanni boettgeri* from Bulgaria. *Chelonian Conservation and Biology* 2: 593–596.

Beissinger, S.R, McCullough, D.R, editors. 2002. *Population viability analysis*. Chicago: University of Chicago Press. p 577.

Berardo F, Carranza ML, Frate L, Stanisci A, Loy A. 2015. Seasonal habitat preference by the flagship species *Testudo hermanni*: Implications for the conservation of coastal dunes. *C R Biol* 338(5): 343-50.

Blackburn, T. M., K. J. Gaston, Loder, N. 1999. Geographic gradients in body size: A clarification of Bergmann's rule. *Diversity and Distributions* 5: 165–174.

Blundell, G. M. et al. 2001. Linear home ranges: effects of smoothing, sample size, and autocorrelation on kernel estimates. *Ecological Monographs* 71: 469-489.

Bonnet, B. 1979. Influence of nutritional conditions on the organic composition of blood and urine in the juvenile sea turtle *Chelonia mydas* L. *Aquaculture* 16, 253-260.

Bonnet, X., Lagarde, F., Henen, B.T., Corbin, J., Nagy, K.A., Naulleau, G., Balhoul, K., Chastel, O., Legrand, A., Cambag, R. 2001. Sexual dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldii*): influence of the environment and sexual selection on body shape and mobility. *Biological Journal of the Linnean Society* 72: 357-372.

Bonnet, X., Lourdais, O., Shine, R., Naulleau, G. 2002. Reproduction in typical capital breeder: costs, currencies, and complications in the aspiviper. *Ecology* 83: 2124–2135.

Bonnet, X., Delmas, V., El-Mouden, H., Slimani, T., Sterijovski, B., Kuchling, G. 2010. Is sexual body shape consistent in aquatic and terrestrial chelonians? *Zoology* 113: 213-220.

Bour, R. 2004a. *Testudo boettgeri* Mojsisovics, 1889. *Manouria* 7: 9–10.

Bour, R. 2004b. A new character for the identification of populations of the Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. *Salamandra* 40: 59–66.

Boyce, M. S., McDonald, L. L. 1999. Relating populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Evolution and Ecology* 14: 268-272.

Boyce, M. S., Mao, J. S., Merrill, E. H., Fortin, D., Turner, M. G., Fryxell, J. and Turchin, P. 2003. Scale and heterogeneity in habitat selection by elk in Yellowstone National Park. *Ecoscience* 10, 421–431.

Brooker, C.M., Jr., Rossen, D. E. 1966. *Modes of reproduction in fishes*. T. F.H. Publications, Neptune City, N.J.

Broussard, D.R., Michener, G.R., Risch, T.S., Dobson, F.S. 2005. Somatic senescence: evidence from female Richardson's ground squirrels. *Oikos* 108: 591–601.

Bruno, S. 1981. Ricerche ecologiche, floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana. *Accademia Nazionale Lincei* 254: 31–76.

Buckland, S. T. E. and Elston, D. A. 1993. Empirical models for the distribution of wildlife. *Journal of Applied Ecology* . 30: 478-495.

Budó, J., Capalleras, X., Fèlix, J., and Font, J. 2009. Aportacions sobre l'estudi de l'alimentació de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni hermanni*) a la serra de l'Albera (Catalunya). *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia* 18:109–115.

Burger, J. 1976. Behavior of hatchling diamondback terrapins (*Malaclemys terrapin*) in the field. *Copeia*, pp.742-748.

Burger, J., Carruth-Hinchey, C., Ondroff, J., McMahon, M., Gibbons, J.W. and Gochfeld, M. 1998. Effects of lead on behaviour, growth, and survival of hatchling slider turtles. *J. Toxicol. Environ. Health A* 55, 495–502.

Burgess, S. C., Marshall, D. J. 2011. Are numbers enough? Colonizer phenotype and abundance interact to affect population dynamics. *Journal of Animal Ecology* 80: 681–687.

Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346–352.

Bury, R. B. 1979. Population ecology of freshwater turtles. In *Turtles: perspectives and research*: 571-602. Harless, M. & Morlock, H. (Eds). New York: John Wiley.

Ceballos, C.P., Valenzuela, N. 2011. The role of sex-specific plasticity in shaping sexual dimorphism in a long-lived vertebrate, the snapping turtle *Chelydra serpentina*. *Evol. Biol.*, 38, 163-181.

Calzolari, R., Chelazzi, G. 1991. Habitat use in a central Italy population of *Testudo hermanni* Gmelin. *Ethology, Ecology and Evolution* 3:153–166.

Calenge, C. et al. 2005. K-select analysis: a new method to analyse habitat selection in radio-tracking studies. *Ecological Modelling* 186:143-153.

Cam, E., Hines, J.E., Monnat, J.-Y., Nichols, J.D., Danchin, E. 1998. Are adult nonbreeders prudent parents? The kittiwake model. *Ecology* 79: 2917–1930.

Cañadas, A., Sagarminga, R., De Stephanis, R., Urquiola, E., Hammond, P. S. 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem* 15: 495-521.

Carranza, S. and Roca, J.L. 2007. Caracterització genètica de les poblacions de tortugues mediterrànies de Marçà. Unpublished report to Forestal Catalana – Ministry of the Environment and Housing. Government of Catalonia.

Carretero, M.A., Bertolero, A., Llorente, G.A. 1995. Thermal ecology of a population of *Testudo hermanni* in the Ebro Delta (NE Spain). In: Llorente, G.A., Montori, A., Santos, X. and Carretero, M.A. (Eds.). Barcelona: Scientia Herpetologica, pp. 208–212.

Carretero, M.A., Znari, M., Harris, D.J., Macé, J.C., 2005. Morphological divergence among populations of *Testudo graeca* from west-central Morocco. *Animal Biology* 55: 259–279.

Carey, J. R. 2003. *Longevity*. Princeton University Press.

Castanet, J., Cheylan, M. 1979. Les marques de croissance des os et des écailles comme indicateur de l'âge chez *Testudo hermanni* et *Testudo graeca* (Reptilia, Chelonia, Testudinidae). *Canadian Journal of Zoology* 57: 1649-1665.

Caswell, H. 1982. Optimal life histories and the age specific cost of reproduction. *Journal of Theoretical Biology* 98: 519-529.

Caughley, G. 1994. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology* 63: 215-244.

Caughley, G., Sinclair, A.R.E. 1994. *Wildlife ecology and management*. Oxford: Blackwell.
Celse, J., Catard, A., Caron, S., Ballouard, J.M., Gagno, S., Jardé, N., Cheylan, M., Astruc, G., Croquet, V., Bosc, M., Petenian, F. 2014. *Management guide of populations and habitats of the Hermann's tortoise*. LIFE 08 NAT/F/000475. ARPE PACA.210 p.

Charnov, E. L. 1993. *Life history invariants*. Oxford: OxfordUniversity Press.

Charlesworth, B. 1980. *Evolution in age-structured populations*. Cambridge: Cambridge University Press.

Charlesworth, B. 2001. Patterns of age-specific means and genetic variances of mortality rates predicted by the mutationaccumulation theory of ageing. *Journal of Theoretical Biology* 210: 47–65.

Cherchi, M.A. 1956. Termoregolazione in *Testudo hermanni* Gmelin. *Bolletino Musei Istituti Biologia Università Genova* 26:1–46.

Cherchi, M.A. 1960. Ulteriori ricerche sulla termoregolazione in *Testudo hermanni* Gmelin. *Bolletino Musei Istituti Biologia Università Genova* 30:35–60.

Cheyland, M. 1981. *Biologie et écologie de la tortue d'Hermann Testudo hermanni Gmelin 1789. Contribution de l'espèce a la connaissance des climats quaternaires de la France*. Montpellier: Mémoires et Travaux de l'Institut de Montpellier (E.P.H.E.), Vol. 13, 382 pp.

Cheyland, M. 1984. The true status and future of Hermann's tortoise *Testudo hermanni robertmertensi* Wermuth 1952 in Western Europe. *Amphibia-Reptilia* 5:17–26.

Cheyland, M. 1992. La Tortue d'Hermann, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. In: Delaugerre, M. and Cheyland, M. (Eds.). *Atlas de Répartition des Batraciens et Reptiles de Corse*. Parc Naturel Régional de Corse et École Pratique des Hautes Études, pp. 43–46.

Cheyland, M. 1995. Les tortues d'Hermann et cistude en Corse, situation actuelle et mesures de sauvegarde. In: Ballasina, D. (Ed.). *Red Data Book on Mediterranean Chelonians*. Bologna: Edagricole, pp. 69–93.

Cheyland, M. 2001. *Testudo hermanni* Gmelin, 1798 – Griechische Landschildkröten. In: Fritz, U. (Ed.). *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3/III A: Schildkröten (Testudines). I. (Bataguridae, Testudinidae, Emydidae)*. Wiebelsheim:Aula-Verlag, pp. 179–289.

Cheyland, M. 2004. Incendies: lourd tribu pour les tortues d'Hermann. *Espace Naturels* 5: 10.

Cheyland, M., Catard, A., Livoreil, B. 2009. *Plan national de restauration de la tortue d'Hermann (Testudo hermanni hermanni) 2008–2012*. Report to Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, 120 pp.

Cheyland, M., Corti, C., Carpaneto, G.M., Mazzotti, S., Zuffi, M.A.L. 2010. *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. In: Corti, C., Capula, M., Luiselli, L., Razzetti, E., Sindaco, R. (Eds.). *Fauna d'Italia. Vol. XIV, Reptilia*. Milano, Italy: Edizioni Calderini de Il Sole 24 Ore, pp. 190–201.

Chetkiewicz, C.L.B., Clair, C.C.S., Boyce, M.S. 2006. Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 37: 317–342.

Chkhikvadze, V.M. 1970. O prois'choshdenii sowremennykh suchoputnykh cerepach paleoarktiki. *Soobsceniia Akademii Nauk Gruzinskoi SSR* 57: 245–247.

Cichoń, M. 1997. Evolution of longevity through optimal resource allocation. *Proceedings of Royal Society of London B* 264: 1383-1388.

Claude, J., Paradis, E., Tong, H., Auffray, J.-C., 2003. A geometric morphometric assessment of the effects of environment and cladogenesis on the evolution of the turtle shell. *Biological Journal of the Linnean Society* 79: 485–501.

Clobert, J., Massot, M., Lecomete, J., Sorci, G., de Fraipont, M., Barbault., R. 1994. Determinants of dispersal behavior: the common lizard study. In: Vitt, L., Pianka, E.R., eds.,

Lizard ecology. Historical and experimental perspectives. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 183-206.

Clutton-Brock, T.H. 1984. Reproductive effort and terminal investment in iteroparous animals. *The American Naturalist* 123: 212–229.

Clutton-Brock, T.H. (ed.) 1988. *Reproductive Success.* Chicago: University of Chicago Press.
Clutton-Brock, T.H., Stevenson, I.R., Marrow, P., MacColl, A.D., Houston, A.I., McNamara, J.M. 1996. Population fluctuations, reproductive costs and life-history tactics in female Soay sheep. *Journal of Animal Ecology* 65:675–689.

Cock, A.G., 1966. Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *The Quarterly Review of Biology* 41: 131–190.

Cody, M.L. 1966. A general theory of clutch size. *Evolution* 20: 174-184.

Cohen, J. 1998. *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences.* Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.

Cole, L.C. 1954. The population consequences of life history phenomena. *Quarterly Review of Biology* 19: 103–137.

Congdon, J. D., Tinkle, D. F. 1982. Reproductive energetics of the painted turtle (*Chrysemys picta*). *Herpetologica* 38: 228-237.

Corti, C., Zuffi, M.A.L. 2003. Aspects of population ecology of *Testudo hermanni hermanni* from Asinara Island, NW Sardinia (Italy, Western Mediterranean Sea): preliminary data. *Amphibia- Reptilia* 24:441–447.

Couturier, T., Besnard, A., Bertolero, A., Bosc, V., Astruc, G., Cheylan, M. 2014. Factors determining abundance and occurrence of Hermann's tortoise *Testudo hermanni* in France and Spain: Fire regimes and landscape changes as the main drivers. *Biological Conservation* 170: 177-187.

Cowlshaw, G. 1997a. Trade-offs between foraging and predation risk determine habitat use in a desert baboon population. *Animal Behaviour* 53: 667-686.

Cox, N.A., Temple, H.J. 2009. *European Red List of Reptiles*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 34 pp.

Crnobrnja-Isailovic, J., Ajtić, R., Tomović, Lj. 2007. Seasonal activity pattern in Nose-horned Viper (*Vipera ammodytes*), from the Central Balkans. *Amphibia - Reptilia* 28: 582-589

Cruce, M., Răducan, I. 1976. Reproducerea la broasca testoasă de uscat (*Testudo hermanni hermanni* G.). *Revue Roumaine de Biologie, Serie Biologie Animale* 28:175–180.

Darwin, C. R. 1874. *The descent of man, and selection in relation to sex*. 2d ed. Appleton, New York.

DeAngelis, D. L., Gross, L. J. (eds) 1992. *Individual-based Models and Approaches in Ecology: Populations, Communities and Ecosystems*. Chapman and Hall, New York.

Delcomyn, F. 1987. Motor activity during searching and walking movements of cockroach legs. *Journal of Experimental Biology* 133: 111–120.

Delmas, V., Baudry, E., Girondot, M., Prevot-Julliard, A.C. 2008. The righting response as a fitness index in freshwater turtles. *Biological Journal of the Linnean Society* 91: 99-109.

Del Vecchio, S., Burke, R.L., Rugiero, L., Capula, M., Luiselli, L. 2011. Seasonal changes in the diet of *Testudo hermanni hermanni* in Central Italy. *Herpetologica* 67:236–249.

Domokos, G., Varkonyi, P.L. 2008 Geometry and self-righting of turtles. *Proceedings of the Royal Society B* 275: 11-17.

Dunn, J. E. and Gipson, P. S. 1977. Analysis of radio telemetry data in studies of home range. *Biometrics* 33: 85–101.

Ђорђевић, С. 2012. Полни диморфизам шумске корњаче (*Testudo hermanni*) централног дела Балканског полуострва. Докторска дисертација. Биолошки факултет, Универзитет у Београду.

Dorđević S, Đurakić M, Golubović A, Ajtić R, Tomović L, Bonnet X. 2011. Sexual body size and body shape dimorphism of *Testudo hermanni* in central and eastern Serbia. *Amphibia-Reptilia* 32: 445-458.

Ebenhard, T. 2000. Population viability analyses of Swedish wolves, otters and peregrine falcons. *Ecol. Bull.* 48:000-000.

Eberhardt, L.L. 1969. Population estimates from recapture frequencies. *Journal of Wildlife Management* 33: 28-39

Eendebak, B.T. 1995. Incubation period and sex ratio of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni boettgeri*. *Chelonian Conservation and Biology* 1:227-231.

Ehrlich, P. R., Launer, A. E. & Murphy, D. D. 1984. Can sex ratio be defined or determined? The case of a population of checkerspot butterflies. *American Naturalist* 124: 527-539.

Elnitsky, M.A., Clausen, D.L. 2006. The effects of temperature and inter-individual variation on the locomotor performance of juvenile turtles. *Journal of Comparative Physiology*, 176, 497-504.

Esteban, I. 1987. Estudio de la reproducción de *Testudo hermanni* (Gmelin) en cautividad. *Aquamar* 27:12-20.

Ewer, R. F. 1968. *Ethology of mammals*. London: Logos.

Faisal, A.A., Matheson, T. 2001. Coordinated righting behavior in locusts. *Journal of Experimental Biology* 204, 637-648.

Fèlix, J., Capalleras, X., Budó, J., Farré, M. 1989. Estructura de una población de tortuga mediterránea (*Testudo hermanni robert mertensi*, Wermuth), antes y después de un incendio forestal. *Treballs de la Societat Catalana d'Ictiologia i Herpetologia* 2:210–223.

Fernández-Chacón, A., Bertolero, A., Amengual, A., Tavecchia, G., Homar, V., Oro, D. 2011. Exploring the effects of climate change on the population dynamics of a Mediterranean tortoise. *Global Change Biology* 17:3075–3088.

Fertard, B. 1992. Etude des caractéristiques radiographiques et chronologiques de la ponte chez *Testudo hermanni* en semi-liberté. In: First International Congress of Chelonian Pathology. Gonfaron, France: Editions SOPTOM, pp. 190–199.

Fitch, H.S. 1970. Reproductive cycles in lizards and snakes. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ.* 52: 1–247.

Fisher, R.A. 1930. *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon Press.

Fortin, D., Beyer, H. L., Boyce, M. S., Smith, D. W., Duchesne, T. and Mao, J. S. 2005. Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology* 86: 1320–1330.

Fortin, D., Fortin, M. E., Beyer, H. L., Duchesne, T., Courant, S. and Dancose, K. 2009. Group-size-mediated habitat selection and group fusion–fission dynamics of bison under predation risk. *Ecology* 90: 2480–2490.

Frankham, R., Ballou, J.D., Briscoe, D.A. 2004. A primer of conservation genetics. Cambridge- Cambridge University Press, pp. 76-99.

Franklin, I. R. 1980. Evolutionary change in small populations. In *Conservation biology: An evolutionary - ecological perspective*, 135-140. Soule, M. E. & Wilcox, B. A. (Eds). Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.

Frantsevich, L. 2004. Righting kinematics in beetles (Insecta: Coleoptera). *Arthropod Struct. Dev.* 33, 221–235.

Freedberg, S., Stumpf, A.L., Ewert, M.A., Nelson, C.E. 2004. Developmental environment has long-lasting effects on behavioural performance in two turtles with environmental sex determination. *Evolutionary Ecology Research* 6, 739–747.

Frisenda, S. and Ballasina, D. 1990. Le statut de Chéloniens terrestres et d'eau douce en Italie. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 53:18–23.

Fritz, U., Bininda-Emonds, O.R.P. 2007. When genes meet nomenclature: tortoise phylogeny and the shifting generic concepts of *Testudo* and *Geochelone*. *Zoology* 110: 298–307.

Fritz, U., Auer, M., Bertolero, A., Cheylan, M., Fattizzo, T., Hundsdörfer, A., Martín Sampayo, M., Pretus, J., Široký, P., Wink, M. 2006. A rangewide phylogeography of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* (Reptilia: Testudines: Testudinidae): implications for taxonomy. *Zoologica Scripta* 35: 531–543.

Futuyma, D. 1998. *Evolutionary biology*. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates.

Gadgil, M., Bossert, W.H. 1970. Life historical consequences of natural selection. *American Naturalist* 104: 1–24.

Galeotti, P., Sacchi, R., Pelliteri Rosa, D., Fasola, M. 2005a. Female preference for fast-rate, high-pitched calls in Hermann's tortoises *Testudo hermanni*. *Behavioral Ecology* 16: 301–308.

Galeotti, P., Sacchi, R., Pelliteri Rosa, D., Fasola, M. 2005b. Courtship displays and mounting calls are honest, condition-dependent signals that influence mounting success in Hermann's tortoises. *Canadian Journal of Zoology* 83:1306–1313.

Galeotti, P., Sacchi, R., Pelliteri Rosa, D., Fasola, M. 2007. Olfactory discrimination of species, sex and maturity by the Hermann's tortoise *Testudo hermanni*. *Copeia* 2007: 980–985.

Garson, G. 2009. *Univariate GLM, ANOVA, and ANCOVA*. North Carolina State University, Ralleigh, NC.

Gautier-Hion, A., Gautier, J. P., Quris, R. 1981. Forest structure and fruit availability as complementary factors influencing habitat use by a troop of monkeys (*Cercopithecus cephus*). *Revue d'Ecologie* 35: 511-536.

Гавриловић, Н. 2015. Присуство паразита у дигестивном тракту јединки шумске корњаче (*Testudo hermanni*) из околине Ниша. Мастер рад, Природно-маематички факултет, Универзитет у Нишу.

Gavrilov, L. A., Gavrilova, N. S. 1991. *The biology of life span: a quantitative approach*. London: Harwood Academic Publishers.

Germano, D. J. 1988. Age and growth histories of desert tortoises using scute annuli. *Copeia* 1988: 914-920.

Germano, D.J., Fritts, T.H. 1994. Methods of age determination of the desert tortoise, *Gopherus agassizii*. In: Proceedings Desert Tortoise Council 1987-1991, p. 93-100.

Gibbons, J. W., Lovich, J. E., 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs* 4: 1–29.

Gibbons, J. W. 1970. Sex ratio in turtles. *Researches on Population Ecology* (Kyoto) 12: 252-254.

Gibbons, J. W. 1990. Sex ratios and their signicance among turtle populations. In Life history and ecology of the sliderturtle: 171-182. Gibbons, J. W. (Ed.). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.

Girondot, M., Pieau, C. 1993. Effects of sexual differences of age at maturity and survival on population sex ratio. *Evolutionary Ecology* 7: 645-650.

Gmira, S. 1993. Nouvelles données sur les espèces actuelles de *Testudo*. Bulletin de la Société Herpétologique de France 65/66: 49–56.

Gmira, S. 1995. Étude des Chéloniens Fossiles du Maroc. Anatomie, Systématique, Phylogénie. Cahiers de Paléontologie. Paris: CNRS Editions, 140 pp.

Голубовић, А., Ђорђевић, С. 2013. Шумска корњача (*Testudo hermanni*) у Србији. Основне карактеристике врсте, фактори угрожавања и предстојећа истраживања. Биолошки факултет Универзитет у Београду и Српско Херпетолошко Друштво „Милутин Радовановић“, Београд, 15 стр.

Golubović, A., Bonnet, X., Djordjević, S., Djurakić, M., Tomović, Lj. 2013. Variations in righting behaviour across Hermann's tortoise populations. *Journal of Zoology* 291: 69-75

Golubović, A., Tomović, Lj., Ivanović, A. 2015. Geometry of self righting: the case of Hermann's tortoises. *Zoologischer Anzeiger-A journal of comparative zoology* 254, 99-105.

Graham, T.E. 1979. Life history techniques. In: *Turtles: Perspectives and Research*. Harless, M., Morlock, H., Eds. John Wiley and Sons, New York. p. 73-95.

Green, A., 2001. Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology* 82 (5): 1473–1483.

Greer, A.E. 1989. *The Biology and Evolution of Australian Lizards*. Chipping Norton NSW: Surrey Beatty & Sons. 264 pp.

Guisan, A., Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.

Guisan, A., Edwards, T. C. Jr., Hastie, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157: 89-100.

Guyot, G. 1996. Biologie de la conservation chez la tortue d'Hermann française. Ph.D. Thesis, University of Paris VI, Paris.

Hailey, A. 1990. Adult survival and recruitment and the explanation of an uneven sex ratio in a tortoise population. *Canadian Journal of Zoology* 68:547–555.

Hailey, A. 2000. The effects of fire and mechanical habitat destruction on survival of the tortoise *Testudo hermanni* in northern Greece. *Biological Conservation* 92:321–333.

Hailey, A., Loumbourdis, N.S. 1988. Egg size and shape, clutch dynamics, and reproductive effort in European tortoises. *Canadian Journal of Zoology* 66:1527–1536.

Hailey, A., Loumbourdis, N.S. 1990. Population ecology and conservation of tortoises: demographic aspects of reproduction in *Testudo hermanni*. *Herpetological Journal* 1:425–434.

Hailey, A., Willemsen, R.E. 2000. Population density and adult sex ratio of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: evidence for intrinsic population regulation. *Journal of Zoology*, London, 251: 325-338.

Hailey, A., Willemsen, R.E. 2003. Changes in the status of tortoise populations in Greece 1984–2001. *Biodiversity and Conservation* 12:991–1011.

Hailey, A., Pulford, E., Stubbs, D. 1984. Summer activity pattern of *Testudo hermanni* Gmelin in Greece and France. *Amphibia-Reptilia* 5:69–78.

Hayne, D. W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30: 1–18.

Hamilton, W.D., May, R.M. 1977. Dispersal in stable habitats. *Nature* 269: 578-581.

Hamilton, S. L., Regetz, J., Warner, R. R. 2008. Postsettlement survival linked to larval life in a marine fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 105: 1561–1566.

Hanski, I., A. Moilanen and M. Gyllenberg 1996. Minimum viable metapopulation size. *The American Naturalist* 147: 527-541.

Hastings, A., Botsford, L. W. 2006. Persistence of spatial populations depends on returning home. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103:6067–6072.

Haxhiu, I. 1995. Results of studies on the chelonians of Albania. *Chelonian Conservation and Biology* 1:324–326.

Hebblewhite, M., Merrill, E. H., McDonald, T. L. 2005. Spatial decomposition of predation risk using resource selection functions: an example in a wolf–elk predator–prey system. *Oikos* 111: 101–111.

Heino, M., Kaitala, V., 1999. Evolution of resource allocation between growth and reproduction in animals with indeterminate growth. *Journal of Evolutionary Biology* 12: 423–429.

Henry, P.-Y., Nougarède, J.-P., Pradel, R., Cheylan, M. 1999. Survival rates and demography of the Hermann's Tortoise *Testudo hermanni* in Corsica, France. In: Miaud, C. and Guyétant G. (Eds.). *Current Studies in Herpetology*. Le Bourget du Lac (SEH), pp. 189–196.

Highfield, A.C. 1989. Notes on dietary constituents for herbivorous terrestrial chelonian and their effects on growth and development. *Assoc. Study Rept. Amph. (UK) J.*, 3: 7-20.

Hirschfield, M.F., Tinkle, D.W. 1975. Natural selection and the evolution of reproductive effort. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 72: 2227–2231.

Hirzel, A. H., Lay, G. L. 2008 Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology* 45, 1372–1381.

Hunter, M.L. 2001. *Fundamentals of conservation biology*. 2nd edition. Malden, MA: Blackwell Science, Inc. p 486.

Huot-Daubremont, C. 1996. Contribution à l'étude écophysiological de different aspects du cycle annuel de la tortue d'Hermann *Testudo hermanni hermanni* dans le Massif des Maures (Var). Ph.D. Thesis, Université de Tours–François Rabelais, France.

Huot-Daubremont, C. 2002. Etude de la thermorégulation de la tortue d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*) au cours de son cycle annuel, à l'aide d'une sonde intracorporelle – rythme nycthémeral et échelle thermobiologique. *Chelonii* 3:145–154.

Huot-Daubremont, C., Grenot, C. 1997. Rythmes d'activité de la tortue d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*) dans le massif des Maures (Var). *Revue d'Écologie (Terre et Vie)* 52:331–344.

Hurly, T. A. 1987. Male-biased sex ratios in a red squirrel population. *Canadian Journal of Zoology* 65: 1284-1286.

Jacobson, E. R. 1987. Reptiles. In *Veterinary clinics of North America: small animal practice*, 1203-1225. Harkness, J. (Ed.). Philadelphia: W. B. Saunders.

Jacobson, E. R., Schumacher, J., Green, M. 1992. Field and clinical techniques for sampling and handling blood for hematologic and selected biochemical determinations in the desert tortoise, *Xerobates agassizii*. *Copeia* 1992: 237-241.

Jacobson, E. R., Behler, J. L. & Jarchow, J. L. 1999. Health assessment of chelonians and release into the wild. In *Zoo and wild animal medicine: current therapy*, 4th edition, 232-242. Fowler, M. E. & Miller, E. R. (Eds). Philadelphia: W. B. Saunders Co.

Jackson, O. F. 1980. Weight and measurement data on tortoises (*Testudo graeca* and *Testudo hermanni*) and their relationship to health. *Journal of Small Animal Practice* 21, 409-416.

Jackson, O. F. 1991. Chelonians. In *Manual of exotic pets*, 221-243. Beynon, P.H. & Cooper, J. E. (Eds). Cheltenham: BSAVA Publications.

Janzen, F. J., Paukstis, G. L. 1991. Environmental sex determination in reptiles: ecology, evolution and experimental design. *Quarterly Review of Biology* 66: 149-179.

Jennrich, R. I., Turner, F. B. 1969. Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology* 22: 227–237.

Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61: 65–71.

Kaddour, K.B., El Mouden, E.H., Slimani, T., Bonnet, X., Lagarde, F., 2008. Sexual dimorphism in Greek tortoise: a test of the body shape hypothesis. *Chelonian Conservation and Biology* 7: 21–27.

Kaliontzopoulou, A., Carretero, M.A., Llorente, G.A., 2007. Multivariate and geometric morphometrics in the analysis of sexual dimorphism variation in *Podarcis* lizards. *Journal of Morphology* 268: 152–165.

Kaliontzopoulou, A., Adams, D.C., van der Meijden, A., Perera, A. and Carretero, M.A., 2012. Relationships between head morphology, bite performance and ecology in two species of *Podarcis* wall lizards. *Evolutionary Ecology*, 26(4): 825-845.

Kaufmann, J. H. 1962. Ecology and social behavior of the coati, *Nasua narica*, on Barro Colorado Island, Panama. *University of California Publications in Zoology* 60: 95–222.

Kaplin, B. A., 2001. Ranging behavior in two species of guenons (*Cercopithecus lhoesti* and *C. mitis doggetti*) in the Nyungwe Forest Reserve, Rwanda. *International Journal of Primatology* 22: 521-548.

Kernohan, B.J., Millsaugh, J.J., Jenks, J.A. and Naugle, D.E., 1998. Use of an adaptive kernel home-range estimator in a GIS environment to calculate habitat use. *Journal of Environmental Management*, 53(1): 83-89.

Klemens, M. W., Raphael, B. L., Karesh, W. B., Moehlman, P. D. and Mwaya, R. T. 1997. Baseline health parameters of free-ranging pancake tortoises, *Malacochersus tornieri*, in Tanzania. In *Proceedings: Conservation, restoration, and management of tortoises and turtles*

- *an international conference*, 83. Van Abbema, J. (Ed.). New York: New York Turtle & Tortoise Society/Wildlife Conservation Society.

Krebs, C. 1989. *Ecological methodology*. Harper. S. Row publishers, New York. USA.

Klopfer, P.H., MacArthur, R.H. 1960. Niche size and faunal diversity. *American Naturalist* 94: 293-300.

Koztowski, J. 1992. Optimal allocation of resources to growth and reproduction - implications for age and size at maturity. *Trends in Ecology and Evolution* 7: 15-19.

Lacy, R. C. 1993. VORTEX: A computer simulation model for population viability analysis. *Wildl. Res.* 20: 45-65

Lacy, R. C. 2000a. Considering threats to the viability of small populations with individual-based models. *Ecol. Bull.* 48: 000-000.

Lacy, R. C. 2000b. Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis. *Ecol. Bull.* 48: 000-000.

Lacy, R.C., M. Borbat, and J.P. Pollak. 2005. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.50*. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.

Lagarde, F., Bonnet, X., Henen, B.T., Corbin, J., Nagy, K., Naulleau, G., 2001. Sexual size dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldi*): growth, maturity, and individual variation. *Canadian Journal of Zoology* **79**: 1433–1441.

Lagarde, F., Bonnet, X., Henen, B., Legrand, A., Corbin, J., Nagy, K., Naulleau, G., 2003. Sex divergence in space utilization in the steppe tortoise (*Testudo horsfieldi*). *Canadian Journal of Zoology* 81: 380–387.

Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241: 1455-1460.

Lande, R. 1995. Mutation and conservation. *Conservation Biology* 9:782-791.

Lapparent de Broin, F. de, Bour, R., Parham, J.F., Perälä, J. 2006a. *Eurotestudo*, a new genus for the species *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (Chelonii, Testudinidae). *Comptes Rendus Paleovol* 5: 803–811.

Lapparent de Broin, F. de, Bour, R., Parham, J.F., Perälä, J. 2006b. Morphological definition of *Eurotestudo* (Testudinidae, Chelonii): second part. *Annales de Paléontologie* 92: 325–357.

Lelo, S. 2005. Records of the species *Testudo hermanni* (Gmelin, 1788) (Chelonia, Testudinidae) in the broad area of Sarajevo. *Radovi poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Sarajevo, 50 (55/2): 27-32. (In Bosnian).

Lessels, C.M. 1991. The evolution of life histories. Pages 32–68 in *Behavioural ecology* 3rd edition, J.R. Krebs and N.B. Davies, eds. Cambridge: Blackwell Scientific Publications.

Levins, R., Culver, D. 1971. Regional coexistence of species and competition between rare species. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 68: 1246–1248.

Lewontin, R.C. 1965. Selection for colonizing ability. In: *The genetics of colonizing species* (Baker HG, Stebbings GL, eds). New Vint: Academic Press, pp. 79-04.

Llorente, G.A., Montori, A., Carretero, M.A., Santos, X. 2002. *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789). Tortuga mediterránea. In: Pleguezuelos, J.M., Márquez, R., and Lizana, M. (Eds.). *Atlas y libro rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Madrid: Dirección general de Conservación de la Naturaleza – Asociación Herpetologica Española, pp. 151–153.

Ljubisavljević K., Džukić G., Vukov T., Kalezić M. 2014. Distribution patterns of Hermann's Tortoise *Testudo hermanni* Gmelin, 1789, in the region of former Yugoslavia (Testudines: Testudinidae) *Herpetozoa* 26 (3/4): 125-138.

Loehr, V.J.T., Henen, B.T., Hofmeyr, M.D., 2006. Shell characteristics and sexual dimorphism in the Namaqualand speckled padloper, *Homopus signatus signatus*. *African Journal of Herpetology* 55: 1–11.

Longepierre, S., Grenot, C. 1999. Some effects of intestinal nematodes on plant foraging behaviour of *Testudo hermanni hermanni* in the south of France. In: Miaud, C. and Guyétant, G. (Eds.). *Current Studies in Herpetology*. Le Bourget du Lac (SEH), pp. 277–284.

Longepierre, S., Grenot, C., Hailey, A. 2003. Individual, local and subspecific variation in female Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) reproductive characters. *Contribution to Zoology*, 72(4), <http://dpc.uba.uva.nl/ctz/vol72/nr04/art03>.

López-Jurado, I.F., Talavera Torralba, P.A., Ibañez González, J.M., Macivor, J.A., García Alcazar, A. 1979. Las tortugas terrestres *Testudo graeca* y *Testudo hermanni* en España. *Naturalia Hispanica* 17:1–63.

Loy A, Cianfrani C. The ecology of *Eurotestudo h. hermanni* in a mesic area of southern Italy: first evidence of sperm storage. *Ethol Ecol Evol*. 2010;22: 1-16.

Lovich, J. E., Ernst, C. H., McBreen, J. F. 1990. Growth, maturity, and sexual dimorphism in the wood turtle, *Clemmys insculpta*. *Canadian Journal of Zoology* 68: 672-677.

Lovich, J. E., Gibbons, J. W. 1990. Age at maturity influences adult sex ratio in the turtle *Malaclemys terrapin*. *Oikos* 59: 126-134.

Lovich, J.E., Gibbons, J.W., 1992. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development & Aging* 56: 269–281.

Luiselli, L., Capula, M., Burke, R.L., Rugiero, L., Capizzi, D. 2014. Sighting frequency decreases over two decades in three populations of *Testudo hermanni* from Central Italy. *Biodiversity and Conservation* 23: 3091-3100.

Mac Arthur, R. H., Wilson, E. O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

MacDonald, D. W., Smith, 1990. Dispersal, dispersion and conservation in the agricultural ecosystem. In: Bruce, R. G. H., Howard, D. C., eds., *Species dispersal in agricultural habitats*. Belhaven Press, London. 18-64.

Madsen, T., Shine, R., 2002. Short and chubby or long and slim? Food intake, growth and body condition in free-ranging pythons. *Austral Ecology* 27: 672–680.

Mangel, M. 2002. Environment and longevity: emergences without interaction, multiple steady states and stochastic clocks. *Evolutionary Ecology Research* 4: 1065–1074.

Manly, B.F. J. 1994. Multivariate Statistical Methods: A Primer. Second Edition. London, Chapman & Hall.

Mann, G.K.H, O’Riain, M.J., Hofmeyr, M.D., 2006. Shaping up to fight: sexual selection influences body shape and size in the fighting tortoise (*Chersina angulata*). *Journal of Zoology* 269: 373–379.

Manly, B.F.L., McDonald, L., Thomas, D., McDonald, T.L. and Erickson, W.P., 2007. Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies. Springer Science & Business Media.

Marshall, D. J., Morgan, S. G. 2011. Ecological and evolutionary consequences of linked life-history stages in the sea. *Current Biology* 21: R718–725.

Matthiopoulos, J. 2003. Model-supervised kernel smoothing for the estimation of spatial usage. *Oikos* 102: 367-377.

Matthiopoulos, J., McConnell, B., Duck, C., Fedak, M., 2004. Using satellite telemetry and aerial counts to estimate space use by grey seals around the British Isles. *Journal of Applied Ecology*, 41(3): 476-491.

Mayol, J. 1985. Rèptils i Amfibis de les Balears. Manuals d'Introducció a la Naturalesa, 6. Palma de Mallorca: Editorial Moll, 234 pp.

Mazzotti, S. 2004. Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*): current distribution in Italy and ecological data on a population from the north Adriatic coast (Reptilia, Testudinidae). *Italian Journal of Zoology* 71S1: 97–102.

Mazzotti, S. 2006. Testuggine di Hermann. In: Sindaco, R., Doria, G., Razzetti, E., Bernini, F. (Eds.). *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia*. Firenze, Italy: Edizioni Polistampa, pp. 390–395.

Mazzotti, S., Pisapia, A., Fasola, M. 2002. Activity and home range of *Testudo hermanni* in Northern Italy. *Amphibia-Reptilia* 23:305–312.

McElligott, A.G., Altwegg, R., Altwegg, T.J. 2002. Age-specific survival and reproductive probabilities: evidence for senescence in male fallow deer (*Dama dama*). *Proceedings of the Royal Society of London B-Biological Sciences* 269: 1129–1137.

McNamara, J.M., Houston, A.I. 1996. State-dependent life histories. *Nature* 380: 215–221.

Meffe, G.K, Carroll, C.R. 1997. *Principles of conservation biology*. 2nd edition. Sunderland, MA: Sinauer Associates. p 673.

Meiri, S., Dayan, T., Simberloff, D. Grenyer, R., 2009. Life on the edge: carnivore body size variation is all over the place. *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences* 276: 1469–1476.

Meek, R. 1984. Thermoregulatory behaviour in a population of Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) in southern Yugoslavia. *British Journal of Herpetology* 6:437–445.

Meek, R., 1985. Aspects of the ecology of *Testudo hermanni* in southern Yugoslavia. *British Journal of Herpetology* 6: 437–445.

Meek, R. 1988. The thermal ecology of Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) in summer and autumn in Yugoslavia. *Journal of Zoology*, London 215:99–111.

Meek, R. 1989. The comparative ecology of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* in Croatia and Montenegro, Yugoslavia. *Herpetological Journal* 1:404–414.

Mladenoff, D. J., Sickley, T. A., Haight, R. G. and Wydeven, A. P. 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the northern Great Lakes region. *Conservation Biology* 9: 279–294.

Morreale, S. J., Gibbons, J. W., Congdon, J. D. 1984. Significance of activity and movement in the yellow-bellied slider turtle (*Pseudemys scripta*). *Canadian Journal of Zoology* 62: 1038-1042.

Morris, W.F., Doak, D.F. 2002 *Quantitative Conservation Biology. Theory and practice of population viability analysis*. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts.

Morse, D. H. 1980. Behavioural mechanisms in ecology. Cambridge: Harvard University Press.

Motro, U. 1983. Optimal rate of dispersal III. Parent-offspring conflict. *Theoretical Population Biology* 23: 159-168.

Newton, I. (ed.) 1989. *Lifetime Reproduction in Birds*. London: Academic Press

Nielsen, S. E., Stenhouse, G. B. and Boyce, M. S. 2006. A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. *Biological Conservation* 130, 217–229.

Nielsen, S. E., Stenhouse, G. B., Beyer, H. L., Huettmann, F. and Boyce, M. S. 2008. Can natural disturbance-based forestry rescue a declining population of grizzly bears? *Biological Conservation* 141, 2193–2207.

Nikolić, M., Savić, D., Ilić, M., Stojadinović, D., Crnobrnja-Isailović, J. 2016. A note on scavenging behaviour of adult Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*). *Biologica Nissana* 7:53-55.

Nikolić, M., Crnobrnja-Isailović, J. 2017. Uticaj lokalnog folklor a i kulturnog nasleđa na odnos čoveka prema šumskoj kornjači *Testudo hermanni* u Srbiji. The Rufford Foundation & Biološko Društvo „Dr Sava Petrović“ Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Nišu, Niš, 19 pp.

Nussey, D.H., Kruuk, L.E.B., Morris, A., Clements, M.N., Pemberton, J.M., Clutton-Brock, T.H. 2008. Inter- and intrasexual variation in aging patterns across reproductive traits in a wild deer population. *American Naturalist* 174: 342–357.

Nougarède, J.P. 1998. Principaux traits d'histoire naturelle d'une population de tortue d'Hermann (*Testudo hermanni*) dans le sud de la Corse. Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, France.

Otis, D.L., Burnham, K.P., White, G.C., Anderson, D.R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1–135

Paglione, G. 1988. Comportamento termico e ritmi stagionali in una popolazione di *Testudo hermanni* del Parco Naturale della Maremma. Masters Thesis, University of Genova, Italy.

Panagiota, M., Valakos, E.D. 1992. Contribution to the thermal ecology of *Testudo marginata* and *Testudo hermanni* (Chelonia: Testudinidae) in semi-captivity. *Herpetological Journal* 2: 48–50.

Parham, J.F., Macey, J.R., Papenfuss, T.J., Feldman, C.R., Türkozan, O., Polymeni, R., Boore, J.V. 2006. The phylogeny of Mediterranean tortoises and their close relatives based on complete mitochondrial genome sequences from museum specimens. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38: 50–64.

Pärt, T., Gustafsson, L., Moreno, J. 1992. “Terminal investment” and a sexual conflict in the collared flycatcher (*Ficedula abicollis*). *American Naturalist* 140: 868–882.

Partridge, L., Fowler, K. 1992. Direct and correlated responses to selection on age at reproduction in *Drosophila melanogaster*. *Evolution* 46: 76-91.

Partridge, L., Coyne, J.A. 1997. Bergmann's rule in ectotherms: Is it adaptive? *Evolution* 51: 632–635.

Partridge, L., French, V. 1996. Thermal evolution of ectotherm body size: Why get big in the cold? In I. A. Johnston and A.F. Bennett (eds.), *Animals and temperature: Phenotypic and evolutionary adaptation*, pp. 265–292. Cambridge University Press, Cambridge.

Pechenik, J. A. 2006. Larval experience and latent effects—metamorphosis is not a new beginning. *Integrative and Comparative Biology* 46: 323–333.

Penn, D., Brockmann, H.J. 1995. Age-biased stranding and righting in male horseshoe crabs, *Limulus polyphemus*. *Animal Behaviour* 49, 1531–1539.

Perälä, J. 2002. Biodiversity in relatively neglected taxa of *Testudo* L., 1758 s.l. *Chelonii* 3: 40–53.

Perälä, J. 2004. *Testudo hercegovinensis* Werner, 1899. *Manouria* 7: 19–20.

Perrin, N. 1988. Why are offspring born larger when it is colder? Phenotypic plasticity for offspring size in the cladoceran *Simocephalus vetulus* (Müller). *Functional Ecology* 2: 283–288.

Perrin, N., Sibly, R. M. 1993. Dynamic models of energy allocation and investment. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 379-410.

Peters, R. 1978. Communication, cognitive mapping, and strategy in wolves and hominids. In R. L. Hall and Sharp, H. S. eds., *Wolf and man: Evolution in parallel*, 95–108. New York: Academic Press.

Petrov, B.P. 2007. Amphibians and reptiles of Bulgaria: fauna, vertical distribution, zoogeography, and conservation. In: Fet, V. and Popov, A. (Eds.). Biogeography and Ecology of Bulgaria. Berlin: Springer, pp. 85–107.

Phillips, N. E. 2002. Effects of nutrition-mediated larval condition on juvenile performance in a marine mussel. *Ecology* 83: 2562–2574.

Pianka, E.R., Parker, W.S. 1975. Age-specific reproductive tactics. *American Naturalist* 109: 453–464.

Pieau, C. 2002. Temperature-dependent sex determination in *Testudo graeca* and *Testudo hermanni*. *Chelonii* 3:144.

Perrin, N., Sibly, R.M., 1993. Dynamic models of energy allocation and investment. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24, 379–410.

Primack, R.B. 2006. Essentials of conservation biology, Fourth Edition. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc. p 530.

Promislow, D. E. L., Harvey, P. H. 1991. Mortality rates and the evolution of mammal life histories. *Acta Oecologica* 12: 119-137.

Pugesek, B.H. 1981 Increased reproductive effort with age in the Californiagull (*Larus californicus*). *Science* 212: 822–823.

Raphael, B. L., Klemens, M. W., Moehlman, P., Dierenfeld, E., Karesh, W. B. 1994. Blood values in free-ranging pancake tortoises (*Malacochersus tornieri*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 25, 63-67.

Rai, K. U. 2003. Minimum sizes for viable population and conservation biology. *Our Nature* 1: 3-9

Ralls, K. 1976. Mammals in which females are larger than males. *Quarterly Review of Biology* 51:245-276.

Ranđelović N, Ranđelović V, Zlatković B. 1996. Flora and vegetation of natural resources within area of Niš. Pp. 110-120 in: Vlajković M, eds, *The city in ecology – ecology in the city*. Niš: Sekretarijat za zaštitu životne sredine

Reid, J.M., Bignal, E.M., Bignal, S., McCracken, D.I., Monaghan, P. 2003. Age-specific reproductive performance in red-billed choughs *Pyrrhocorax pyrrhocorax*: patterns and processes in a natural population. *Journal of Animal Ecology* 72: 765–776.

Reed, D.H., O’Grady, J.J., Brook, B.W., Ballou, J.D., Frankham, R. 2003. Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological Conservation*, 113, 23-34.

Ricklefs, E., R. 2000. *The economy of nature*. New York: W.H. Freeman and Company.

Ridley, M., Thompson, D. J. 1979. Size and mating in *Asellus aquaticus* (Crustacea, Isopoda). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 51: 380-397.

Robson, D. S., Chapman, G.S. 1961. Catch curves and mortality rates. *Transactions American Fisheries Society* 90: 181-189.

Roeber, C. L., Boyce, M. S., Stenhouse, G. B. 2008. Grizzly bears and forestry. II: Grizzly bear habitat selection and conflicts with road placement. *Forest Ecology and Management* 256, 1262–1269.

Roff, D. 1977. Dispersal in dipterans—its costs and consequences. *Journal of Animal Ecology* 46:443–456.

Roff, D.A. 1992. *The evolution of life histories. Theory and analysis*. New York: Chapman and Hall.

Rohlf, F. J. 1988. *NTSYS-PC: Numerical taxonomy and multivariate analysis system*. New York, Exeter Publishing.

- Rose, M. A. 1991. *Evolutionary biology of ageing*. Oxford University Press New York.
- Rousset, F., Gandon, S. 2002. Evolution of the distribution of dispersal distance under distance-dependent cost of dispersal. *Journal of Evolutionary Biology* 15: 515–523.
- Rozyłowicz, L., Dobre, M. 2009. *Assessment of threatened status of Testudo hermanni boettgeri Mojsisovics, 1889 (Reptilia: Testudines: Testudinidae) population from Romania*. Final report for Rufford Small Grant Foundation #49.01.08.
- Rozyłowicz, L. 2014. Multiscale spatial planning for conservation: accounting for habitat dynamics and uncertainty in planning outputs. Project Final Report. Project Code: PN-II-RU-TE-2011-3-0183. UEFISCDI; Bucharest: 44p.
- Rozyłowicz, L., Popescu, V.D. 2013. Habitat selection and movement ecology of eastern Hermann's tortoises in a rural Romanian landscape. *European Journal of Wildlife Research* 59: 47-55.
- Rutherford, A., 2001. *Introducing ANOVA and ANCOVA: a GLM approach*. Sage Publications Ltd.
- Sacchi, R., Pupin, F., Pellitteri Rosa, D., Fasola, M. 2007. Bergmann's rule and the Italian Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*): latitudinal variations of size and shape. *Amphibia-Reptilia* 28:43–50.
- Samuel, M. D., Green, R. E., 1988. A revised test procedure for identifying core areas within the home range. *Journal of Animal Ecology* 57: 1067–1068.
- Samuel, M. D., Pierce, D. J., Garton, E. O. 1985. Identifying areas of concentrated use within the home range. *Journal of Animal Ecology* 54: 711–719.
- Schaffer, W.M. 1974. Optimal reproductive effort in fluctuating environments. *The American Naturalist* 108: 783-790.

Schlichting, C.D., Pigliucci, M. 1998. *Phenotypic evolution: a reaction norm perspective*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 387 pp.

Scott, J. M., Heglund, J.H., Morrison, M. L., Haufler, J. B., Raphael, M. G., Wall, W. A., Samson, F. B. (eds.). 2002. Predicting species occurrences; issues of accuracy and scale. Island Press, Washington, D.C., 868 pp

Seber, G.A.F. 1973. *The estimation of animal abundance*. Hafner Press, New York.

Seigel, R.A, Fitch, H.S. 1985. Annual variation in reproduction in snakes in a fluctuating environment. *Journal of Animal Ecology* 54: 497–505.

Seigel, R. A. 1980. Predation by raccoons on diamondback terrapins, *Malaclemys terrapin* tequesta. *Journal of Herpetology* 14: 87-89.

Shaffer, M. L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* 31: 131-134.

Shine, R. 1988. The evolution of large body size in females: a critique of Darwin's "fecundity advantage" model. *The American Naturalist* 131: 124-131.

Shine, R., 1990. Proximate determinants of sexual differences in adult body size. *The American Naturalist* 135: 278–283.

Shine, R., Greer, A.E. 1991. Why are clutch sizes more variable in some species than in others? *Evolution* 45: 1696–706

Shine, R. 2005. Life-history evolution in reptiles. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36: 23-46.

Shima, J. S., Noonburg, E. G., Phillips, N. E. 2010. Life history and matrix heterogeneity interact to shape metapopulation connectivity in spatially structured environments. *Ecology* 91: 1215–1224.

Silvey, G.E. 1973. Motor control of tail spine rotation of the horseshoe crab, *Limulus polyphemus*. *Journal of Experimental Biology* 58: 599– 626.

SilleroN., CamposJ., BonardiA., CortiC., CreemersR., CrochetP.-A., Crnobrnja-Isailović J., DenoëlM., FicetolaG. F., GonçalvesJ., KuzminS., LymberakisP., dePousP., RodríguezA., SindacoR., SpeybroeckJ., ToxopeusB., VieitesD.R., VencesM. 2014. Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia* 35: 1-31.

Sinervo, B., Doughty, P., Huey, R.B., Zamudio, K. 1992. Allometric engineering: a causal analysis of natural selection on offspring size. *Science* 285:1927–30.

Sinervo, B., Licht, P. 1991. Proximate constraints on the evolution of egg size, number, and total clutch mass in lizards. *Science* 252:1300–2.

Snyder, N. F. R., Wiley, J. W. 1976. Sexual size dimorphism in hawks and owls of North America. *Ornithological Monographs* 20: 1-96.

Soule, M. E. 1980. Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential. In *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*(Eds. M. E. Souleand B. A. Wilcox) Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, pp.151-169.

South, A.B., Kenward, R.E., Walls, S.S., 2005. *Ranges7 v 1.0: For the analysis of tracking and location data*. Anatrack Ltd. Warehem, UK.

Stacy, P. B., Taper, M. 1992. Environmental variations and the persistence of small populations. *Ecological Applications* 2:18-29.

Stamps, J.A., Andrews, R.M., 1992. Estimating asymptotic size using the largest individuals per sample. *Oecologia* 92: 503–512.

Stamps, J. A., Krishnan, V. V., Reid, M. L. 2005. Search costs and habitat selection by dispersers. *Ecology* 86: 510–518.

Stearns, S. C., Koella, J. C. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: Predictions of reaction norms forage and size at maturity. *Evolution* 40:893–913.

Stearns, S.C. 1976. Life history tactics: a review of the ideas. *Quaternary Review of Biology* NN: 513-47.

Stearns S.C. 1977. The evolution of life history traits. *Annual Review of Ecology and Systematics* 8: 145–171.

Stearns, S.C. 1989. Tradeoffs in life history evolution. *Functional Ecology* 51: 3–47.

Stearns, S.C. 1992. *The Evolution of Life Histories*. Oxford: Oxford University Press.

Stevenson O.T., Bancroft, D.R. 1995. Fluctuating trade-offs favour precodalmaturity in male Scay sheep. *Proceedings of Royal Society of London B* 262: 267-275.

Stevenson, R.D., Woods Jr., W.A. 2006. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative Comparative Biology* 46: 1169-1190.

Steyermark, A.C., Spotila, J.R. 2001. Maternal identity and egg incubation temperature effects on snapping turtle (*Chelydra serpentina*) righting response. *Copeia* 2001: 1050–1057.

Stojadinović, D., Milošević, Đ., Crnobrnja-Isailović, J. 2013. Righting time versus shell size and shape dimorphism in adult Hermann's tortoises: Field observations meet theoretical predictions. *Animal Biology* 63: 381-396.

Stojadinović, D., Čubrić, T., Milošević, Đ., Jovanović, B., Čorović, J., Paunović, M., Crnobrnja-Isailović, J. 2017a. Contribution to the knowledge on spatial movements of adult Hermann's tortoise. *Archives of Biological Sciences* (u štampi)

Stojadinović, D., Milošević, Đ., Sretić, K., Cvetković, M., Jovanović, T., Jovanović, B., Crnobrnja-Isailović, J. 2017b. Activity patterns and habitat preference of eastern hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*) in Serbia. *Turkish Journal of Zoology* (u štampi).

Stubbs, D., Hailey, A., Tyler, W., Pulford, E. 1981. *Expedition to Greece 1980*. London: University of London, Natural History Society, 136 pp.

Stubbs, D., Swingland, I.R. 1985. The ecology of Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. *Canadian Journal of Zoology* 63: 169-180.

Swingland, I.R., Stubbs, D. 1985a. The ecology of Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): reproduction. *Journal of Zoology, London* 205:595–610.

Swingland, I., Stubbs, D. 1985b. The ecology of Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. *Canadian Journal of Zoology* 63:169–180.

Tavecchia, G., Coulson, T., Morgan, B.J.T., Pemberton, J.M., Pilkington, J.C., Gulland, F.M.D., Clutton-Brock, T.H. 2005. Predictors of reproductive cost in female Soay sheep. *Journal of Animal Ecology* 74: 201–213.

Tilley, S. G. 1968. Size-fecundity relationships and their evolutionary implications in five desmognathine salamanders. *Evolution* 22: 806-816.

Tomović, Lj., Kalezić, M., Džukić, G. 2015. *Crvena knjiga Fauna Srbije II- Gmizavci*. Beograd: Alta Nova.

Treves, A. 1997. Vigilance and use of micro-habitat in solitary rainforest animals. *Mammalia* 61: 511- 525.

Tucić, N. 2003. *Evoluciona biologija*. Beograd: NNK-International.

Tucić, N., Gliksman, I., Šešlija, D., Milanović, D., Mikuljanac, S., Stojković, O. 1996. Laboratory evolution of longevity in the bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*). *Journal of Evolutionary Biology* 9: 485-503.

Tuomi, J. 1990. On clutch size and parental investment. *Oikos* 58:387–389.

van der Kuyl, A.C., Ballasina, D.L.P., Dekker, J.T., Maas, J., Willemsen, R.E., Goudsmit, J. 2002. Phylogenetic relationships among the species of the genus *Testudo* (Testudines:

Testudinidae) inferred from mitochondrial 12S rRNA gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 22: 174–183.

Vetter, H. 2006. La Tortuga Mediterránea *Testudo hermanni*. Frankfurt and Castelldefels: Edition Chimairia and Reptilia Ediciones, 325 pp.

Vitt, L.J., Congdon, J.D. 1978. Body shape, reproductive effort, and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *American Naturalist* 112: 595–608.

Vitt, L.J., Price, H.J. 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica* 38: 237–55.

Vogt, R. C., Bull, J. J. 1984. Ecology of hatchling sex ratio in map turtles. *Ecology* 65: 582-587.

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*). *General and Comparative Endocrinology* 155: 607-612.

Weladji, R.B., Loison, A., Gaillard, J.-M., Holand, Ø., Mysterud, A., Yoccoz, N.G., Nieminen, M., Stenseth, N.C. 2008. Heterogeneity in individual quality overrides costs of reproduction in female reindeer. *Oecologia* 156: 237–247.

Wiesner, C.S., Iben, C. 2003. Influence of environmental humidity and dietary protein on pyramidal growth of carapaces in African spurred tortoises (*Geochelone sulcata*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 87: 66-74.

Williams, G.C. 1966a. *Adaptation and natural selection*. Princeton University Press.

Williams, G.C. 1966b. Natural selection, the costs of reproduction and refinement of Lack's principle. *American Naturalist* 100: 687–690.

Willemsen, R.E. 1990. *The Status of Testudo hermanni in southern Tuscany (Province Grosseto and Livorno)*. Report to WWF Tuscany.

Willemsen, R.E. 1991. Differences in thermoregulation between *Testudo hermanni* and *Testudo marginata* and their ecological significance. *Herpetological Journal* 1:559-567.

Willemsen, R.E., Hailey, A. 1989. Status and conservation of tortoises *Testudo hermanni* in Greece. *Herpetological Journal* 1: 315-330.

Willemsen, R.E., Hailey, A. 1999. Variation in adult body size of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: proximate and ultimate causes. *Journal of Zoology, London* 248: 379-396.

Willemsen, R.E., Hailey, A. 2001a. Variation in adult survival rate of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: implications for evolution of body size. *Journal of Zoology, London* 255: 43-53.

Willemsen, R.E., Hailey, A. 2001b. Effect of spraying herbicides 2,4-D and 2,4,5-T on a population of the tortoise *Testudo hermanni* in southern Greece. *Environmental Pollution* 113: 71-78.

Willemsen, R.E., Hailey, A. 2002. Body mass condition in Greek tortoises: regional and interspecific variation. *Herpetological Journal* 12: 105-114.

Wilson, K., Hardy, I.C.W. 2002. Statistical analysis of sex-ratios: an introduction. In: (Ed. I.C.W. Hardy) *Sex ratios: Concepts and research methods*, 48-92. Cambridge University Press, Cambridge.

Willemsen, R.E, Hailey, A., 2003. Sexual dimorphism of body size and shell shape in European tortoises. *Journal of Zoology, London* 260: 353–365.

Wilson, D.S., Tracy, C.R., Tracy, C.R. 2003. Estimating age of turtles from growth rings: a critical evaluation of the technique. *Herpetologica* 59: 178-194.

Wright, J., Steer, E., Hailey, A. 1988. Habitat separation in tortoises and the consequences for activity and thermoregulation. *Canadian Journal of Zoology* 66: 1537-1544.

Yampolsky, L. Y., Scheiner, S. M. 1996. Why larger offspring at lower temperatures? A demographic approach. *American Naturalist* 147: 86–100.

Yoder, J. M., Marschall, E. A., Swanson, D. A. 2004. The cost of dispersal: predation as a function of movement and site familiarity in ruffed grouse. *Behavioral Ecology* 15: 469–476.

Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis. Second Edition*. Prentice-Hall International, Upper Saddle River, NJ.

Zenboudji, S., Cheylan, M., Arnal, V., Bertolero, A., Leblois, R., Astruc, G., Bertorelle, G., Pretus, J.Ll., Lo Valvo, M., Sotgiu, G., Montgelard, C. 2016. Conservation of endangered Mediterranean tortoise *Testudo hermanni hermanni*: The contribution of population genetics and historical demography. *Biological Conservation* 195: 279-291.

Zhao, H., Shiliang, L., Shikui, D., Xukun, S.Q.iL., Li, D. 2014. Characterizing the importance of habitat patches in maintaining landscape connectivity for Tibetan antelope in the Altun Mountain National Nature Reserve, *China Ecological Research* 29: 1065-75.

Zuffi, M.A.L., Plaitano, A. 2007. Similarities and differences in adult tortoises: a morphological approach and its implication for reproduction and mobility between species. *Acta Herpetologica* 2: 79–86.

Zug, G.R. 1991. *Age determination in turtles*. Herpetological Circular 20. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.

<https://www.britannica.com/science/territory-ecology>



Прилог I: *Табеле*

Табела 9.1а. Дескриптивна статистика свих мера за мужјаке

	Бр. јединки	Средња вредност	Мин. вредност	Макс. вредност	Станд. одступање
SCL	51	173.12	146.35	192.40	11.46
CCL	51	229.75	180.00	262.00	17.03
MCW	50	134.80	117.00	151.02	8.59
MaxCW	51	144.21	119.62	160.27	9.54
WV2	49	33.42	28.30	37.80	2.39
WV3	50	37.61	28.34	42.92	3.05
WV4	50	37.09	30.02	42.90	3.06
MPL	51	128.05	112.45	148.57	8.03
MaxPL	51	145.13	124.82	163.96	10.15
PW6	51	121.55	101.31	138.40	7.98
MaxPW	51	125.68	104.10	141.81	8.47
PSL	51	11.06	6.10	15.51	2.02
FSL	51	12.37	8.37	19.16	2.04
ANW	51	56.73	43.72	66.73	5.24
ASJ	51	32.45	21.24	41.62	4.14
PC	51	7.06	2.80	10.98	1.78
TLC	51	431.57	370.00	481.00	27.17
MaxSH	51	91.25	70.00	105.00	6.58
SHV3	51	91.25	70.00	105.00	6.58
SHP	51	64.36	50.83	76.83	4.59
BL_L	51	62.95	52.35	73.48	4.08
BL_R	51	62.47	52.98	73.76	3.98
FLL_L	51	33.15	25.02	40.84	2.93
FLL_R	51	33.08	25.90	39.63	3.07
HLL_L	51	41.88	34.82	47.96	3.46
HLL_R	51	41.75	35.20	47.88	3.44
CI	51	10.04	5.50	15.51	1.93
CII	51	18.70	1.24	26.07	4.57
CIII	51	27.90	3.40	39.84	6.05
CIV	51	42.24	26.47	53.23	5.64
HL	51	31.56	21.39	35.56	2.50
SL	51	40.82	29.58	48.02	3.51
HW	51	26.21	22.26	29.76	1.59
HH	51	20.22	15.37	24.77	1.48
TL	51	44.83	31.31	57.36	5.43
CL	51	17.40	11.28	23.73	2.92
BM	51	1066.75	615.00	1413.00	196.82
ScC	48	11.29	4.00	101.00	13.41

Табела 9.16. Дескриптивна статистика свих мера за женке

	Бр. јединки	Средња вредност	Мин. вредност	Макс. вредност	Станд. одступање
SCL	56	197.11	154.35	225.14	14.40
CCL	56	252.39	204.00	291.00	17.15
MCW	56	144.66	122.22	160.60	8.88
MaxCW	56	150.73	127.88	173.10	9.42
WV2	56	40.43	32.78	49.89	3.61
WV3	56	46.61	38.00	57.15	4.35
WV4	56	41.10	29.45	101.00	9.24
MPL	56	161.34	133.84	186.20	10.73
MaxPL	56	177.31	123.28	203.93	14.13
PW6	56	128.82	100.30	147.06	8.30
MaxPW	56	132.85	105.48	183.86	10.84
PSL	56	13.70	9.60	19.24	2.15
FSL	56	13.44	9.07	17.24	2.25
ANW	56	41.55	29.52	60.92	5.40
ASJ	56	35.95	19.42	49.62	6.01
TLC	56	493.29	402.00	551.00	32.50
MaxSH	56	102.66	87.00	125.00	6.79
SHV3	56	102.61	87.00	125.00	6.84
SHP	56	68.82	55.54	79.66	5.03
BL_L	56	87.40	67.39	100.42	7.01
BL_R	56	87.01	66.29	101.14	7.18
FLL_L	56	34.71	27.83	43.06	2.81
FLL_R	56	34.67	27.82	47.28	3.27
HLL_L	55	42.92	33.47	49.06	3.29
HLL_R	55	42.76	32.03	49.87	3.72
CI	56	13.47	4.36	20.69	3.59
CII	56	21.73	10.35	30.89	4.17
CIII	56	29.47	16.00	42.34	5.11
CIV	56	42.33	24.22	101.00	9.72
HL	55	32.56	27.61	36.96	2.17
SL	55	41.31	36.70	48.25	2.59
HW	55	27.21	22.25	30.42	1.63
HH	55	21.48	18.40	24.77	1.44
TL	56	31.22	15.08	45.62	5.93
CL	56	10.81	6.03	20.32	3.06
BM	56	1545.96	870.00	2120.00	283.77

Табела 9.2. Анализа варијансе свих мера

	F	p
SCL	68.26	0.000000
CCL	36.85	0.000000
MCW	26.22	0.000001
MaxCW	10.56	0.002
WV2	119.22	0.000000
WV3	131.93	0.000000
WV4	8.53	0.004
MPL	155.45	0.000000
MaxPL	144.64	0.000000
PW6	16.58	0.00009
MaxPW	12.55	0.0006
PSL	43.04	0.000000
FSL	5.33	0.023
ANW	165.30	0.000000
ASJ	11.17	0.001
PC	0.11	0.740
TLC	83.65	0.000000
MaxSH	62.36	0.000000
SHV3	61.45	0.000000
SHP	19.19	0.000028
BL_L	406.04	0.000000
BL_R	407.58	0.000000
FLL_L	7.24	0.008
FLL_R	1.78	0.185
HLL_L	2.59	0.110
HLL_R	2.16	0.144
CI	34.86	0.000000
CII	12.07	0.0007
CIII	2.04	0.156
CIV	0.01	0.912
HL	5.58	0.0200
SL	1.052	0.307
HW	8.66	0.003999
HH	17.97	0.000048
TL	116.53	0.000000
CL	110.15	0.000000
BM	85.86	0.000000
ScC	0.34	0.561

Табела 9.3. Анализа коваријансе свих мера

Карактер	Мужјаци	Женке	F	p
CCL	242.73	236.56	451.86	0.000000
MCW	141.28	136.48	375.09	0.000000
MaxCW	151.14	142.05	242.43	0.000000
WV2	34.96	38.48	150.86	0.000000
WV3	39.74	43.90	223.10	0.000000
WV4	39.24	38.25	18.26	0.000000
MPL	135.07	152.57	877.39	0.000000
MaxPL	153.76	166.54	452.35	0.000000
PW6	127.58	121.30	249.23	0.000000
MaxPW	131.91	125.09	116.54	0.000000
PSL	11.29	13.34	21.09	0.000000
FSL	13.05	12.41	16.81	0.000000
ANW	58.78	38.61	146.81	0.000000
ASJ	35.17	32.43	66.99	0.000000
TLC	455.77	463.11	1922.72	0.000000
MaxSH	95.16	97.66	155.84	0.000000
SHV3	95.19	97.58	156.59	0.000000
SHP	67.57	64.86	141.52	0.000000
BL_L	66.79	82.69	774.02	0.000000
BL_R	66.32	82.34	751.82	0.000000
FLL_L	34.75	32.67	67.93	0.000000
FLL_R	34.68	32.64	52.36	0.000000
HLL_L	43.66	40.58	59.67	0.000000
HLL_R	43.63	40.31	57.52	0.000000
CI	11.26	11.82	62.63	0.000000
CIИ	20.42	19.19	51.22	0.000000
CIИИ	29.96	26.48	31.71	0.000000
CIV	45.61	37.85	31.55	0.000000
HL	32.84	31.08	64.04	0.000000
SL	42.34	39.34	59.94	0.000000
HW	27.24	25.95	113.73	0.000000
HH	20.92	20.57	56.61	0.000000
TL	47.03	28.38	100.74	0.000000
CL	18.05	9.82	67.38	0.000000
BM	1248.35	1327.72	654.69	0.000000

Табела 9.4а. Дескриптивна статистика основних мера за мужјаке

Карактер	Бр. јединки	Средња вредност	Мин. вредност	Макс. вредност	Станд. одступање
SCL	114	175.71	146.35	198.23	11.14
CCL	114	233.76	180.00	262.00	15.10
MCW	113	136.05	117.00	151.02	7.77
MaxCW	114	145.42	117.00	160.27	8.68
MaxSH	114	91.05	70.00	106.00	5.87
BM	114	1101.48	615.00	1840.00	196.24

Табела 9.4б. Дескриптивна статистика основних мера за женке

Карактер	Бр. јединки	Средња вредност	Мин. вредност	Макс. вредност	Станд. одступање
SCL	197	198.05	139.24	225.14	13.36
CCL	197	254.56	184.00	291.00	16.49
MCW	197	145.63	110.67	163.91	8.42
MaxCW	197	150.29	100.00	173.10	9.26
MaxSH	195	102.05	77.00	125.00	6.78
BM	195	1612.82	646.00	2135.00	275.06

Табела 9.5. Анализа варијансе основних мера

	F	p
SCL	249.80	0.000000
CCL	134.26	0.000000
MCW	107.744	0.000000
MaxCW	23.25	0.000002
MaxSH	223.91	0.000000
BM	323.80	0.000000

Табела 9.6. Анализа коваријансе основних мера

Карактер	Мужјаци	Женке	F	p
CCL	246.55	242.06	888.29	0.00
MCW	142.30	139.55	570.99	0.00
MaxCW	151.89	144.00	270.46	0.00
MaxSH	94.70	98.52	284.23	0.00
BM	1299.18	1420.30	1191.20	0.00

Табела 9.7. Процент јединки са критичним вредностима БМЦИ по годинама

Година	2010	2011	2012
% јединки са БМЦИ мањим од -0.1	1.06	1.24	1.29
% јединки са БМЦИ већим од 0.1	0.53	0.41	1.72

Табела 9.8. Дескриптивна статистика кондиционог индекса масе по сезонама и годинама

Година	Сезона	ужјаци	женке	мушјаци		женке	
		n	n	mean \pm SD	min-max	mean \pm SD	min-max
2010.	мај	23	85	0.02 \pm 0.02	-0.03-0.07	0.01 \pm 0.03	-0.08-0.09
	јул	47	33	0.02 \pm 0.04	-0.06-0.14	0.02 \pm 0.05	-0.15-0.15
2011	мај	41	86	0.04 \pm 0.04	-0.04-0.15	0.02 \pm 0.03	-0.09-0.09
	јул	58	56	0.02 \pm 0.03	-0.05-0.11	0.01 \pm 0.03	-0.05-0.07
2012.	мај	35	94	0.02 \pm 0.04	-0.05-0.14	0.01 \pm 0.04	-0.17-0.08
	јул	59	45	0.01 \pm 0.05	-0.15-0.26	0.01 \pm 0.04	-0.1-0.13

Табела 9.9. Трофакторска анализа варијансе кондиционог индекса масе адултних јединки са полом, сезоном и годином као факторима.

	SS	Степени слободе	MS	F	p
Одсечак	0.174	1	0.174	118.01	0.000000
Пол	0.011	1	0.011	7.43	0.007
Сезона	0.002	1	0.002	1.64	0.200
Година	0.014	2	0.007	4.68	0.010
Пол x сезона	0.005	1	0.005	3.55	0.06
Пол x година	0.002	2	0.001	0.81	0.445
Сезона x година	0.007	2	0.003	2.29	0.102
Пол x сезона x година	0.0005	2	0.0003	0.18	0.832

Табела 9.10. Дескриптивна статистика за морфометријске параметре који описују величину и облик оклопа (мере су у милиметрима, изузев за масу тела –грами) и РТ (мере у секундама) за анализирани подузорок адултних јединки шумске корњаче из Куновице, као и резултати анализе варијансе (SCL) и коваријансе (остали морфометријски параметри и време окретања) са са SCL као ко-променљивом и полом као фактором.

Особина	Мушјаци	Женке	AN(C)OVA		
			F	DF	P
N	90	138			
SCL	175.1±1.2 146.4-198.2	197.9±12.2 161.6-225.1	205	1	<0.0001
CCL	232.9±1.6 180.0-262.0 (243.7)	254.3±14.9 198.0-285.0 (240.0)	423.87	1	<0.0001
MCW	135.6±0.8 117.0-151.0 (141.1)	145.6±7.5 124.5-162.9 (138.4)	419.96	1	<0.0001
MAXCW	144.7±0.9 119.6-160.3 (150.7)	151.0±8.0 127.4-173.1 (143.4)	283.21	1	<0.0001
MAXSH	91.0±0.6 70.0-105.0 (94.1)	102.0±1.0 83.0-120.0 (97.6)	199.16	1	<0.0001
BM	1089.9±19.9 615.0-1507.0 (1223.0)	1606.5±26.6 932.0-2135.0 (1358.6)	1014.87	1	<0.0001
RT	252.1±21.3 10.0-859.0 (168.3)	277.8±19.1 5.0-897.0 (186.2)	1.200	1	0.30

Бројеви унутар колона означавају средње вредности параметара и њихове стандардне грешке, као и минималне и максималне вредности параметра у датом узорку. Кориговане средње вредности параметара у односу на стандардну дужину карапакса (SCL) представљене су у загради. N = величина узорка.

Табела 9.11. Однос полова, изражен кроз удео мужјака у укупном броју адултних јединки по сезонама и годинама

	2010	2011	2012	2013	2014
Мај	0.24	0.32	0.44	0.34	0.23
Јул	0.64	0.59	0.50	0.50	0.40
Збирно	0.39	0.43	0.48	0.41	0.23

Табела 9.12. Заступљеност узрасних категорија у % по годинама

Узрасна категорија	2010	2011	2012	2013	2014
Јуvenilне јединке	5.14	11.89	23.81	14.55	11.36
Субадулти	1.71	0.70	11.90	12.73	11.36
Адулти	93.16	87.41	64.29	72.73	77.27

Табела 9.13. Процењена величина популације по годинама

Година	2010	2011	2012	2013	2014
процењена величина популације	329	197	125	309	131
Просечна величина популације	219 ± 70				

Табела 9.14. Стопе преживљавања мужјака и женки по годинама

	2010	2011	2012	2013	2014
мужјаци	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95
женке	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96

Табела 9.15. Дескриптивна статистика за минимални конвексни полигон 50%, 95% и 100% величине ареала кретања адултних мужјака и женки шумске корњаче из Куновице

MRS	N	M	S.E.	Min	Max
Мужјаци					
100%	27	4.56	1.37	0.02	27.41
95%	27	4.56	1.37	0.02	27.41
50%	27	0.02	0.009	0.0004	0.23
Женке					
100%	41	7.53	2.54	0.04	90.07
95%	41	7.45	2.54	0.04	90.07
50%	41	0.06	0.02	0.0004	0.76

N – величина узорка; M – средња вредност (ha), S.E. – стандардна грешка средње вредности; min & max – најмањи и највећи ареал кретања (ha) у узорку

Табела 9.16. GLM анализа са \log_{10} величином ареала кретања (као зависном променљивом и полом као фактором.

Ефекат	SS	d.f.	MS	F	p
\log_{10} (100% MRS)					
Нагиб	5.19	1	5.19	9.80	0.003
Пол	1.32	1	1.32	2.50	0.12
Грешка	34.98	66	0.53		
\log_{10}(95%MRS)					
Нагиб	4.84	1	4.84	9.06	0.004
Пол	1.15	1	1.15	2.15	0.15
Грешка	35.31	66	0.54		
\log_{10} (50% MRS)					
Нагиб	290.43	1	290.43	523.20	0.000
Пол	1.94	1	1.94	3.50	0.07
Грешка	36.64	66	0.56		

SS –збир квадрата, MS-средња вредност квадрата, df - степени слободe, F – F-вредност, p - значајност.

Табела 9.17. Анализа мултипле регресије за адултне мужјаке и женке, са величином ареала кретања као зависном променљивоми SCL & BM као независном променљивом.

	B	S.E._β	B	S.E._в	t(23)	p
	log₁₀ (100% MRS)					
	Мужјаци					
Нагиб			-16.34	19.37	-0.84	0.41
log ₁₀ SCL	0.69	0.55	18.43	14.60	1.26	0.22
log ₁₀ BM	-0.81	0.52	-8.26	5.22	-1.58	0.13
	Женке					
Нагиб			20.39	12.39	1.65	0.11
log ₁₀ SCL	-0.44	0.31	-11.95	8.36	-1.43	0.16
log ₁₀ BM	0.29	0.31	2.58	2.78	0.93	0.36
	log₁₀ (95% MRS)					
	Мужјаци					
Нагиб			-16.34	19.37	-0.84	0.41
log ₁₀ SCL	0.69	0.55	18.43	14.60	1.26	0.22
log ₁₀ BM	-0.81	0.52	-8.26	5.22	-1.58	0.13
	Женке					
Нагиб			23.30	12.43	1.87	0.07
log ₁₀ SCL	-0.50	0.31	-13.66	8.40	-1.63	0.11
log ₁₀ BM	0.32	0.31	2.88	2.79	1.03	0.31
	log₁₀ (50% MRS)					
	Мужјаци					
Нагиб			-27.24	14.25	-1.91	0.07
log₁₀SCL	1.16	0.53	23.56	10.76	2.19	0.04
log₁₀BM	-1.19	0.50	-9.19	3.84	-2.39	0.02
	Женке					
Нагиб			-4.41	15.62	-0.28	0.78
log ₁₀ SCL	-0.007	0.32	-0.24	10.54	-0.02	0.98
log ₁₀ BM	0.11	0.32	1.25	3.50	0.36	0.72

Табела 9.18. Ефекат јачине дистрибуције корњача у односу на полно/узрасни тип, сезону, годину, тип станишта и тип активности

Парови променљивих	X ² test				Ефекат јачине интеракције
	Pearson X ²	df	p	Cramer's V	
Полно/узрасни тип x Година	17.826	8	0.023	0.140	Мали
Полно/узрасни тип x Сезона	45.268	2	0.000	0.316	Средњи
Година x Сезона	10.709	4	0.030	0.154	Мали
Година x Тип станишта	116.923	16	0.000	0.255	Велики
Сезона x Тип активности	18.300	4	0.001	0.202	Мали
Сезона x Тип станишта	27.737	4	0.000	0.249	Мали
Тип активности x Тип станишта	51.754	16	0.000	0.170	Средњи

df = степени слободe; p = вероватноћа

Табела 9.19. Факторска анализа варијансе амбијенталне температуре забележене на месту хватања сваке адултне јединке

ФАКТОР	df	MS	F	P
Факторска ANOVA за Ts				
Тип активности	3	34.75	1.69	0.169
Тип станишта	3	53.52	2.61	0.052
Тип активности x Тип станишта	15	24.72	1.20	0.268
Грешка	271	20.53		
Факторска ANOVA за Та5				
Тип активности	3	24.92	1.26	0.288
Тип станишта	3	72.18	3.65	0.013
Тип активности x Тип станишта	15	26.94	1.36	0.166
Грешка	271	19.77		
Факторска ANOVA за Та60				
Тип активности	3	27.87	1.48	0.222
Тип станишта	3	71.24	3.77	0.011
Тип активности x Тип станишта	15	28.14	1.49	0.108
Грешка	271	18.89		

Ts = температура тла; Та5 = температура ваздуха на 5 cm изнад тла; Та60 = температура ваздуха на 60 cm изнад тла

Табела 9.20. Факторска анализа варијансе амбијенталне температуре са типом активности и типом станишта као факторским варијаблама

ФАКТОР	df	MS	F	P
Факторска ANOVA за Ts				
Година	3	44.39	2.25	0.083
Тип станишта	3	18.48	0.95	0.424
Година x Тип станишта	15	47.31	2.39	0.003
Грешка	271	19.77		
Факторска ANOVA за Та5				
Година	3	36.42	1.88	0.133
Тип станишта	3	19.95	1.03	0.380
Година x Тип станишта	15	44.69	2.31	0.004
Грешка	271	19.38		
Факторска ANOVA за Та60				
Година	3	52.73	2.90	0.035
Тип станишта	3	37.47	2.06	0.105
Година x Тип станишта	15	42.75	2.35	0.003
Грешка	271	18.16		

Ts = температура тла; Та5 = температура ваздуха на 5 cm изнад тла; Та60 = температура ваздуха на 60 cm изнад тла

Табела 9.21. Резултати анализе минималне вијабилне величине популације (МВП), основни и додатни сценарији

Сценарио	Понављања	Детермин. стопа раста	Стохастичка стопа раста	Стандардно одступање стопе раста	PE	N ext	SD Next	Gen div	SD Gen div	Mean TE	Доба прве репродукције за женке	Доба прве репродукције за мужјаке	Однос полова на рођењу	Средња вредност величине легла	Варијанса величине легла
0	1000	-0.024	-0.040	0.214	0.734	19.38	23.09	0.7438	0.1480	70.3	13	11	50	4	1
0a	1000	-0.024	-0.047	0.225	0.951	12.33	12.27	0.6508	0.1424	53.4	13	11	50	4	1
0б	1000	-0.024	-0.040	0.214	0.762	16.47	17.41	0.7450	0.1324	70.2	13	11	50	4	1
0в	1000	-0.024	-0.041	0.215	0.751	17.26	17.82	0.7554	0.1161	71.5	13	11	50	4	1
0г	1000	-0.024	-0.042	0.214	0.763	19.51	22.14	0.7425	0.1488	70.6	13	11	50	4	1
1	1000	0.038	0.030	0.187	0.002	195.21	60.12	0.9355	0.0235	80.0	9	7	50	4	1
2	1000	-0.062	-0.078	0.232	0.998	2.50	0.71	0.5556	0.0786	48.0	16	14	50	4	1
3	1000	-0.006	-0.043	0.216	0.830	15.79	16.19	0.7297	0.1350	67.9	13	11	30	4	1
4	1000	0.007	-0.062	0.206	1.000	0.00	0.00	0.0000	0.0000	41.3	13	11	10	4	1
5	1000	-0.036	-0.047	0.213	0.875	13.96	15.76	0.7102	0.1477	65.6	13	11	60	4	1
6	1000	-0.106	-0.064	0.190	1.000	0.00	0.00	0.0000	0.0000	36.2	13	11	90	4	1
7	1000	-0.019	-0.035	0.219	0.650	25.23	31.76	0.7615	0.1291	73.1	13	11	50	4	2
8	1000	-0.090	-0.102	0.169	1.000	0.00	0.00	0.0000	0.0000	43.4	13	11	50	1	0
9	1000	-0.013	0.029	0.216	0.537	30.73	31.77	0.7898	0.1194	74.6	13	11	50	4.4	0.75
10	1000	0.011	0.000	0.230	0.147	94.43	69.35	0.8436	0.1027	77.3	13	11	50	7	0

11	1000	-0.024	-0.039	0.204	0.497	29.82	37.37	0.8086	0.1256	80.0	13	11	50	4	1
12	1000	-0.024	-0.037	0.202	0.434	41.81	60.88	0.8273	1.1219	79.2	13	11	50	4	1
13	1000	-0.024	-0.037	0.202	0.435	34.63	44.84	0.8233	0.1155	82.0	13	11	50	4	1



10. ПРИЛОГ II:

ГРАФИЦИ

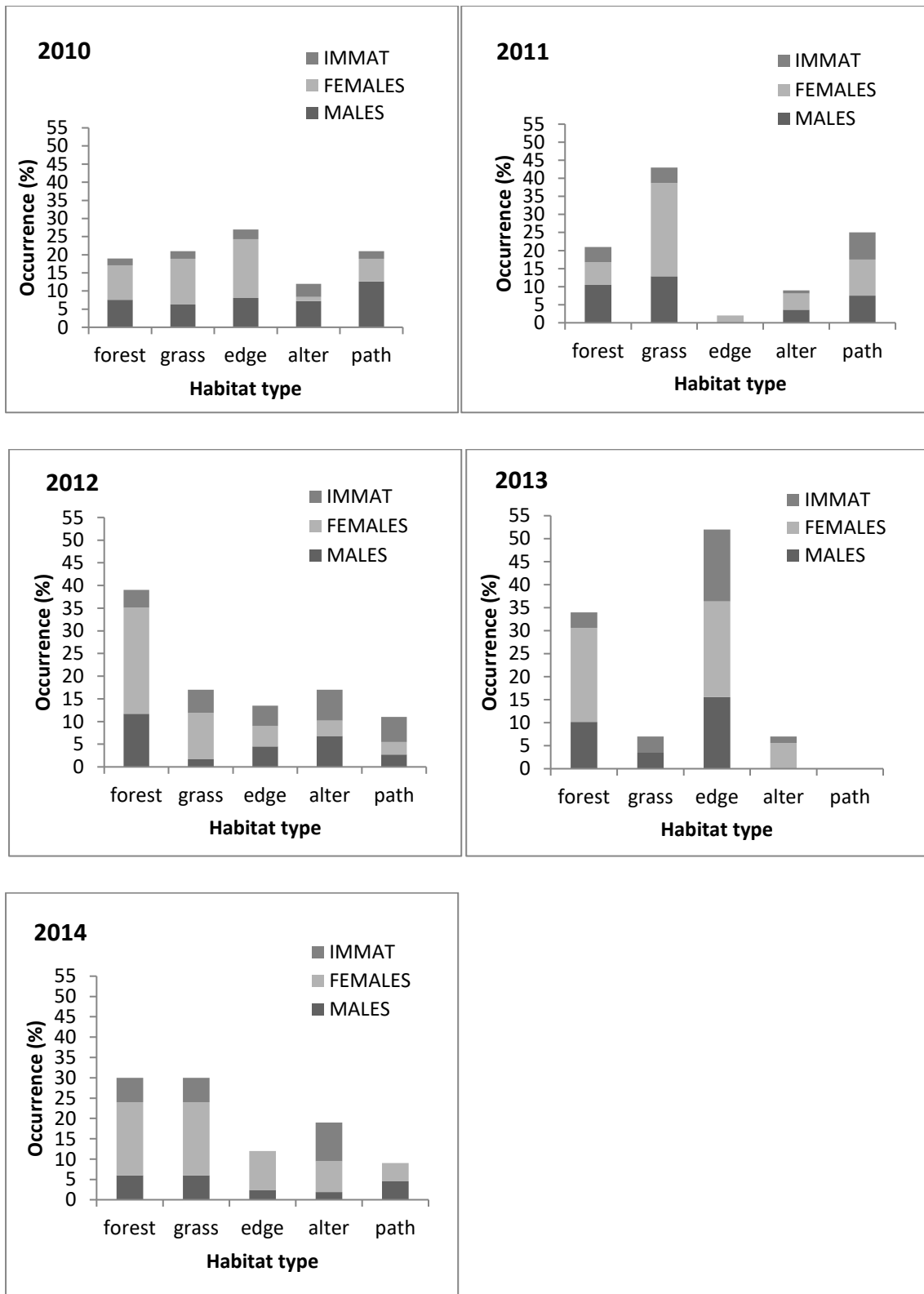


График 1. Процент заступљености корњача на специфичним типовима станишта у свакој години истраживања (Stojadinović и сар., у штампи)

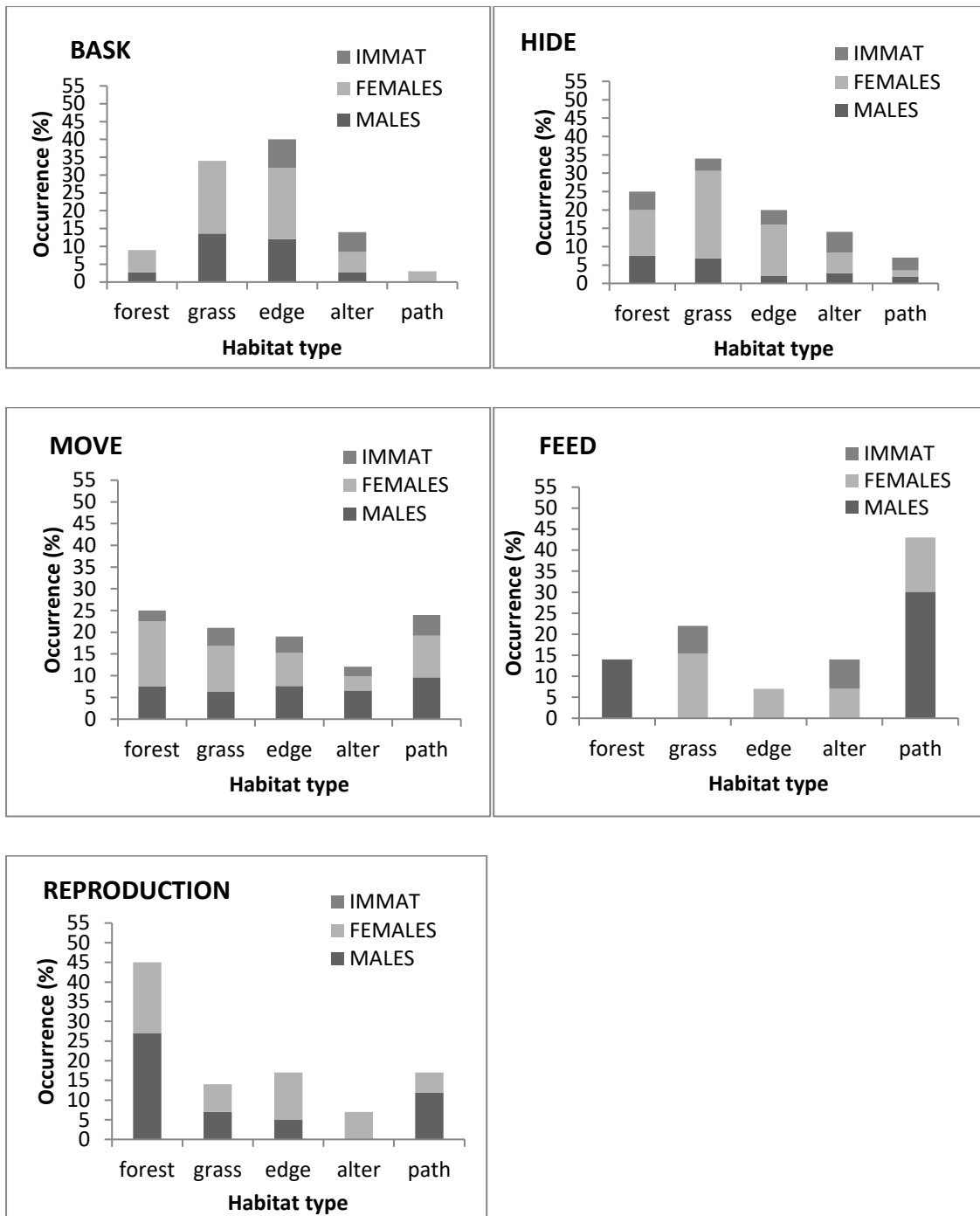


График 2. Процент заступљености корњача са одређеним типом активности у одређеном типу станишта (Stojadinović и сар., у штампи)

Final statistics: $r = -0.040$, $SD(r) = 0.214$, $PE = 0.73$, $N = 19$, $H = 74$

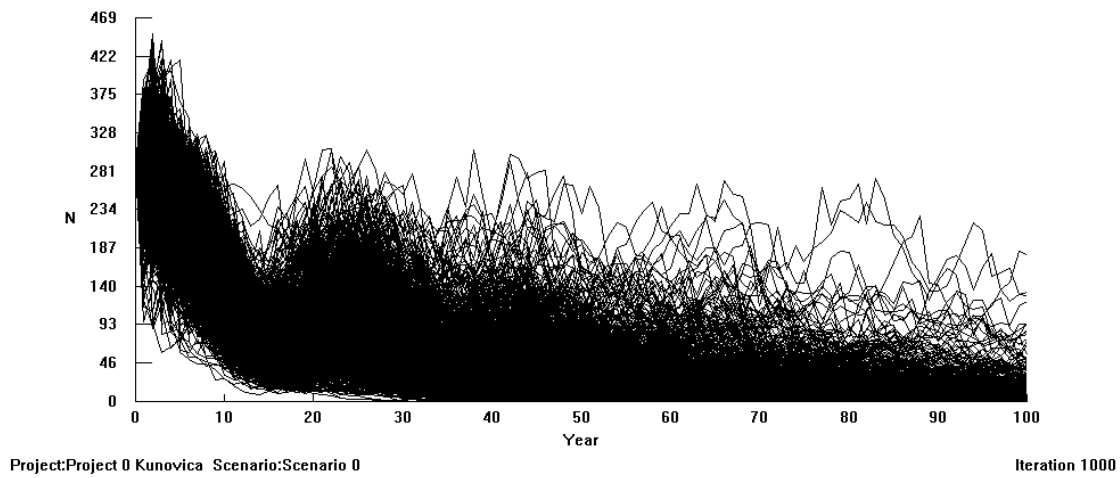


График 3а. Основни сценарио

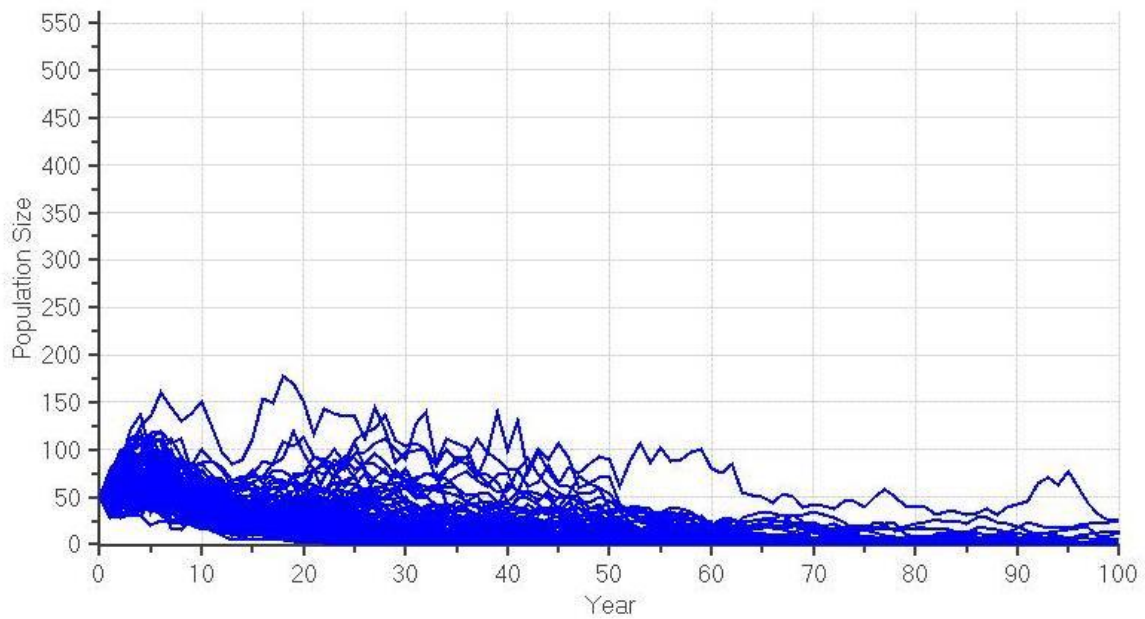


График 3б. Основни сценарио са почетном величином популације смањеном на 50 јединки.

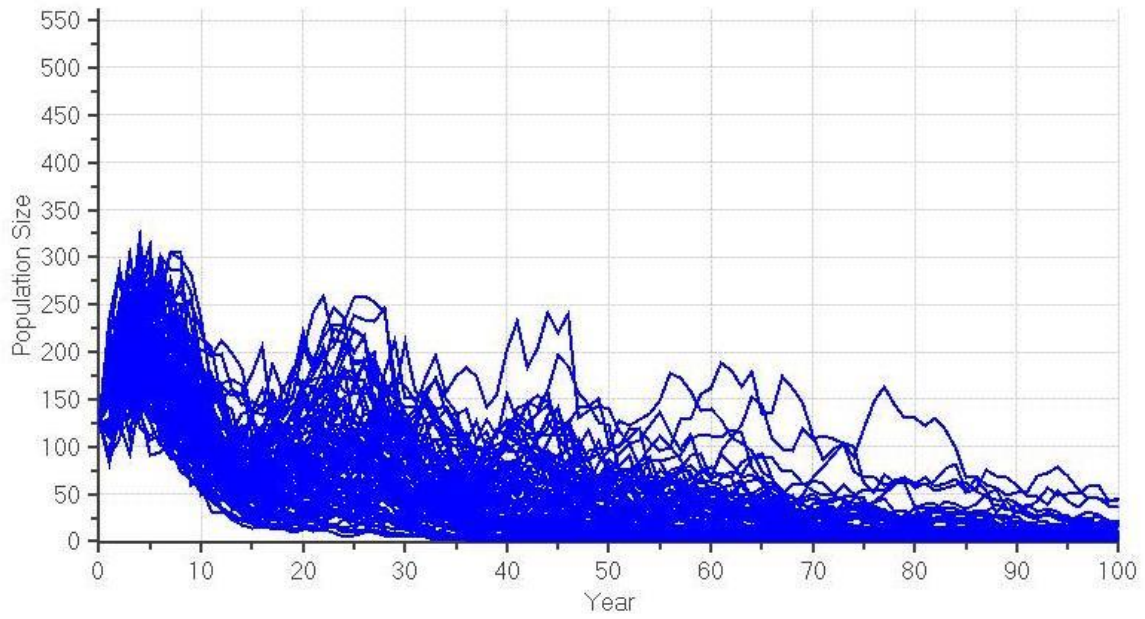


График 3в. Основни сценарио са почетном величином популације смањеном на 125 јединки

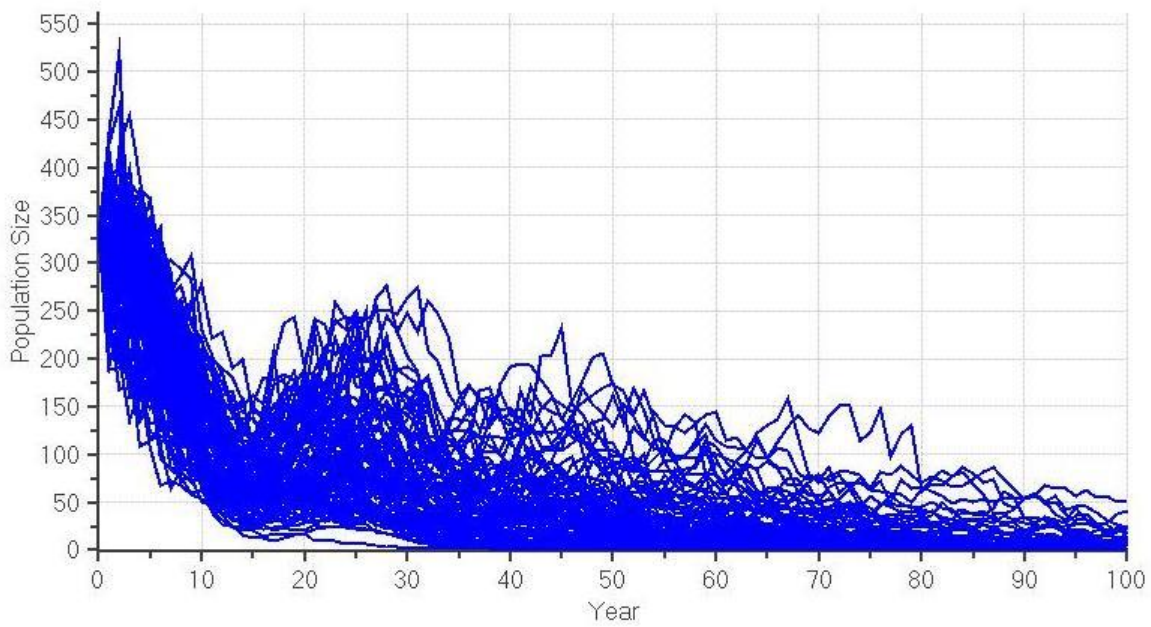


График 3г. Основни сценарио са почетном величином популације повећаном на 329 јединки

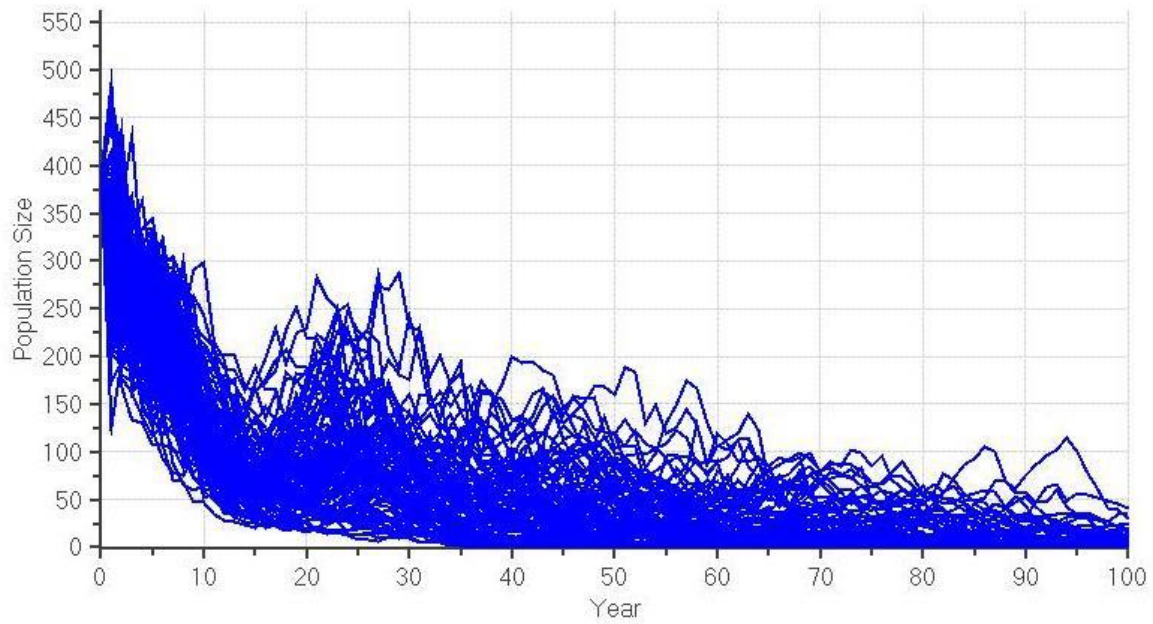
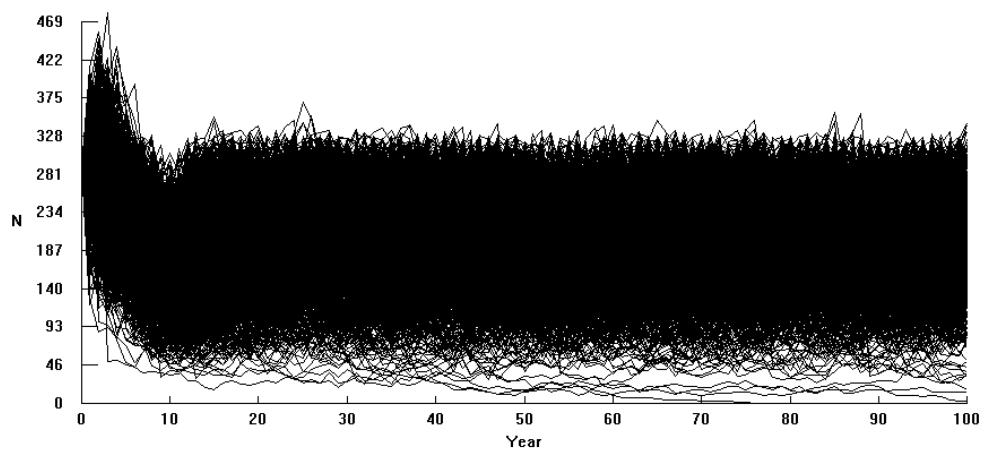


График 3д. Основни сценарио са почетном величином популације повећаном на 389 јединки

Final statistics: $r = 0.030$, $SD(r) = 0.187$, $PE = 0.00$, $N = 195$, $H = 94$



Project:Kunovica dodatni scenario 1 Scenario:Scenario 1

Iteration 1000

График 4. Додатни сценарио 1

Final statistics: $r = -0.078$, $SD(r) = 0.232$, $PE = 1.00$, $N = 3$, $H = 56$

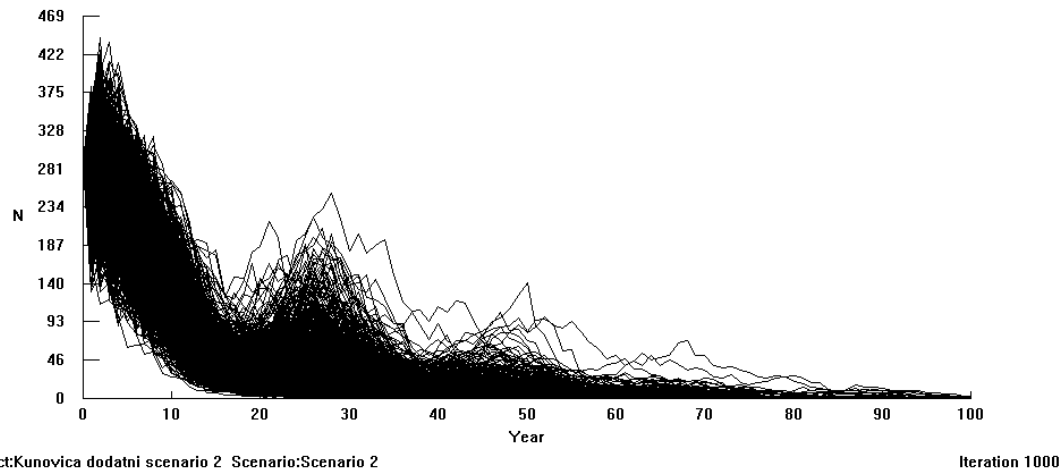


График 5. Додатни сценарио 2

Final statistics: $r = -0.043$, $SD(r) = 0.216$, $PE = 0.83$, $N = 16$, $H = 73$

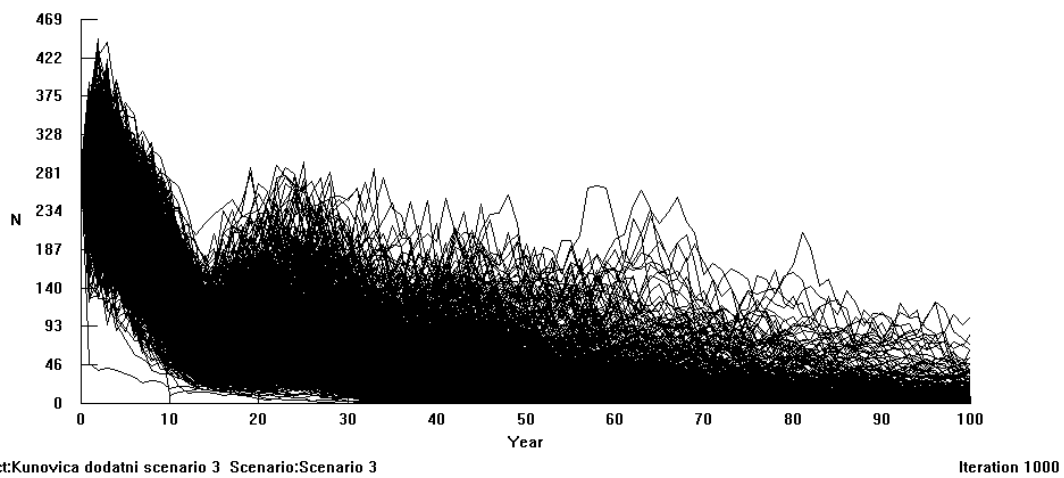


График 6. Додатни сценарио 3

Final statistics: $r = -0.062$, $SD(r) = 0.206$, $PE = 1.00$, $N = 0$, $H = 0$

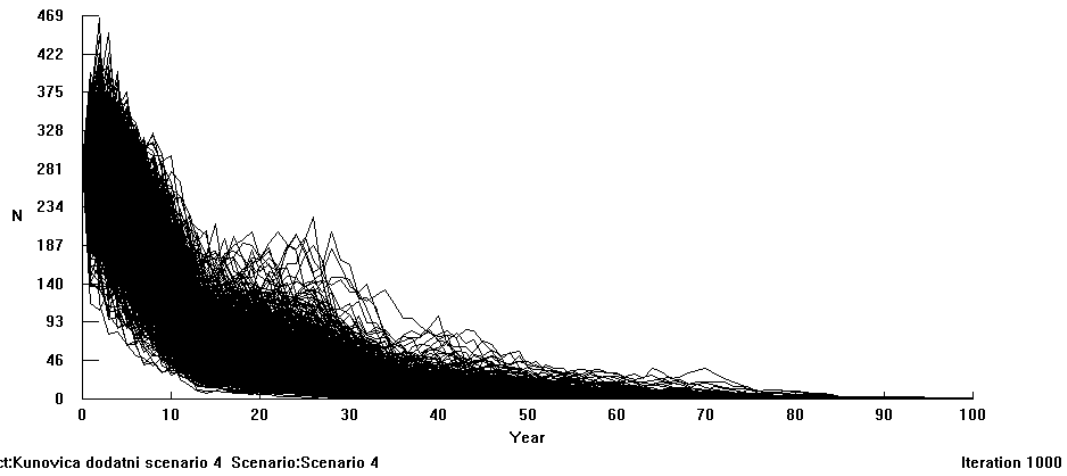


График 7. Додатни сценарио 4

Final statistics: $r = -0.047$, $SD(r) = 0.213$, $PE = 0.88$, $N = 14$, $H = 71$

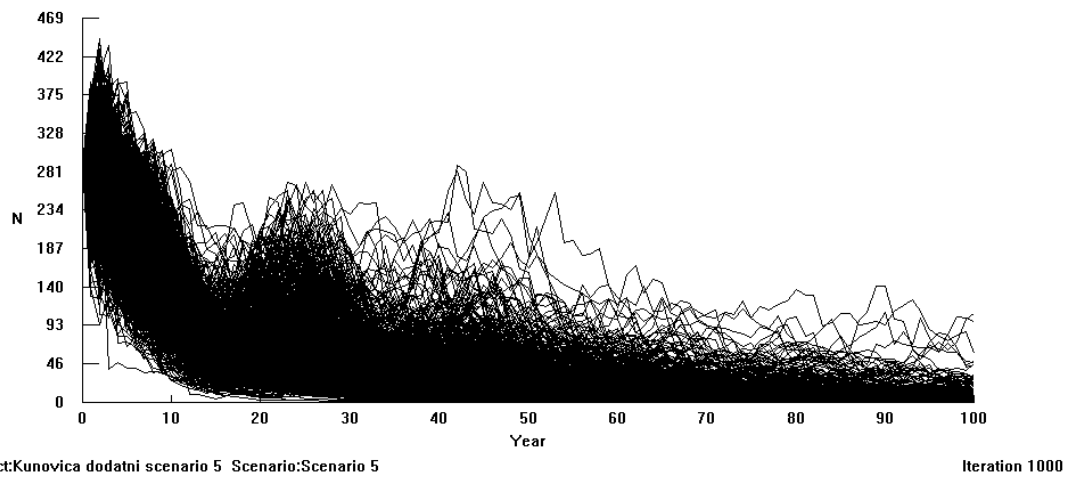
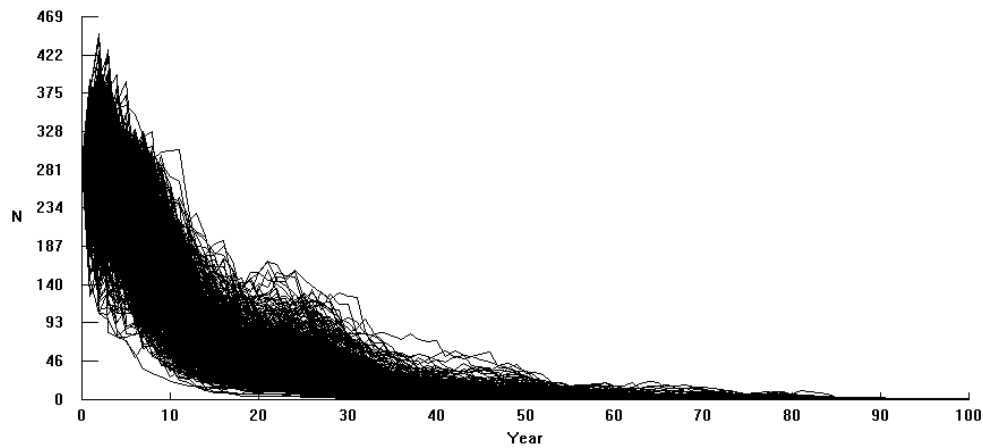


График 8. Додатни сценарио 5

Final statistics: $r = -0.064$, $SD(r) = 0.190$, $PE = 1.00$, $N = 0$, $H = 0$

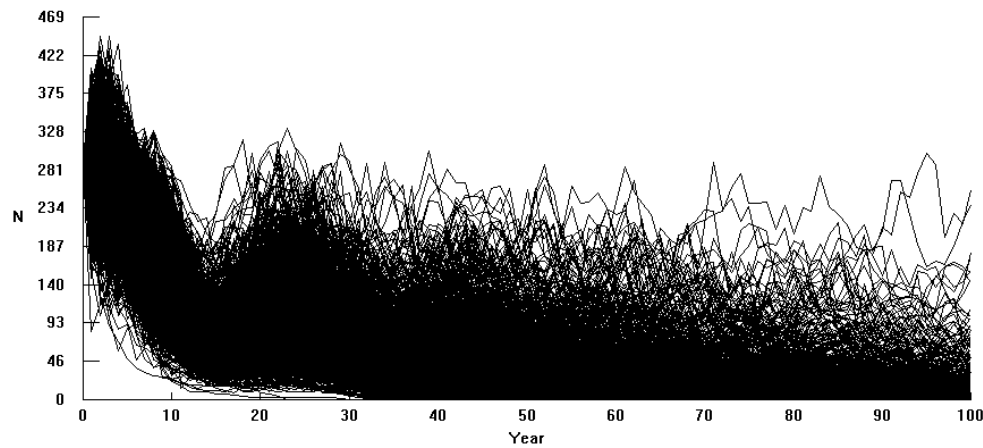


Project:Kunovica dodatni scenario 6 Scenario:Scenario 6

Iteration 1000

График 9. Додатни сценарио 6

Final statistics: $r = -0.035$, $SD(r) = 0.219$, $PE = 0.65$, $N = 25$, $H = 76$



Project:Kunovica dodatni scenario 7 Scenario:Scenario 7

Iteration 1000

График 10. Додатни сценарио 7

Final statistics: $r = -0.102$, $SD(r) = 0.169$, $PE = 1.00$, $N = 0$, $H = 0$

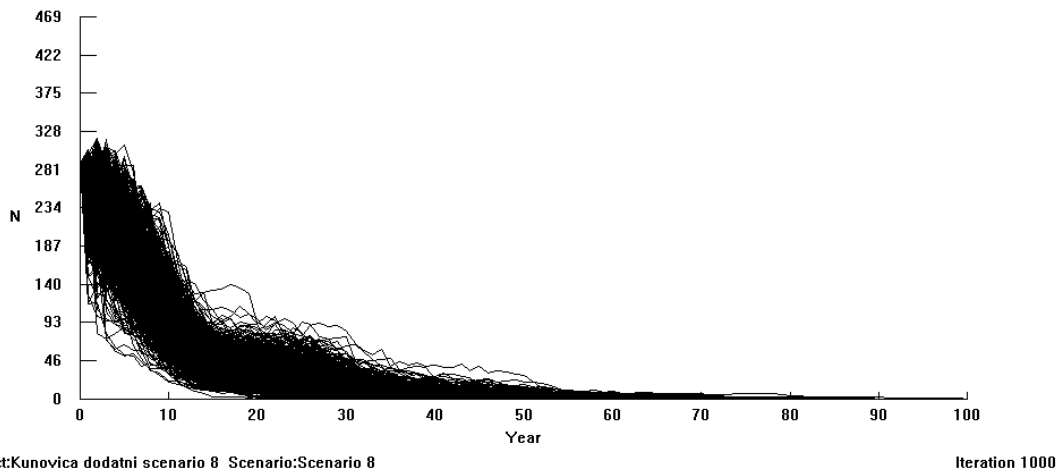


График 11. Додатни сценарио 8

Final statistics: $r = -0.029$, $SD(r) = 0.216$, $PE = 0.54$, $N = 31$, $H = 79$

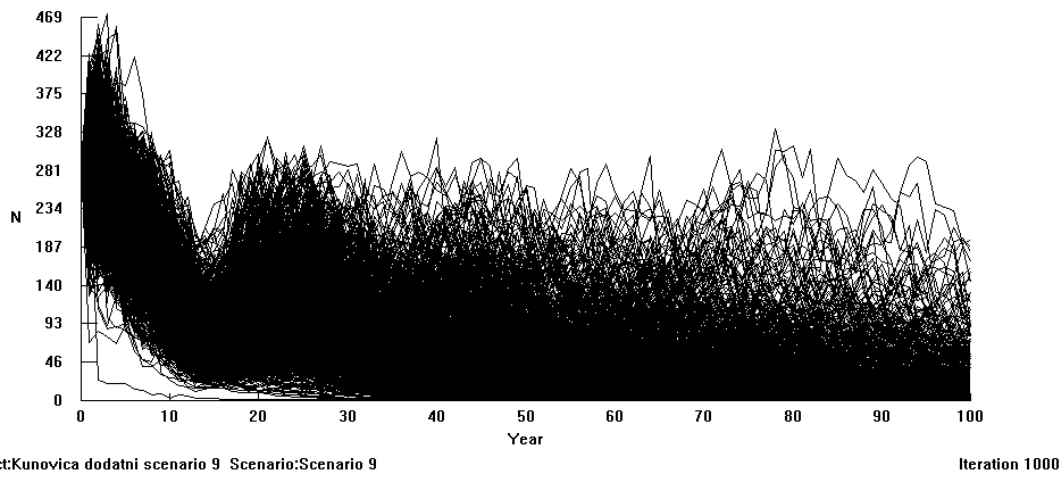


График 12. Додатни сценарио 9

Final statistics: $r = 0.000$, $SD(r) = 0.230$, $PE = 0.15$, $N = 94$, $H = 84$

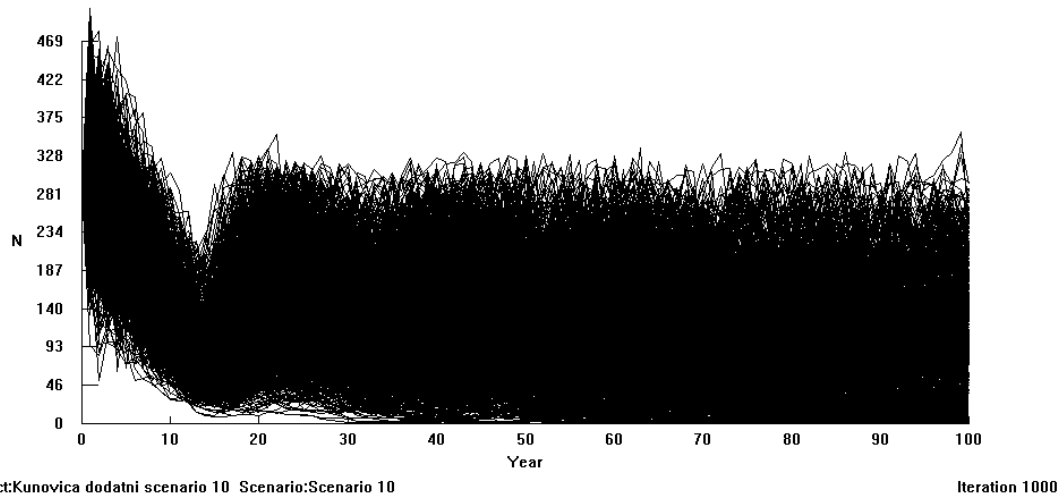


График 13. Додатни сценарио 10

Final statistics: $r = -0.039$, $SD(r) = 0.204$, $PE = 0.50$, $N = 30$, $H = 81$

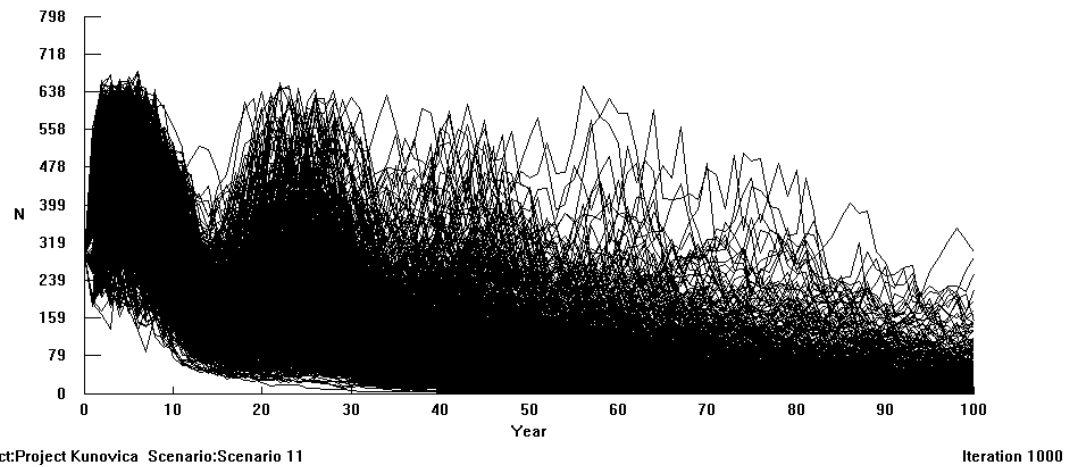


График 14. Додатни сценарио 11

Final statistics: $r = -0.037$, $SD(r) = 0.202$, $PE = 0.43$, $N = 42$, $H = 83$

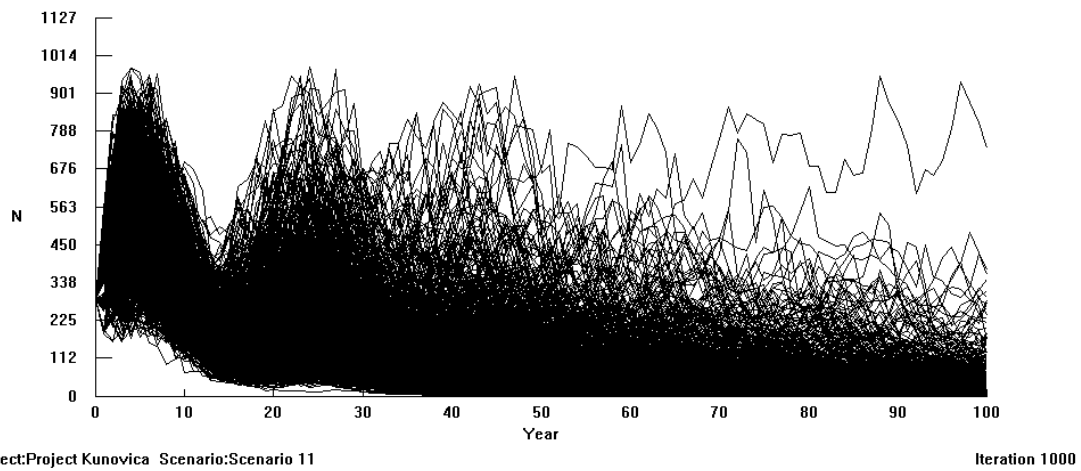


График 15. Додатни сценарио 12

Final statistics: $r = -0.037$, $SD(r) = 0.202$, $PE = 0.44$, $N = 35$, $H = 82$

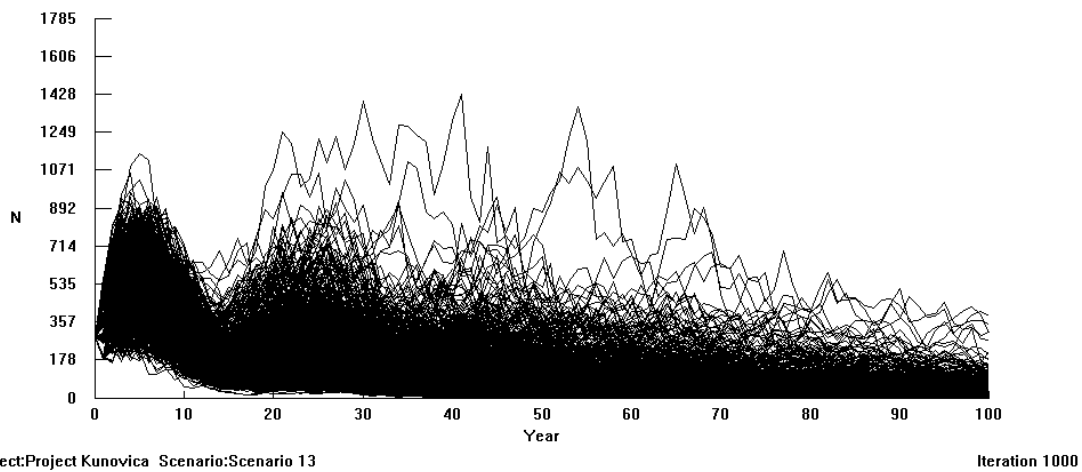


График 16. Додатни сценарио 13



ИЗВОД

Током пет узастопних година (2010.-2014.) у локалној популацији источне подврсте шумске корњаче (*Testudo hermanni boettgeri*) у околини села Куновица код Ниша бележено је варирање одабраних параметара животне историје, популационе структуре и додатних карактеристика које одражавају статус популације.

Потврђено је постојање јасних разлика у величини и облику тела између мужјака и женки шумске корњаче, затим незнатно варирање кондиционог индекса масе адултних јединки током узастопних година праћења што би могло указивати на стабилно здравствено стање популације. У адултном делу популације однос полова одступао је од оптималног тако да су женке биле бројније од мужјака. Прецизно одређивање узрасне структуре није било могуће. Такође је уочен је велики опсег варирања доба достизања полне зрелости. Просечна величина легла уклапала се у опсег вредности приказан у литератури. Просечна стопа преживљавања адултних јединки била је висока и нису утврђене разлике у преживљавању између полова, као ни разлике у величини ареала кретања.

Анализа вијабилности хипотетичке изоловане популације шумске корњаче у Куновици, у оквиру експерименталне површине показала је да таква популација није вијабилна. Сходно томе минимална вијабилна величина те популације није утврђена, али је утврђено да повећање носећег капацитета средине доводи до знатног смањења вероватноће изумирања. У оквиру симулираних параметара, најкритичнији фактор за дугорочни опстанак представља веома поремећен однос полова на рођењу. Насупрот томе, раније полно сазревање и млађе доба прве репродукције ову популацију приближава статусу вијабилне у оквиру наредних сто година.

Показано је да троструко повећање носећег капацитета средине може повећати вероватноћу преживљавања за трећину што би, уз додатно надгледање омогућило дугорочни опстанак дате популације шумске корњаче.



SUMMARY

During the five consecutive years (2010-2014), in the local population of the eastern Hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*) in the vicinity of Kunovica village near Nis, the variation of selected life-history parameters, population structure and some additional characteristics reflecting the population status were observed and measured.

The existence of sexual size and shape dimorphism has been confirmed, followed by a slight variation in the body mass condition index of adult tortoises during consecutive years of monitoring, which could indicate a stable health status of the population. Adult sex ratio deviates from the optimum, so that the females were more numerous than males. Determining the precise age structure was not possible. Also, a wide range of variation in the age of achieving sexual maturity has been observed. The average clutch size fits into the range of values reported in the literature. The average survival rate of adult individuals was high and no differences in survival between sexes were found, also differences between sexes in the size of the area of movement were not determined.

An analysis of the viability of the hypothetically isolated Hermann's tortoise population in Kunovica, within the experimental area, showed that such a population is not viable. Accordingly, the minimum viable size of this population has not been determined, but it has been established that an increase in the carrying capacity of the habitat leads to a significant reduction of the extinction. Among the simulated parameters, the most critical one for long-term survival is the very disturbed sex ratio at birth. In contrast, the earlier sexual maturation and the younger age of the first reproduction, could approach the status of a viable for this population within the next hundred years.

It has been shown that a triple increase in the carrying capacity of the habitat can increase the probability of survival for a third what, with additional monitoring, would allow the long-term survival of this population of Hermann's tortoise.



БИОГРАФИЈА

Драгана М. Стојадиновић рођена је 02. 07. 1981. године у Лесковцу, где ја завршила основну и средњу Медицинску школу.

Природно-математички факултет у Нишу уписала је школске 2000/01 године на одсеку за биологију и екологију, где је дипломирала 2004. године са просечном оценом 8.93 и оценом 10 на дипломском испиту. Докторске академске студије уписује 2008/09 на Биолошком факултету у Београду, а од 2016. школовање наставља на докторским академским студијама на Природно-математичком факултету у Нишу.

Од октобра 2005. запослена је на Природно-математичком факултету у Нишу, најпре као асистент приправник, а од 2015. као асистент. Наставу изводи на више предмета на основним и мастер академским студијама.



БИБЛИОГРАФИЈА

I) Радови у истакнутим међународним часописима M22

1. Crnobrnja-Isailović, J., Ćurčić, S., **Stojadinović, D.**, Tomašević-Kolarov, N., Aleksić, I., Tomanović, Ž. Diet Composition and Food Preferences in Adult Common Toads 2 (*Bufo bufo*) (Amphibia: Anura: Bufonidae). **Journal of Herpetology**, **2012**, 46, 562-567.

II) Радови у међународним часописима M23

1. **Stojadinović, D.**, Milošević, Đ., Crnobrnja-Isailović, J. Righting time versus shell size and shape dimorphism in adult Hermann's tortoises: Field observations meet theoretical predictions. **Animal Biology**, **2013**, 63, 381-396.

2. **Stojadinović, D.M.**, Čubrić, T., Milošević, Đ. D., Jovanović, B.Lj., Ćorović, J.V., Paunović, M., Crnobrnja-Isailović, J. M. Contribution to the knowledge of spatial movements of adult Hermann's tortoises. **Archives of Biological Sciences**, **2017**, OnLine-First (00):13-13

3. **Stojadinović, D.**, Milošević, Đ., Sretić, K., Cvetković, M., Jovanović, T., Jovanović, B., Crnobrnja-Isailović, J. M. Activity patterns and habitat preference of eastern Hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*) in Serbia. **Turkish Journal of Zoology**, *in press*

III) Радови у часописима од националног значаја M52

1. **Stojadinović, D.**, Vidojević, D., Crnobrnja-Isailović, J. Variation of clutch characteristics in population of Eastern Hermann's tortoises (*Testudo hermanni boettgeri* Gmelin 1789). **Biologica Nyssana**, **2017**, 8(1): 123-127

2. Nikolić, M., Savić, D., Ilić, M., **Stojadinović, D.**, Crnobrnja-Isailovic, J. **2016**. A note on scavenging behaviour of adult Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*). **Biologica Nissana**, **2016**, 7(1):53-55.

IV) Саопштења са међународног скупа штампана у изводу М34

1. Jovanović, B., Ilić, M., Čorović, J., **Stojadinović, D.**, Crnobrnja-Isailović, J. 2017. Testing sexual selection in an explosive amphibian breeder (*Bufo bufo*). **SEH 2017 19th European Congress of Herpetology, Salzburg, Austria, September 18th -23rd 2017, Abstract Book, p.210.**
2. Crnobrnja-Isailović, J., **Stojadinović, D.**, Jovanović B., Čorović J., Ilić M., Mijatović, J., Nikolić, M., Čubrić T., Milošević DJ.2017. Do fluctuations of local climate have impact on phenology, activity patterns and habitat requirements of selected European amphibian and reptile species? **3rd Workshop "Ecophysiology: Interactions of organisms with their environment", San Juan, Argentina, March 15th-17th 2017, Abstract Book, p.24**
3. Crnobrnja-Isailović, J., Ilić, M., Milićević, J., Čosić, N., Čorović, J., Jovanović, B., Ilić, M., Nikolić, M., Savić, D., Čubrić, T., Lazić, M.M., Milošević, Đ., **Stojadinović, D.** 2016. Transition, urbanization approach and degree of impoverishment of local batracho- and herpetofauna. **The 8th World Congress of Herpetology (WCH8), Hangzhou, Zhejiang, China, August 15th -21st 2016, Abstract Book, p.83.**
4. Jovanović, B., Ilić, M., Čorović, J., Tomašević-Kolarov, N., Aleksić, I., **Stojadinović, D.**, Crnobrnja-Isailović, J. **2015.** A report on variation in breeding phenology in common toad. **18th European Congress of Herpetology, Wroclaw, Poland, September 7th-12th 2015, Abstract Book, p 51.**
5. Crnobrnja-Isailović, J., **Stojadinović, D.**, Milošević, Đ. **2013.** Relation between righting time and carapace shape in adult Hermann's tortoises. **17th European Congress of Herpetology, Veszprem, Hungary, August 22nd -27th 2013, Abstract Book, p. 102.**
6. Crnobrnja-Isailović, J., Čurčić, S., **Stojadinović, D.**, Tomašević-Kolarov, N., Aleksić, I., Tomanović, Ž. **2011.** Size- and sex-dependent variation in diet of *Bufo bufo* from Serbia. **SEH European Congress of Herpetology & DGHT Deutscher Herpetologentag Luxembourg and Trier, 25th to 29th September 2011, Abstract Book, p. 32**
7. Crnobrnja-Isailovic, J., **Stojadinović, D.**, Tomašević-Kolarov, N., Aleksić, I. **2009.** Some aspects of sexual selection in *Bufo bufo* population from Serbia. **15th European Congress of**

Herpetology & SEH Ordinary General Meeting, Aydin, Turkey, 28. September-02. October 2009. Book of Abstracts, p. 51.

V) Учешће на пројектима

„Еволуција у хетерогеним срединама: Механизми адаптација, биомониторинг и конзервација биодиверзитета“ (МНТР173025)



ИЗЈАВЕ АУТОРА

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

Утицај варирања особина животне историје на вијабилност популације шумске

корњаче *Testudo hermanni* Gmelin (Chelonia: Testudinidae) из источног дела ареала

која је одбрањена на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 10.10.2017.

Потпис аутора дисертације:

Драгана М. Стојковић
(Име, средње слово и презиме)

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ЕЛЕКТРОНСКОГ И ШТАМПАНОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације: Утицај варирања особина животне историје на вијабилност популације шумске корњаче *Testudo hermanni* Gmelin (Chelonia: Testudinidae) из источног дела ареала

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**, истоветан штампаном облику.

У Нишу, 10.10.2017.

Потпис аутора дисертације:

Ирајана М. Савићковић
(Име, средње слово и презиме)

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

Утицај варирања особина животне историје на вијабилност популације шумске корњаче *Testudo hermanni* Gmelin (Chelonia: Testudinidae) из источног дела ареала

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

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 10.10.2017.

Потпис аутора дисертације:

Драгана М. Сељезићковић
(Име, средње слово и презиме)