



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ



**Тијана Р. Чубрић**

**Популациони статус и фактори угрожавања  
поскока (*Vipera ammodytes*) у Србији**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

**Ниш, 2026.**



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF SCIENCES AND MATHEMATICS



Tijana (R) Čubrić

**Population status and threats of Nose-horned  
viper (*Vipera ammodytes*) in Serbia**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2026.



# ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ЦИИИ

## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, <b>РБР:</b>	
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	
Тип документације, <b>ТД:</b>	монографска
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	текстуални / графички
Врста рада, <b>ВР:</b>	докторска дисертација
Аутор, <b>АУ:</b>	Тијана Чубрић
Ментор, <b>МН:</b>	Јелка Црнобрња-Исаиловић
Наслов рада, <b>НР:</b>	Популациони статус и фактори угрожавања поскока ( <i>Vipera ammodytes</i> ) у Србији
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	српски
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	енглески
Земља публиковања, <b>ЗП:</b>	Србија
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Србија
Година, <b>ГО:</b>	2026.
Издавач, <b>ИЗ:</b>	ауторски репринт
Место и адреса, <b>МА:</b>	Ниш, Вишеградска 33.
Физички опис рада, <b>ФО:</b> (поглавља/страна/	117 Страна, 7 поглавља, 19 слика, 10 табела, 198 референци
Научна област, <b>НО:</b>	Биологија
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Конзервациона биологија
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	<i>Vipera ammodytes</i> , популациони статус, филогенетика, кондиција тела змија, геометријска морфометрија, моделовање будућег погодног станишта, офеофобија, приоритети за очување
<b>УДК</b>	598.124.1:502.172(497.11)(043.3)
Чува се, <b>ЧУ:</b>	библиотека
Важна напомена, <b>ВН:</b>	Изолација ДНК и PCR анализе су урађене у лабораторији на Институту за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ у Београду, а секвенционирање у Сеоулу, Јужна Кореја

Извод, **ИЗ**:

У овој докторској дисертацији анализирани су историјски аспект и савремени услови у погледу демографских и популационих карактеристика три одабране популације поскока (*Vipera ammodytes*) и ширег подручја у погледу екологије врсте и антропогеног притиска. Поређењем одабраних параметара популационе структуре одабраних популација поскока из заштићених (LC популација), незаштићених (IR популација) и подручја где је вршен излов јединки у комерцијалне сврхе (SV популација) утврђен је оптималан однос полова у LC и IR популацији насупротив нарушеном односу полова у корист мужјака у SV популацији, док је старосна структура најстабилнија у LC популацији, утврђене су интерпопулационе и полне разлике у величини и кондицији тела, те потенцијални конзерватизам у облику и величини главе. Установљен је конзистентни губитак погодног станишта за ову врсту под претпостављеним климатским сценаријима. Утврђене су 3 главне кладе (базиране на 16S rRNA) у Србији, што су нови налази у односу на 2 кладе које су биле претходно препознате и добијена је посебна идентификација преклапања клади на два локалитета. У Србији је утврђен релативно амбивалентан тренутни став људи према змијама.

Одређени су приоритети очувања међу анализираним популацијама. Свеукупно, резултати ове дисертације показују да једнообразан приступ заштити поскока у Србији не би био адекватан. Свака од три проучаване популације захтева специфичну комбинацију мера: LC популација као референтна, заштићена популација са стабилном демографијом, SV популација као ургентна са сложеним обрасцем, где су даље генетичке анализа и мониторинг посебно густине популације неопходни и IR популација као мониторинг приоритет где је потребно идентификовати хибернакулуме и микростаништа јувенилних јединки. Дате су препоруке за митигацију негативног антропогеног утицаја.

Датум прихватања теме, **ДП**:

7.10.2019.

Датум одбране, **ДО**: \_\_\_\_\_

Чланови комисије, **КО**:

Председник:

Члан:

Члан:

Члан:



# ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ЦИИИ

## KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, <b>ANO</b> :	
Identification number, <b>INO</b> :	
Document type, <b>DT</b> :	monograph
Type of record, <b>TR</b> :	textual / graphic
Contents code, <b>CC</b> :	doctoral dissertation
Author, <b>AU</b> :	Tijana Čubrić
Mentor, <b>MN</b> :	Jelka Crnobrnja-Isailović
Title, <b>TI</b> :	Population status and threats of Nose-horned viper ( <i>Vipera ammodytes</i> ) in Serbia
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian
Language of abstract, <b>LA</b> :	English
Country of publication, <b>CP</b> :	Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	Serbia
Publication year, <b>PY</b> :	2026
Publisher, <b>PB</b> :	author's reprint
Publication place, <b>PP</b> :	Niš, Višegradska 33.
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/ appendixes)	117 pages, 7 chapters, 19 pictures and graphs, 10 tables, 198 references
Scientific field, <b>SF</b> :	Biology
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Conservation Biology
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	<i>Vipera ammodytes</i> , population status, phylogenetics, body condition of snakes, geometric morphometrics, future habitat suitability modeling, ophidiophobia, conservation priorities
<b>UC</b>	598.124.1:502.172(497.11)(043.3)
Holding data, <b>HD</b> :	library
Note, <b>N</b> :	DNA isolation and PCR analyses were performed in the laboratory at the Institute for Biological Research "Siniša Stanković" in Belgrade, and sequencing in Seoul, South Korea.

Abstract, **AB**:

In this doctoral dissertation, historical and contemporary aspects of the demographic and population characteristics of three selected populations of nose-horned viper (*Vipera ammodytes*), as well as broader environmental conditions in terms of species ecology and anthropogenic pressure, were analysed. Comparisons of selected population structure parameters among populations originating from protected areas (LC population), unprotected areas (IR population), and areas where commercial harvesting of individuals had occurred (SV population) revealed an optimal sex ratio in the LC and IR populations, in contrast to a male-biased sex ratio in the SV population. The age structure was found to be most stable in the LC population. Interpopulation and sex-related differences in body size and body condition were detected, together with potential conservatism in head shape and size.

A consistent loss of suitable habitat for the species was predicted under the examined climate change scenarios. Three major clades (based on 16S rRNA) were identified in Serbia, representing a novel finding compared with the two clades previously recognized. In addition, unique evidence of clade overlap was detected at two localities. The current public attitude toward snakes in Serbia was found to be ambivalent.

Conservation priorities were established among the analyzed populations. Overall, the results of this dissertation indicate that a uniform conservation strategy for *V. ammodytes* in Serbia would not be appropriate. Each of the three studied populations requires a specific combination of conservation measures: the LC population as a reference protected population with stable demographic characteristics; the SV population as an urgent conservation concern requiring further genetic analyses and continued monitoring, particularly of population density; and the IR population as a monitoring priority where hibernacula and juvenile microhabitats should be identified. Recommendations for mitigating negative anthropogenic impacts are also provided.

Accepted by the Scientific Board on, **ASB**:

7.10.2019.

Defended on, **DE**:

Defended Board, **DB**:

President:

Member:

Member:

Member:

## Подаци о докторској дисертацији

Ментор: Др Јелка Црнобрња-Исаиловић, професор на Департману за биологију и екологију, Природно-математичког факултета у Нишу, Универзитета у Нишу

Наслов: Популациони статус и фактори угрожавања поскока (*Vipera ammodytes*) у Србији

Резиме: У овој докторској дисертацији анализирани су историјски аспект и савремени услови у погледу демографских и популационих карактеристика три одабране популације поскока (*Vipera ammodytes*) и ширег подручја у погледу екологије врсте и антропогеног притиска. Поређењем одабраних параметара популационе структуре одабраних популација поскока из заштићених (LC популација), незаштићених (IR популација) и подручја где је вршен излов јединки у комерцијалне сврхе (SV популација) утврђен је оптималан однос полова у LC и IR популацији на супрот нарушеном односу полова у корист мужјака у SV популацији, док је старосна структура најстабилнија у LC популацији, утврђене су интерпопулационе и полне разлике у величини и кондицији тела, те потенцијални конзерватизам у облику и величини главе. Установљен је конзистентни губитак погодног станишта за ову врсту под претпостављеним климатским сценаријима. Утврђене су 3 главне кладе (базиране на 16S rRNA) у Србији, што су нови налази у односу на 2 кладе које су биле претходно препознате и добијена је посебна идентификација преклапања клади на два локалитета. У Србији је утврђен релативно амбивалентан тренутни став људи према змијама.

Одређени су приоритети очувања међу анализираним популацијама. Свеукупно, резултати ове дисертације показују да једнообразан приступ заштити поскока у Србији не би био адекватан. Свака од три проучаване популације захтева специфичну комбинацију мера: LC популација као референтна, заштићена популација са стабилном демографијом, SV популација као ургентна са сложеним обрасцем, где су даље генетичке анализа и мониторинг посебно густине популације неопходни и IR популација као мониторинг приоритет где је потребно идентификовати хибернакулуме и микростаништа јувенилних јединки. Дате су препоруке за митигацију негативног антропогеног утицаја.

Научна област:  
Научна дисциплина:

Биологија  
Конзервациона биологија

---

Кључне речи:

*Vipera ammodytes*, популациони статус, филогенетика, кондицијаа тела змија, геометријска морфометрија, моделовање будућег погодног станишта, офиофобија, приоритети за очување

УДК:

598.124.1:502.172(497.11)(043.3)

CERIF  
класификациј  
а:

В 280 Екологија животиња  
В 320 Систематска зоологија, таксономија, зоогеографија

Тип лиценце  
Креативне  
заједнице:

**CC BY-NC-ND**

## Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor: PhD Jelka Crnobrnja-Isailović, professor, Department of Biology and Ecology, Faculty of Science and Mathematics, University of Niš

Title: Population status and threats of Nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) in Serbia

Abstract:

In this doctoral dissertation, historical and contemporary aspects of the demographic and population characteristics of three selected populations of nose-horned viper (*Vipera ammodytes*), as well as broader environmental conditions in terms of species ecology and anthropogenic pressure, were analyzed. Comparisons of selected population structure parameters among populations originating from protected areas (LC population), unprotected areas (IR population), and areas where commercial harvesting of individuals had occurred (SV population) revealed an optimal sex ratio in the LC and IR populations, in contrast to a male-biased sex ratio in the SV population. The age structure was found to be most stable in the LC population. Interpopulation and sex-related differences in body size and body condition were detected, together with potential conservatism in head shape and size.

A consistent loss of suitable habitat for the species was predicted under the examined climate change scenarios. Three major clades (based on 16S rRNA) were identified in Serbia, representing a novel finding compared with the two clades previously recognized. In addition, unique evidence of clade overlap was detected at two localities. The current public attitude toward snakes in Serbia was found to be ambivalent.

Conservation priorities were established among the analyzed populations. Overall, the results of this dissertation indicate that a uniform conservation strategy for *V. ammodytes* in Serbia would not be appropriate. Each of the three studied populations requires a specific combination of conservation measures: the LC population as a reference protected population with stable demographic characteristics; the SV population as an urgent conservation concern requiring further genetic analyses and continued monitoring, particularly of population density; and the IR population as a monitoring priority where hibernacula and juvenile microhabitats should be identified. Recommendations for mitigating negative anthropogenic impacts are also provided.

Scientific Field:

Biology

Scientific Discipline:

Conservation Biology

Key Words:

*Vipera ammodytes*, population status, phylogenetics, body condition

of snakes, geometric morphometrics, future habitat suitability modeling, ophidiophobia, conservation priorities

UDC: 598.124.1:502.172(497.11)(043.3)

CERIF Classification :  
B280 Animal Ecology  
B320 Systematic Zoology, Taxonomy, Zoogeography

Creative Commons License Type:  
**CC BY-NC-ND**

## Захвалница

*Највећу захвалност дугујем Рафорд фондацији из Велике Британије (The Rufford Foundation) која је подржала два пројекта чији сам била руководилац, те без чије подршке израда ове дисертације не би била могућа као ни конзервационе акције које сам предузела у сврху заштите змија (кроз самостално креирани документарца који је путем You Tube-а едуковао преко 35 000 гледалаца, кроз дигиталне, новинске и телевизијске медије, кроз предавања ученицима различитих школских установа и члановима локалних заједница широм Србије, те кроз доделу самостално креираних едукационих материјала).*

*Срдачно се захваљујем своје ментору, др Јелки Црнобрњи-Исаиловић на менторству, као и на 9 узорака уступљеним за филогеографску студију и неколико географских координата уступљених за моделовање станишта; др Горани Стаменковић и др Марији Илић на пруженој помоћи у генетичким анализама у филогеографској студији; др Xavier Voppet-у на пруженој помоћи у статистичкој анализи величине тела и кондиције тела поскока, Николи Вулетићу и своје оцу на пруженој логистичкој подршци на бројним теренима. Захваљујем се члановима локалних заједница на сарадњи у анонимној анкети.*

*Дубоко се захваљујем својим родитељима на пруженој љубави и подршци током читавог свог школовања.*

*Дисертацију посвећујем поскоку. Надам се да ће ти сав мој досадашњи и будући рад и труд помоћи да будеш мало боље схваћена и заштићенија животиња.*

## САДРЖАЈ

<b>1. Увод.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Поскок (<i>Vipera ammodytes</i>).....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Таксономија и филогенија поскока.....	3
1.1.2. Биологија и екологија поскока.....	6
1.1.2. Конзервациони статус поскока и угрожавајући фактори.....	9
<b>1.2. Популациони статус и популациони параметри код змија.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Циљеви истраживања.....</b>	<b>19</b>
<b>3. Материјал и методе.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Теренска истраживања.....</b>	<b>21</b>
3.1.1. Истраживања за генетичке анализе.....	21
3.1.2. Истраживања у циљу процене популационих параметара, анализе облика и величине главе .....	21
3.1.3. Истраживања за потребе моделовања будуће погодности станишта под предвиђеним климатским сценаријима.....	23
3.1.4. Истраживања у сврху процене угрожавајућих фактора.....	24
3.1.4.1. Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку	24
3.1.4.2. Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење.....	25
<b>3.2. Генетичке анализе, статистика и математички модели.....</b>	<b>25</b>
3.2.1. Филогенетске анализе.....	25
3.2.1.1. Екстракција ДНК, ланчана реакција полимеразе и секвенционирање	25
3.2.1.2. Реконструкција филогенетских односа.....	27
3.2.2. Популациони параметри и динамика .....	28
3.2.2.1. Демографске анализе.....	28
3.2.2.2. Процена величине тела и кондиције тела.....	28
3.2.2.3. Анализа облика и величине главе поскока.....	29
3.2.3. Екологија.....	31
3.2.3.1. Моделовање потенцијалне будуће дистрибуције погодних станишта поскока на основу климатских сценарија.....	31
3.2.3.2. Угрожавајући фактори.....	34
3.2.3.2.1. Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку.....	34
3.2.3.2.2. Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење.....	36
<b>4. Резултати .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. Филогенетика.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2. Популациони параметри и динамика.....</b>	<b>39</b>
4.2.1. Демографске анализе.....	39
4.2.2. Процена величине тела и кондиције тела.....	42
4.2.3. Анализа облика и величине главе поскока.....	45
<b>4.3. Екологија.....</b>	<b>46</b>
4.3.1. Моделовање потенцијалне будуће дистрибуције погодних станишта поскока на основу климатских сценарија.....	46
4.3.2. Угрожавајући фактори.....	49
4.3.2.1. Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку.	49
4.3.2.2. Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење.....	54
<b>5. Дискусија.....</b>	<b>57</b>

<b>5.1. Одабир приоритета за очување међу анализираним популацијама поскока у Србији .....</b>	<b>72</b>
<b>6. Закључак.....</b>	<b>81</b>
<b>7. Литература.....</b>	<b>84</b>

## 1. Увод

У свету је описано 4229 врста змија (Reptilia, Squamata) (*извор*: reptile-database.org, 2026). Европу насељава 35 врста (McDiarmid и сар., 2012) док територију Републике Србије насељава 10 врста змија (Tomović и сар., 2015). Србију насељавају припадници две породице змија и то: Colubridae: *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), *Dolichopis caspius* (Gmelin, 1789), *Elaphe quatuorlineata* (Lacapede, 1789), *Platyceps najadum* (Eichwald, 1831), *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768), *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758), *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) и Viperidae: *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835), *Vipera berus* (Linnaeus, 1758), *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758). Змије се могу дефинисати као животиње прекривене рожним крљуштима, без удова или са веома малим остацима задњих удова, без покретних очних капака, ушних шкољки, са издуженим рачвастим и ретрактилним језиком, попречно постављеном клоаком, парним копулаторним органима, и са две половине доње вилице које се независно покрећу (Boulenger, 1913 прер.). Bohm и сарадници (2013) су проценили да је укупно 12% врста змија угрожено при чему су у анализи су коришћени искључиво подаци о распрострањењу док су за тачније резултате потребни подаци о популацијама на глобалном нивоу.

Змије су значајни чланови екосистема и могу послужити као биоиндикатори (Stafford и сар., 1977; Matthews и сар., 2002; Lind и сар., 2005). Показано је да њихово присуство корелисано са присуством других таксона и да поуздано указује на локалитете значајне за заштиту природе (Moore и сар., 2003). Многе врсте змија, а нарочито звечарке, осетљиве су на пад бројности популације због специфичних особина животне историје јер се одликују ниском учесталашћу размножавања, касним полним сазревањем, и/или високим морталитетом јувенилних јединки. Управо због такве осетљивости на нарушавање станишта и климатске промене, оне могу послужити као показатељ процеса који се одвијају у екосистему (Beaure и Douglas, 2009). Пошто већина љутица заузима релативно мале територије, промене у њиховим популацијама могу навестити шире поремећаје у екосистему, попут осцилација у бројности плена. Како су змије ектотермни организми, прилагођени животу уз ниску потрошњу енергије, оне на смањену доступност плена реагују спорије од многих других животиња. Захваљујући тако ниском енергетском буџету, те уске зависности од станишта, могу да издрже дуготрајно мировање и то преко зиме у умереним пределима, а у тропима током сушних месеци, тако да им активност популације из године у годину остаје

релативно стабилна. Управо таква стабилност чини змије погодним за праћење стања екосистема, јер се резултати истраживања спроведених у истим периодима године лако могу упоређивати. За разлику од краткотрајних и слабијих осцилација, на које популације змија по правилу не реагују, дуготрајни трендови на нивоу екосистема (вишегодишњи) могу се препознати управо праћењем змија (Beaupre и Douglas, 2009). Тако су напр. Madsen и сарадници (2006), анализом количине падавина, бројности пацова и популације питона *Liasis fuscus* (Peters, 1873), утврдили постојање директне везе између абиотичког чиниоца (падавина) и динамике односа предатора и плена. На применљивост података о једној врсти змије на друге врсте утичу њена бројност, избор плена, распрострањеност, популациона структура, величина тела и учесталост размножавања.

Viperidae (љутице) су породица змија отровница распрострањених широм света изузев Антарктика, Аустралије, Новог Зеланда, Ирске, Мадагаскара и Хаваја (Green, 1997). Европске љутице имају здепасто тело, кратке репове и добро дефинисану главу, најчешће троугластог облика. Дорзалне крљушти имају гребен а главене рожне плочице су често фрагментисане. Очи су им најчешће ситне и имају вертикалну зеницу. Клоака им није подељена. Поседују карактеристичан отровни апарат који се састоји из две отровне жлезде чији канали воде до базе два шупља мобилна очњака што омогућава да се отров ефикасно убризга у плен (Cundall, 2002). Ово су углавном споре змије, и лове из заседе тако што убризгају отров у плен (сисари) док пролази поред њих и прате мирис плена након што отров делује. Птице, гуштере и инсекте задржавају и гутају их чим престану да се померају. Такође, некада лове у јамама сисара (Arnold и Burton, 1978). Љутице су вивипарне врсте и код већине врста пре парења мужјаци учествују у "борбеном плесу" при чему се мужјаци подижу и гурају се, након чега се слабији мужјак повлачи. Љутице нису агресивне све док се не узнемиравају, нагазе или злостављају када одговарају уједом. Viperidae деле сличне конзервационе проблеме: не постоји довољно систематичних истраживања, присутан је недостатак јавног интереса, предрасуде, страх, урбанизација, уништавање станишта, илегално сакупљање (Gibbons и сар., 2000; Bohm и сар., 2013).

## 1.1. Поскок (*Vipera ammodytes*)

### 1.1.1. Таксономија и филогенија поскока

*Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758) (слика 1) припада породици Viperidae (Reptilia, Squamata, Serpentes) (извор:reptile-database.org,2026). Распрострањен је у јужној Аустрији и североисточној Италији, јужној и југозападној Румунији, Бугарској, Словенији, Хрватској, Босни и Херцеговини, Србији, Црној Гори, Северној Македонији, Албанији, Грчкој (Sillero и сар., 2014), у Грузији, у Турској (подручја западно од Босфора) (Agasyan и сар., 2009). Висинска граница распрострањења ове врсте је 2500 м надморске висине (Срнобрнја-Isailović и Наххиу, 1997). Србију насељавају две подврсте *V.a.ammodytes* и *V.a.montadoni* (Ursenbacher и сар., 2008). *V.a.ammodytes* насељава територију Србије јужно од Саве и Дунава, изузев крајњег југа и југоистока а *V.a. montadoni* насељава крајњи југ и југоисток земље (Томовић и сар., 2015).

Првобитно је било описано 6 подврста: *V. a. ammodytes* (Linnaeus, 1758), *V. a. meridionalis* (Boulenger, 1903), *V. a. montandoni* (Boulenger, 1904), *V. a. transcaucasiana* (Boulenger, 1913), *V. a. ruffoi* (Bruno, 1968) и *V. a. gregorwallneri* (Sochurek, 1974). Поједине подврсте су оспораване па према новијој литератури су признате 4 подврсте: *V. a. ammodytes* који насељава Аустрију, Италију, Хрватску, Словенију, Босну и Херцеговину, Црну Гору, северну Албанију, југозападну Румунију, северозападну Бугарску и Србију, *V. a. meridionalis* који насељава Кикладе, Пелопонез и централни део Грчке, *V. a. montandoni* који насељава Бугарску, југоисточну Румунију, најјужнији део Србије, Северну Македонију, централну и јужну Албанију, северну Грчку и северозападну Турску, и *V. a. transcaucasiana* који насељава североисточну Турску, Грузију и Јерменију. (Neckes и сар., 2005; Томовић 2005,2006).



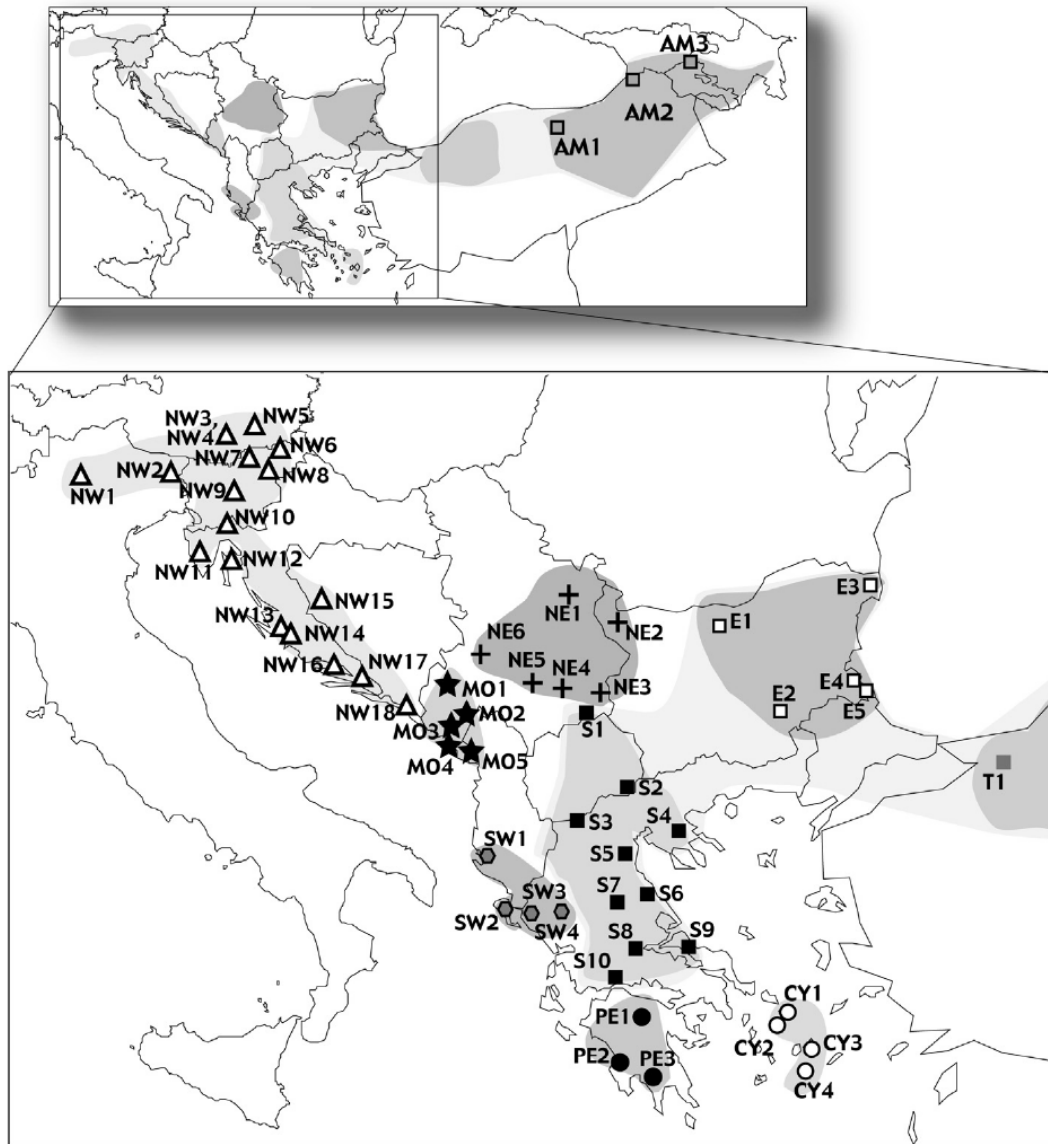
Слика 1. Врста: *Vipera ammodytes*. Фото: Тијана Чубрић

Користећи филогеографски приступ, препознате су следеће генетичке кладе (Ursenbacher и сар., 2008) (слика 2): северозападна клада (NW) која насељава Италију, Аустрију, Словенију, Хрватску и Босну и Херцеговину, североисточна клада (NE) која насељава западну, централну и источну Србију и западну Бугарску, црногорска клада (MO) која насељава Црну Гору, југозападна клада (SW) која насељава Албанију и северозападну Грчку, југоисточна клада (SE) која насељава најјужнији део Србије, Северну Македонију, централну и источну Бугарску, северну и централну Грчку, Турску, Јерменију (у оквиру ове кладе су препознате следеће подкладе: турска (T) (западна Турска), малоазијска (AM) (централна и источна Турска, северна Јерменија), јужна (S) (северна и централна Грчка, Македонија и најјужнији део Србије) и источна подклада (E) (централна и источна Бугарска), пелопонеска клада (PE) која насељава Пелопонеско полуострво, Кикладес клада (CY) која насељава Кикладе (слика 2). Анализом комбинације геномске и митохондријалне ДНК, потврђено је присуство свих клада описаних у стидији Ursenbacher-а и сар., 2008 при чему је забележено присуство додатне кладе са североисточног Пелопенеза (NEP) (Thanou и сар., 2023), док су анализе засноване на геномици откриле два различита кластера, која одговарају северозападном (NBC) и југо-источном (SBC) делу Балканског полуострва где први кластер

укључује NW, NE и MO mtДНК кладе које све припадају морфотипу *V.a. ammodytes*, док се други кластер састоји од осталих клада које припадају морфотиповима *V. a. montandoni*, *V. a. meridionalis* и *V. a. transcaucasiana*. Обзиром да су ови резултати такође указали на веома ограничен или никакав проток гена између два кластера, аутори су предложили да NBC и SBC кластери треба да буду сматрани различитим врстама, и то *V. ammodytes* и *V. meridionalis*, али ово је још увек таксономска контроверза.

У студији Dyugmedzhiev-а и сар. (2024) на основу анализе два митохондријска маркера (cytb и ND2), потврђено је присуство североисточне (NE) и југоисточне (SE) митохондријске кладе у Бугарској, при чему је SE представљена својим јужним (S) и источним (E) поткладама где међу узоркованим локалитетима, два су сматрана потенцијалним контактним зонама између ових mtДНК линија на основу старих морфолошки изведених дистрибуционих података док је NE клада је била одсутна из обе потенцијалне контактне зоне док популације те кладе успостављају контакт са популацијама поткладе E у најмање једном подручју, а такође се приближавају контакту са популацијама поткладе S.

Предак поскока је вероватно током Миоцена колонизовао Балканско полуострво док су се на овом простору дешавале климатске и вегетацијске промене, као и прекидање и установљавање нових коридора, након чега се у раном Плиоцену *Vipera ammodytes* раздвојио у четири групе (Ursenbacher и сар., 2008). Изолација између Пелопонеза, Киклада и грчког копна током Плиоцена објашњава дивергенцију између Кикладес кладе и пелопонеске кладе. Током касног плиоцена јединке из југоисточне кладе су колонизовале Турску до Кавказа и поделила се на неколико подклада. У раду Урсенбацхера и сарадника (2008) се закључује да висока хомогеност између клада (изузев северозападне, пелопонеске и Кикладес) указује да су ове популације прошле кроз тзв. “ефекат уског грла” током глацијације због лимитираних рефугијума и могуће конкуренције са *V. berus* групом које је боље адаптирана на услове ниских срединских температура. Поскок показује огромну генетичку варијабилност на Балканском полуострву (вероватно због постојања глацијалних рефугијума) и у хеленском региону (Ursenbacher и сар., 2008).



Слика 2. Распрострањење клада и подклада унутар врсте *Vipera ammodytes*. Скраћенице представљају имена клада према тексту изнад. Илустрација преузета из Ursenbacher и сар. 2008.

### 1.1.2. Биологија и екологија поскока

Поскок достиже дужину до 90 цм (Arnold и Burton, 1978). Препознатљив је по присуству тзв. рога који представља кожно-везивну израшину на врху њушке. Глава је велика, јасно дефинисана и троугластог облика, покривена ситним рожним крљуштима са изузетком супракуларних плочица. Веома ретко се могу јављати крупне дорзалне крљушти на глави, које вероватно представљају резултат атавизма, утицаја фактора животне средине током ембриогенезе или настају као резултат инбридинга (Čubrčić и

Crnobrnja-Isailović, 2019). Очи су крупне и имају вертикалну зеницу. Има од 21 до 23 дорзалних крљушти са јасно израженим вертикалним гребеном (Arnold и Burton, 1978). Постоји полни диморфизам: мужјаци имају дужи реп, имају више субкаудалних плочица док женке имају шире вентралне плочице, шире тело и ширу главу (Tomović и сар., 2002).

Студија у Бугарској показала је да избор станишта и микростваништа зависи од старости, при чему јувенилне јединке имају најужу просторну нишу и преферирају отворенија микростваништа при чему се ширина просторне нише постепено се повећава са старашћу, заједно са тенденцијом насељавања микростваништа са више жбуња (Dyugmedzhiev и сар., 2025). Такође, избор станишта и микростваништа зависи и циркадијалних образаца активности где ниже температуре ваздуха у пролеће и јесен омогућавају поскоцима да користе исте типове места током читавог дана и само да праве кратке покрете између њих када се скривају у склоништима а лети, због високих температура, коришћење истих типова места током читавог дана је немогуће, па се змије током најтоплијих сати померају ка суседним местима са погоднијим микроклиматским условима (Dyugmedzhiev и сар., 2024). У Србији типична станишта представљају субмедитеранске ксеротермне храстове шуме, отворене ретке шуме са просецима, мозаичне ливаде, шикаре и шибљаци, камењари, сипари, клифови а може се наћи и у људским насељима и инфраструктурама (Tomović и сар., 2015).

Поскок је седентарна врста која се у просеку не креће много при чему је стопа кретања виша код мужјака (Dyugmedzhiev и сар., 2020). Зими хибернира и из хибернације излази крајем фебруара, марту или почетком априла што зависи од пола и станишта. Активан је ујутру и поподне али и показује дневно-ноћну активност у зависности од сезоне (Crnobrnja-Isailović и сар., 2007, Dyugmedzhiev и сар., 2021). Храни се ситним сисарима али и птицама, гуштерима и инсектима (Tomović и сар., 2022, Luiselli, 1996). Плен лови из заседе убризгавајући отров а затим прати плен по мирису док исти не угине. Он је мирна, спора и равнодушна змија која уједа само када се узнемирава или нагази пре чега најчешће шишти упозоравајуће.

Поскок се пари у априлу и мају а млади се рађају крајем августа и почетком септембра (Spreybroeck и сар., 2016). Обично се пари један до 2 мужјака са једном женком док се групно парење јако ретко виђа (Ћубрић и Crnobrnja-Isailović, 2023). Вивипарна је врста и рађа од 4 до 20 младунаца (Luiselli и Zuffi, 2002). Женке у периоду гестације преферију топлија станишта како би омогућиле прецизну терморегулацију, што је неопходно за развиће неоната (Dyugmedzhiev и сар., 2021).

Током гестације, женке су статичне и држе се близу хибернакулума и често се могу наћи неколико гравидних женки на малој територији (Dyugmedzhiev и сар., 2020). Нажалост, након порођаја смртност женки због лоше кондиције је висока (Luiselli и Zuffi, 2002, Dyugmedzhiev и сар.,2018). Након што се роде, јувенилне јединке остају близу места свог рођења до прве хибернације (Dyugmedzhiev и сар.,2020).

Отров поскока је изузетно јак што ову змију чини најотровнијом европском љутицом (Maretić, 1986). Састав отрова варира интрасепцијски у зависности од старости, географске локације или климе, сезоне, генетике и прехранбених навика (Halassy и сар., 2011). Поскок једним уједом најчешће излучује око 20 мг отрова (Горчевић, 2001). Смртна доза сувог отрова поскока за здравог човека је 15 мг (Maretić, 1986). Отров поскока је комплексна смеша и садржи протеолитичке ензиме, неуротоксине, хемотоксине, хијалуродиназе, фосфолипазу а, инхибиторе згрушавања крви, аденинтрифосфатазе, нуклеазе, фактори хеморагије, хистамин, амодитоксин А,В,С, амодитин L (Halassy и сар., 2008). Амодитоксин А В и С показују јаку пресинаптичку неуротоксичност. Најтоксичнија компонента отрова поскока је амодитоксин А који припада фосфолипазама а по функцији је неуротоксин који блокира неуромускуларну везу у скелетним мишићима (Halassy и сар., 2008). Амодитин L има јаку миотоксичну активност. Ефекат његовог отрова је претежно хеморагичан, некротизирајући, кардиотоксичан, хемолитичан и мањим делом неуротоксичан (Горчевић, 2001). Основна клиничка манифестација деловања отрова поскока је велико крварење у ткивима што доводи до надувености а изазивају је ендопептидазе које припадају групи Zn-зависних металопроотеиназа које раскидају васкуларне базалне мембране што изазива крварење и испоруку токсина у крвоток (Kurtović и сар., 2012). Значајан удео у отрову поскока има флавоксин који припада групи L-амино киселих оксидаза који заједно са флавин аденин динуклеотидом катализује стереоспецифичну оксидативну деаминацију аминокиселина до  $\alpha$ -кетокиселина и  $H_2O_2$  за којег се претпоставља да има централну улогу у апоптичном ефекту токсина на ћелије и за инхибицију агрегацију тромбоцита што доводи до хематолошких поремећаја (Georgieva и сар., 2011). Симптоми и сметње које се јављају код човека после уједа поскока су најчешће: бол, мучнина, повраћање, дијареја, оток, крварења, мехури испуњени крвљу, некроза, гангрена, стање шока, хеморагични синдром, сметње у раду срца али симптоми се могу мењати у зависности од количине отрова, здравственог стања и старости човека (Maretić, 1986). Страх доводи до погоршања стања. Исход може бити леталан, нарочито ако постоји алергија-исход је скоро увек леталан без противуотрова, стога

одмах треба се упутити најближој здравственој установи која поседује противотров. Отров поскока се користи у справљању серума против отрова свих европских љутица.

### 1.1.3. Конзервациони статус поскока и угрожавајући фактори

На глобалној као и на европској IUCN-овој црвеној листи *Vipera ammodytes* се налази у категорији последње бригае (LC) (Agasyan и сар., 2009, Bowles и сар., 2025). Налази се на апендиксу II Бернске конвенције (Anonymous, 1979) и на анексу IV Директиве о стаништима (Anonymous, 1992). Према Правилнику о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених врста Србије, спада у категорију заштићених врста (Anonymous, 2010). У црвеној књизи фауне Србије II-гмизавци (Tomović и сар., 2015) има статус најмање забрињавајуће врсте (LC). У Црвеној књизи фауне Србије II-гмизавци (Tomović и сар., 2015), глобалне IUCN категорије угрожености и критеријуми су примењени и прилагођени на националном нивоу при чему су придодати критеријуми о одлику дистрибуције (ширина дистрибуције, ендемичност, висинска граница, фрагментисаност ареала и периферност популација), екологије (климатске одлике станишта, начин живота, ширина хранидбене нише, прилагодљивост на измењена станишта и специјес-специфични антропогени утицаји) и животне историје (величина тела, тип репродукције, учесталост репродукције, величина легла, максимална дужина живота), скраћено названо ДЕЖИ, а по угледу на рад Filippi-ја и Luiselli-ја (2000) при чему су поред објављених студије, коришћени индиректни, подаци самих аутора Црвене књиге (фаунистички подаци прикупљени на терену, подаци из збирки и са херпетолошких интернет страница) без конкретних популационих студија.

Главни угрожавајући фактор за ову љутицу је сакупљање ради екстракције отрова (Agasyan и сар., 2009, Jelić и сар., 2013) и од 2009. је ова врста стављена под контролу промета (Ајтић, 2009).

## 1.2. Популациони статус и популациони параметри код змија

Популациона биологија представља дисциплину која проучава биолошке популације. Популација представља групу јединки исте врсте које имају висок степен међусобне интеракције (Hastings, 1997). У популационој биологији, истраживања се фокусирају на бројност, динамику, узрасну и полну структуру, обрасце рађања и умирања,

дисперзију и просторни распоред, као и факторе који регулишу раст и опстанак популације кроз време (Hastings, 1997). Њени основни циљеви су разумевање, објашњавање и предвиђање промена у величини и структури популација, што се постиже комбинацијом теренских истраживања и примене математичких модела (Hastings, 1997).

Популациони статус је сложен концепт који обухвата бројност, демографску структуру, динамичке трендове и виталне стопе (фертилитет, морталитет, преживљавање и узрасну структуру) и неопходно је измерити више параметара који одражавају различите аспекте функционисања популације (Dorcas и Willson, 2009). На основу тих података могуће је израчунати кључне популационе параметре: интринзичну стопу раста  $r$ , нето репродуктивну стопу  $R_0$  (просечан укупан број потомака које ће једна женка произвести током живота), стабилну расподелу узрасних класа, и репродуктивну вредност појединих узрасних класа (Hastings, 1997; Dodd, 2016). Вредност  $R_0$  мања од 1 указује да је популација у дугорочном опадању, чак и онда када краткорочна теренска опажања указују на стабилност (Hastings, 1997). Међутим, у пракси постоји значајан проблем: за већину врста гмизаваца, а нарочито змија, подаци о узрасно-специфичном преживљавању, репродуктивном животном веку и старењу нису доступни, што онемогућава директан прорачун  $r$ ,  $R$  и репродуктивне вредности (Dodd, 2016). Због тога се популациони статус код гмизаваца често процењује посредно, преко скупа индикатора попут полне и узрасне структуре, кондиционог индекса масе, индекса релативне бројности и просторно-временских трендова детектабилности (Dorcas и Willson, 2009; Beaupre и Douglas, 2009). Важан индикатор стања је и стабилност саме популације кроз време. Постоји значајна биолошка контроверза о томе колико су природне популације заиста стабилне јер емпиријски подаци показују да варијабилност бројности у природним популацијама може бити веома висока, и да је њено порекло (унутрашњи популациони механизми наспрам спољашње средине) и даље отворено питање (Hastings, 1997).

У контексту гмизаваца, годишње варирање популационих параметара може бити значајно, а краткотрајне студије стога могу пружити погрешну слику дугорочног стања (Dorcas и Willson, 2009; Shine и Bonnet, 2009). Гмизавци, а нарочито змије и посебно љутице (Viperidae), представљају групу кичмењака која је по својим демографским и животно-историјским карактеристикама особена јер имају низ особина тзв. „споре“ животне историје: релативно дуг животни век, касно сазревање, релативно високо годишње преживљавање одраслих у непоремећеним популацијама, ниску фреквенцију

репродукције, такозвано ”завичајно понашање” и високу смртност новорођених и јувенилних јединки (Beaure и Douglas, 2009; Shine и Bonnet, 2009). Управо те особине, уз стратегију лова релативно ретког али крупног плена из заседе, чине љутице посебно подложним опадању величине популације и тешким за опоравак након поремећаја (Maritz и сар., 2016). Иако чине само око 9% свих змија, оне тренутно представљају 20% од 226 змија на IUCN Црвеној листи, што директно одражава њихову демографску рањивост (Maritz и сар., 2016). Дугорочне студије показале су да змијске популације показују изузетно високу временску и просторну варијабилност параметара животне историје: учесталости репродукције, броја новорођених јединки, репродуктивних трошкова и стопа преживљавања адултних и јувенилних јединки (Shine и Bonnet, 2009). Такво годишње варирање може изазвати масивна колебања у величини популације, њеној структури и прирасту (Shine и Bonnet, 2009). Због тога чак и детаљне информације о једној популацији пружају само ограничену основу за извођење закључака о другим популацијама исте врсте. У принципу, температура одређује стопе готово свих биолошких процеса код ектотермних организама, укључујући стопе раста, достизање полне зрелости, унос енергије и фреквенцију репродукције (Weatherhead и Madsen, 2009). Стога се очекује да, у оквиру исте врсте змијске популације у хладнијим климатским зонама имају спорији животни циклус и нижу стопу опоравка популације након поремећаја у поређењу са популацијама у топлијим климатима, што и емпиријски потврђује: код *V. aspis*, напр. женке се репродукују годишње на југу Европе, бијенијално у Француској и тријенијално у Алпима (Weatherhead и Madsen, 2009).

Добар пример сложености процеса у популацијама змија представља седмогодишња "mark-recapture" студија *Opheodrys aestivus* (Linnaeus, 1766) у Арканзасу (Plummer, 1997) која илуструје колико је теренско праћење неопходно за реалну процену популационог статуса. Иако се змијске популације често сматрају релативно стабилним, ова студија је показала да популације змије нису имуне на варирања средине: процењена бројност опала је са 350–500 јединки у прве три године на 100–200 у наредне четири, а нето репродуктивна стопа на оба праћена локалитета ( $R_0 = 0,60$  и  $0,84$ ) била је недовољна за дугорочно одржавање популације (Plummer, 1997). Опадање је било корелисано са необично топлим и сувим временом и пратећим падом кондиционог индекса јединки (Plummer, 1997). Кључни демографски параметри: однос полова код одраслих који није одступао од 1:1, али уз знатно ниже годишње преживљавање мужјака (27,8%) у односу на женке (41,1%) и илуструју да површински

стабилан однос полова може прикривати озбиљну демографску неравнотежу (Plummer, 1997). Слично, дугорочно (40-годишње) праћење *Vipera berus* у јужној Шведској показало је да је након екстремне суше 2018. године забележено смањење популације за 50%, уз драматичан пад телесне кондиције преживелих јединки (Madsen и сар., 2023). Парадоксално, упркос томе што локалне студије показују озбиљан пад, *V. berus* у Шведској и даље има националну категорију „најмање забрињавајуће“ (LC) на Црвеној листи, што истиче проблем дисконекта између националне процене и стварне локалне популационе динамике, и указује на критичну важност дугорочних, локално фокусираних популационих студија (Nilsson, 2025). Када говоримо о самом поскоку, студија на овој љутици на острву Голем Град у Северној Македонији је управо пример колико популациона биологија може открити фенотипских и демографских особина које нису видљиве кроз класичне дистрибуционе мапе: острвске јединке су биле приближно 20% мање од копнених, имале су мање и ситније легло (просечно 4,1 наспрам 7,3 потомка), нижи кондициони индекс и краћу релативну дужину вилице, што се повезује са трајним ограничењем уноса енергије и плена ситнијих од оних на копну (Томовић и сар., 2022). Овакви резултати јасно показују да врста може испољавати значајне популационе и фенотипске разлике између локалитета, и да процена популационог статуса мора бити локално специфична. Дакле, сваки систематски прилог локалним и националним популационим студијама код ове групе посебно драгоцен при чему интегративни приступ где сагледавамо што више аспеката популационог статуса врсте кренувши од филогеографских образаца који обликују и дају историјски контекст садашњој дистрибуцији до локално специфичних популационих анализа који откривају савремене еколошке процесе укључујући и друге индиректне параметре који се могу користити у брзој, неинванзивној и економски приступачној процени популационог статуса и приоритета за очување врсте и у мониторингу као сигнални параметри.

Индиректни параметри који се могу користити у популационим студијама укључују следеће:

а) Филогеографске студије. Митохондријална ДНК се у конзервационој генетици се користи као стандардни молекуларни маркер за процену генетичке разноврсности, описивање структуре популација и издвајање еволуционо значајних јединица (Hui и сар., 2016; Berger и сар., 2017; Faulks и сар., 2017; Richmond и сар., 2017). Често се користи јер брзо акумулира нуклеотидне замене, не подлеже рекомбинацији и налази

се у једном примерку по геному, док велики број копија самог генома по ћелији и широка доступност објављених прајмера олакшавају умножавање. Управо комбинација високе стопе мутирања и смањене ефективне величине популације као последица материнског наслеђивања убрзава коалесцентни процес, чиме овај маркер са већом вероватноћом верно осликава филогенетско стабло саме врсте. Свакако, будући да се читав митохондријални геном преноси као једна, чврсто везана јединица искључиво по мајчинској линији, он бележи само матрилинеарни сегмент генеалогije и сведочи о једном еволуционом догађају те према томе историју врсте не може увек да реконструише у потпуности и ово представља ограничење, При избору конкретног региона треба имати у виду да сви гени не пружају једнаку резолуцију. У филогеографији змија најчешће се користе цитохром б, NADH дехидрогеназа (подјединица 4), контролни регион, АТФ-аза 6 и 8 те 12S и 16S rRNA.

б) Кондиција тела и величина тела змија. Следећи сигнални параметар који је наведен у тексту горе, да се често корисити у оцени популационог статуса врсте са управо примером на поскоцима са Голем Града из Северне Македоније јесте кондиција тела. Величина тела је веома важна особина поготову код змија јер расту целога живота што значи да на величину тела после зрелости могу утицати фактори средине као што је доступност хране те је ова особина стога подвргнута значајним варијацијама међу популацијама (Aubret 2012; Madsen и Shine 2000). Кондиција тела представља телесну масу скалирану величином тела и изузетно је значајна фенотипска особина која утиче на репродуктивни успех змија (Naulleau и Bonnet 1996; Reading, 2004). Кондиција тела такође реагује на факторе животне средине као што су контаминација металима у траговима или климатске промене (Brischoux и сар., 2012; Lettoof и сар., 2022). Величина тела и кондиција тела нису у корелацији, али су физиолошки зависне јер су ресурси хране ограничени и постоји тзв. "trade-off" између величине и кондиције тела. Према томе, комплексне интеракције између фактора животне средине, полног диморфизма, репродуктивних стратегија и трофичке екологије утичу на величину тела и кондицију тела змије (Bonnet и сар., 2001, 2002; Aubret и сар., 2002; King 2002; Beaupre 2008; Zuffi и сар., 2010).

в) Облик и величина главе. Већина врста змија представљају предаторе ограничене величином своје главе (тј. уједа) где дужина вилице, ширина главе, артикулација и углови кранијалне и виличне кости као и флексибилност околног меког ткива фактички одређују максималну величину плена који животиња може прогутати и сварити, што се свакако, даље рефлектује и на величину тела змије (Greene и Cundall,

2000; Bonnet и сар., 2021). Око тога да ли се главени скелет змија ремоделује, односно расте у складу са пленом којим се животиња храни, постоје подељена мишљења. Сама способност гутања плена крупнијег од главе почива на изразитој кинетици лобање. Наиме, лобања змија је диапсидног типа, али је губитком обе темпоралне греде постала лака и покретна. Овде је пресудна стрептостилија односно покретљивост квадратне кости, која је лабаво зглобљена са дермокранијумом и, имајући слободан вентрални крај, може да се помера напред и назад, а у мањој мери и ка унутра и споља. У садејству са унилатералном покретљивошћу доње вилице, где свака њена страна ради независно, и са растегљивошћу меких ткива која их спајају, оваква покретљивост омогућава хватање и гутање несразмерно великог плена (Lillywhite, 2014). Дobar пример који се наводи у литератури је појава развојних промена код врсте *Agkistrodon piscivorus* (Lacépède, 1789). Наиме, како јединка расте, расте и величина плена, иако промена у типу плена није забележена. Млађе јединке имају ширу, вишу и краћу главу од одраслих, а отвор уста расте са негативном алometriјом у односу на величину тела те глава, дакле, постаје сразмерно мања како тело расте. Претпоставља се да управо такав облик главе одсликава генералистичку исхрану ове врсте (Lillywhite, 2014). Према томе, анализа облика и величине главе код различитих популација нам може говорити о плену и начину исхране змије напр. да ли су у питању генералисти и специјалисти, те да ли постоје полне и интерпопулационе разлике у исхрани.

г) Моделовање погодности станишта према доступним климатским сценаријумима. Најефикаснији начин очувања врсте односно екосистемских процеса које омогућавају живот, јесте путем заштите читавог дела природе, односно заштитом мреже станишта. Група аутора (Wilson и сар., 2004) истичу да се метода предикције диситрибуције врста често користе у конзервационом планирању јер су остале методе често непотпуне и просторно пристрасне. Методе моделовања су посебно корисне у комбинацији са методом алгоритама за селекцију резервата (енг. reserve selection algorithms) (Guisan и сар., 2005). Заштићени делови природе који су идентификовани на основу ареала и предикције дистрибуције врста су највероватније свеобухватнији и репрезентативнији од оних који су идентификовани на основу података о самом присуству врста. То је зато што једноставни подаци о присуству врста су ограничени на истраживано подручје на којем су спроведена теренска истраживања док модели предикције дистрибуције врста закључују о присуству врста и ван тог подручја (Rondinini и сар., 2006). Даље, моделовањем погодности станишта боље разумемо комплексне односе између абиотичких и биотичких фактора. Обзиром да су гмизавци ектотермни

организми, веома су осетљиви на осцилације температуре (Pough, 1980). Даље, клима је и препозната као један од главних фактора који су одговорни за обликовање образаца дистрибуције врста (Peterson и сар., 2002). На пример, смена глацијалних и интерглацијалних периода у Плеистоцену, је продуковала значајне промене у дистрибуцији врста управљајући се према температурним променама (Hewitt, 2000, 2003). На пример, Балканско полуострво је било рефугијум током хладних периода за многе врсте (Ursenbacher и сар., 2005) и имало улогу у процесима специјације услед изолације и генетичког дрифта. Када се лед повукао, ледено доба се завршило и температура је расла брзо. Данас је глобална промена климе евидентна, убрзана људском активношћу започетим пре 200 година масовном индустријализацијом. Промена климе током последњих деценија је одговорна за бројне промене у дистрибуцији и абунданци разних врста (Parmesan и Yohe, 2003) и изумирању врста (Pounds и сар., 1999). Глобалне климатске промене, имају различит утицај на врсте, у зависности од њихове животне историје, стопе дисперзије и захтевима за станиште (Both и Visser, 2005; Pitelka и сар., 1997; Keith и сар., 2008). Предвиђени одговори врста укључују промену ареала, адаптације на новонастале услове, изолација у рефугијуме, и нажалост, изумирање (Colwell и сар., 2008; McLaughlin и сар., 2002). Ектотермне животиње, попут змија, су посебно осетљиве на термалне флукуације које могу директно утицати на њихово преживљавање и репродукцију (Wan и сар., 2026). Локални екстинциони догађаји под утицајем промене климе, код гмизаваца су већ описани (Driscoll, 2004). Бројна истраживања показала су да сезоналност падавина и температурни режими представљају примарне детерминанте дистрибуције *Viperidae* врста (Deng и сар., 2024). Према томе, предвиђање промене погодности станишта односно моделовање еколошке нише под претпостављеним климатским сценаријима представља значајан алат и данас, популаран приступ у конзервационој биологији и екологији (Peterson и сар., 2003; Hijmans и Graham, 2006). Код поскока конкретно, праћењем метаболичке стопе, пронађено је да су симулирани одговори на летње топлотне таласе показали значајно повећање потрошње енергије и стопа губитка воде код 5 врста змија укључујући и поскока, при чему је ефекат био израженији код хладно- и влажно-адаптираних врста што даље подвлачи физиолошка ограничења са којима се конкретно *Vipera ammodytes* суочава током екстремних климатских догађаја (Lucchini и сар., 2025).

д) Антропогени утицај. Конзервација змија суочава са специфичним изазовом: снажном негативном перцепцијом коју људи имају према змијама. Људски ставови

према змијама се крећу од фасцинације и обожавања до страха и одбојности, при чему је управо други став преовлађујући у многим земљама данас (Burghardt и сар, 2009). Конзервација змија је тежа него код других група кичмењака управо због опште лоше репутације коју змије имају у многим деловима света јер оне су омражене на начине који чине рационалну расправу недовољном за њихову заштиту (Burghardt и сар., 2009). Конкретно за поскока, илустративан пример је и трагични догађај у Хрватској из априла 2007. године, када је смртно настрадало 18-месечно дете након што је човек шутнуо поскока у дечја колица (Burghardt и сар, 2009). Због тога је анкетирање становништва на подручјима која насељавају локалне популације поскока, са циљем идентификације детерминанти негативног става и предлагања мера за смањење негативног антропогеног утицаја, неопходан корак у изградњи реалне националне стратегије очувања.

У случају поскока, постоји само неколико популационих студија који говоре о демографским параметрима (односу полова и старосној структури) (Dygmedzhiev и сар., 2020, Mebert и сар., 2017 и Томовић и сар., 2019). За Србију, ови подаци у објављеном облику, недостају. Као што је већ поменуто, главни угрожавајући фактор је сакупљање ради екстракције отрова (Agasyan и сар., 2009, Jelić и сар., 2013) и ова љутица је у прошлости била предмет прекомерног излова (Ајтић, 2009). Имајући у виду да изловљавање може изазвати промене популационе структуре циљне врсте, упоредне анализе демографске композиције одабраних популација поскока на простору Србије, могле би показати да ли је за популације које су биле изложене изловљавању потребно предузети одређене конзервационе мере.

Према томе, будући да популационе студије поскока до сада нису рађене на територији Србије, очекује се да ова докторска дисертација пружи увид у популациону структуру врсте и допринесе препознавању параметара који могу одражавати различите статусе угрожености популације. Утврђивање просторног распореда хаплотипова и главних генетичких клада дефинисаних у студији Ursenbacher-а и сар., (2008) на територији Србије омогућиће даље препознавање национално приоритетних популација за очување. Добијени резултати помоћи ће у развијању методологије неопходне за започињање и одржавање дугорочног мониторинга поскока као дивље врсте од значаја за медицину и фармацију. Како би се то постигло, а имајући у виду целокупни горе написани Увод, у овој дисертацији биће примењен интегративни приступ где ће се покушати сагледати што више аспеката популационог статуса врсте кренувши од

филогеографских образаца који обликују и дају историјски контекст садашњој дистрибуцији до локално специфичних популационих анализа који откривају савремене еколошке процесе при чему ће се приоритет дати неинванзивним и економски приступачним методама. У овом смислу, одабрани су следећи посредни и непосредни популациони и сигнални параметри који се могу класификовати у следеће групе:

I. Филогенетички параметри (филогентске анализе која ће дати историјски оквир расподеле и дистрибуцији данашњих популација и помоћи у утврђивању броја присутних главних генетичких клада као еволуционо значајних јединица за очување).

II. Популациони параметри где ће се подаци прикупљени дефинисаном стандардизованом мониторинг стратегијом код три популације (из заштићених, незаштићених и подручја на којима је вршен излов поскока) подвргнути следећим анализама:

- 1) Демографске анализе односа полова и старосне структуре
- 2) Процена величине тела и кондиције јединки
- 3) Анализа облика и величине главе поскока

III. Еколошки параметри где ће се квантификовати однос ове љутице и животне средине, користећи следеће анализе:

- 1) Моделовање потенцијалне будуће дистрибуције погодних станишта поскока на основу климатских сценарија
- 2) Анализе угрожавајућих фактора:
  - а) Евалуација негативног става људи о поскоку.
  - б) Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење код горе поменуте три популације.

Напоследку, анализом свих ових параметара биће препознате неке од национално приоритетних популација и подручја за очување поскока у Србији јер дефинисање приоритета заштите захтева интеграцију биолошких параметара (демографска структура, морфофизиолошке особине, генетичка варијабилност) и просторне информације о тренутној и будућој расположивости погодних станишта (Brambilla и сар., 2017; Shi и сар, 2005) те управо овакав интегративни приступ у овој дисертацији где се историјски контекст (филогеографски обрасци) сагледава заједно са савременим обрасцима (популациони параметри, потенцијална будућа дистрибуција, антропогени утицаји) омогућава да се статус локалних популација поскока процени реалније него

на основу било ког појединачног показатеља (Frankham и сар., 2002; Maritz и сар., 2016).

## 2. Циљеви истраживања

Циљеви истраживања у овој докторској дисертацији су:

1. Упоредити одабране параметре популационе структуре (однос полова и процентуална заступљеност узрасних категорија и сл.) одабраних популација врсте *Vipera ammodytes* (поскок) из заштићених подручја, незаштићених подручја и подручја где је вршен излов јединки у комерцијалне сврхе и проверити да ли постоје значајне разлике у вредностима наведених популационих параметара између три наведене групе популација;
2. упоредити различите методе за израчунавање кондиционог индекса на одабраним узорцима поскока, утврдити да ли постоје интерпопулационе, сезонске и годишње варијације кондиционог индекса адултних мужјака и женки поскока, као и разлике у кондиционом индексу адултних јединки из заштићених подручја, незаштићених подручја и подручја где је вршен излов поскока, те утврдити да ли постоји узрочна веза између удаљености популација поскока од најближег људског насеља и израчунатих просечних вредности кондиционог индекса;
3. утврдити да ли постоје полне и међупопулационе разлике у облику и величини главе анализираних јединки поскока;
4. на основу географских координата локација на којима су забележене јединке, еколошких варијабли и климатских сценарија пројектовати потенцијалну дистрибуцију погодних станишта поскока у Србији у будућности;
5. одредити којим главним генетичким кладама припадају анализирани популације поскока са територије Србије које нису обухваћене већ публикованим студијама и анализирати разлике у разноврсности хаплотипова популација;
6. на основу обраде података добијеним анкетирањем становништва на подручјима које насељавају анализирани локални популације поскока, као и мапираног загађења и фрагментације станишта, предочити

одреднице негативног става о овој врсти и предложити мере за смањење негативног антропогеног утицаја на њу у Србији;

7. Одредити приоритете за очување међу анализираним популацијама у односу на популациону структуру, кондицију тела, разноврсност хаплотипова, карактеристике станишта и претпостављени ниво антропогеног притиска.

### 3. Материјал и методе

#### 3.1. Теренска истраживања

##### 3.1.1. Истраживања за генетичке анализе

За генетичке анализе, узорци су прикупљани са ширег предела Србије и околине како би се обухватило што више потенцијалне генетичке варијабилности. Наиме, прикупила сам укупно 17 ДНК узорака на територији републике Србије у периоду од 2016-2019. године, чему је додато 9 узорака од стране ментора са територије републике Србије, Црне Горе, републике Северне Македоније које је она прикупила током трајања државе под називом Савезна Република Југославија, резултујући укупним скупом од 26 узорака (слика 8 у секцији Резултати). Узети су узорци ткива (2 mm врха репа) и сачувани у виалима у 90% етанолу. Процедура је рађена *in situ*, са минималном дистурбанцом животиње, са дезинфекцијом места на коме је узорковано ткиво и након тога су животиње враћене на тачно место проналаска.

##### 3.1.2. Истраживања у циљу процене популационих параметара, анализе облика и величине главе

Како би се проценио популациони статус и препознали параметри који одражавају различит статус угрожености популација, одабране су следеће три популације као репрезентативни примери популација из заштићених, незаштићених и подручја на којима је вршен излов поскока (при чему нису наведене прецизне географске координате, због текућег илегалног изловљавања ове врсте (Čubrić i Crnobrnja-Isailović, 2022; Console и сар., 2020) и на овим локацијама је редовно вршен мониторинг ове љутице (слика 3):

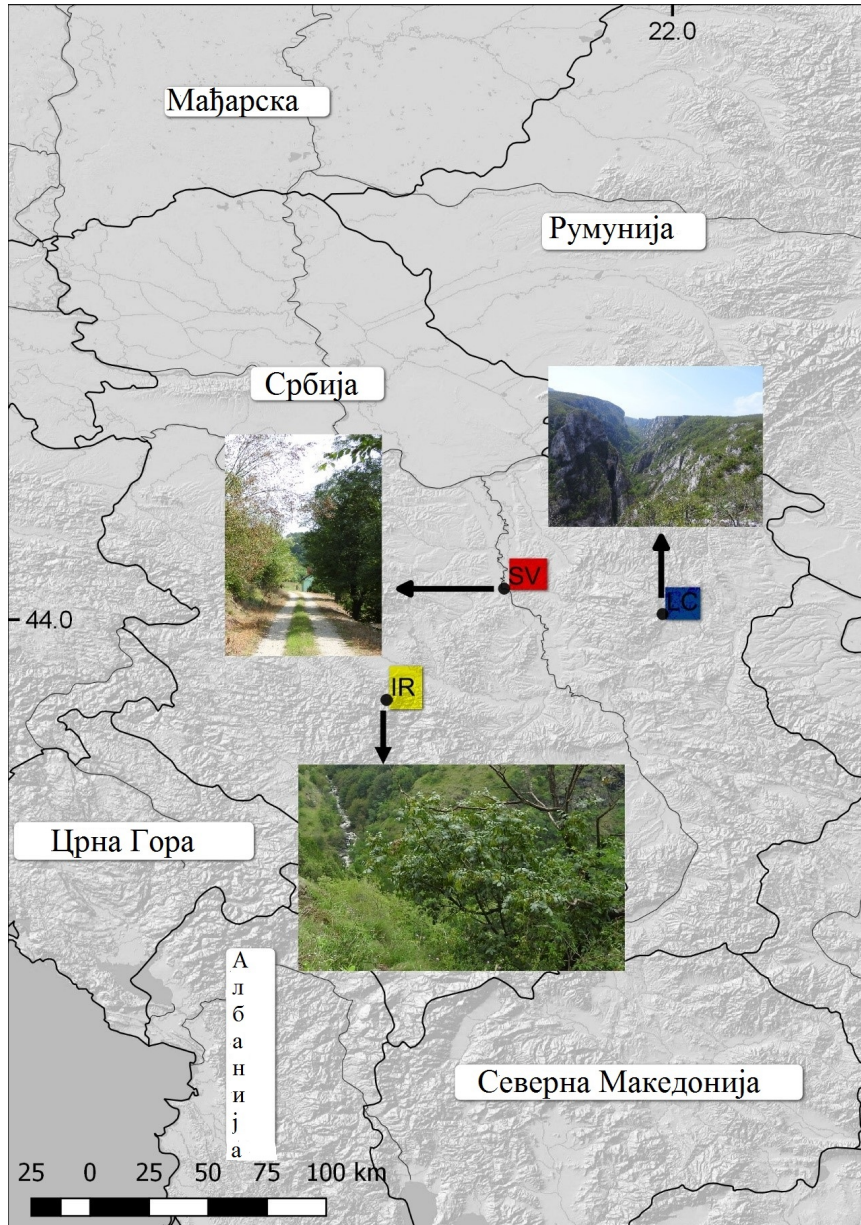
1) Околина Свилајнца (SV популација даље у тексту)-локација на којој су поскоци изловљани 90их година у сврху прикупљања отрова за приправу серума (Čubrić i Crnobrnja-Isailović, 2022). Станиште је на 100 m н.м.в., ситуирано на обали Велике Мораве, и укључује листопадне шуме, жбуње, шикаре и обрадиве површине. Ово станиште је обилажено у две сезоне: пролећној и јесењој, сваке године у периоду од 2016-2022.

2) Долина Ибра (IR популација даље у тексту)-локација позиционирана у централној Србији на 270 m н.м.в. и укључује камењаре са нешто вегетације (фрагментиране мешане шуме и шикаре). На овом подручју, поскоци, нису били изловљавани. Ово станиште је обилажено у три сезоне: пролећној, летњој и јесењој, сваке године у периоду од 2016-2022.

3) Споменик природе ‘‘Лазарев кањон’’ (LC популација даље у тексту)-представља законом заштићено подручје. Налази се у источној Србији на 440 m н.м.в. и укључује камењаре покривене сувом листопадном шумом. На овом подручју, поскоци, нису били изловљавани. Ово станиште је обилажено у једној сезони: пролећној, у периоду од 2018-2019.

На свим локалитетима је спроведена иста метода рада, иста мониторинг стратегија, како би се постигла стандардизација и последично, омогућило поређење популационих параметара. Коришћена је метода претраге (енг. visual encounter surveys-VES), која је ефикасна за површински активне врсте, врсте које насељавају специфична станишта или оне које се сунчају на упадљивим местима (McDiarmid и сар.,2012).. Она се састоји у бележењу виђених јединки, времена и описа места. Ова метода је најпогоднија за неистражена подручја и када имамо ограничено време на располагању (McDiarmid и сар.,2012). Ова метода се све више стандардизује (у смислу ограничавања времена и трансеката напр.) те је корисна у аналитичким техникама (Mullin i Siegel, 2009). У овој дисертацији, метода је стандардизована тако што сам у свим популацијама обилазила просторно ограничене трансекте (дужине до 4 km) и временски ограничени трансекте (обилажени су у временском периоду од 10 до 18h у периоду од 5 дана по сезони). Свака јединка је маркирана коришћењем методе засецања крљушти (вентралних), где свака индивидуа има свој јединствени матични број. Обзиром да је метода поновног улова изазовна за ову врсту, јер је изузетно ниска стопа поновног улова, у анализама популационих параметара разматран је само први улов јединке (искључени су подаци када је поново уловљена јединка). Ухваћеним јединкама је мерена маса (ВМ даље у тексту) Песола вагом са прецизношћу од 5g, укупна дужина (LTOT у даљњем тексту), дужина тела од клоаке до њушке (SVL у даљњем тексту) и дужина репа (TL у даљњем тексту) пластичним метарском траком прецизности од 1mm. Пол је одређен палпацијом. Јувенилним јединкама су сматране јединке са LTOT до 30cm и њима није одређиван пол како се не би оштетили деликатни органи беба.

За потребе геометријске морфометрије главе змија су фотографисане фотоапаратом Nikon Coolpix P610 са макро увећањем 60x при чему су главе змија постављене равно на блок са милиметасрким папиром.



Слика 3. Истраживане популације \*модификовано према Šubrić и сар., 2023

### 3.1.3. Истраживања за потребе моделовања будуће погодности станишта под предвиђеним климатским сценаријима

Како би се максимизирао квантитет и квалитет података о локалитетима врсте, прикупљени су геореференцирани подаци тј. координате локалитета на коме су виђене

јединке поскока свих узрасних категорија, коришћењем прецизног Garmin etrex GPS уређаја тачности 3m, на територији републике Србије у узастопном 11 годишњем периоду (2014-2025). Након уклањања дуплираних налаза и просторно корелисаних налаза унутар исте ћелије растера (100\*100m), финални скуп се састојао од 83 локалитета присуства врсте (77 прикупљено од стране ауторке дисертације и 6 уступљених од стране ментора).

### 3.1.4. Истраживања у сврху процене угрожавајућих фактора

#### 3.1.4.1. Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку.

За сврху евалуације става локалних становника према змијама а посебно према





Слика 4. Анкетирање локалних мештана.  
Фото: Никола Вулетић

\*преузето из Čubrić и Stobrtmja-Isailović, 2022

поскоку, 2016. године, креирани су и подељени су анонимни, структурирани упитници (слика 4) у неколико села на територији општине Свилајнац, Сићевачке клисуре, Националног парка “Ђердап”, Босилеграда, и Крупња како бих добила репрезентативнији узорак на нивоу ареала дистрибуције *Vipera ammodytes* у Србији. Становници ових села се редовно срећу са змијама те су стога и одабрани. Упитник је попунио сваки заинтересовани мештанин. Упитник је био анониман, са подацима о полу и старости особе. Упитник се састојао од 20 питања (слика 5) дефинисаних у једноставном и концизном стилу, водећи рачуна о томе да старији испитаници некада имају веома мало образовања. 19 питања су била затвореног типа са могућношћу одговора “да”, “не” и/или “не знам” и/или “нисам сигуран/а”, док је једно питање било отвореног типа.

поскоку, 2016. године, креирани су и подељени су анонимни, структурирани упитници (слика 4) у неколико села на територији општине Свилајнац, Сићевачке клисуре, Националног парка “Ђердап”, Босилеграда, и Крупња како бих добила репрезентативнији узорак на нивоу ареала дистрибуције *Vipera ammodytes* у Србији. Становници ових

села се редовно срећу са змијама те су стога и одабрани. Упитник је попунио сваки

	Пол: <input type="checkbox"/> мушки <input type="checkbox"/> женски	Године старости: _____	
---	--	---------------------------	---

### УПИТНИК

1. Да ли се бојите змија? да    не
2. Да ли сте икада видели змију? да    не    нисам сигуран/а
3. Да ли су све змије отровнице? да    не    не знам
4. Да ли сте некада убили змију? да    не
5. Да ли сматрате да су змије опасне? да    не
6. Да ли сте знали да су змије корисне човеку? да    не
7. Да ли знате како изгледа поскок? да    не
8. Ако знате како изгледа поскок, опишите нам  
 \_\_\_\_\_
9. Да ли сте икада видели поскока? да    не
10. Да ли сте некада убили поскока? да    не
11. Да ли сте познавали некога ко је умро од уједа поскока? да    не
12. Да ли бисте убили поскока када бисте наишли на њега? да    не    не знам
13. Да ли поскок скаче и напада? да    не    не знам
14. Да ли поскок уједа зато што: а) је зао б) мисли да сте га напали в) неће намерно ујести
15. Да ли сте знали да је поскок мирна змија? да    не    то није тачно
16. Да ли сте знали да је поскок корисна змија? да    не
17. Да ли сте знали да се отров поскока користи у медицини? да    не
18. Да ли мислите да је месо поскока за јело? да    не    не знам
19. Да ли је месо поскока лековито? да    не    не знам
20. Да ли познајете некога ко лови поскоке? да    не

ХВАЛА НА ОДГВОРИМА!

---

Слика 5. Упитник. \*модификовано према Ćubrĭć и Crnobrnja-Isailović, 2022.

#### 3.1.4.2. Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење

У свакој од три истраживане популације (SV, IR, LC), током периода у коме је вршен мониторинг, у близини сваке јединке која је мерена, у кругу пречника 10м (мерено ласерским метром), пописано је следеће:

- Фрагментација станишта путевима (асфалтним и редовно коришћеним макадамским) и железничким пругама
- Урбанизација (тренутна изградње објеката за људску активност)
- Фрагментација станишта пољопривредним земљиштем
- Људско насеље у непосредној близини
- Загађење (присуство чврстог отпада)
- Туристички притисак (редовно оближене туристичке стазе и објекти)

### 3.2. Генетичке анализе, статистика и математички модели

#### 3.2.1. Филогенетске анализе

##### 3.2.1.1. Екстракција ДНК, ланчана реакција полимеразе и секвенционирање

За потребе генетичких анализа изолован је фрагмент гена 16S RNK на основу којег су конструисани филогенетски односи обзиром да је та секвенца већ рађена код ове врсте у раду Urzenbacher-a и сар. (2008) (види Увод). За филогенетске анализе су коришћени прикупљени нови узорци као и већ урађене, 16S RNK секвенце доступне у GenBank бази. Укупно, анализирано је 47 16S RNK секвенци: 26 јединки узоркованих на 15 локалитета у Србији, једном локалитету у Црној Гори и једном локалитету на граници Северне Македоније и Албаније док је 21 секвенца преузета из GenBank базе где су депоноване од стране Urzenbacher-a и сар. (2008), (слика 8 у секцији Резултати). Као оутгруп су коришћене четири 16S RNK секвенце из GenBank базе, које припадају следећим врстама љутица: *Vipera latastei*, *Vipera aspis*, *Montivipera xanthina*, *Vipera berus*. Нису наведене прецизне географске координате локалитета где сам прикупљала узорке, из безбедносних разлога, због текућег илегалног изловљавања ове врсте (Чубрић и Црнобрња-Исаиловић, 2022; Console и сар., 2020). Екстракција ДНК је извршена помоћу Ассуреп Genomic DNA Extraction кита (Bioneer, Даејеон, Јужна

Кореја). Затим је фрагмент 16S RNA умножен помоћу прајмера: 16SA (5'-CG CCTGTTTATCAAAAACAT-3') и 16SB (5'-CCGG TCTGAACTCAGATCACGT-3') којима се умножава продукт величине око 550 бп. Реакција PCR: 100 ng екстраховане DNK је амплификовано у 25  $\mu$ л реакционе смеше према постојећем протоколу (Илић и сар., 2016) у следећим условима: иницијална денатурација: 95°C, 30 с, 40 циклуса; денатурација 95°C, 30 с, анелација 52°C 30с; екстензија 72°C, 40с. Секвенционирање је урађено користећи Сангер протокол у оба правца на аутоматској Macrogen опреми (Сеоул, Јужна Кореја).

### 3.2.1.2. Реконструкција филогенетских односа

Добијене скевенце су су прегледане и уређене помоћу програма FinchTV (Geospiza, Inc., Seattle, WA) и поравнате са већ објављеним секвенцама истог региона митохондријалне дезоксирибонуклеинске киселине (mtDNK), користећи Clustal W (Thompson и сар., 2016). Коришћена је Бајесова инференца која представља принцип у коме је главни циљ налажење вероватноће да је варијабла једнака било којој датој вредности тј. ова метода се ослања на претходна очекивања односно “претходну вероватноћу”-вероватноћу хипотезе на основу претходне информације те резултати ове анализе представљају дистрибуцију оптималних процена (Felsenstein, 2004). Бајесова инференца је робустнија у односу на друге методе одређивања филогеније, када имамо појаву хомоплазије, те процењује дужину грана (у смислу времена или броја промена које су се десиле), затим казује релативну статистичку подршку за различита стабла и може се користити за симултану процену других величина као што је стопа субституције. У Бајесовој инференци се користи функција вероватноће да би се креирала постериорна вероватноћа филогенетских стабала користећи еволуциони модел, базиран на неким претходним вероватноћама, продукујући највероватније филогенетско стабло за дати сет података. Да би се компензовало за немогућност интеграције свих филогенетских стабала и параметара (разлог је операциона комплексност), користи се метода Марков ланца Монте Карло (MCMC) која имплементира серију веза за формацију ланца, у коме свака веза представља новоузорковано филогенетско стабло са субституцијом и стање дужине гране (Larget, 2006). Свака следећа веза у ланцу је слична претходној, са мањим променама где пропозални механизми одређују да ли ће нови сет параметара бити прихваћен у новој

вези (Nielsen, 2006). Бројеви веза у ланцу представљају генерације. Ланац се помера у простору са филогенетским стаблима и узоркује много различитих топологија и параметара модела. На крају серије, након уклањања тзв. "burn-in" генерација, добија се дистрибуција са постериорном вероватноћом што може бити сумирано у виду конзензуса топологија и дужина грана, са вредностима подршке за различите гране или класе (Larget, 2006). У овом докторату, коришћен је MrBayes v. 3.2 (Ronquist и Huelsenback, 2003) где је коришћен тропараметарски модел TPM3uf + I model (Kimura, 1981). Модели су селектовани JmodelTest програмом (Darriba и sag., 2012). MCMC претрага је урађена за  $3 \cdot 10^6$  генерација користећи узорковање стабала на сваку 100-ту генерацију, 25% стабала је одбачено као "burn-in". Концензусна стабла су прегледана и уређена у FigTree v.1.4.0. софтверу. Генетичке дистанце између нових секвенци су израчунате методом најближег суседа (енг. neighbor-joining) и RAUP v.4.0b10 софтверу.

### 3.2.2. Популациони параметри и динамика

#### 3.2.2.1. Демографске анализе

Како би резултати били упоредиви са малобројним популационим студијама на овој врсти, коришћене су исте статистичке методе процене популационих параметара као у овим студијама: Dugmedzhiev и сар., (2020), Mebert и сар., (2017) и Томовић и сар., (2019). Однос полова је анализиран  $\chi^2$  тестом у свакој популацији понаособ. Одређења је груба процентуална заступљеност две старосне категорије (јувенилних и адултних јединки). Коришћен је софтвер LibreOfficeCalc (The Document Foundation).

#### 3.2.2.2. Процена величине тела и кондиције тела

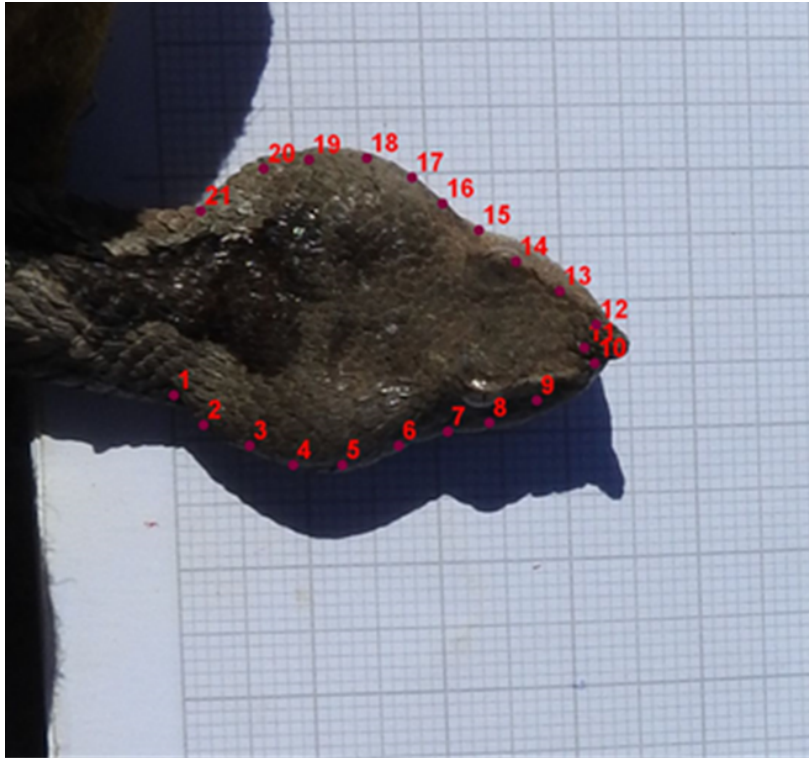
У овој анализи су искључене неонатне јединке (до 25 cm) због ограничености прецизности ваге. Од података су коришћени SVL и BM мере, које су логаритмоване ( $\ln$  трансформисане). Телесне мере су анализирани користећи ANOVA анализу и генерални линеарни модел (GLM)-за добијање кондиционог индекса. Иако је у пријави теме било предвиђено поређење различитих метода за израчунавање кондиционог индекса, након детаљног прегледа литературе и евалуације методолошких претпоставки за рад са подацима код змија, за коначне анализе примењен је

резидуални кондициони индекс (резидуали регресије Ln-трансформисане телесне масе на Ln-трансформисану дужину тела). Овај приступ узима у обзир алометријски однос телесне масе и дужине тела и представља методолошки оправдан начин процене кондиције тела код издужених животиња попут змија (Weatherhead и Brown, 1996; Bonnet и сар., 2001, 2002; Madsen and Shine, 2000). Стога су све даље анализе засноване на резидуалном кондиционом индексу. Одређивање величине тела и кондиције тела је релативно лако код издужених животиња без удова, какве су змије: SVL и VM представљају главне дескрипторе животињине морфологије. Свакако, кондициони индекс није једноставно корелисан са резервама масти, те његово значење треба пажљиво интерпретирати (Weatherhead и Brown, 1996). Животиње нису палпирани на присуство плена и/или ембриона, како би се лимитирао стрес по животињу. Према томе, различити чиниоци (масне резерве, ембриони, остаци плена) доприносе кондиционом индексу, али су свакако сви ови елементи позитивно корелисани са уносом хране (напр. као енергија за вителогенезу). Анализе су, такође, урађене, засебно за сваку популацију како би се финије испитао утицај пола на ове параметре (на овај начин је искључен популациони ефекат на тоталну варијансу). Порођај се код ове љутице, одиграва у касно лето, што изазива нагли пад кондиције код женки. Рестрикција анализе само на пролећну сезону није променила обсервиране обрасце, али је неколико резултата постало маргинално значајно због губитка у статистичкој моћи. Ово сугерира да порођаји нису утицали на посматрани тренд. Последице, пулиране су све сезоне у анализи. Коришћен је софтвер STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc., 2004).

### 3.2.2.3. Анализа облика и величине главе поскока

Морфолошка варијабилност је испитана методом геометријске морфометрије. Геометријска морфометрија представља геометријску анализу облика. У геометријској морфометрији се дефинишу тачке (енг. landmarks) које представљају хомологна анатомска места чија конфигурација осликава облик. У циљу анализе варијабилности облика неопходно је елиминисати разлике у величини, положају објекта и његовој оријентацији што се постиже скалирањем на једну стандардну величину, затим преклапањем и постављањем на једну стандардну позицију и ротацијом како би сви објекти заузели стандардну оријентацију. На овај начин добијамо преосталу варијабилност која потиче само од разлика у облику објекта. Предност геометријске морфометрије у анализи у односу на традиционалну морфометрију се огледа у

могућности геометријске анализе да синтетиче све податке укључујући и дистанце које нису мерене. Такође, предност је и што коефицијенти добијени геометријском анализом облика, не морају да се интерпретирају одвојено (Zelditch и сар, 2012). У овој анализи коришћене су фотографије само адултних једники којима је било могуће утврдити пол. Изабрана је укупно 21 тачка на фотографијама дорзалне стране главе. Тачке су лако препознатљиве и описују облик главе (слика 6). Анализирани су искључиво адултне јединке (јединке са LTOT преко 30 cm). За дигитализацију тачака је коришћен софтвер tpsDig 2 (Rohlf, 2005). За анализирање облика и елиминацију варијабилности облика коришћена је Procrustes анализа. Поравнање конфигурације тачака је постигнуто суперимпозицијом најмањих квадрата (Bookstein, 1996). Мера величине је процењена преко величине центроида, која представља геометријску меру величине. Квантификација променљивих које описују облик је постигнута техником танке плоче која описује начин на који референтна конфигурација мора бити растегнута, компресована и савијена тако да се хомологне тачке поравнају са датом јединком у узорку. Варијабилност у облику и величини главе је испитана анализом главних компоненти (PCA). Разлике у величини главе између локалитета и полова су испитане применом ANOVA-е, а разлике у облику главе применом MANOVA-е. За анализу варијабилности у облику главе као променљиве облика коришћене су сопствене вредности главних компоненти а за величину је коришћена величина центроида. За утврђивање структуре и степена разлика у облику између претходно дефинисаних група примењена је канонијска анализа (CVA) на PC скоровима. Коришћен је софтвер MorphoJ (Klingenberg, 2011) док је за ANOVA и MANOVA анализе коришћен софтвер PAST (Hammer и сар., 2001).



Слика 6. Положај хомологних тачака на дорзалној страни главе поскока.

Фото: Тијана Чубрић

### 3.2.3. Екологија

3.2.3.1. Моделовање потенцијалне будуће дистрибуције погодних станишта поскока на основу климатских сценарија

У моделовању дистрибуције врста користе се просторни подаци о присуству врста и фактори животне средине.

а) Просторни подаци

Како би се максимизирао квантитет и квалитет података о локалитетима врсте, прикупљени су геореференцирани подаци тј. координате локалитета на коме су виђене јединке поскока свих узрасних категорија, коришћењем прецизног Garmin etrex GPS уређаја тачности 3м, на територији републике Србије у 11 годишењем периоду (2014-2025). Након уклањања дуплираних налаза и просторно корелисаних налаза унутар исте ћелије растера (100\*100m), финални скуп се састојао од 83 локалитета присуства врсте.

б) Фактори животне средине и будући климатски сценарији

Коришћене су биоклиматске варијабле доступне на Worldclim бази података (Нижманс и сар., 2005) у резолуцији 30 лучних секунди (30 arcsec). Worldclim база представља скуп

карата средње, минималне и максималне месечне температуре и количине падавина за копнено подручје целе планете. Биоклиматске променљиве су изведене из месечних температурних вредности и вредности падавина заснованих на мерењима метеоролошких станица за период 1970-2000 (Fick и Hijmans, 2017). Представљају годишње трендове (нпр. средња годишња температура, годишња количина падавина), сезонске трендове (нпр. годишњи температурни опсег, годишња количина падавина) и екстремне или ограничавајуће факторе животне средине (нпр. температура најхладнијег и најтоплијег месеца, преципитација у периоду са највећом и најмањом количином падавина). Пројекције будуће климе преузете су из модела MRI-ESM2-0 (Meteorological Research Institute Earth System Model Version 2.0) (Yukimoto и сар, 2019), за два сценарија: SSP245 и SSP585 за периоде 2041-2060. и 2061-2080. SSP (енг. Shared Socioeconomic Pathways) сценарији су развијени у оквиру CMIP6 пројекта (енг. Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) који представља међународни оквир за координацију и евалуацију глобалних климатских модела, (Eyring и сар., 2016). Ова два сценарија представљају различите путање друштвено-економског развоја и емисија гасова стаклене баште при чему сценарио SSP245 представља сценарио умерених климатских промена где се предвиђа пораст температуре од око 2,7 °C а SSP585 представља сценарио високих емисија гасова стаклене баште од 4,4°C до краја 21. века, у коме се претпоставља да нације користе слободно фосилна горива у одсуству интернационалних договора (O'Neil и сар, 2016, Meinshausen и сар, 2020). Ови модели су често коришћени у анализи предикције будућег станишта а посебно змија (Wan и сар., 2026; Vicenzi и сар., 2026; Arango-Lozano и сар., 2026; Deng и сар., 2024, Deschepper, 2025).

За припрему варијабле коришћен је софтвер QGIS 2.16.1. (QGIS Development Team, 2016). Како би се моделовање ограничило на еколошки релевантно подручје и смањило утицај просторне аутокорељације позадинских тачака, биоклиматске варијабле су исечене на простор дефинисан конвексионим омотачем (енг. convex hull) око локалитета присуства врсте, уз додатну бафер зону од 10 км. Конвекциони омотач представља најмањи конвексни полигон које обухвата све локалитете где су прикупљене координате како би се потенцијално смањила пристрасност у узорковању и адекватан је кад постоје само подаци о присуству врсте а бафер зона одржава еколошку репрезентативност (Elith и Leathwick, 2009).

За моделовање је у овом раду коришћен софтвер MaxEnt 3.4.0. MaxEnt процењује потенцијалну дистрибуцију врсте на основу података о присуству и еколошких

променљивих, користећи принцип максималне ентропије за одређивање најмање пристрасне расподеле која одговара условима средине на познатим локалитетима присуства (Phillips и сар., 2006). Погодност станишта се затим процењује на основу односа између присуства врсте и вредности еколошких променљивих (Phillips и сар., 2006). Подела података на тест и тренирајуће (енг. training) податке је уобичајена пракса код овог модела (Phillips и сар., 2006). Тренирајући подаци се користе за креирање модела, док тест подаци служе као показатељ да ли постојећи подаци одговарају моделу. Сваки податак о присуству врсте на локалитету на којем је посматрана је једноставно представљен у облику географске ширине и дужине (Stockwell и Peterson, 2002). Задатак програма за моделовање је да предвиди погодно станиште у односу на дате варијабле средине. У овој дисертацији Maxent је коришћен са циљем процене утицаја климатских промена на дистрибуцију поскока. Према томе, покренут је прво прелиминарни Maxent модел те након тога финални модел. Наиме, обзиром да се сет климатских променљивих састоји од 19 биоклиматских варијабли, неопходно је, како би се постигли робустни модели, оптимизирати употребу варијабли те је у ту сврху покренут прелиминарни Maxent модел са свих 19 варијабли. На основу доприноса варијабли (енг. percent contribution) задржане су само оне варијабле чији је допринос био већи од 5% (Meow и сар., 2013). Резултујући скуп варијабли је додатно филтриран применом Пирсоновог коефицијента корелације ( $r < 0.75$ ) анализом у QGIS 2.16.1, како би се елиминисала мултиколинearност између предикторских варијабли (Dogmann и сар., 2013). Овим поступком одабрано је 5 финалних предикторских варијабли. Са одабраним скупом варијабли (BIO2, BIO4, BIO9, BIO14 и BIO15) истрениран је финални Maxent модел на садашњим климатским условима. Модел је затим пројектован на будуће климатске услове под сценаријима SSP245 и SSP585 за периоде 2041-2060. и 2061-2080. како би се у коначници процениле потенцијалне промене у дистрибуцији погодног станишта поскока у Србији у будућности.

За моделовање прелиминарног, финалног, и пројекцију садашњег модела на сваки од 4 климатска сценарија су коришћени основни параметри модела Maxent 3.4.0. верзија: 75% од присутних тачака који се користе за моделовање дистрибуције и 25% од присутних тачака који се користе за валидацију модела ; максимални број понављања = 500; максималан број вредности коришћених за израчунавање оговарајућих станишних референци = 10000, фактор регуларизације =1 (Phillips и Dudik, 2008). За процену успешности модела дистрибуције анализираних врста коришћена је AUC вредност (енг. Area under receiver operating curve-ROC) која је једна од најчешће примењиваних мера

дискриминативне способности модела. Ова вредност представља јединствену меру прецизности добијеног модела. Графички приказ ROC криве представља везу стопе лажно позитивних налаза позитивне стопе грешке (енг. false positive error rate) на x оси и њену стопе тачно позитивних налаза праву позитивну стопу (енг. true positive rate) на y оси; заснованој на вредности прагове вероватноће (енг. threshold probability) сваке израчунате вредности за анализиране податке. AUC вредност се добија сумирањем вредности које се налазе унутар ROC криве и креће се у интервалу од 0 до 1. Агаџо и сарадници (2005) предлажу следећу интерпретацију AUC вредности и успешности модела дистрибуције:

$0.50 < AUC < 0.60$  неприхватљив модел;

$0.60 < AUC < 0.70$  лош;

$0.70 < AUC < 0.80$  прихватљив;

$0.80 < AUC < 0.90$  добар;

$AUC > 0.90$  одличан модел.

Активирана је опција ‘clamping’ како би се спречила екстраполација модела ван опсега вредности предикторских варијабли коришћених у фази тренирања, што је посебно важно при пројекцији на будуће климатске услове односно ова функција продукује мапу будућих климатских пројекција где бивају препозната подручја са вредностима варијабли изнад минималног и максималног опсега вредности присутним у садашњој предикцији (Sahlean и сар., 2014). За процену значаја варијабли коришћен је процентуални значај и допринос у пермутацији и тзв. “jackknife” тест који представља стандард у валидацији модела (Guisan и Thulier, 2005). На основу излазног формата Maxent модела, погодност станишта је класификована у три категорије применом две “threshold” вредности где је за доњу границу погодног станишта коришћена вредност тзв. “balance training omission, predicted area and threshold”, док је граница између умереног и високо погодног станишта дефинисана вредношћу тзв. “10 percentile training presence” (Deng и сар., 2024) те је на основу бинарних мапа израчуната површина погодних станишта за све моделе понаособ. Коришћен је софтвер QGIS 2.16.1 (QGIS Development Team, 2016).

### 3.2.3.2. Угрожавајући фактори

#### 3.2.3.2.1. Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку.

Испитаници су класификовани у 2 групе по полу и посебно у 6 група по старости:

- 1) 18-24
- 2) 25-34
- 3) 35-44
- 4) 45-54
- 5) 55-64
- 6) 65+ година

Упитник је, као што сам већ горе напоменула, приказан на слици 5. Питања су класификована у 8 тема:

1. Став-питања број 1,4,5, 10, 12 и 14. Позитивни став је дефинисан уколико су испитаници изабрали одговор „не“ код питања бр. 1, 4, 5, 10, 12 и „б“ или „в“ код питања бр. 14. Негативан став је дефинисан ако су изабрали „да“ за питања 1, 4,5, 10, „да“ и „не знам“ за питање бр.12, и опцију ‘а’ на питање бр. 14.

2. Знање – питања бр. 2, 3, 7, 9, 11 и 13. Показују знање ако су изабрали одговор „да“ на питања бр. 2, 7, 9, 11 и „не“ за питања 3 и 13. Показују недостатак знања ако су изабрали одговор „не“ за питања бр. 2, 7, 9, 11 и „да“ за питање 3 и „да“ и „не знам“ за питање 13.

3. Свесност о користи змија човеку – питања бр. 6, 15, 16 и 17. Класификовани су као „свесни корисности змија“ ако су одговорили „да“ на три или више питања, у супротном нису свесни.

4. Народна веровања – питања бр. 13, 18 и 19.

5. Посебно знање о поскоку- отворено питање бр. 8.

6. Могућа антропогена претња за змије - питање бр. 20.

7. Притисак на змије, а посебно на поскока због директног убијања са страхом као могућим извор сукоба -питања бр. 1, 4 и 10.

8. Инциденца уједа змије са смртним исходом -питање бр. 11.

За став и знање, анализирани су резултати одговора користећи непараметарски Вилкоксон (енг. Wilcoxon) тест, где сам користила скорове одговора као зависну варијаблу (Wilcoxon, 1992; Rosner и сар., 2006). За сваку демографску групу, коришћен је ‘one sample signed rank test’ тест као би се разумели скорови медијана и ‘Wilcoxon sum rank’ тест како би се упоредиле разлике у скоровима.

Предложила сам следеће нулте хипотезе:

1. Став. Испитаници немају позитивне став ако је  $H_0=4$  од 6 питања (у овој теми има 6 питања, где је медијана 3,5; позитивни одговори класификован као горе дефинисан), алтернативна хипотеза  $H>H_0$ .

2. Знање. Испитаници нису дали тачно одговара ако је  $H_0=4$  од 6 питања (6 питања, где је медијана 3,5; тачни одговори класификован као горе дефинисани), алтернативна хипотеза  $H>H_0$ . Резултати су сматрани статистички значајним за  $p<0,05$ .

Коришћен је софтвер STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc.,2004).

За преосталих шест тема, резимирани су резултати упитника као проценти од укупног броја испитаника за сваки одабрани одговор за свако питање.

#### 3.2.3.2.2. Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење

Резултати су приказани као проценти од укупног броја јединки по популацији и укупно за сваки угрожавајући фактор. Коришћен је софтвер LibreOfficeCalc (The Document Foundation).

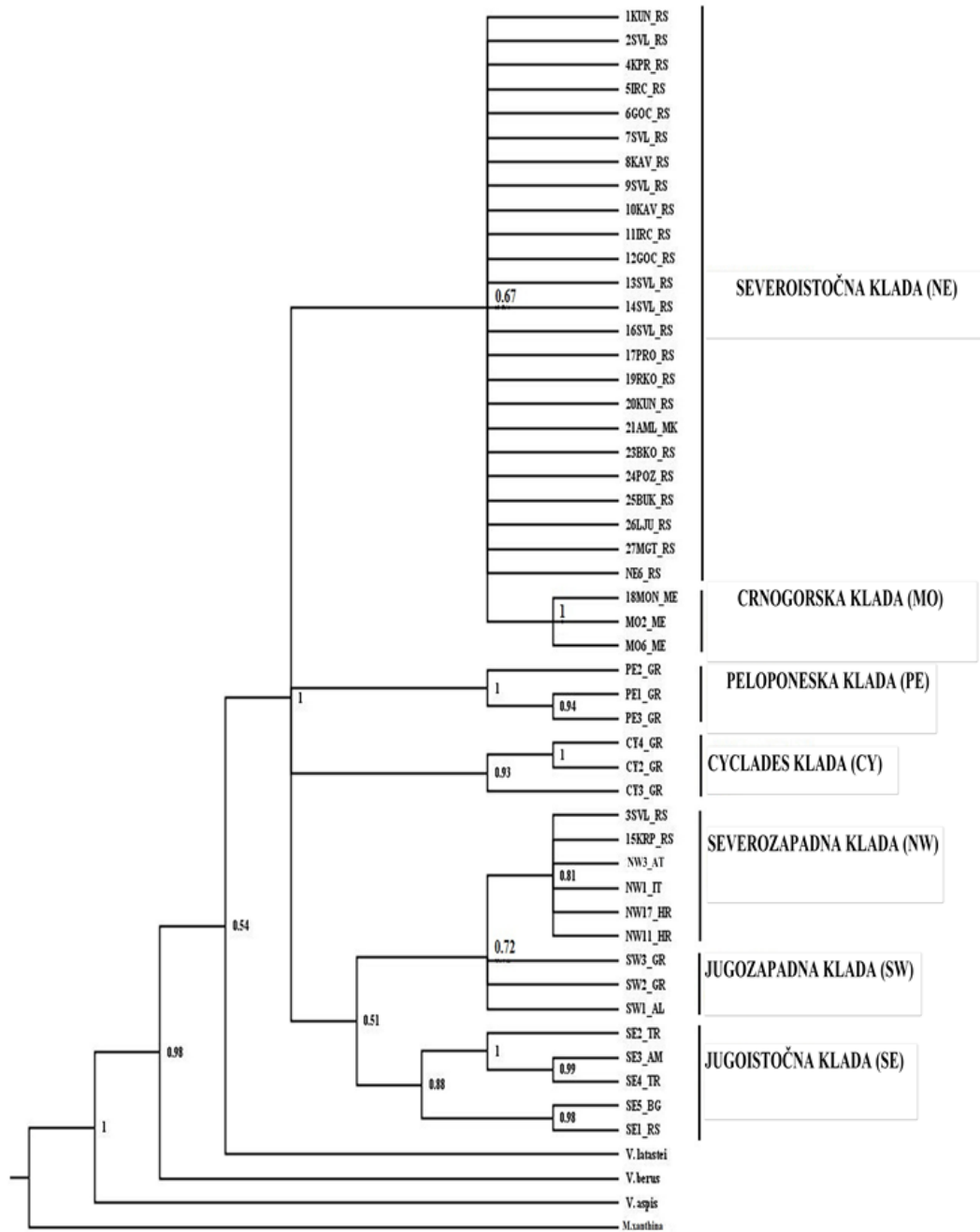
## 4. Резултати

### 4.1. Филогенетика

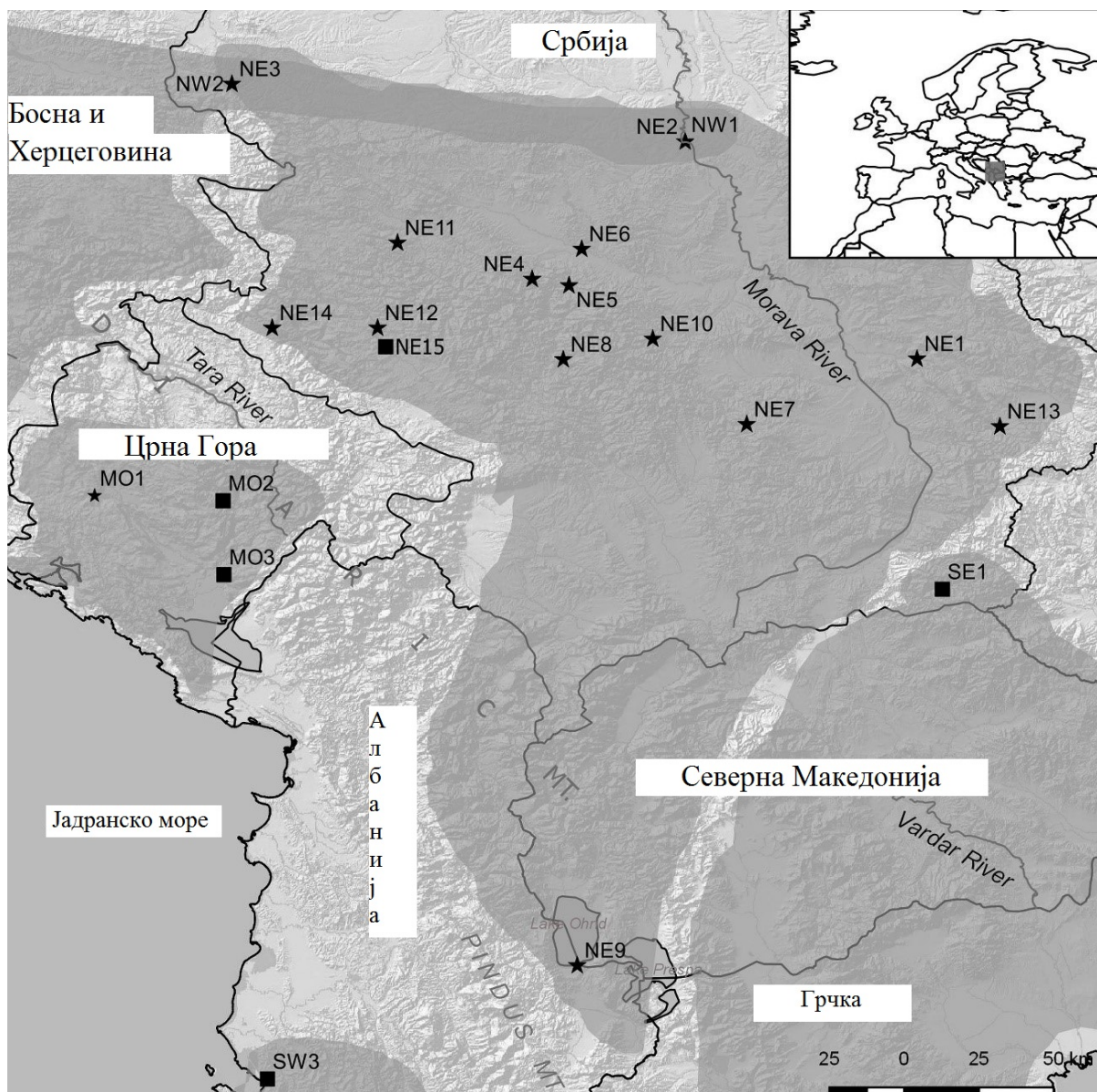
Резултати ове анализе су публиковани у раду Ćubrić и сар., (2019). Анализом 26 секвенци гена 16S rRNA откривено је осам јединствених хаплотипова (слике 7 и 8). У Србији је откривено шест хаплотипова: првом хаплотипу припада 15 узорака, другоме два (15KRP\_RS и 3SVL\_RS), и сваки од преосталих откривених хаплотипова су били јединствени за сваки узорак (19RKO\_RS, 24POZ\_RS, 26LJU\_RS и 27MGT\_RS). Остала два хаплотипа су представљала узорке са границе Северне Македоније са Албанијом (21ALM\_MK) и још један из Црне Горе (18MON\_ME). Код свих нових узорака постоји делеција на позицији 2206 nt mtDNA у референтној секвенци NC 036956, осим за узорак из Црне Горе (18\_MON\_ME), који има тимин на ових позицији, као и неколико других секвенци из ГенБанк базе (MO6\_ME, MO2\_ME, SW3\_GR, SW2\_GR, SW1\_AL, SE5\_BG и SE1\_RS, SE3\_AR, SE4\_TR, CY4\_GR, CY3\_GR, CY2\_GR, PE2\_GR, PE1\_GR, PE3\_GR).

Филогенетско стабло (слика 7) одговара претходном објављеном стаблу Ursenbacher-а и сарадника у вези присуства главних клада. Међутим, у овој докторској тези на два локалитета (у западној и централној Србији) пронађено је преклапање две кладе (североисточне и северозападне, слика 8). Наиме, једна од две јединке које припадају истој локалној популацији у западној Србији (шифра 4KRP\_RS на сликама 7 и 8) се груписала са североисточним кладом, док друга јединка из исте локалне популације (шифра 15KRP\_RS) се груписала са северозападном кладом. Генетичка удаљеност између ове две змије је процењена на 0,01 (1%). На другом локалитету из централне Србије, (SV популација), шест од седам анализираних јединки из исте локалне популације су се груписале са североисточном кладом, док се јединка 3SVL\_RS груписала са северозападном кладом (слика 7). Генетичка дистанца између „северозападних“ јединки (шифра 3SVL\_RS) и још шест из исте популација је процењена на 0,01 (1%). Сви остали узорци из Србије су груписани са североисточном кладом (сл. 7). Јединка из Црне Горе (шифра 18MON\_ME) је груписана са црногорским огранком североисточне кладе. Поскок са албанско-македонске границе (шифра 21ALM\_MK) је груписан са североисточном кладом. На сликама 7 и 8 и у тексту следеће ознаке означавају следеће кладе: NE-североисточна клада, MO-

црногорска клада, PE-пелопенеска клада, CY-Кикладес клада, NW-северозападна клада, SW-југозападна клада, SE-југоисточна клада.



Слика 7. Филогенетско стабло на основу 16S rRNK секвенци из 47 узорак поскола. Bootstrap вредности су приказане на чворовима. Скраћенице са кладом су секвенце из ГенБанк базе а скраћенице са три слова и бројем су новоанализиране секвенце у овој дисертацији.\*модификовано према Ћубрић и сар., 2019.



Слика 8. Мапа са приказаним локалитетима где су прикупљани узорци у овој дисертацији и околни локалитети са секвенцама доступним у ГенБанк. Мултипли узорци са истог локалитета који припадају истој клади су представљени једном ознаком и обухватају следеће: NE2 (6 узорака), NE5(2), NE6(2). Нови узорци, прикупљени за израду ове дисертације су означени звездицом а већ постојећи из ГенБанк су представљени квадратом. Осенчена подручја представљају предложену потенцијалну географску дистрибуцију генетичких клада поскока на централном Балкану према резултатима ове дисертације. \*модификовано према Ćubrĭć и сар., 2019.

## 4.2. Популациони параметри и динамика

### 4.2.1. Демографске анализе

Узорци по популацијама се односе искључиво на нове јединке које нису поновни улов обзиром да су јединке маркиране (види одељак Материјал и методе) па самим тим уколико су поново уловљене онда су и препознате. Дакле, у овој анализи нису

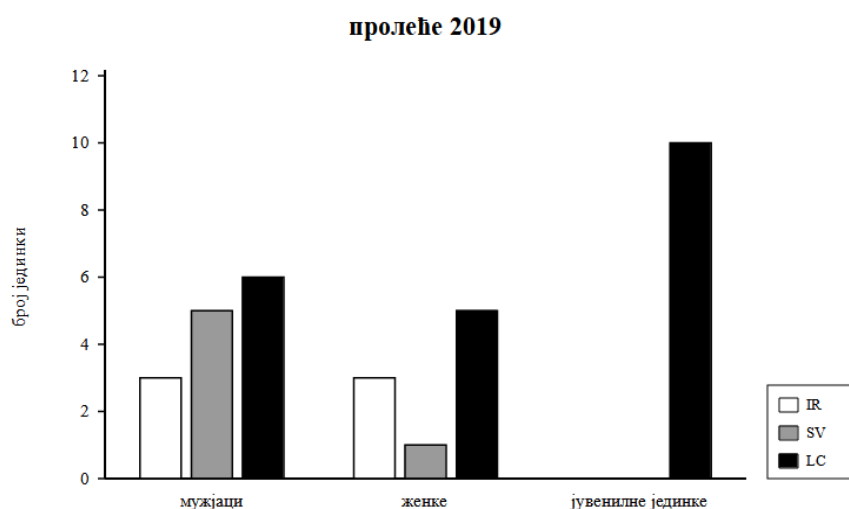
убрајане нити анализирани, поново уловљене јединке те се резултујући узорак састојао од 146 јединки.

а) LC популација (N=37): Од укупног броја змија измерених у LC популацији, 30% су били адултни мужјаци, 32% адултне женке и 38% јувенилне јединке. Однос полова био је 1:0,9 у корист женки. Није било статистички значајних разлика у броју измерених мужјака и женки у различитим годинама нити у укупном узорку (Табела 1).

б) SV популација (N=64): Од укупног броја змија измерених у SV популацији, 58% су били мужјаци, 23% женке и 19% јувенилне јединке. Однос полова био је 2,5:1 у корист мужјака. У пролеће 2017. ухваћено је значајно више адултних мужјака него женки са  $p < 0,05$  (Табела 1). У јесен 2017. нису пронађени адултни мужјаци ( $p < 0,05$ ) док у пролеће 2021. нису пронађене адултне женке ( $p < 0,05$ ). Већа заступљеност мужјака у односу на женке за све године заједно била је статистички значајна са  $p < 0,05$  (Табела 1).

в) IR популација (N=45): Од укупног броја змија измерених у IR популацији, 60% су били адултни мужјаци, 40% су биле адултне женке и није пронађена младунчад. Однос полова био је 1,5:1 у корист мужјака (Табела 1).

Поређење популационих структура. Интерпопулационо поређење је урађено само за сезону и годину-пролеће 2019, када постоје упоредиви подаци за све три популације. Постоји статистички значајна разлика у броју мужјака, женки и јувенилних јединки између популација ( $p = 0,03$ ), где су ове старосне категорије најбројније у LC популацији у поређењу са друге две популације (слика 9).



Слика 9. Интерпопулационо поређење популационих структура за период пролеће 2019

Табела 1. Однос полова по популацијама. Вредности  $p < 0.05$  су болдоване.

сезона и година	однос полова: мужјаци/женке	$\chi^2$	p
<b>LC популација</b>			
пролеће 2018	0.7/1	0.33	0,56
пролеће 2019	1.2/1	0.090	0.76
Укупно	0.9/1	0.04	0.83
<b>SV популација</b>			
пролеће 2016	5/1	2,66	0,10
јесен 2016	1/1	0	1
пролеће 2017	3/1	5	<b>0.025</b>
јесен 2017	0/4	4	<b>0.045</b>
јесен 2018	0/1	1	0.317
пролеће 2019	5/1	2.66	0.102
јесен 2019	1/0	1	0.317
пролеће 2021	4/0	4	<b>0.04</b>
јесен 2021	1/1	1	0.31
пролеће 2022	5/1	2.66	0.10
Укупно	2.5/1	9.50	<b>0.002</b>
<b>IR популација</b>			
јесен 2016	0/1	1	0.37
лето 2017	3.5/1	2.77	0.09
јесен 2017	1/1	0	1
пролеће 2018	0.8/1	0.11	0.74
лето 2018	2/1	0.33	0.56
јесен 2018	1/0	1	0.32
пролеће 2019	1/1	0	1
јесен 2019	3/1	1	0.32
јесен 2020	1/0	1	0.32
пролеће 2021	1/2	0.33	0.56
лето 2021	2/1	0.33	0.56
пролеће 2022	1/0	1	0.31
Укупно	1.5/1	1.8	0.17

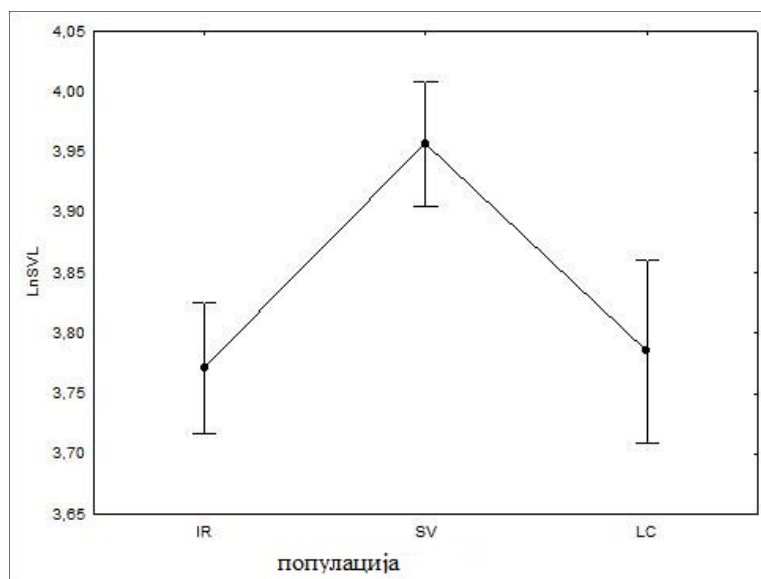
#### 4.2.2. Процена величине тела и кондиције тела

Приказ ових резултата ове анализе представља проширену верзију анализе публиковане у раду Ćubrić и сар., (2023), при чему су у анализу укључени додатни подаци прикупљени након публикавања поменутог рада. Упркос проширењу узорка, уочени обрасци били су углавном у складу са претходно објављеним резултатима. Узорак се састојао од 146 јединки. Међутим, како су у анализи одбачене змије са SVL мањим од 25 cm (види одељак Материјал и методе), резултујућа величина узорка за анализу је била 114 змија. Узорак се односи искључиво на нове јединке које нису поновни улов (види одељак Материјал и методе).

Величина тела и телесна маса. Средње вредности SVL и BM мера су приказане у табели 2. Најмањи мужјак је био из IR популације (SVL 29,5 cm, TL 33,0 cm), а највећи је био из SV популације (SVL 74,0 cm, TL 83,0 cm). BM се кретала од 20 g у LC до 225 g у SV. И најмања и највећа женка биле су из LC (SVL 26,5 cm, TL 30,7 cm и SVL 60,0 cm, TL 67 cm, респективно), док се BM кретала од 20 g до 165 g. Пронађен је снажан ефекат популације на SVL (ANOVA са LnSVL као зависном варијаблом и полом и популацијом као факторима:  $F_{2,114}=13,99$ ,  $p<0,001$ ), али нема утицаја пола ( $F_{1,115}=3,87$ ,  $p=0,051$ ) и нема интеракције између популације и пола ( $F_{2,111}=0,97$ ,  $p=0,38$ ). SV змије (анализирано оба пола заједно) су веће од LC и IR змија (слика 10). Телесна маса је била у високој корелацији са SVL ( $r=0,870$ ,  $F_{1,100}=311,83$ ,  $p<0,001$ ). Слични резултати су добијени коришћењем BM уместо SVL (јак популациони ефекат без ефекта пола; ефекат популације  $F_{2,114}=11,33$ ,  $p<0,001$ ). SV мужјаци су били већи од женки, али овај ефекат је откривен тек када је SVL анализиран специфично за ову популацију ( $F_{1,47}=4,12$ ,  $p=0,041$ ). Међутим, BM се није разликовао међу половима у SV популацији ( $F_{1,47}=0,12$ ,  $p=0,73$ ). Слично, нису пронађене полне разлике у две друге популације када су анализиране одвојено ни у SVL ни у BM мери.

Табела 2. Величина тела (SVL у cm) и телесна маса (BM у g) (просечна вредност  $\pm$  SE) по популацијама.

популација	пол	N	SVL	BM
LC	мужјаци	11	45.22 $\pm$ 2.79	69.54 $\pm$ 10.28
	женке	12	45.35 $\pm$ 3.40	87.91 $\pm$ 14.45
SV	мужјаци	36	54.99 $\pm$ 8.73	116.41 $\pm$ 60.08
	женке	13	50.66 $\pm$ 1.41	114.00 $\pm$ 6.60
IR	мужјаци	26	44.66 $\pm$ 5.67	75.38 $\pm$ 26.98
	женке	16	43.64 $\pm$ 5.16	68.75 $\pm$ 15.11

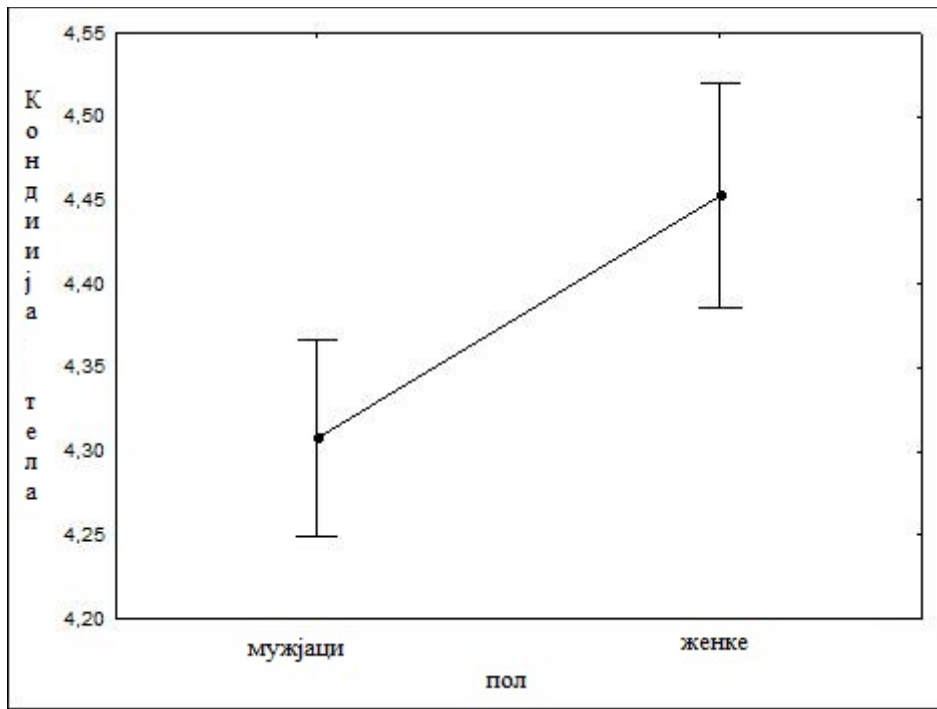


Слика 10. Интерпопулационе разлике у SVL (дужина тела од њушке до клоаке) поскока.

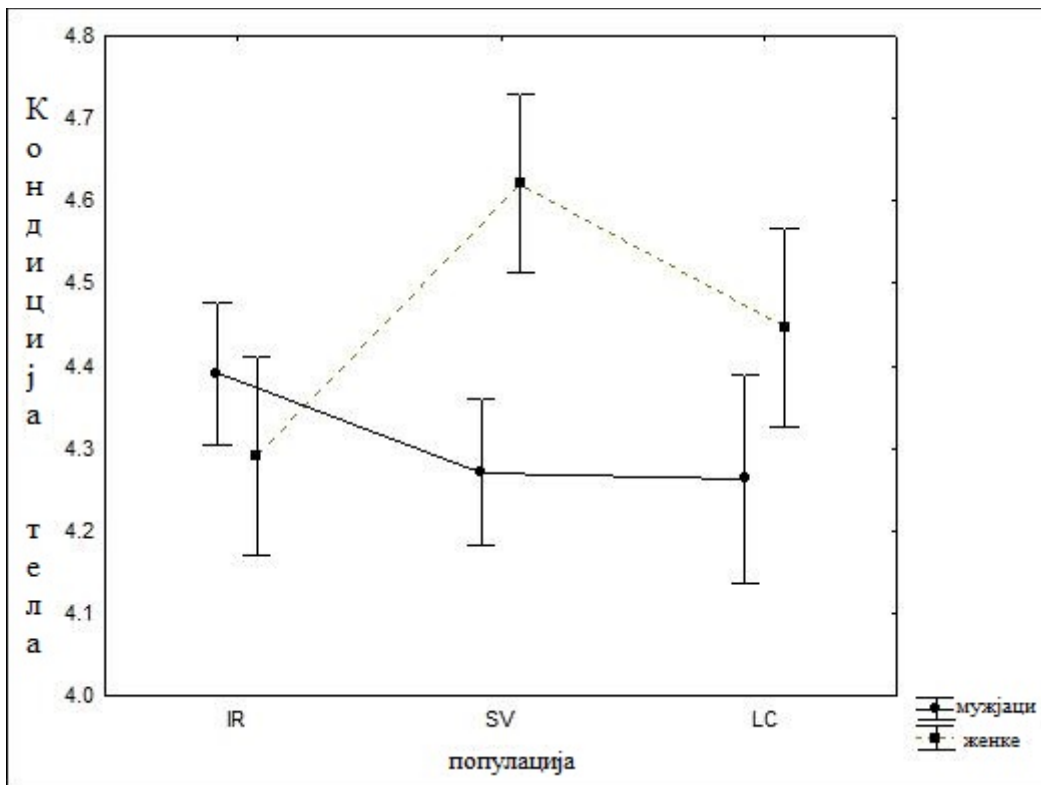
Кондиција тела. На кондицију тела (GLM са LnBM као зависном променљивом, пол и популација као фактори и LnSVL као коваријанта) утицали су пол и популација као и интеракција између ових фактора (Табела 3, слика 11). Женке су имале већи просечни кондициони индекс (слика 12) и то код SV популације. Када је урађена анализа засебно за сваку популацију, нађени су значајни сексуални ефекти у SV и LC (не и у IR) где су женке показале већи кондициони индекс од мужјака ( $F_{1,45}=13,72$ ,  $p=0,0005$  и  $F_{1,20}=6,203$ ,  $p=0,023$  редом).

Табела 3. Резултати GLM анализе.

Ефекат	SS	Df	F	p
Пресек	1.78025	1	43.3607	0.000000
LnSVL	10.54865	1	256.9288	0.000000
пол	0.61022	1	14.8629	0.000200
популација	0.82795	2	10.0830	0.000099
пол*ln Svl	0.55033	1	13.4042	0.000395
популација*ln Svl	0.79635	2	9.6982	0.000136
пол*популација*ln Svl	0.31035	2	3.7795	0.026000
пол*популација	0.30991	2	3.7742	0.026130
грешка	4.31095	105		



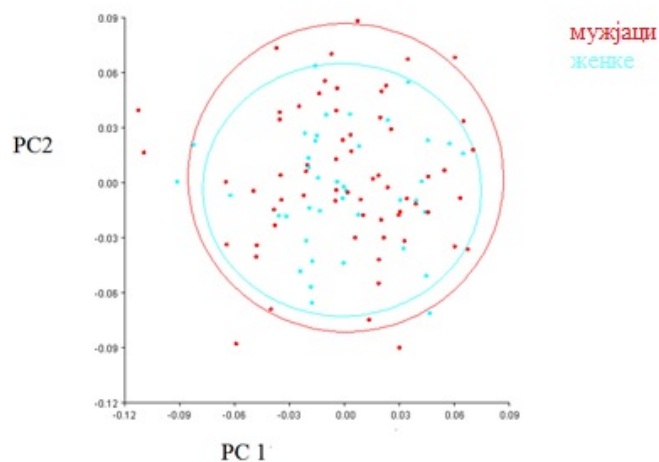
Слика 11. Полне разлике у кондицији тела поскока



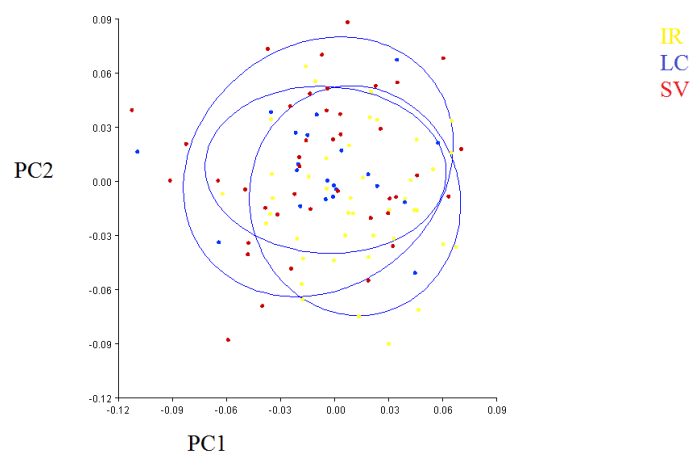
Слика 12. Интерпопулационе разлике по полу у кондицији тела поскока

#### 4.2.3. Анализа облика и величине главе поскока

Након што су одбачени оутлејери и фотографије лошијег квалитета, узорак се састојао од 104 јединке, 21 из LC, 41 из SV и 42 из IR популације. PCA анализа није показала јасно раздвајање јединки (слике 13 и 14). Такође, резултати ANOVA анализе показују да не постоји статистички значајне разлике у величини главе између полова ( $F=0.67$ ,  $p=0,41$ ). Резултати MANOVA ( $F=2.02$ ,  $p=0,076$ ) такође показују да нема статистички значајне разлике у облику главе између полова. Исти резултати важе и за разлику у величини и облику главе по популацијама: ANOVA  $F=2.03$ ,  $p=0,13$ ; MANOVA  $F=0,92$ ,  $p=0,47$  те у складу са овиме није урађена CVA анализа јер ова анализа смањује унутаргрупне разлике а форсира међугрупне те је није могуће применити у случају недостатка статистичке значајности.



Слика 13. Анализа главних компоненти (PCA) са приказом полова



Слика 14. Анализа главних компоненти (PCA) са приказом популационе припадности

### 4.3. Екологија

4.3.1. Моделовање потенцијалне будуће дистрибуције погодних станишта поскока на основу климатских сценарија

Метрика тачности модела. Просечна вредност површине испод ROC криве (AUC) за тест податке износила је 0.839 (SD=0.052) за модел базиран на садашњим климатским условима, што указује на добру предиктивну моћ модела према Агаџо и сар. (2005) скали. (Табела 4). AUC вредности за пројекције будућих климатских сценарија биле су конзистентне: SSP245 2041–2060 (AUC=0.871, SD=0.030), SSP245 2061–2080 (AUC=0.864, SD=0.060), SSP585 2041–2060 (AUC=0.853, SD=0.030) и SSP585 2061–2080 (AUC=0.838, SD=0.032), потврђујући поузданост модела кроз све анализирани сценарије (Табела 4).

Табела 4. AUC вредности модела са стандардном девијацијом

Модел	AUC	SD
Прелиминарни (за избор варијабли)	0.851	0.043
Садашњи (са одабраним варијаблама)	0.839	0.052
сценарио SSP245 2041-2060	0.871	0.03
сценарио SSP245 2061-2080	0.864	0.06
сценарио SSP585 2041-2060	0.853	0.03
сценарио SSP585 2061-2080	0.838	0.032

Фактори животне средине. Ради процене утицаја климатских варијабли на дистрибуцију врсте, примењена је "jackknife" анализа важности предикторских варијабли. Финална анализа обухватила је пет биоклиматских варијабли (BIO2, BIO4, BIO9, BIO14 и BIO15). Доприноси варијабли, од највећег ка најмањем, били су следећи: BIO9 (средња температура најсушнијег квартала) (37.5%, Табела 5), BIO14 (падавине најсушнијег месеца) (25.3% Табела 5), BIO4 (сезоналност температуре) (19.2%, Табела 5), BIO 15 (сезоналност падавина) (9.9%, Табела 5) и BIO2 (средњи дневни температурни распон) (8.1%, Табела 5)." Jackknife" анализа показала је да варијабла BIO14 поседује највише корисних информација када се користи самостално, док варијабла BIO9 садржи највише информација које нису заступљене у осталим варијаблама, што се огледа у највећем смањењу предиктивне моћи модела при њеном искључивању. На основу кривих (енг. response curves), оптимални еколошки услови за *Vipera ammodytes* одређени су на следећи начин: средња температура најсушнијег квартала (BIO9, у Србији обухвата зиму и почетак пролећа) између -5°C и 10°C, са

оптимумом око 0°C до 5°C; падавине најсушнијег месеца (BIO14, у Србији фебруар-март) изнад 35 mm, са оптимумом око 45–50 mm; сезоналност падавина (BIO15) између 10 и 28, са оптимумом око 10–15; сезоналност температуре (BIO4) између 66 и 78 (SD месечних температура\*100), са оптимумом око 70–72; и средњи дневни температурни распон (BIO2, просек месечних вредности разлике између максималне и минималне дневне температуре) изнад 6.5-12°C, са позитивним одговором кроз цео анализирани опсег.

Табела 5. Варијабле и њихов допринос у %

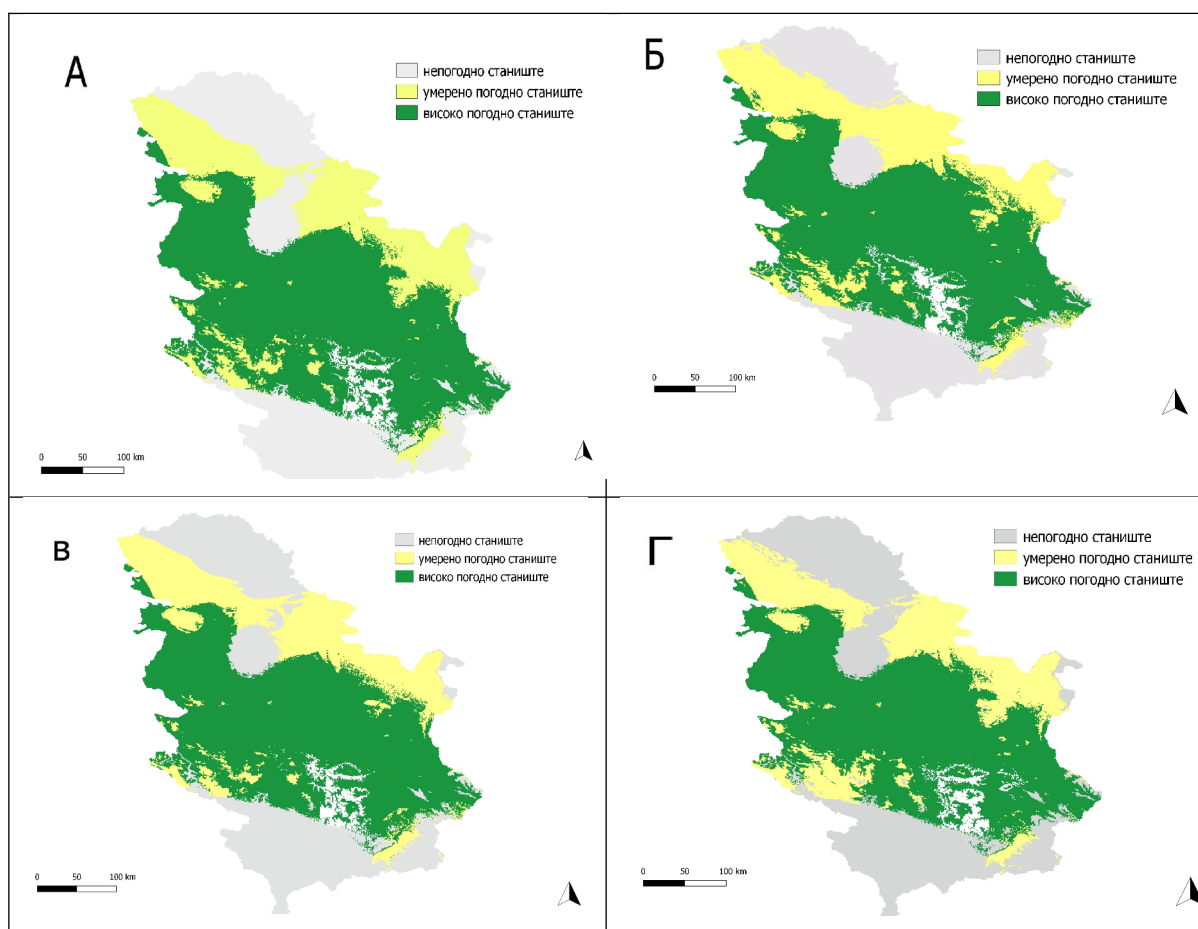
Варијабле	прелиминарни модел	Садашња предикција	сценарио SSP245 2041-2060	сценарио SSP245 2061-2080	сценарио SSP585 2041-2060	сценарио SSP585 2061-2080
BIO 2	10.6	8.1	9.3	7.5	5.2	8
BIO 4	14.8	19.2	12.1	9.6	13.2	15.8
BIO 9	<b>33.8</b>	<b>37.5</b>	<b>40</b>	<b>42.7</b>	<b>39.4</b>	<b>39</b>
BIO 14	24	25.3	29.2	30.6	29.8	27.4
BIO 15	6.2	9.9	9.5	9.5	12.3	9.9
BIO 1	0	/	/	/	/	/
BIO 3	0.1	/	/	/	/	/
BIO 5	0	/	/	/	/	/
BIO 6	0	/	/	/	/	/
BIO 7	0.6	/	/	/	/	/
BIO 8	3.5	/	/	/	/	/
BIO 10	0	/	/	/	/	/
BIO 11	4.5	/	/	/	/	/
BIO 12	0.1	/	/	/	/	/
BIO 13	0	/	/	/	/	/
BIO 16	0.1	/	/	/	/	/
BIO 17	0.3	/	/	/	/	/
BIO 18	0.1	/	/	/	/	/
BIO 19	1.2	/	/	/	/	/

Дистрибуција погодних станишта поскока у Србији у будућности под климатским сценаријима. На основу садашњих климатских услова, укупна површина погодног станишта поскока на територији Србије процењена је на 73,001 km<sup>2</sup>. Умерено погодне станиште заузимао је површину од 21,261 km<sup>2</sup>, док је високо погодне станиште обухватало 51,740 km<sup>2</sup> (Табела 6). Под свим анализираним климатским сценаријима предвиђено је смањење укупне површине погодног станишта поскока у односу на садашње стање (Табела 6, слика 15 А,Б,В,Г). Под сценариом умерених климатских промена (SSP245) за период 2041–2060, укупно погодне станиште износи 63,348 km<sup>2</sup>, што представља смањење од приближно 13% у односу на садашње стање (Табела 6, слика 15 А) . За период 2061–2080 под истим сценаријем, предвиђено је благо

повећање на 65,359 km<sup>2</sup>, указујући на потенцијалну редистрибуцију станишта према еколошки повољнијим областима ка северу земље док станишта постају неповољнија на југу (Табела 6, слика 15 Б). Под сценаријем високих емисија (SSP585), предвиђен је конзистентан тренд смањења кроз оба временска периода: 63,719 km<sup>2</sup> за период 2041–2060 (Табела 6, слика 15 В) и 62,546 km<sup>2</sup> за период 2061–2080, што представља смањење од приближно 14% у односу на садашње стање без могућности значајне редистрибуције (Табела 6, слика 15 Г). Површина високо погодног станишта показује конзистентан тренд смањења кроз све сценарије, са 51,740 km<sup>2</sup> у садашњости до 42,674 km<sup>2</sup> под најекстремнијим сценаријем SSP585 2061–2080 (Табела 6).

Табела 6. Промене у пројектованим будућим стаништима поскока под различитим климатским сценаријима

Временски период	Климатски модел	умерено погодно станиште (km <sup>2</sup> )	високо погодно станиште (km <sup>2</sup> )	укупно погодно станиште(km <sup>2</sup> )
Садашњост		21.261	51.740	73.001
2041-2060	SSP245	19.384	43.964	63.348
2061-2080	SSP245	20.562	44.797	65.359
2041-2060	SSP585	18.890	44.829	63.719
2061-2080	SSP585	19.872	42.674	62.546



Слика 15. Пројектована будућа дистрибуција погодних станишта поскока у Србији за периоде 2041-2060 (А и В) и 2061-2080 (Б и Г) базирано на MAXENT моделовању под климатским сценаријима SSP245 (А и В) и SSP585 (В и Г).

#### 4.3.2. Угрожавајући фактори

##### 4.3.2.1. Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку.

Резултати ове анализе су публиковани у раду Ćubrić и Crnobrnja-Isailović (2022).

Демографија. Како узорци по селу нису били довољно велики, сви испитаници су анализирани у оквиру једног скупа. Испитано је укупно 87 особа где су већину чинили мушкарци и то 68% (N=59), док су 32% чиниле жене (N=28). Највише испитаника било је старости 65+ и то 22% (N=19), затим следи категорија 55-64 и то 18% (N=16), 16% припада старосној групи 45-54, 16% припада 55-64 (N=14), а 14% старосној групи 25-34 и 14% старосној групи 18-24 године (N=12).

Став. Мушкарци су дали 4 од 6 позитивних одговора (медијана 35; Табела 7) и 2 од 6 негативних одговора (медијана 24) док су жене дале 2 позитивна (медијана 20; Табела

7) и 4 негативна одговора (медијана=8) што указује да обе групе имају амбивалентан став (Табела 7). Што се тиче старосних група, обе групе старосних доби 18-24 и 25-34 су имали позитиван став одговоривши са 5 позитивних одговора (медијана=8; медијана=9 редом, Табеле 7 и 8) док друге 3 групе су биле амбивалентне (Табела 7 и 8). Група 35-44 је дала четири позитивна и два негативна одговора (медијана=9,5; медијана=4,5 респективно; Табела 7), 45- 54 је дало једнак број позитивних и негативних одговора на 2 питања, 3 позитивна и 1 негативан одговор (медијана=8, медијана=6 респективно), 55-64 је дало једнак број позитивних и негативних одговора на 3 питања, 2 позитивна и 1 негативан одговор (медијана=8, медијана=8 респективно), 65+ су дали 3 позитивна и 3 негативна одговора (медијана=11, медијана=8 редом).

Табела 7. Позитиван и негативан став према змијама уопштено и поскоку, посебно (питања број 1, 4, 5, 10, 12,14). \* означава  $p < 0.05$ . \*модификован приказ из Ćubrić и Crnobrnja-Isailović (2022)

	број испитаника	Позитиван став				Негативан став			
		медијана	Ранг	W	<i>p</i>	медијана	ранг	W	<i>p</i>
пол:									
мушкарци	59	35	24-57	2.2	0.03*	24	2-35	2.2	0.03*
жене	28	20	5-27	2.2	0.03*	8	1-23	2.20	0.03*
старосне категорије:									
18-24	12	8	5-12	1.99	0.04*	4	0-7	2.20	0.03*
25-34	12	9	3-12	1.85	0.06	3	0-9	2.20	0.03*
35-44	14	9.5	6-14	1.85	0.06	4.5	0-8	2.20	0.03*
45-54	14	8	6-14	2.02	0.04*	6	0-8	2.20	0.03*
55-64	16	8	7-14	2.20	0.03*	8	2-9	2.20	0.03*
65+	19	11	5-18	2.20	0.03*	8	1-14	2.20	0.03*

Табела 8. Скорови за позитиван и негативан став према змијама уопштено и поскоку, посебно (питања број 1, 4, 5, 10, 12,14;  $H_0=4$ ,  $H>H_0$ ). \*модификован приказ из Ćubrić и Crnobrnja-Isailović (2022).

	Позитиван став		Негативан став	
	W	p	W	p
пол				
мушкарци	0.31	0.75	1.36	
жене	5	0.24	0.10	
старосне категорије:				
18-24	2.02	0.04*	2.20	0.03*
25-34	2.20	0.03*	1.21	0.22
35-44	0.73	0.46	1.82	0.07
45-54	0.07	0.50	2.20	0.3
55-64	1.57	0.11	2.02	0.04*
65 +	1.75	0.07	1.61	0.10

Знање. Мушкарци су дали 4 од 6 тачних одговора (медијана 43,5; Табела 9) и 2 од 6 нетачних одговора (медијана 15,5) док су жене дале 3 тачна (медијана 12,5; Табела 9) и 3 нетачна одговора (медијана=15,5) што указује да су обе групе имале исти ниво знања -средњи (Табела 9). Што се тиче старосних група, обе групе од 18-24 и 25-34 године имале су тачна 4 одговора, што указује на висок ниво знања (медијана=8,5; медијана=7,5 редом, Табела 9, Табела 10) док остале 3 групе су имале средње знање (Табела 9, Табела 10). 35- 44 старосна група је дала 3 тачна и два нетачна одговора, и једнак број тачних и нетачних одговора на једно питање (медијана=8; медијана=6 редом; Табела 9); 45-54 група је дала једнак број тачних и нетачних одговора на једно питање, 4 тачна и 1 нетачан одговор (медијана=10,5, медијана=3,5 редом); 55-64 дало је 4 тачна и 2 нетачна одговора (медијана=11, медијана=5 редом); 65+ група је дала 4 тачна и 2 нетачна одговора (медијана=10,5, медијана=8,5 респективно).

Свесност о користи змија. 70% испитаника је одговорило да зна да змије могу бити важан део екосистема и корисне у контроли популације глодара; 61% испитаника није знало да је поскок летаргична змија јер је сматрају агресивном, док 10% њих није

веровало у ову изјаву. 57% испитаника није знало за важну улогу змија у екосистему, док је 79% знало за употребу отрова поскока у производњи противотрова. Стога, испитаници су класификовани као непотпуно свесни.

Табела 9. Тачни и нетачни одговори на питања о познавању змија уопштено и поскока, посебно (питања број 2,3,7,9,11,13). \*модификован приказ из Čubrić и Stobrtija-Isailović (2022).

	број испитаника	Тачан одговор				Нетачан одговор			
		медијан а	ранг	W	p	медијана	ранг	W	p
пол									
мушкарци	59	43.5	1-59	2.02	0.04*	15.5	0-58	2.20	0.03*
жене	28	12.5	1-26	2.20	0.02*	15.5	2-27	2.20	0.03*
старосне категорије									
18-24	12	8.5	0-12	2.02	0.04*	3.5	1-12	2.02	0.04*
25-34	12	7.5	0-12	2.02	0.04*	4.5	0-12	2.02	0.04*
35-44	14	8	0-13	2.20	0.03*	6	1-14	2.02	0.04*
45-54	14	10.5	0-14	2.02	0.04*	3.5	0-14	2.02	0.04*
55-64	16	11	0-16	2.02	0.04*	5	0-16	2.02	0.04*
65 +	19	10.50	2-19	2.02	0.04*	8.5	0.17	2.20	0.03*

Табела 10. Скорови за тачне и нетачне одговори на питања о познавању змија уопштено и поскока, посебно (питања број 2,3,7,9,11,13;  $H_0=4$ ,  $H>H_0$ ). \*модификован приказ из Čubrić и Crnobrnja-Isailović (2022).

	Тачан одговор		Нетачан одговор	
	W	p	W	p
пол				
мушкарци	0.73	0.46	0.31	0.75
жене	0.94	0.34	1.15	0.25
Старосне категорије				
18-24	1.99	0.046*	0.20	0.83
25-34	2.20	0.03*	1.78	0.07
35-44	1.36	0.17	1.04	0.29
45-54	2.20	0.06	0.41	0.67
55-64	1.57	0.11	0.27	0.78
65 +	0.73	0.46	1.78	0.07

Народна веровања. 39% мештана села није мислило да се ова љутица може користи у исхрани људи, док је 34% изјавило да не знају одговор ; 43% нису мислили да се љутица може користити у медицини, док 51% није знало одговор; 36% испитаника нису веровали у фолклорну премису да поскок „скаче и напада“ људе, док 30% није знало одговор.

Посебно знање о поскоку. 45% испитаника је дало тачан одговор на питање где је требало описати како поскок изгледа, 36% је дало нетачне одговоре, а 20% није знало да опише ову змију. У вези са описом понашања ове врсте, најчешће грешке су биле у описивању по којима ова животиња је веома агресивна и „скаче”, док у погледу морфологије најчешћа грешка је била да ова врста може бити уједначено обојена, без шаре (често су помињани браон и црвена боја).

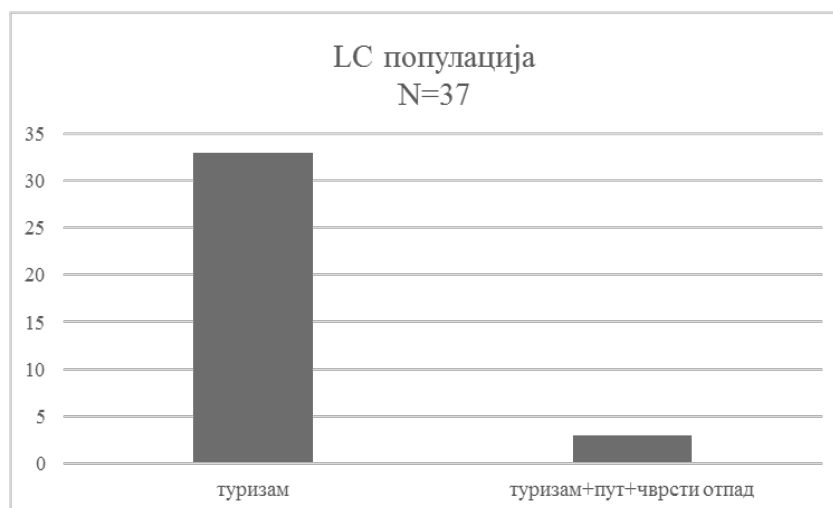
Могуће антропогене претње за змије. 32% испитаника је одговорило да је чуло или познају особу која је била (у случају Свилајнца) или је (код Крупња) илегално изловљава/ла змије у сврху крађе отрова.

Директно убијање и страх. Змија се плашило 53% испитаника, њих 51%. је изјавило да никада није убило змију, док 84% је изјавило да никада није убило поскока. Већина испитаника који се плаше змија никада нису убили змију (31% од 53%) док је већина испитаника који се не боје змија су убили змија у прошлости (31% од 47%).

Инциденца уједа змије са смртним исходом. Само 2 испитаника су одговорила да знају особу која је умрла од уједа змије.

#### 4.3.2.2. Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење

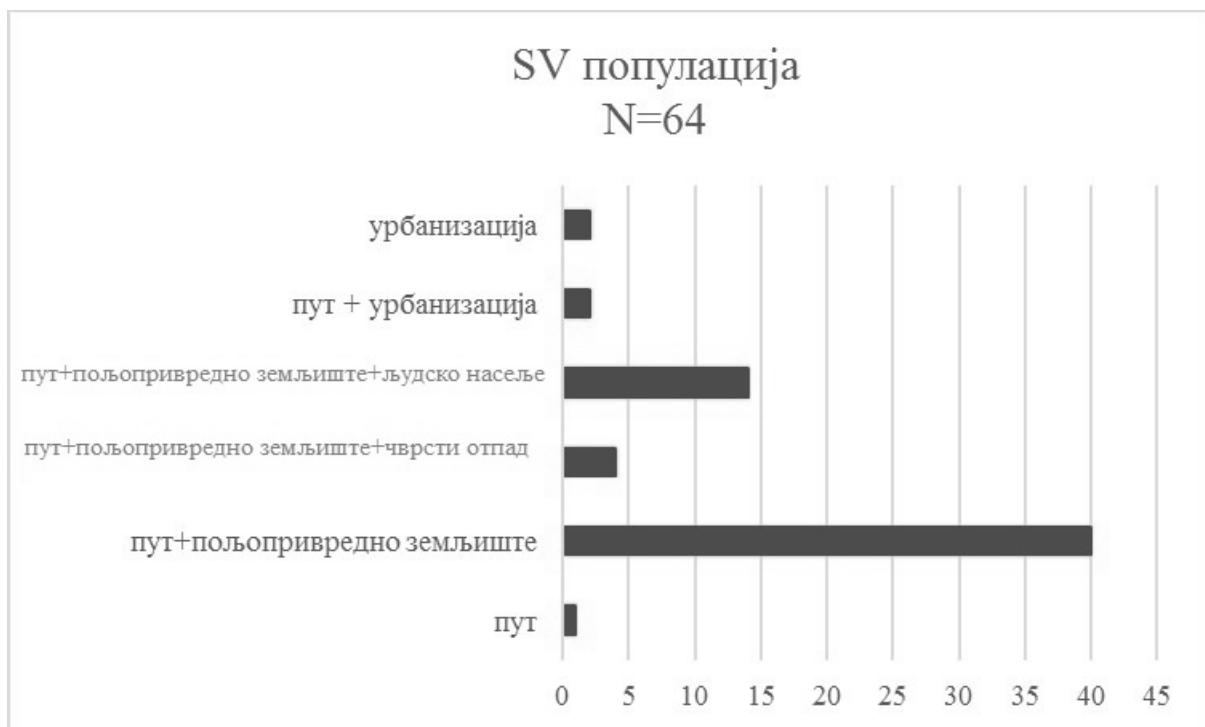
а) LC популација. У близини свих пронађених јединки (N=37) мапирана је минимум једна претња (слика 16). Угрожавајући фактор за 92% пронађених јединки представља присуство туристичке стазе којом се редовно крећу туристи а за 8% јединки је пронађен коктел претњи који се састоји од присуства туристичког подручја, фрагментације путевима и присуство чврстог отпада. У LC популацији је чак пронађен комад пластике у устима једног поскока.



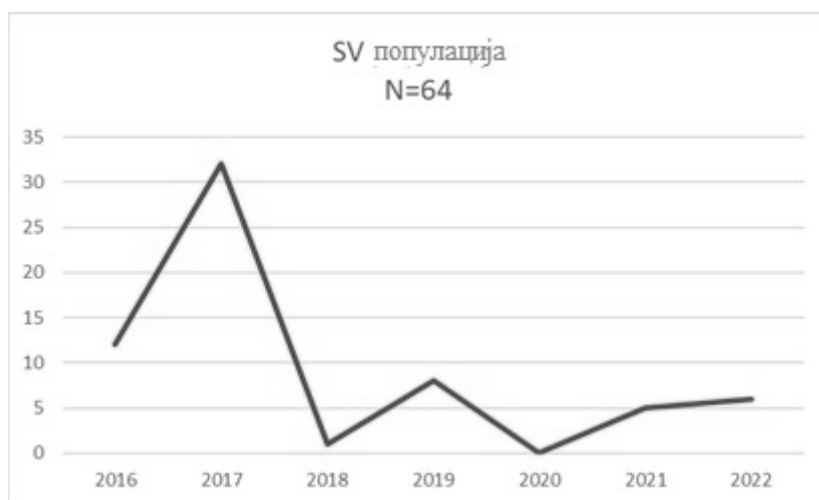
Слика 16. Угрожавајући фактори у LC популацији

б) SV популација. У близини свих пронађених јединки (N=64) мапирана је минимум једна претња (слика 17). Угрожавајући фактор за 2% пронађених јединки представља фрагментација станишта путем који се редовно користи, за 3% јединки урбанизација, за 3% је пронађен коктел претњи који се састоји од урбанизације (радови на путу и канализационим и водоводним цевима) и фрагментације путем, за 22% је пронађен коктел претњи који се састоји од фрагментације путем, фрагментације пољопривредним земљиштем и присуства људског насеља, за 6% је пронађен коктел претњи који се састоји од фрагментације путем, фрагментације пољопривредним земљиштем и присуства чврстог отпада и за 64% је пронађен коктел претњи који се састоји од фрагментације путем и фрагментације пољопривредним земљиштем. Такође, у овој популацији је пронађена убијена (или прегажена) трудна јединка

поскока. Даље, као што се из одељка резултата о демографским параметрима да приметити, након урбанизације (ширења пута) број виђених јединки је опадао из године у годину (слика 18). Да подсетим, ову популацију сам обилазила сваке године у две сезоне, у исто време, и обилажени су исти трансекти; према томе, како је објашњено у Материјалу и методама, истраживање је стандардизовано те је могућност грешке под утицајем тзв. 'observer bias'-а драстично смањена. Даље, на слици 18 број виђених јединки се односи на нове, немаркиране јединке (поново ухваћене нису бројане).

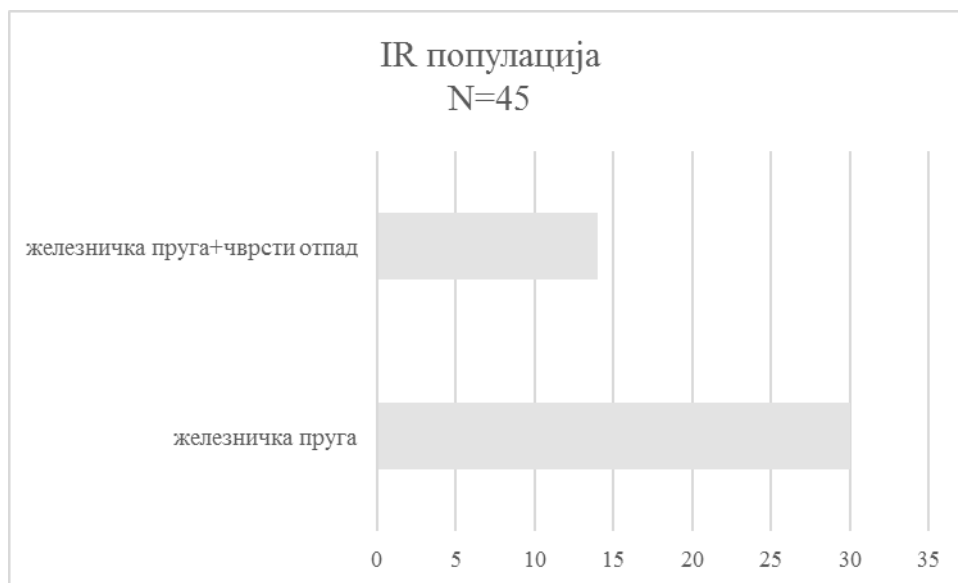


Слика 17. Угрожавајући фактори у SV популацији



Слика 18. Број виђених јединки у SV популацији по годинама

в) IR популација. У близини свих пронађених јединки (N=45) мапирана је минимум једна претња (слика 19). Угрожавајући фактор за 69% пронађених јединки представља присуство железничке пруге у чијој близини ове животињице лове и/или се сунчају и овде су нажалост, пронађене 4 адултне јединке које је прегазио воз док за чак 31% јединки утврђен коктел претњи који се састоји из присуства железничке пруге и чврстог отпада.



Слика 19. Угрожавајући фактори у IR популацији

Додатна значајна запажања. Ова запажања су објављена у раду Šubrić и Stojanović-Isailović (2022). Приликом интервјуа и мониторинга, у заштићеном подручју „Сићевачка клисура” мештани села су спалили вегетацију следећи дан након што су видели истраживаче да врше морфометријска мерења на једном поскоку. Испитаници са једног локалитета (Крупань) су навели да су неке комшије хватале поскоке, вадиле им очњаке, одрали их и садистички их мучили. 2017. године, током мог едукативног предавања у Крупњу и теренског рада у Свилајнцу, два становника, редом, изјавили су да је неко пуштао поскоке у њиховом селу мислећи на истраживаче, што наравно није тачно. Ово је било главни разлог због кога сам обуставила даље анкетирање људи, јер привлачи негативну пажњу људи на присуство змија о њиховој околини а да тога нису били ни свесни.

## 5. Дискусија

Популације врсте *Vipera ammodytes* у Србији обликоване су комбинованим деловањем историјских биогеографских процеса и тренутним притисцима различитих абиотичких и биотичких фактора са посебно јаким антропогеним утицајем. У овој дисертацији је главни циљ пружање увида у популациони статус поскока у Србији управо кроз интеграцију А) историјског контекста кроз (I) филогенетску анализу где распоред хаплотипова и клада осликава историјске процесе и баријере за дисперзију јединки у прошлости и Б) анализе савремених образаца: (II) популационих параметара: кроз однос полова и однос узрасних категорија које могу указати на подложност популације будућем изумирању (Grayson и сар., 2014); величине тела и телесне кондиције која објашњава адаптивни одговор на коришћење станишта јер је резултат сложених интеракција између фактора животне средине, полног диморфизма, репродуктивних стратегија и трофичке екологије (Bonnet и сар., 2001, 2002; Aubret и сар., 2002; King 2002; Beaupre 2008; Zuffi и сар., 2010); облика и величине главе који рефлектују одабир плена (Vincent и сар., 2007); (III) екологије: разумевање односа између климе и погодности станишта за ову љутицу које даље објашњава потенцијал одговора врсте на будуће промене средине (Radenković и сар., 2017); угрожавајуће факторе са посебним освртом на офеофобију, при чему ове анализе свеукупно описују сложеност односа ове љутице са животном средином. Према томе, резултати ове дисертације ће се разматрати интегративно, са циљем процене статуса популација поскока и дефинисања приоритета заштите кренувши са сагледањем свих ових аспеката пратећи основну поделу на:

- I. Филогенетика
- II. Популациони параметри
- III. Екологија

**I** Филогенетика. Утврђено је присуство 3 главне кlade (базиране на mtDNK) у Србији, што су нови налази у односу на 2 које су биле претходно препознате при чему је добијено да популације из већег дела Србије припадају североисточној клади, на крајњем југоистоку Србије популације припадају југоисточној клади, и добијена је посебна идентификација преклапања кlade где се неколико јединки које припадају северозападној клади, у западној и централној Србији, преклапају са североисточном

кладом. Као део источне границе за северозападну кладу, помиње се западна Србија (Tomović, 2005) и претпоставља се да су специфичне орографске формације и водене баријере спречиле даље ширење северозападне клада на исток и југоисток. Још увек није јасно које су баријере допринеле оваквој распрострањености ове две клада у Србији. Детекција популације у најзападнијем делу Србије која садржи јединке груписане са северозападним кладом сугерише да река Дрина није била довољно јака препрека за изолацију северозападне клада на запад те према томе претпостављам да је присуство северозападне клада у западној Србији вероватно резултат природне прелазне зоне између ове две клада. У случају преклапања клада у централној Србији (SV популација), поред могућности природне прелазне зоне између ове две клада, мора се узети у обзир информације добијене из интервјуа са локалним становништвом. Наиме, два мештанина су изјавила да је пре 10 до 20 година је један мештанин намерно пуштао поскоке прикупљене са различитих локалитета у бившој Југославији у сврху муже отрова за производњу серума у институту Торлак те би стога присуство гена који одговарају северозападној клада могло би бити резултат хаплотипова који потичу од тих пуштених јединки ван свог места порекла.

Гледано шире од Србије, вреди и споменути да резултати сугеришу да се североисточна клада простире јужније на Балкан него што је претходно навођено (Ursenbacher и сар., 2008). Према молекуларном сату у студији Ursenbacher-а и сар., (2008), генетичке клада унутар врсте *V. ammodytes*, су се раздвојиле током раног плиоцена (3.4-4.9 Mia), где је дошло до одвајања црногорске и североисточне клада од северозападне, и дошло је до одвајања југозападне од пелопонеске, Кикладес и југоисточне клада. Међутим, аутори нису могли да утврде где је дошло је до раздвајања. Било је великих прилива мора током Плиоцена на подручју речних басена Аксиос и Стримон, који су досезали скоро ка северу до централног Балкана уз Вардар и можда до долине реке Мораве (Yilmaz и сар., 1996). Присуство динарског масива, Пинда и Родопа могло би да објасне расподелу североисточне и југоисточне клада на територији Северне Македоније. Ове орографске формације и водене баријере су највероватније изоловале југоисточну, југозападну и североисточну кладу у овој области. Као што се претпоставља за *V. ammodytes*, *Ichthiosaura alpestris* (Sotiropoulos и сар., 2007) и *Lissotriton vulgaris* (Babik и сар., 2005), распрострањеност југозападне клада одговара регионима „рефугијума-унутар-рефугијума“ изолованих Динарским и Пиндским масивима. Будући да недостају узорци са већег дела територије Косова, Северне Македоније и Албаније, а како би се јасно дефинисале граничне зоне између

североисточне и југоисточне кладе, даље анализе са ових простора су неопходне. Према томе велики планински масиви и приливо мора свакако представљају непремостиву границу за поскока док велике реке попут Дрине нису довољно јаке препреке.

## II Популациони параметри.

а) Демографија популације. У овој дисертацији је пронађен оптималан однос полова одраслих у две популације (LC и IR), док је у SV популацији однос полова статистички значајно одступао од оптималног односа. Односи полова могу бити поремећени због разлика у морталитету, почетне разлике између полова при рођењу, или би један пол могао бити видљивији од другог у једној сезони због специфичног репродуктивног понашања. У SV популацији одрасли мужјаци су били видљивији у пролеће, али 2017. и 2021. године. Дакле, преваленција одраслих мужјака могла би бити последица пристрасности узорковања узроковане репродуктивним понашањем, пошто су мужјаци могли бити активнији у пролеће (Crnobrnja-Isailović и сар., 2007). Други узрок може бити већа стопа морталитета код женки након порођаја (Dyugmedzhiev и сар., 2018). У студији о репродуктивном понашању поскока коју су урадили Luiselli и Zuffi (2002), један део трудних женки је угнуо након порођаја, што је у складу са другим змијама које су тзв. "capital breeders". (нпр. Bonnet и Naulleau 1996, Lourdais и сар., 2002). Ипак, у објављеној литератури, однос полова за поскока је углавном био оптималан (Mebert и сар., 2017, Tomović и сар. 2019, Dyugmedzhiev и сар., 2020). На два од пет локалитета у Бугарској код којих је анализирана величина популације, аутори су известили о нарушеном односу полова у корист женки или мужјака (1:1,96 и 2,23:1 за село Лакатник и Кресну клисуру, респективно; Dyugmedzhiev и сар. 2020). У овој дисертацији, нарушен однос полова је установљен у SV популацији. Могуће је да су женке биле изложеније предаторима од мужјака, јер су видљивије током касне трудноће (Crnobrnja-Isailović и сар., 2007). Ако је то тачно, онда би све популације требало да имају нарушен однос полова у корист мужјака, што овде није потврђено. Други могући узрок могао би бити криволов, јер је документовано да може значајно утицати на однос полова код животиња (нпр. Mondol и сар., 2014). Локалитет популације SV је био једно од места интензивног хватања поскока у Србији деведесетих година прошлог века, када су многе гравидне женке сакупљене за вађење отрова и никада нису враћене у дивљину (Ајтић, 2009). Забрана лова поскока у Србији

проглашена је 2009. године, али је у овој дисертацији потврђен наставак криволава. Други могући узрок би било намерно убијање од стране људи, пошто је траса трансекта у овој популацији пратила локални неасфалтирани пут, омеђен, с једне стране, пољопривредним пољима. Додатан бихевиорални показатељ потенцијално нарушеног односа полова у овој популацији представља забележени случај груписаног парења (енг. group mating) пет мужјака са једном женком, који сам документовала током регуларног мониторинга у мају 2022. године управо у овој популацији (Ћубрић и Срнобрња-Isailović 2023). Овакво репродуктивно понашање до тада није било описано у роду *Vipera*, у коме се женке обично паре са једним до два мужјака, при чему парењу претходе ритуализовани мужјачки сукоби (Andrén, 1986; Madsen и сар., 1993; Shine, 2003). Изостанак мужјачких сукоба и истовремено учешће пет мужјака у репродуктивном чину могу указивати на отежано проналажење женки у популацији, што је бихевиорални одговор очекиван код врста са израженом полным диспропорцијом у корист мужјака (Shine, 2003). Чињеница да су се мужјаци парили чак и при супстратним температурама од 46,5°C (Ћубрић и Срнобрња-Isailović, 2023), знатно изнад горње границе термичког оптимума врсте (Ћубрић и Срнобрња-Isailović, 2022; конгресно саопштење; Dyugmedzhiev и сар., 2021; Zadravec и сар., 2026), додатно сугерише репродуктивну хитност и потенцијално преимућство ретких прилика за парење у популацији са поремећеним полным саставом (Ћубрић и Срнобрња-Isailović, 2023). Међутим, сви ови потенцијални узроци захтевају детаљније истраживање и њихово заједничко дејство се такође не може искључити.

Поређењем приближне старосне структуре анализираних популација из Србије утврђено је да узорак змија из резервата природе (LC) има стабилну старосну структуру, док друга два узорка немају. Интересантан налаз је да у укупном узорку из IR-а, нису пронађене јувенилне јединке (јединки укупне дужине мање од 30 cm). У популационој студији Dyugmedzhiev-а и сар. (2020), аутори су открили да јувенилне јединке остају близу хибернакулума након рођења и да се након прве хибернације диспергују, али не предалеко, у првој години. Даље, у Бугарској је нађено да избор станишта и микростваништа зависно је од старости, при чему јувенилне јединке имају најужу просторну нишу и преферирају отворенија микростваништа при чему се ширина просторне нише постепено се повећава са старашћу (Dyugmedzhiev и сар., 2025). Дакле, могу постојати две хипотезе зашто нису пронађене јувенилне јединке у IR популацији. Једна хипотеза би могла бити да у подручју трансекта нема довољно погодног ситног плена за младе поскоке (нпр. лацертидни гуштери - Luiselli 1996,

чланконошци и гуштери – Томовић и сар., 2019, 2022), а друга је место рођења јединки је ван обилажених трансеката и да управо ово место у смислу просторне нише одговара јувенилним јединкама па заузимају тај ужи простор и он није био обухваћен трансектом. Поређењем структуре ове три популације на основу узорака из пролећа 2019. године откривено је да је највећи узорак био из популације LC, која се налази унутар заштићеног подручја. Ова популација може заиста бити најстабилнија међу три, јер се налази у заштићеном екосистему са, највероватније, најбоље очуваним мрежама исхране и минимумом антропогених утицаја. Међутим, потребне су даље анализе густине насељености да би се подржала или одбацила ова хипотеза.

б) Величина тела и кондициони индекс. Пронађен је утицај пола и популације на средњу величину тела и средње вредности кондиције тела поскока, што указује на улогу локалних услова као што је доступност хране на раст и складиштење телесних резерви. Поскок се храни широким спектром плена, при чему постоје онтогенетске промене у исхрани, где се јувенилне јединке хране углавном чланконошцима и гуштерима, а адулти ситним сисарима и гуштерима (Beshkov, 1977; Luiselli, 1996; Томовић и сар., 2022). У популацији SV живе највеће и релативно најтеже јединке те имајући у виду да је ова популација била подвргнута лову због снабдевања отровом, резултати у овој дисертацији упућују на могући закључак да су сакупљачи змија можда циљали на здраву или лако доступну популацију. Глодари који представљају главни плен змија змија, фаворизују пољопривредне области која стварају полуотворена станишта са много ресурса за исхрану. Овакви пејзажи и фрагментоване шуме се налазе у SV. Према томе, могуће је да поскоци могу да напредују у периурбаном контексту под условом да су доступна повољна полуотворена жбунаста станишта (Bonnet и сар., 2016). Друге две популације (LC и IC) налазе се у знатно мање дистурбираним камењарима где су гуштери као плен у изобиљу. Мања величина тела и ниже средња кондиција тела указују на то да би доступност хране и квалитет плена (гуштери су мање корисна храна у смислу енергетских резерви за змије од ситних сисара; Zuffi и сар., 2010; Томовић и сар., 2022) могли бити нижи у поређењу са SV популацијом. Наравно, поред широких географских образаца, полне разлике су откриле сложен образац. Наиме, и мужјаци и женке из SV су били већи у поређењу са другим популацијама али овај ефекат је био вођен великим SV мужјацима, а не женкама. Сходно томе, полни диморфизам у величини тела је откривен само код змија из SV популације. Овај исход одражава резултате претходних студија које су

документовале недостатак или значајан полни диморфизам у величини код већих мужјака поскока у зависности од места истраживања (Томовић и сар., 2002, 2022; ; Mebert и сар., 2017). Резултати кондиције тела нису се у потпуности поклапали са онима добијеним са SVL. Наиме, у овом случају женке су биле главни покретач популационих разлика при чему су SV женке су биле у бољем стању у поређењу са друге две популације. IR мужјаци су имали најбољу кондицију тела. Степен сексуалног диморфизма зависи од од различитих селективних притисака који делују засебно на мужјаке и женке (Shine 1986, 1989). У популацији која може имати користи од високе доступности хране, мужјаци улажу ресурсе у раст, а женке у складиштење телесних резерви (плус вителогенеза) што доводи до изразитог полног диморфизма у величини тела (већи мужјаци) и кондицију тела (релативно теже женке). У областима које карактерише нижа доступност хране, и раст и складиштење резерви могу бити поприлично ограничени, што резултира ослабљеним полним диморфизмом. Позитиван утицај величине тела на репродуктивни успех мужјака у односу на позитиван утицај телесне кондиције на плодност женке је документован код змија. Тако напр. веће шарке (*V. berus*) имају веће шансе да победе мање ривале и да се успешно удварају женкама (Madsen и сар. 1993). Код *Vipera aspis*, женке треба да достигну праг телесне кондиције (што значи да морају да акумулирају довољно енергетских резерви) да би могле да се размножавају (Naulleau и Bonnet, 1996). Слична улога телесних резерви сугерисана је и за поскока (Luiselli i Zuffi 2002, Phelps 2007). Штавише, телесно стање је у позитивној корелацији са плодношћу код *Vipera aspis* (Bonnet и сар., 2001). Идеја да мужјаци могу имати користи од алокације ресурса у раст, док репродуктивни успех женки треба да буде побољшан алокацијом ресурса у телесне резерве и вителогенеза може бити општа појава код змија (Shine, 2003). Иако су величина тела и стање тела веома пластичне особине змија (Bonnet и сар., 2021), не може се искључити могућа улога локалне генетичке адаптације (King и Lawson, 2001) обзиром на то да су у овој дисертацији идентификоване две преклапајуће класе поскока у SV популацији.

в) Величина и облик главе. На дужину вилице, те на величину главе, утичу бројне локалне адаптације као и адаптивна фенотипска пластичност (Aubret и сар., 2004). Иако су неки аутори, описали позитивну везу између величине плена и дужине вилице (нпр. Queral-Regil и King., 1998) ипак у другим студијама ова корелација није пронађена (Smith, 2014; Swartwout и сар., 2020) те иако пластична, ова особина змија показује комплексни образац. Облик главе свакако има онтогенетску и филогенетску компоненту (Davis и сар., 2016). *Vipera ammodytes* приказује варијабилност у дужини

вилици при чему јединке из острвске популације (Голем град) имају краћу вилицу од континенталних популација (Томовић и сар., 2022) рефлектујући могућу разлику у доступном плену на острву и континенту. Али, овде су аутори користили податке из 10 различитих локалних континенталних популација као и музејске примерке при чему су их све третирали као јединствени континентални узорак. Томовић и сар. (2002) су пронашли полне разлике у облику главе; дистанци између десног ока и горње усне као и у дужини главе, где су женке имале веће вредности са дискриминаторним полним разликама унутар група пореклом са ширих географских подручја где ова разлика највероватније потиче од интерсексулане дивергенције у исхрани. Даље, у поменутој студији пронађене су значајније варијације у облику главе између полова у транзиционој групи *V.a.ammodytes* и *V.a.meridionalis* док је унутар подврста разлике била евидентна и у величини и облику. Даље, у поменутој студији су анализирани музејски примерци јединки и то женке са SVL преко 45 cm и мужјаци са SVL преко 40 cm, те студијом нису обухваћене јединке географског порекла популација које су анализирани у овој дисертацији. Интерпопулациона варијабилност у погледу облика и величине главе код локалних популација поскока на територији Србије, до сада, није испитивана. У овој дисертацији, сам, по први пут за Србију, финије дефинисала границе локалних популација, те иако мали узорак, ипак, реалније описује популационе карактеристике једне локалне популације, као групе јединки исте врсте које живе на одређеном станишту тако да деле исте ресурсе и имају могућност честих сусрета и међусобног укрштања чинећи једну локално адаптирану генетичку јединицу, што је веома битно, посебно имајући у виду сугерирани, веома мали ареал активности и кретања јединки ове седентарне врсте при чему је ареал активности процењен на од 17 m<sup>2</sup> до максимално 3500 m<sup>2</sup> (Kunzl, 1954; Schweiger, 1992; Plasinger, 2014; Dyugmedzhiev и сар., 2020) даље подржано високим генетичким диверзитетом чак и на нивоу високо конзервативне mtDNK које сам пронашла и описала у тексту горе. Недостатак полног диморфизма и интерпопулационе варијабилности у три популације које сам анализирала, се може објаснити са неколико хипотеза. Наиме, иако величина тела змија и величина главе показују често значајан полни диморфизам, као што сам објаснила у тексту горе (Shine, 1991; Сох и сар., 2007), ипак полни диморфизам у облику главе је далеко теже објаснити. Диморфизам у облику и величини главе може потицати од неадаптивних процеса као што је алometriјска последица величине тела, сексуалне селекције која се односи на социјалне интеракције као што су борбе мужјака које укључују уједање противника, или од интерсексуалне селекције дивергенције у

погледу еколошке нише као што је дивергенција у погледу одабира плена или начина лова (Meik и сар., 2012). Свакако да ови узроци не морају деловати у изолацији, те напр. природна селекција која делује на нивоу разлика у еколошкој ниши, може одржавати или појачати диморфизам у димензијама главе, који се претходно јавио као последица сексуалне селекције на величину тела (Shine, 1991; Vincent и Herel, 2007). Међутим, јако је битно нагласити, да студије које повезују исхрану са морфологијом главе змија су ретке те генерализација није могућа. Стога, иако борбе мужјака постоје код поскока, улога главе ту може бити занемарена, посебно имајући у виду да је ова особина код љутица врло пластична (Shine, 1991; Camilleri и Shine, 1990). Дисконтинуитет између претходно објављене студије, где женке поскока имају веће главе једноставно може бити објашњен чињеницом да сам овде фотографисала главе живих поскока и користила методу геометријске морфометрије. Односно, у овој дисертацији сам искључиво анализирала податке прикупљане на живим животињама, на тај начин елиминишући грешке настале због деформације тела музејских примерака. Свакако, у претходно описаним студијама анализирани су појединачно мерени карактери главе, док сам у овој дисертацији, користећи методу геометријске морфометрије, синтетисала све податке о величини и облику главе, укључујући и дистанце које нису нити могу бити измерене методом традиционалне морфометрије. Штавише, због комплексних скалирајућих веза које прате процесе раста, одвојити контрибуције величине облика и главе, су ноторно тешке када се користе појединачне линеарне мере главе и према томе геометријска информација садржана у објекту након откалањања ефекта локације, оријентације и скалирања те даље анализом објекта отклањају се традиционални проблеми (Zelditch и сар., 2004). Даље, у поменутој студији анализиран је узорак неколико подврста поскока, нестистематски прикупљаних, те је узорак једноставно "ухватио" варијабилност у исхрани између полова где интегрални део варијабилности може заправо бити због доприноса различитих еколошких ниша те различитог плена као и разлике обухваћене различитим подврстама тј. битније генетичких разлика. Бројне студије показују да морфолошки диверзитет прати отварање нових еколошких ниша те представља прокси за еколошки диверзитет (Ricklefs и Travis, 1980; Yoder и сар., 2010). Као што сам објаснила у тексту горе, код љутица, величина тела је заиста под минималним утицајем еволуционих стаза, те више променљива карактеристика него ли облик самих морфолошких структура (Davis и сар., 2016). Према томе, недостатак интерпопулационе варијабилности може лако бити објашњена чињеницом да до сада,

никада нису били установљени конзистентни обрасци као ни предкциони трендови вероватно, због адаптивне пластичности змија и корелације снаге адаптивног пластичног одговора на промене у средини, од пола, онтогентског стадијума и популације. Према томе, недостатак варијаблности код ове три популације, иако сам пронашла постојање варијаблности у самој величини тела, је највероватније резултат чињенице да је величина тела мање еволуционо конзервативни карактер док величина и облик главе, јесу. Друга хипотеза би се односила да у ове три популације није ’’ухваћена’’ варијаблност у трофичком погледу, док би се прва хипотеза односила да је поскоку, заправо од користи да поседује универзални облик и величину главе, што би пружало једноставно, могућност овој врсти да се брзо адаптира на флукуације базног плена и промене у самом локалном екосистему (Smith, 2014).

### III Екологија

а) Потенцијална будућа дистрибуције погодних станишта поскока на основу климатских сценарија. Средња температура најсувљег квартала (В109) показала се као најутицајнија варијабла са доприносом од 37.5%, при чему је оптимални распон утврђен између 0 и 5 °C, са толеранцијом од -5 до 10 °C. Овај резултат је конзистентан са обрасцем хибернације поскока у умереним зимским условима централних и јужних делова Балкана. Моја анализа термалне биологије код SV и IR популације (Ћубрић и Срнобрња-Isailović, 2022; конгресно саопштење) показали су да се просечна клоакална температура поскока креће око 27 °C у обе популације без статистички значајних интерпопулационих разлика у пролећној и јесењој сезони, са значајном корелацијом клоакалне температуре поскока са темперутарама мереним на тлу, ваздуха на 5 cm и 60 cm на месту наласка јединке резултујући закључком да је поскок семи-термоконформер (Ћубрић и Срнобрња-Isailović, 2022; конгресно саопштење). Међутим, током најсувљег квартала кога описује В109 варијабла што одговара зимском периоду у континенталним условима Србије, врста улази у фазу хибернације где спољашњи термални услови критично утичу на енергетски биланс и преживљавање, те окидаче за почетак и крај хибернације те отуда висок допринос ове варијабле у моделу. Dyugmedzhiev и сар. (2021) на популацијама из Бугарске такође су утврдили да је поскок термоконформер у већини услова, са значајном корелацијом између телесне и температуре животне средине, што имплицира да на нивоу ареала врсту примарно ограничавају екстремни зимски услови. Слично, Zadravec и сар. (2026) показали су на

хрватским популацијама које обухватају три различите биогеографске зоне (планинска Medvednica, Lika и медитеранско острво Vir) да су температура ваздуха на 5 cm изнад поскока, влажност и брзина ветра конзистентни предиктори телесне температуре, али да микростанишна структура делује као популационо-специфични модулатор. Ова варијабла је такође била круцијални чинилац и у предикцији станишта 31 европске врсте змија где је био укључен и поскок (Deschepper, 2025). Конвергенција модела у овој дисертацији (BIO9 као доминантни предиктор) и наведених екофизиолошких студија снажно подупире биолошку валидност добијених резултата: врста је термички ограничена примарно условима хибернационог периода, не активне сезоне. Падавине најсувљег месеца (BIO14), са доприносом од 25.3% и оптимумом 45–50 mm, такође су у складу са литературним подацима на змијама где је чак доказано да је сезоналност преципитација најважнији фактор који утиче на дистрибуцију појединих врста змија док падавине најсувљег месеца представљају круцијалне предикторе погодности станишта за напр. *Macrovipera lebetina* и *Naja oxiana*. (Deng и сар., 2024 и референце у раду). Даље, поскок може бити нарочито рањив на симултане промене температурних и падавинских режима јер падавине утичу на доступност и абуданцу плена змија (Deng и сар., 2024 и референце у раду). Висок допринос температурне сезоналности (BIO4 = 19.2%, оптимум 70–72) указује на то да поскок преферира области са израженом сезоналном термалном динамиком. Наиме, Zdravec et al. (2026) додатно су утврдили да време активности (јутро, подне, послеподне) делује као значајан популационо-специфичан фактор у термичкој регулацији, што имплицира да врста зависи од јасних сезонских и циркадијалних термалних сигнала за оптимално одвијање свог животног циклуса. Релативно нижи допринос сезоналности падавина (BIO15 = 9.9%, оптимум 10–15) и средњег дневног опсега (BIO2 = 8.1%, позитиван одговор изнад 6.5 °C) сугерише да поскок толерише умерену варијабилност падавина и преферира станишта са израженијим дневним термалним осцилацијама што представља образац који се поклапа са преференцијом станишта ове љутице а она пре свега обухватају камењаре са жбунастом вегетацијом и листопадним шумама који обезбеђују велике дневне температурне градијенте за бихевиоралну термоегулацију. Дневне термалне разлике између микростаништа управо су оно што омогућава ектотермима попут поскока да одржавају стабилне телесне температуре кроз кратке премештаје између сунчаних и сеновитих места, типичним понашањем за змије (види Увод). BIO15 варијабла је такође била значајна и у предикцији станишта 31 европске врсте змија где је био укључен и поскок (Deschepper, 2025). "Jackknife" тест је потврдио ову хијерархију

утицаја у мом моделу: ВІО14 је показала највише информација када се користи самостално, док је ВІО9 изазвала највећи пад када је искључена из модела, што заједнички потврђује централну улогу зимско-хибернационих услова за дистрибуцију поскока у Србији.

Просторна анализа садашње дистрибуције погодних станишта показала је да су она концентрисана јужно од Саве и Дунава, са укупном површином од 73,001 km<sup>2</sup> (51,740 km<sup>2</sup> високо погодних и 21,261 km<sup>2</sup> умерено погодних). Војводина се конзистентно издваја као неподобан регион, вероватно због историјских биогеографских препрека које су обликовале дистрибуцију те због тога што поскок избегава попутно голе терене и интензивно обрађивано пољопривредно земљиште без природне бафер зоне (Dugmedzhiev и сар., 2024) који доминирају у АП Војводини. Dugmedzhiev и сар., (2024) показали су на узорку од пет популација у Бугарској да поскок користи изузетно узак простор еколошке нише, са јасном преференцијом стеновитих и каменитих микростаништа са жбуновито-травнатом вегетацијом што је директно конзистентно са просторном дистрибуцијом високо погодних подручја у мом моделу. Треба нагласити да је подручје Косова потенцијално потцењено у мом моделу услед недостатка координата (на подручју КИМ нисам прикупљала координате). Пројекције за будуће климатске сценарије показују генерално смањење укупне површине погодних станишта у односу на садашњост, при чему је тренд интензивнији код сценарија високих емисија. Под сценаријем SSP245, укупна површина се смањује на 63,348 km<sup>2</sup> до 2041–2060, са благим опоравком до 65,359 km<sup>2</sup> у периоду 2061–2080, праћеним редистрибуцијом умерено погодних станишта ка северу земље. Под сценаријем SSP585, забележено је конзистентно смањење на 63,719 km<sup>2</sup> до 2041–2060 и даље на 62,546 km<sup>2</sup> до 2061–2080, са посебно израженим губитком високо погодних станишта (са садашњих 51,740 km<sup>2</sup> на 42,674 km<sup>2</sup> до краја периода). Овакав образац сагласан је са глобалним пројекцијама. Наиме, Wan и сар., (2026), су утврдили да је око 45.1% врста змија у свету пројектовано да доживи значајне контракције ареала (просечан губитак 11.62%), при чему је Палеарктик (укључујући европски део) посебно погођен, са преко 60% родова змија за које се очекује да помере ареале за више од 100 km, а у Палеарктику до 400 km. Слично мојим налазима, Pintor и сар., (2026) показују да змије у Европи (укључујући *Vipera ammodytes*) под утицајем климатских промена показују комплексне обрасце померања, са изразитим губицима у топлим, исушеним подручјима и потенцијалном експанзијом у северне и више надморске висине, при чему је предложено да би се ефикасна заштита требала фокусирати на регионе где

врсте задржавају стабилну дистрибуцију. Sahlean и сар., (2014) у анализи *Dolichophis caspius* (врсте са често преклапајућим ареалом поскока Србији) такође су идентификовали значајне губитке погодних станишта на југоистоку европског дела ареала, што је регион који директно обухвата и Србију. Deschepper (2025) у својој студији, под сценариом на европској скали предвиђа да Балкан у целини постаје термички повољнији за змије због хетерогености станишта и планинских рефугијума, а у додатном материјалу кокретно за поскока Deschepper (2025) приказује смањење погодних станишта *Vipera ammodytes* на територији Србије са чак скоро потпуним нестајањем у моделу SSP585. Насупрот овоме, мој модел показује да поскок у Србији не доживљава значајну експанзију, већ сложени образац где делимично губи а делимично задржава своја станишта у планинским рефугијумима и као што је напоменуто, само под једним сценариом делимично компензује губитак навонасталим умерено погодним стаништима на северу, док под сценариом SSP585 за период 2061–2080, мој модел показује смањење али не и потпуни нестанак погодног станишта. Ова разлика у мојим и Deschepper (2025) налазима вероватно одражава разлике у просторној скали моделовања, броју и пореклу координата, као и скупу предикторских варијабли коришћених у моделима. Регионални приступ заснован искључиво на координатама прикупљеним теренским истраживањима на територији Србије омогућава прецизнији увид у локалне обрасце дистрибуције погодног станишта, у поређењу са Deschepper (2025) континенталним моделима који користе податке из јавних база. Уочена редистрибуција погодних станишта ка северним деловима Србије под умереним сценаријем SSP245 представља релевантан образац јер северно/висинско померање ареала је један од најчешће документованих одговора ектотермних врста на глобално загревање (Wan и сар., 2026; Pintor и сар., 2026). Међутим, ефективна реализација овог потенцијалног померања зависи од способности поскока да диспергује кроз фрагментирана антропогена станишта Војводине и долинских коридора, што је код ове релативно седентарне врсте са уском станишном нишом (Dyugmedzhiev и сар., 2024) озбиљан лимитирајући фактор. Под сценаријем SSP585, конзистентно смањење без значајне редистрибуције сугерише да екстремни сценарији емисија могу превазићи могућност климатске нише поскока да се „пресели“ у нова географска подручја, што води ка нето губитку погодних станишта. Дугорочно, наставак тренда контракције високо погодних станишта представља највећу конзервациону претњу јер ова станишта обухватају језгро адаптивне нише врсте.

Треба нагласити и методолошку предност овог истраживања у односу на постојеће глобалне SDM анализе које укључују поскока. Pintor и сар., (2026) у својој великој анализи климатских утицаја на 209 медицински значајних врсте змија где је укључена и *Vipera ammodytes*, су користили податке о присуству врсте из музејских колекција и литературе, те дубиозних онлајн бази што за врсте са широким ареалима носи ризик од нетачних координата, застарелих локалитета и просторне аутокорељације (Wisz и сар., 2008), слично као и Deschepper (2025) где је аутор за свој велики број налаза користио онлајн базе. У овој дисертацији коришћене су искључиво координате прикупљене непосредно на терену GPS уређајем (Garmin eTrex 30), што обезбеђује високу просторну прецизност у односу на грубе резолуције помеутних студија и временску актуелност локалитета што су два кључна предуслова за поуздане SDM пројекције на регионалној скали (Barve и сар., 2011; Merow и сар., 2013). Стога, моји резултати за територију Србије представљају прецизнију и биолошки веродостојнију основу за конзервационо планирање од оних добијених у глобалним анализама базираним на хетерогеним секундарним изворима података и грубој резолуцији.

#### б) Угрожавајући фактори

б1) Антропогени утицај: Евалуација негативног става људи о поскоку. У Србији је релативно амбивалентан тренутни став према змијама највероватније резултат мешања традиције са савременом науком и образовањем грађана. Генерално гледано, људска перцепција змија може бити позитивна или негативна, у распону од фасцинације до страха и мржње (Moua и сар., 2010). Разлози за страх или обожавање могу бити различити; од урођених до наученог страха са спојем фолклорног и духовног веровања. О узроцима офеофобије се још увек расправља; да ли је офеофобија урођена, научена или оба фактора утичу на когнитивни одговор особе (Isbell, 2006; Van Le и сар., 2013). Без обзира на узрок, страх од змија је највероватније тихи стимуланс и може се лако покренути и појачати спољашњим узроцима као што су секундарна искуства, односно страшна прича (Ohman i Mineka, 2001). Ово би могло бити могуће објашњење за налаз у овој дисертацији, а то је да млађе старосне групе (18-24 и 25-34 године) имају позитиван однос према змијама јер су вероватно ове групе више образоване и у мојој личној комуникацији, неки становници су изјавили да су научили о змијама нешто више у документарцима о природи. Ипак, у узорку се више људи плашило змија него не и, занимљиво, они који су се плашили, имају тенденцију да их мање убијају и

вероватно због њиховог избегавања боравка у близини животиње и заиста, студије су показале да људи са офеофобијом имају тенденцију да избегавају змије (Geer, 1965; Lang, 1969). Моји резултати су показали да људи који се не плаше змије имају тенденцију да их чешће убијају, вероватно да се заштите, или показују егзибиционистичко понашање (Bradshav и сар., 2007), приказано у филмовима, чланцима и документарцима са јефтиним сензационализмом (Bradshav и сар., 2007). Директна убиства змија су извештавана и за друге земље као што су Непал (Pandeі и сар., 2016), Јордан (Eid и сар., 2021), итд. Исте две старосне групе (18-24 и 25-34 године) такође су дале најтачније одговоре о змијама. Ови налази имплицирају да иако образовање о змијама је важно, страх од змија може бити од користи јер доводи до тога да људи избегавају змије уопште, као што слична запажања у Јапану сугеришу (Танака и сар., 1999). Иако је 45% испитаника дало тачан одговор на питање да опише морфологију и понашање поскока, 36% је дало нетачан одговор, често наводећи да ова змија „скаче и напада” људе. Штавише, већина испитаника (61%) ову змију доживљава као агресивну. Упркос овом уверењу, само два испитаника у узорку су познавала особу која је умрла услед уједа змије, што додатно потврђује летаргичну природу ове љутице. Ово је у складу са извештајем Nikolić (2020) да су у Србији 164 случаја уједа змија отровница забележена између 1893. и 2018. где су само четири смртна случаја пријављена у десетогодишњем периоду, али треба имати у виду да Србија нема систематизованих информација у вези са овом темом. Имајући у виду неспремност неких од локалних мештана да учествују у анкети, важно је преиспитати да ли би негативан став могао бити распрострањенији него што је описано у овој дисертацији. Ови становници би могли да одбију да одговоре јер су они били свесни потенцијалне законске казне за убиство дивље животиње иако би то заправо желели убити их. Други могући разлог за одбијање анкете би могао бити осећај анимозитета и неповерења према особама које проучавају врсту којих се плаше од и/или не воле да виде у својој околини. Стога, чак иако је већина испитаника дала негативан и неутралан одговор на питање број 12, важно је да се опрезно тумачи амбивалентан став. Додатно, као што је у овој дисертацији откривено, анализирајући одговоре на питање број 20, упркос забрани из 2009. године неки људи незаконито хватају поскоке (ово информација је пријављена Заводу за заштиту природе Србије).

62) Фрагментација станишта, урбанизациони притисак и загађење. Код свих анализираних популација, пронађен је коктел различитих угрожавајућих фактора.

Чврсти отпад представља посебан проблем обзиром на забрињавајући податак-пронађена јединка поскока са комадом пластике у устима у LC популацији. Обзиром да је ово заштићено подручје, ова информација је прослеђена управљачу као и моја препорука-поставити више канти за смеће дуж туристичке стазе. Главни елемент детектованог загађења чврстим отпадом је пластичан отпад. Од 2019. године, произведено је 368 милиона тона пластике (Plastics, Europe 2020). Kolenda и сар., (2021) су анализирали 503 животињска узорка заробљених у напуштеним контејнерима из различитих делова света, и гмизавци су били други по бројности после сисара. Гмизавци се могу лако уптељати у пластични отпад при чему могу прогутати велике комаде пластике, као што су пластичне боце, кесе или сламке, што може резултирати физичким повредама, укључујући и асфиксију или оштећење органа (Нои и Рао, 2022). Змије су посебно угрожене. Наиме, Sindha и сар., (2020) су пријавили уплетање змија у пластику, Vasarucharong и Chanhome (2013) су пријавили да су змије гутале пластичне боце, Lettoof и Orton (2020) су пријавили да су змије гутале чепове за боце. Ово, нормално, утиче на змијино здравље па може да доведе и до смртог исхода; напр. Udyawer и сар., (2013) су пријавили смрт морског крајта у Аустралији јер се животиња заглавила у керамичком прстену што је крајту онемогућило да храна прође кроз дигестивни тракт.

Фрагментација станишта је такође забележена код свих популација као и смрт јединки настале због саобраћаја. Основна последица фрагментације јесте редукција генетичког диверзитета као последица немогућности миграција из једног дела станишта у други. Даље, последица фрагментације, смањивања и изолације станишта доводи до повећања значаја и штетног деловања ефекта руба (Frankham и сар., 2002). Наиме, код ефекта руба, важно је разматрати два важна принципа: приликом фрагментације неког станишта, долази до повећања ободног станишта, док се унутрашње станиште смањује и временом све више приближава ободном станишту, као и процесима и утицајима који су везани за такво станиште (Frankham и сар., 2002). Еколошке карактеристике ободних станишта су: повећана инсолација, повећана рерадијација топлоте током ноћи, честа појава мраза, повећана температура земљишта, смањена ретенција воде у земљишту, промене у стопи раста и фенологији вегетације, повећана брзина ветра, измењен водни режим док биолошке карактеристике укључују: повећано присуство предатора, повећано присуство паразита, повећано присуство хербивора (Frankham и сар., 2002). Ови фактори, иако наизглед, у једном моменту могу послужити поскоку, (јер он насељава ивице шума, храни се хербиворама и као што сам напоменулу код

анализе величине тела и кондиције поскока, профитирати од мозаичног станишта које обухвата и пољопривредне површине) на дуге стазе због негативног утицаја осталих наведених фактора као и губитка генетичког диверзитета који неминовно доводи до негативног ефекта генетичког дрифта и инбридинг депресије, може ултимативно довести до губитка популације (Frankham и сар., 2002). Заиста, губитак генетичког диверзитета код змијских популација услед фрагментације станишта је много пута потврђен. Школски пример у конзервационој биологији представљају шведске популације *Vipera berus* су показивале редуковану алозимску хетерозиготност, пад Mhc гена (енг. Mhc class I gene band-sharing), високу генетичку сличност између јединки и повећан број мртворођених беба као и друге физиолошке аномалије (Madsen и сар., 1996). У ову шведску популацију је интродуковано 20 мужјака из друге популације, који су се парили 4 године са женкама након чега су уклоњени из популације. Управо ови мужјаци су увели у популацију неделеционе алеле који су били изгубљени дрифтом што је ултимативно довело до повећања стопе преживљавања младунаца. Слично, код *Vipera ursinii*, код популације у Мађарској, забележен је пад Mhc гена услед фрагментације станишта (Ujvari и сар., 2002). Данас, се у овој популацији ради рестаурација станишта, парење у заточеништву и реинтродукција. Даље, такође, услед фрагментације станишта забележен је смањен генетички диверзитет у неколико популација у Француској у поређењу са осталим популацијама (Ursenbacher и сар., 2009). Према томе, урбанизација и дистурбанца је могла довести до пада SV популације у току овог мониторинга, иако свакако постоје и природне флукуације у бројности као и дејство историјских фактора. У IR популацији забележено је неколико јединки који је прегазисо воз што је у складу са налазима у другим студијама, напр.у Канади је установљено да гмизавци и водоземци чине чак 87% посматраног морталитета проузрокованог возовима међу свим животињским таксонима (Vincent и сар., 2025).

### **5.1. Одабир приоритета за очување међу анализираним популацијама поскока у Србији**

*Vipera ammodytes* је у Србији законом заштићена врста због неконтролисане прекомерне експлоатације у прошлости (Ajtić, 2009), али у овој дисертацији је утврђено да је ова животиња и даље предмет нелегалног излова на једном локалитету. Чак и тзв. "одржива експлоатација" може довести до промена и могућег губитка

генетичке варијабилности (Allendorf и сар., 2008), и одржавање генетичке разноврсности врсте у областима где је изложена нелегалном прикупљању је кључно (Frankham и сар., 2002). Будући да је у овој дисертацији коришћен интегративни приступ где је анализиран и историјски контекст и садашње стање одабраних популација поскока, резултујући налази у коначници омогућавају препоруку приоритета за очување ове љутице јер овакво истовремено посматрање више независних индикатора је у складу са препорукама да се приоритети заштите формирају комбинацијом тзв. „реактивних” показатеља угрожености и тзв. „проактивних” показатеља незаменљивости (Maritz и сар., 2016) у да се укључе два типа просторних јединица: резистентних (*in situ* рефугијуми) и резилијентних (*ex situ* рефугијуми) (Brambilla и сар., 2017) као кључних компоненти опстанка популације током климатских промена. Када погледамо прву демографску анализу, однос полова и старосне структуре, из угла приоритета заштите, резултати нам указују да је LC популација у заштићеном подручју у тренутно повољнијем демографском стању, док су SV (нарушен однос полова) и IR (одсуство јувенилних јединки у трансекту) популације у којима је потребан додатни мониторинг кључних демографских параметара. Комбинација са историјском експлоатацијом и илегалним сакупљањем (у SV популацији) и нарушеним односом полова даје директан сигнал за нужну ревизију заштитних мера. Штавише, локације на којима је однос полова искривљен заслужују посебну пажњу, јер у комбинацији с другим стохастичким факторима повишен дисбаланс полова смањује ефективну величину популације што може водити њеном локалном изумирању (Frankham и сар., 2002). Ово је нарочито алармантно јер када погледамо и резултате угрожавајућих фактора за SV популацију где је након урбанизације (ширења пута) број виђених јединки је опадао из године у годину (период 2016-2022) током трајања мога истраживања за ову дисертацију, статус ове популације се додатно погоршава. Даље, када погледамо анализу величине тела и кондиције јединки, са аспекта приоритета заштите, висока кондиција женки SV популације и већа величина мужјака указују на висок продукциони потенцијал станишта, али то управо повећава ризик јер су такве популације историјски атрактивне за илегални излов. Овде долазимо до једног парадокса и наизглед контраинтуитивног налаза за SV популацију јер јединке из ове популације показују највеће вредности кондиционог индекса и величине тела у поређењу са друге две не експлоатисане популације. На први поглед, ово би се могло окарактерисати као показатељ доброг стања популације, што би сврстало ову популацију у категорију нижег приоритета за

очување. Међутим, интегрисана анализа филогенетских, демографских и еколошких параметара указује на супротно тј. баш ова популација представља један од најугроженијих и најсложенијих случајева у овој дисертацији. Наиме, као што је објашњено у тексту горе, висока телесна кондиција женки и већа величина мужјака у овој популацији највероватније је последица специфичних карактеристика станишта, које се одликује мозаичним аграрним пејзажем са високим бројностима ситних глодара али ове еколошке предности, међутим, не компензују, већ потенцијално маскирају озбиљност антропогених притисака којима је популација изложена посебно имајући у виду већ споменуто, лонгитудинално праћење ове популације у периоду од 2016. до 2022. године које открива забрињавајући тренд: упркос повољним еколошким условима станишта и високим индивидуалним вредностима телесне кондиције, бројност забележених јединки значајно опада током посматраног периода. Додатну потврду нарушеног демографског стања ове популације пружа, као што сам споманула у тексту горе и случај где сам забележила груписаног парења пет мужјака са једном женком, документован у мају 2022. године у SV популацији (Ћубрић и Стубрња-Isailović, 2023), који је до тада био први описан случај оваквог понашања у роду *Viperca*. Изостанак ритуализованих мужјачких сукоба и истовремено учешће пет мужјака у репродуктивном чину могу указивати на отежано проналажење женки у популацији, што је бихевиорални одговор очекиван код врста са израженом полном диспропорцијом у корист мужјака (Shine, 2003). Овај налаз додатно потврђује већ описани нарушени однос полова у овој популацији и представља ретку прилику да се демографски и бихевиорални показатељи угрожености директно повежу. Овај налаз представља кључни доказ да показатељи индивидуалне кондиције не одражавају нужно популациону вијабилност (Stevenson и Woods, 2006). Напротив, комбинација опадајуће бројности и високог кондиционог индекса преживелих јединки може указивати на класичан образац популације у колапсу јер преостале јединке, ослобођене интраспецифичне конкуренције услед обиља плена, имају приступ обилнијим ресурсима по јединки, што вештачки повећава њихове индивидуалне показатеље кондиције, док се популација као целина урушава (Caughley, 1994; Reading и сар., 2010). Поред овога, филогенетска анализа откривају да се управо у овој популацији одвија мешање две филогеографске кладе, при чему контекстуални налази тј. географска удаљеност од познате природне зоне контакта кладе и историја илегалног излова сугеришу да је ово мешање највероватније антропогеног порекла, од стране илегалних ловаца (види текст горе изнад и одељак Резултати) што за собом носи ризик

од нарушене локалне генетичке адаптације (King и Lawson, 2001) али свакако даља анализа нуклеарних гена или целог генома је неопходна како би се ово разјаснило. Уколико је хипотеза транслокационог мешања тачна, онда ова мешања представљају генетичку интрогресију које може имати дугорочне негативне последице по локалну адаптираност, чак и у условима наизглед повољне демографске слике (Allendorf и сар., 2001; Laikre и сар., 2010; Frankham и сар., 2009). Са становишта одређивања приоритета за очување, ова популација представља случај највишег приоритета за хитне мере заштите. Интеграција налаза ове дисертације показује да се ради о популацији која истовремено показује статистички значајан демографски пад у периоду од шест година, могуће је да трпи "генетичко загађење" вероватно антропогеног порекла и налази се у станишту чија стабилност зависи од аграрних пракси које се могу мењати. Чињеница да би се ова популација на основу индивидуалних морфометријских показатеља класификовала као ниско-приоритетна представља упозорење за будуће стратегије очувања змија где без лонгитудиналног праћења бројности, генетичког мониторинга и разумевања социо-еколошких контекста, чак и очигледни показатељи стабилности популације могу завести истраживаче и доносиоце одлука. Према томе, у SV популацији је неопходно пре свега да се даље одржава континуирани мониторинг по већ успостављеној стандардизацији и од стране истог истраживача као у овој дисертацији како би резултати били упоредиви и отклонио ефекат тзв. "observer bias"-а, те урадити даље анализе остатка генома како би се тестирала хипотеза о антропогеној транслокацији, предложити и формализовати заштиту подручја који популација насељава и надлежни органи морају спроводити систематску борбу против илегалног излова, укључујући форензичке методе које се све више користе у заштити дивљих врста (Frankham и сар., 2002; Frankham, 2009).

Интегрисањем резултата свих анализа, могуће је диференцијално рангирати три анализирани популације у односу на различите димензије приоритета заштите. LC популација показује најстабилнију демографску структуру: оптималан однос полова, стабилну старосну структуру, највећи укупан узорак (што индиректно указује на здраву густину) и налази се унутар заштићеног подручја. То чини LC природним кандидатом за статус „референтне” или „контролне” популације и приоритетним подручјем за дугорочни мониторинг. У оквиру глобалног контекста, овакве популације у заштићеним подручјима играју улогу основних јединица за конзервацијски менаџмент (Frankham и сар., 2002; Maritz и сар., 2016). Као што је већ објашњено, SV популација заслужује најургентније мере. IR популација представља посебан изазов јер

иако није у заштићеном подручју и није била изложена илегалном излову, у њој недостају јувенилне јединке у трансектима, што може указати на просторно одвајање репродуктивних делова станишта (хибернакулума и места порођаја) од делова које користе одрасле јединке, или на проблеме у регрутацији (Dyugmedzhiev и сар., 2020). Овде је приоритет проширивање мониторинга, посебно у потрази за хибернакулима и микростаништима јувенилних јединки, у складу с препорукама да се ситуациона осетљивост врсте утврди пре доношења управљачких мера (Mullin и Seigel, 2009). Налаз да у IR-у мужјаци имају најбољу телесну кондицију сугерише да станиште није ограничено у погледу основних трофичких ресурса за адултне јединке, што додатно усмерава пажњу на услове за јувенилне јединке (Luiselli, 1996; Томовић и сар., 2019, 2022).

Недостатак интерпопулационе и интерсексуалне варијабилности при анализи величине и облика главе, са аспекта приоритета заштите, ова уједначеност у морфологији главе има две импликације. Прво, потврђује да све три популације деле сличан адаптивни потенцијал у односу на трофичку нишу, што значи да губитак било које од њих не би био просто „редундантан” у функционалном смислу, већ би значео и губитак специфичне комбинације генетичких и популационих карактеристика. Друго, потенцијалан недостатак генетички фиксиране уже специјализације указује да поскок задржава флексибилност у односу на промене у заједници плена, што је повољно у контексту промене климе и потенцијалне промене у абуданцама различитог плена (Brambilla и сар., 2017).

У ширем погледу, ван ове три популације (SV, LC и IC), а имајући у виду резултате моделовања будућег погодног станишта поскока у Србији, важно је приоритизовати она подручја која остају конзистентно погодна. Наиме, Brambilla и сар., (2017) разликују „in situ климатске рефугијуме” (резистентне дистрибуцијске јединице тј. подручја која ће остати погодна и у будућности) и „ex situ климатске рефугијуме” (резилијентне јединице тј. подручја која тренутно нису погодна али ће то постати, повезана коридорима са тренутно насељеним подручјима). У случају поскока у Србији, делови подручја који остају погодни у оба сценарија и оба временска хоризонта функционишу као резистентне (in situ) јединице и то су природни кандидати за приоритетне зоне заштите. Нарочито, високо погодна станишта у централној и јужној Србији, која представљају језгро тренутне дистрибуције врсте, требало би да буду приоритет конзервационих активности са посебним очувањем

структурно хетерогених станишта која омогућавају бихевиоралну термалну регулацију у условима климатских промена (Zadavec и сар., 2026). Са обзиром на податке о термалној биологији из централне Србије (Ћubrić i Crnobrnja-Isailović, 2022 конгресно саопштење) , као и податке из Бугарске (Dyugmedzhiev и сар., 2021) и Хрватске (Zadavec и сар., 2026), који показују одсуство интерпопулационих разлика у термалним параметрима поскока упркос различитим климатским контекстима, очување структурно разноликих станишта која омогућавају ефикасну бихевиоралну термоконформацију биће од критичне важности за дугорочно преживљавање врсте. Друго, поскок показује изражене сезонске и старосно-полне варијације у коришћењу простора (Dyugmedzhiev и сар., 2024) где мужјаци, женке (нарочито гравидне) и јувенилне јединке користе различите типове станишта током године што имплицира да заштита треба да буде усмерена на мозаик различитих типова станишта, а не само на једну категорију. Истовремено, нова умерено погодна подручја на северу земље, која се појављују као резултат редистрибуције под SSP245 за период 2061-2080), представљају резилијентне (ex situ) јединице, чија повезаност с тренутном дистрибуцијом може значајно повећати шансе за дугорочни опстанак врсте у Србији. Стратегија која игнорише резилијентне јединице ризикује да идентификује превише мала и изолована подручја за дугорочни опстанак, док стратегија која се ослања само на резилијенцију може да превиди преовладавајуће важне отпорне рефугијуме (Brambilla и сар., 2017). Наравно, при разматрању ових нових подручја на северу земље, потребно је успоставити еколошке коридоре који би омогућили дисперзију јединки кроз фрагментирана подручја средње Србије, јер поскок као врста са узаним нишним простором (Dyugmedzhiev и сар., 2024) тешко прелази антропогено измењена подручја. Коначно, успостављање систематског мониторинга популација и хибернакулума у језгру тренутне дистрибуције представља основу за рано детектовање ефеката климатских промена и адаптивно управљање заштитом ове врсте. Разуме се, треба нагласити неколико ограничења анализе моделовања погодности станишта у овој дисертацији. Величина узорка присуства јединки и ограничења методе конвексног омотача могу потценити дистрибуцију у регионима са оскудним теренским подацима, конкретно на Косову. Свакако, у студији Brambilla и сар. (2017) такође је рачуната и конективност између станишта користећи вегетационе мапе итд., али то овде није било могуће јер се ради о малој врсти змије те тако fine мапе не постоје. Осим тога, предвидети да ли ће се изградити напр. аутопут без коридора у будућности је немогуће те је приступ преветивног успостављања коридора далеко практичнији.

Будуће студије би требало да интегришу детаљније податке о земљишту, надморској висини, вегетационој покривености и антропогеним притисцима, као и стандардизоване Maxent протоколе оптимизације (Merow и сар., 2013; Phillips и сар., 2006), како би се обезбедила свеобухватнија основа за заштиту поскока у Србији у контексту климатских промена.

Додатно, резултати ове дисертације пружају увид у филогенетске положаје популација поскока у Србији и централном Балкану. У складу са овиме, од приоритета за заштиту представљају и крајња јужна Србија где је установљена југоисточна клада и присутна подврста *V.a.montadoni* као еволиционо значајне јединице.

У оквиру приоритета у очувању самог станишта неопходно је и смањити загађење будући да сам пронашла присуство чврстог отпада и поскока са пластиком у устима у LC популацији. Поред наравно, предложених постављања додатних канти за смеће дуж туристичке стазе у LC популацији, рециклажа и третман отпада су хитно неопходни. Искоришћене пластичне производе могуће је поново употребити или прерадити помоћу различитих поступака, зависно од постављеног циља, а све због смањење масе за депоновање. Пластични отпад се може прерадити на више начина: топљењем, при чему се не мења или врло мало мења макромолекулска структура; хемијски, хидролизом или алкохолизом могуће је добити мономере, или се хидрогеновањем из почетног материјала могу добити органске сировине као што су гасови и уља (позната је примена поступка метанолизе или гликолизе код прераде боца за пиће од PET. Овим поступком се добијају сировине за производњу хигијенски чистог PET или PUR, који се може употребити и за амбалажу за животне намирнице); контролисаним спаљивањем, при чему се добија енергија и као продукти сагоревања угљендиоксид (CO<sub>2</sub>) и вода (H<sub>2</sub>O) (Pić и сар., 2002).

Објекат истраживања ове дисертације је змија отровница те обзиром на утврђен амбивалентан став према змијама те активно убијање ове љутице и осталих врста змија у анализи антропогеног става, и текући илегални излов, посебну пажњу треба обратити на социобиолошки аспект. Сходно томе, препоручујем неколико смерница за будуће националне акционе планове за очување змија, првобитно предложених од стране Dodd-а на глобалном нивоу (2016) који сам проширила и прецизирала за Републику Србију:

а. Поставити циљеве. Важно је изабрати адекватну основну публику за образовне активности (предавања, документарни филмови итд). Треба имати на уму да људи који се плаше змија углавном их не убијају, и то је важно препознати и разумети разлоге који мотивишу људе који се не боје змија а убијају их те зато циљати образовне активности према њима.

б. Одабрати праву образовну кампању, било путем медија, дигиталних медија или директно у разговорима са локалним заједницама. Образовање се не може оставити приходом мотивисаних зоолошким вртovima, серпентаријима или сензационалистичким филмовима, не научним документарним филмовима и недовољно информисаним новинским извештајима. Змије морају бити искључиво документоване у њиховим природном стаништима са минималним до никаквог руковања како се не би послала потенцијално штетна порука. Дobar пример оваквог приступа представља и мој самостално продуковани, написани, снимљени и едитовани 45-минутни документарни филм доступан на мом You Tube каналу (име канала: *Vipera ammodytes*) под називом: "Поскок-образовни видео/*Vipera ammodytes*-educational video" кога је прегледало више од 35 000 гледалаца.

в. Важно је бити доследан и редовно се ангажовати у раду са члановима месних заједница. Мада, ако се препозна да локални мештани нису свесни присуства змија у њиховој близини, најбоље је не скретати пажњу на њих. Моје искуство приликом рада на овој дисертацији је да су локални мештани палили вегетацију дан након што сам виђена где вршим морфометријска мерења на једном поскоку; додатно, два становника су навела да неко пушта поскоке у њиховом селу што свакако, није тачно. У оваквим случајевима, моје истраживање и приступ локалној заједници били су контрапродуктивни и то се мора узети у разматрање нарочито имајући у виду и објављене студије на другим животињама где је такође дошло до контрапродуктивног ефекта.

г. Образовање ученика основних и средњих школа може бити од велике користи. Vallouard и сарадници (2013) утврдили да деца до 14 година, воле змије и желе да буду заштићене након што су добили тачне информације и ступили у интеракцију са животињама. Штавише, сличан прелиминарни одазив деце сам забележила и током рада на овој дисертацији када сам држала предавања основним и средњим школама широм Србије.

д. Напоследку, треба нагласити да за врсте попут поскока који је изложен интензивном људском притиску услед комерцијалне експлоатације (сакупљање за

тераристичку трговину и производњу серума), као и систематског убијања из страха или незнања публикавање прецизних координата наласка јединки представља озбиљну претњу опстанку популација. Стога теренски прикупљени подаци коришћени у овом истраживању, са контролисаним приступом просторним информацијама, представљају не само методолошку, већ и етички одговорну основу за конзервационо моделовање угрожених врста на регионалној скали.

## 6. Закључак

У овој дисертацији је примењен интегративни приступ у процени популационог статуса и фактора угрожавања поскока (*Vipera ammodytes*) у Србији где су анализирани историјски аспект и савремени услови у погледу демографских и популационих карактеристика три одабране популације и ширег подручја у погледу екологије врсте и антропогеног притиска. Главни налази као одговори на циљеве истраживања су следећи:

1. Поређењем одабраних параметара популационе структуре одабраних популација поскока из заштићених (LC популација), незаштићених (IR популација) и подручја где је вршен излов јединки у комерцијалне сврхе (SV популација) утврђен је оптималан однос полова у LC и IR популацији насупрот нарушеном односу полова у корист мужјака док је старосна структура најстабилнија у LC популацији. Ово је први демографски налаз овог типа за Србију за ову љутицу и указује на стабилност заштићених популација а подвлачи дугорочни негативан ефекат излова јединки.
2. Утврђена је интерпопулациона разлика у кондиционом индексу између одабраних популација поскока из заштићених (LC популација), незаштићених (IR популација) и подручја где је вршен излов јединки у комерцијалне сврхе (SV популација) где је пронађено да су јединке из SV популације у бољој кондицији при чему је овај ефекат пре свега био вођен женкама из SV популације док су мужјаци из IR популације били у најбољој кондицији у поређењу са мужјацима из осталих популација, што такође представља први налаз овог типа за Србију за поскока, упућујући на следеће закључке: постоји потенцијална корист мозаичних станишта са аграрним подручјима (тип станишта у SV популацији) који доприносе абуданци плена овој змији; кондиција јединки може потенцијално да маскира антропогене притиске на популацију; импликација да илегални сакупљачи таргетирају крупне и лако доступне јединке. Поред овога, утврђене полне разлике у величини тела поскока, даље потврђује општу идеју да мужјаци могу имати користи од алокације ресурса у раст, док репродуктивни успех женки треба да буде побољшан алокацијом ресурса у телесне резерве и вителогенезу што може представљати општу појаву код змија.

3. Утврђено је да не постоје полне и интерпопулационе разлике у облику и величини главе поскока код три анализираних популације и представља први налаз овог типа за Србију за поскока и говори о потенцијалном еволуционом кознерватизму ове особине.
4. Пројектована је потенцијална дистрибуција погодних станишта поскока у Србији у будућности и установљен је конзистентни губитак погодних станишта под претпостављеним климатским сценаријима.
5. Утврђено је присуство 6 хаплотипова и 3 главне кладе (базиране на 16S rRNA) у Србији, што су нови налази у односу на 2 кладе које су биле претходно препознате при чему је добијено да популације из већег дела Србије припадају североисточној клади, на крајњем југоистоку Србије популације припадају југоисточној клади, и добијена је посебна идентификација преклапања клади где се неколико јединки које припадају северозападној клади, у западној и централној Србији, преклапају са североисточном кладом.
6. У Србији је утврђен релативно амбивалентан тренутни став према змијама где млађе старосне групе (18-24 и 25-34 године) имају позитиван однос према змијама и где змије убијају најчешће људи који се не боје змија. Установљено је текући илиегални излов поскока. У складу са овиме дате су препоруке: изабрати где треба имати на уму да људи који се плаше змија углавном их не убијају, и то је важно препознати и разумети разлоге који мотивишу људе који се не боје змија а убијају их те зато циљати образовне активности према њима, одабрати праву образовну кампању, ако се препозна да локални мештани нису свесни присуства змија у њиховој близини, најбоље је не скретати пажњу на њих како не би дошло до контрапродуктивног ефекта и избегавати публикување прецизних координата налаза јединки јер представља озбиљну претњу опстанку популација. Резултати анкете и ове препоруке представљају прве налазе овог типа за Србију и за *Vipera ammodytes* и за змије уопштено.
7. Одређени су приоритети очувања међу анализираним популацијама. Свеукупно, резултати ове дисертације показују да једнообразан приступ заштити поскока у Србији не би био адекватан. Свака од три проучаване популације захтева специфичну комбинацију мера: LC популација као референтна, заштићена популација са стабилном демографијом, SV популација као ургентна где су даље генетичке анализа и мониторинг посебно густине популације неопходни и IR популација као мониторинг приоритет где је потребно идентификовати

хибернакулуме и микростаништа јувенилних јединки. Када се ова локална анализа повеже са пројектованим обрасцем климатских промена, постаје јасно да у дугорочној перспективи национална стратегија заштите поскока мора укључити: постојеће *in situ* рефугијуме унутар тренутне дистрибуције, *ex situ* рефугијуме у северним деловима земље који ће у будућности постати повољни и најзначајније структурне коридоре између њих, чиме се максимизују и резистенција и резилијенција врсте у односу на климатске промене. Само таквим интегративним приступом може се обезбедити дугорочни опстанак ове отровнице у Србији, у складу с принципима савремене конзервационе биологије.

## 7. Литература

- Agasyan, A., Avci, A., Tuniyev, B., Crnobrnja-Isailović, J., Lymberakis, P., Andrén, C., Cogălniceanu, D., Wilkinson, J., Ananjeva, N., Üzüm, N., Orlov, N., Podloucky, R., Tuniyev, S., Kaya, U., Sindaco, R., Böhme, W., Ajtić, R., Tok, V., Uğurtaş, I. H., ... Jelić, D. (2009). *Vipera ammodytes*. *The IUCN Red List of Threatened Species, 2009*, e.T62255A12584303.
- Ajtić, R. (2009). Nose-horned viper (*Vipera ammodytes*): Conservation problems in Serbia. *Zaštita prirode*, 60(1–2), 319–326.
- Allendorf, F. W., Leary, R. F., Spruell, P., & Wenburg, J. K. (2001). The problems with hybrids: Setting conservation guidelines. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 613–622.
- Anonymous (1979). Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (CETS No.104).
- Anonymous (1992). Council Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora 92/43/EEC.
- Anonymous (2010). Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva („Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 5/2010 i 47/2011)
- Arango-Lozano, J., Corzo, K. A., & Cardona, F. T. (2026). Assessing the climatic vulnerability of *Micrurus sangilensis* (Nicéforo María, 1942) under future scenarios. *Acta Herpetologica*.
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species–climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11(9), 1504–1513.
- Arnold, E., & Burton, J. (1978). *Reptiles and amphibians of Britain and Europe*. Collins.
- Atnaf, M., Yao, N., Martina, K., Dagne, K., Wegary, D., & Tesfaye, K. (2017). Molecular genetic diversity and population structure of Ethiopian white lupin landraces: Implications for breeding and conservation. *PLOS ONE*, 12(11), e0188696.
- Aubret, F., Bonnet, X., Shine, R., & Lourdais, O. (2002). Fat is sexy for females but not males: The influence of body reserves on reproduction in snakes (*Vipera aspis*). *Hormones and Behavior*, 42, 135–147. <https://doi.org/10.1006/hbeh.2002.1793>
- Aubret, F., Shine, R., & Bonnet, X. (2004). Adaptive developmental plasticity in snakes. *Nature*, 431(7006), 261–262.
- Aubret, F. (2012). Body-size evolution on islands: Are adult size variations in tiger snakes a nonadaptive consequence of selection on birth size? *The American Naturalist*, 179(6), 756–767. <https://doi.org/10.1086/665653>
- Ballouard, J. M., Ajtić, R., Balint, H., Brito, J. C., Crnobrnja-Isailović, J., Desmots, D., El Mouden, E. H., Erdoğan, M., Feriche, M., Pleguezuelos, J. M., Prokop, P., Sanchez, A., Santos, X.,

- Slimani, T., Tomović, Lj., Usak, M., Zuffi, M., & Bonnet, X. (2013). Schoolchildren and one of the most unpopular animals: Are they ready to protect snakes? *Anthrozoös*, 26(1), 93–109.
- Beaupre, S. J. (2008). Annual variation in time-energy allocation by timber rattlesnakes (*Crotalus horridus*) in relation to food acquisition. In W. K. Hayes, K. R. Beaman, M. D. Cardwell, & S. P. Bush (Eds.), *The biology of rattlesnakes* (pp. 111–122). Loma Linda University Press.
- Beaupre, S. J., & Douglas, L. E. (2009). Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties. In S. J. Mullin & R. A. Seigel (Eds.), *Snakes: Ecology and conservation* (pp. 244–261). Cornell University Press.
- Berger, C., Štambuk, A., Maguire, I., Weiss, S., & Füreder, L. (2017). Integrating genetics and morphometrics in species conservation—A case study on the stone crayfish, *Austropotamobius torrentium*. *Limnologica*.
- Beshkov, V. (1977). A study of biology and ecology of the snakes in Maleshevska Planina Mts. (Southwestern Bulgaria). III. Food and reproduction of the nose-horned viper (*Vipera ammodytes meridionalis* Boulenger). *Ekologiya*, 4, 3–12.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J. E. M., [et al.]. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 157, 372–385.
- Bonnet, X., Naulleau, G., Shine, R., & Lourdais, O. (2001). Short-term versus long-term effects of food intake on reproductive output in a viviparous snake, *Vipera aspis*. *Oikos*, 92(2), 297–308. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.920212.x>
- Bonnet, X., Lourdais, O., Shine, R., & Naulleau, G. (2002). Reproduction in a typical capital breeder: Costs, currencies, and complications in the aspic viper. *Ecology*, 83(8), 2124–2135. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2124:RIATCB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2124:RIATCB]2.0.CO;2)
- Bonnet, X., Lecq, S., Lassay, J. L., Ballouard, J. M., Barbraud, C., Souchet, J., Mullin, S. J., & Provost, G. (2016). Forest management bolsters native snake populations in urban parks. *Biological Conservation*, 193, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.11.001>
- Bonnet, X., Brischoux, F., Briand, M., & Shine, R. (2021). Plasticity matches phenotype to local conditions despite genetic homogeneity across 13 snake populations. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1943), 20202916. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2916>
- Bookstein, F. L. (1996). Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis. *Bulletin of Mathematical Biology*, 58(2), 313–365.
- Boulenger, G. A. (1913). *The snakes of Europe*. Methuen.
- Bowles, P., Doronin, I.V., Carretero, M. A., Cogălniceanu, D., Corti, C., Crnobrnja-Isailović, J., Crochet, P.-A., Halpern, B., Jablonski, D., Jelić, D., Joger, U., Kirschey, T., Luiselli, L., Lymberakis, P., Maletzky, A., Martínez-Freiría, F., Mizsei, E., Razzetti, E., Romano, A., Salvi, D., Schulte, U., Speybroeck, J., Stănescu, F., Trotter, A., Clay, J., Bellotto, V. & Allen, D.J. 2025. Measuring the Pulse of European Biodiversity. *European Red List of Reptiles*. European Commission, Brussels, Belgium. DOI: 10.2779/5108

- Bradshaw, C., Brook, B., & McMahon, C. (2007). Dangers of sensationalizing conservation biology. *Conservation Biology*, 21(3), 570–571.
- Brambilla, M., Caprio, E., Assandri, G., Scridel, D., Bassi, E., Bionda, R., Celada, C., Falco, R., Bogliani, G., Pedrini, P., Rolando, A., & Chamberlain, D. (2017). A spatially explicit definition of conservation priorities according to population resistance and resilience, species importance and level of threat in a changing climate. *Diversity and Distributions*, 23, 727–738.
- Brischoux, F., Rolland, V., Bonnet, X., Caillaud, M., & Shine, R. (2012). Effects of oceanic salinity on body condition in sea snakes. *Integrative and Comparative Biology*, 52(2), 235–244. <https://doi.org/10.1093/icb/ics081>
- Burghardt, G. M., Murphy, J. B., Chiszar, D., & Hutchins, M. (2009). Combating ophiophobia: Origins, treatment, education, and conservation tools. In S. J. Mullin & R. A. Seigel (Eds.), *Snakes: Ecology and conservation* (pp. 262–280). Cornell University Press.
- Camilleri, C., & Shine, R. (1990). Sexual dimorphism and dietary divergence: Differences in trophic morphology between male and female snakes. *Copeia*, 649–658.
- Caughley, G. (1994). Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, 215–244.
- Colwell, R. K., Brehm, G., Cardelús, C. L., Gilman, A. C., & Longino, J. T. (2008). Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science*, 322(5899), 258–261.
- Console, G., Iannella, M., Cerasoli, F., D'Alessandro, P., & Biondi, M. (2020). A European perspective of the conservation status of the threatened meadow viper *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835) (Reptilia, Viperidae). *Wildlife Biology*, 2020(2), 1–12. <https://doi.org/10.2981/wlb.00604>
- Cox, C. L., Boback, S. M., & Guyer, C. (2011). Spatial dynamics of body size frequency distributions for North American squamates. *Evolutionary Biology*, 38(4), 453–464.
- Crnobrnja-Isailović, J., & Haxhiu, I. (1997). *Vipera ammodytes*. In *Atlas of amphibians and reptiles in Europe* (pp. 384–385). Societas Europaea Herpetologica & Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Crnobrnja-Isailović, J., Ajtić, R., & Tomović, Lj. (2007). Seasonal activity pattern in nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) from the Central Balkans. *Amphibia-Reptilia*, 28, 582–589.
- Čubrić, T., Stamenković, G., Ilić, M., Crnobrnja-Isailović, J. (2019) Contribution to the phylogeography of the nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) in Central Balkan Peninsula. *Archives of Biological Sciences*, 71: 463–468.
- Čubrić, T., Crnobrnja-Isailović, J. (2019) A case of unusual head scalation in *Vipera ammodytes* in western Serbia. *North-Western Journal of Zoology*, 15: 195–197

- Čubrić, T., & Crnobrnja-Isailović, J. (2022). A view on human perception of snakes in Serbia with special reference to nose-horned viper. *Biologica Nyssana*, 13, 47–57. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7375498>
- Čubrić, T. & Crnobrnja-Isailović, J. (2022). Limited Body Temperature Variation in the *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758) During Six Years Study. [Conference abstract] In: 21st European Congress of Herpetology, Belgrade, Serbia. Abstract Book, 154.
- Čubrić, T., & Crnobrnja-Isailović, J. (2023). First report on the group mating of *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758). *North-Western Journal of Zoology*, 19(1), 102–104.
- Čubrić, T., Bonnet, X., Crnobrnja-Isailović, J. (2023) Body size and body condition in the nose-horned viper (*Vipera ammodytes*): effects of sex and populations. *Herpetozoa*, 36: 53–58.
- Cundall, D. (2002). Envenomation strategies, head form, and feeding ecology in vipers. In G. W. Schuett, M. Höggren, M. E. Douglas, & H. W. Greene (Eds.), *Biology of the vipers* (pp. 149–161). Eagle Mountain Publishing.
- Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R., & Posada, D. (2012). jModelTest 2: More models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods*, 9(8), 772.
- Davis, M. A., Douglas, M. R., Collyer, M. L., & Douglas, M. E. (2016). Deconstructing a species-complex: Geometric morphometric and molecular analyses define species in the Western Rattlesnake (*Crotalus viridis*). *PLOS ONE*, 11(1), e0146166.
- Deng, Z., Xia, X., Zhang, M., Chen, X., Ding, X., Zhang, B., ... Yang, D. (2024). Predicting the spatial distribution of the Mangshan pit viper (*Protobothrops mangshanensis*) under climate change scenarios using MaxEnt modeling. *Forests*, 15(4), 723.
- Deschepper, P. (2025). Snakes in Europe under climate change: Is it getting too hot for the cold-blooded? *Biological Diversity*, 2(2–3), 73–84.
- Dodd, C. K., Jr. (Ed.). (2016). *Reptile ecology and conservation: A handbook of techniques*. Oxford University Press.
- Dorcas, M. E., & Willson, J. D. (2009). Innovative methods for studies of snake ecology and conservation. In S. J. Mullin & R. A. Seigel (Eds.), *Snakes: Ecology and conservation* (pp. 5–37). Cornell University Press.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., ... Lautenbach, S. (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27–46.
- Driscoll, D. A., Smith, A. L., Blight, S., & Maindonald, J. (2012). Reptile responses to fire and the risk of post-disturbance sampling bias. *Biodiversity and Conservation*, 21(6), 1607–1625.
- Dyugmedzhiev, A. V., Tzankov, N. D., & Naumov, B. Y. (2018). A case of abnormal pregnancy in *Vipera ammodytes* (L., 1758) (Reptilia: Viperidae) from Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 70(2), 277–282.

- Dyugmedzhiev, A. V., Popgeorgiev, G. S., Tzankov, N. D., & Naumov, B. Y. (2020). Population estimates of the nose-horned viper *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758) (Reptilia: Viperidae) from five populations in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 72(3), 397–407.
- Dyugmedzhiev, A., Naumov, B., & Tzankov, N. (2021). Thermal ecology of the nose-horned viper (*Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758)) under natural conditions. *North-Western Journal of Zoology*, 17(1).
- Dyugmedzhiev, A., Andonov, K., Hristov, G., & Borissov, S. (2024). New data on the distribution of the *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758) mitochondrial lineages place their contact zone in western Bulgaria. *Herpetozoa*, 37, 57–63. <https://doi.org/10.3897/herpetozoa.37.e116879>
- Dyugmedzhiev, A., Naumov, B., & Tzankov, N. (2024). Seasonal shifts in activity patterns influence site selection within the habitat of the nose-horned viper *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758). *North-Western Journal of Zoology*, 20(2), Article e241507, 137–143.
- Dyugmedzhiev, A., Naumov, B., & Tzankov, N. (2025). Age and reproductive status determine spatial niche utilization in *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758). *Belgian Journal of Zoology*, 155, 15–30. <https://doi.org/10.26496/bjz.2025.197>
- Eid, E., Al Awaji, M., Nasarat, H., & Alhiyasat, A. (2021). Perceptions and knowledge towards snakes: A study from Jordan. *Herpetological Conservation and Biology*, 16(2).
- Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(1), 677–697.
- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., & Taylor, K. E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, 9(5) 1937-1958.
- Faulks, L. K., Kerezszy, A., Unmack, P. J., Johnson, J. B., & Hughes, J. M. (2017). Going, going, gone? Loss of genetic diversity in two critically endangered Australian freshwater fishes, *Scaturiginichthys vermeilipinnis* and *Chlamydogobius squamigenus*, from Great Artesian Basin springs at Edgbaston, Queensland, Australia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(1), 39–50.
- Felsenstein, J. (2005). Using the quantitative genetic threshold model for inferences between and within species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1459), 1427–1434.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315.
- Frankham, R., Briscoe, D. A., & Ballou, J. D. (2002). *Introduction to conservation genetics*. Cambridge University Press.
- Frankham, R., Ballou, J. D., & Briscoe, D. A. (2009). *Introduction to conservation genetics* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Georgieva, D., Murakami, M., Perband, M., Arni, R., & Betzel, C. (2011). The structure of a native L-amino acid oxidase, the major component of the *Vipera ammodytes ammodytes* venom, reveals dynamic active site and quaternary structure stabilization by divalent ions. *Molecular BioSystems*, 7(2), 379–384.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., Greene, J. L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S., & Winne, C. T. (2000). The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, 50(8), 653–666.
- Goldsmith, F. B. (Ed.). (2012). *Monitoring for conservation and ecology* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- Gopčević, K. (2001). *Toksin poskoka: Otrov i lek*. Zadužbina Andrejević.
- Grayson, K. L., Mitchell, N. J., Monks, J. M., Keall, S. N., Wilson, J. N., & Nelson, N. J. (2014). Sex ratio bias and extinction risk in an isolated population of tuatara (*Sphenodon punctatus*). *PLOS ONE*, 9(4), e94214.
- Greene, H. W., & Cundall, D. (2000). Limbless tetrapods and snakes with legs. *Science*, 287(5460), 1939–1941.
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8(9), 993–1009.
- Halassy, B., Brgles, M., Habjanec, L., Baliija, M. L., Kurtović, T., Marchetti-Deschmann, M., ... Allmaier, G. (2011). Intraspecies variability in *Vipera ammodytes ammodytes* venom related to its toxicity and immunogenic potential. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 153(2), 223–230.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Hastings, A. (1997). *Population biology: Concepts and models*. Springer.
- Heckes, U., Gruber, H.-J., & Stümpel, N. (2005). *Vipera (Vipera) ammodytes*. In U. Joger & N. Stümpel (Eds.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas: Band 3/IIB, Schlangen (Serpentes) III: Viperidae* (pp. 81–151). AULA-Verlag.
- Hewitt, G. (2000). The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature*, 405(6789), 907–913.
- Hewitt, G. (2003). Ice ages: Species distributions, and evolution. In *Evolution on planet Earth* (pp. 339–361). Academic Press.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965–1978.
- Hijmans, R. J., & Graham, C. H. (2006). The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology*, 12(12), 2272–2281.

- Hou, D. M., & Rao, D. Q. (2022). Microplastics: Their effects on amphibians and reptiles — A review. *Pakistan Journal of Zoology*, 54(6).
- Hui, M., Nuryanto, A., & Kochzius, M. (2017). Concordance of microsatellite and mitochondrial DNA markers in detecting genetic population structure in the boring giant clam *Tridacna crocea* across the Indo-Malay Archipelago. *Marine Ecology*, 38(1).
- Ilić, M., Stevanović-Čarapina, H., Jovović, A., Pešić, R., Tanasković, R., Jovanović, S., & Petković, G. (2002). *Strateški okvir za politiku upravljanja otpadom*. Regionalni centar za Centralnu i Istočnu Evropu.
- Ilić, M., Stamenković, G., Nikolić, V., Marković, V., Marinković, N., Paunović, M., & Crnobrnja-Isailović, J. (2016). Identification of syntopic anuran species in early tadpole stages: Correspondence between morphometric and genetic data. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(2), 381–397.
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of Human Evolution*, 51(1), 1–35.
- Jelić, D., Ajtić, R., Sterijovski, B., Crnobrnja-Isailović, J., Lelo, S., & Tomović, L. (2012). Vipers (Reptilia: Squamata: Viperidae) of the Western and Central Balkans: Distribution, protection and conservation. *Herpetozoa*, 25(3/4), 109–132.
- Keith, D. A., Akçakaya, H. R., Thuiller, W., Midgley, G. F., Pearson, R. G., Phillips, S. J., ... Rebelo, T. G. (2008). Predicting extinction risks under climate change: Coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models. *Biology Letters*, 4(5), 560–563.
- Kheng, V., Zichello, J. M., Lumbantobing, D. N., Lawalata, S. Z., Andayani, N., & Melnick, D. J. (2018). Phylogeography, population structure, and conservation of the Javan gibbon (*Hylobates moloch*). *International Journal of Primatology*, 39(1), 5–26.
- Kimura, M. (1981). Estimation of evolutionary distances between homologous nucleotide sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 78, 454–458.
- King, R. B., & Lawson, R. (2001). Patterns of population sub-division and gene flow in three sympatric natricine snakes. *Copeia*, 2001(3), 602–614. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2001\)001\[0602:POPSAG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2001)001[0602:POPSAG]2.0.CO;2)
- King, R. B. (2002). Predicted and observed maximum prey size–snake size allometry. *Functional Ecology*, 16, 766–772. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00678.x>
- Kolenda, K., Pawlik, M., Kuśmierk, N., Smolis, A., & Kadej, M. (2021). Online media reveals a global problem of discarded containers as deadly traps for animals. *Scientific Reports*, 11, 267. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79549-8>
- Künzl, H. (1954). *Zur Ökologie und Ethologie der Vipera ammodytes ammodytes L.* [Doctoral dissertation, Universität Wien].

- Kurtović, T., Leonardi, A., Bališa, M. L., Brgles, M., Habjanec, L., Križaj, I., & Halassy, B. (2012). The standard mouse assay of anti-venom quality does not measure antibodies neutralising the haemorrhagic activity of *Vipera ammodytes* venom. *Toxicon*, *59*(7), 709–717.
- La Barbera, M. (1989). Analyzing body size as a factor in ecology and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *20*, 97–117. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.20.110189.000525>
- Laikre, L., Schwartz, M. K., Waples, R. S., & Ryman, N. (2010). Compromising genetic diversity in the wild: Unmonitored large-scale release of plants and animals. *Trends in Ecology & Evolution*, *25*(9), 520–529.
- Lettoof, D., & Orton, K. (2020). Evidence of plastic consumption by a tiger snake (*Notechis scutatus*) from a highly urbanised wetland. *Western Australian Naturalist*, *31*, 187–189.
- Lettoof, D. C., Cornelis, J., Jolly, C. J., Aubret, F., Gagnon, M. M., Hyndman, T. H., Barton, D. P., & Bateman, P. W. (2022). Metal(loid) pollution, not urbanization nor parasites, predicts low body condition in a wetland bioindicator snake. *Environmental Pollution*, *295*, 118674. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118674>
- Lind, A. J., Welsh, H. H., Jr., & Tallmon, D. A. (2005). Garter snake population dynamics from a 16-year study: Considerations for ecological monitoring. *Ecological Applications*, *15*, 294–303.
- Lillywhite, H. B. (2014). *How snakes work: Structure, function and behavior of the world's snakes*. Oxford University Press.
- Lourdais, O., Bonnet, X., Shine, R., DeNardo, D., Naulleau, G., & Guillon, M. (2002a). Capital-breeding and reproductive effort in a variable environment: A longitudinal study of a viviparous snake. *Journal of Animal Ecology*, 470–479.
- Lourdais, O., Bonnet, X., DeNardo, D., & Naulleau, G. (2002b). Do sex divergences in reproductive ecophysiology translate into dimorphic demographic patterns? *Population Ecology*, *44*, 241–249.
- Lucchini, N., Martínez-Freiría, F., Freitas, I., Zuazo, Ó., Dezetter, M., & Lourdais, O. (2025). Hydrothermal physiology and vulnerability to climatic change: Insight from European vipers. *Journal of Thermal Biology*, *129*, 104115.
- Luiselli, L. (1996). Food habits of an alpine population of the sand viper (*Vipera ammodytes*). *Journal of Herpetology*, *30*(1), 92–94.
- Luiselli, L. U. C. A., Zuffi, M. A., Schuett, G. W., Höggren, M., Douglas, M. E., & Greene, H. W. (2002). Female life-history traits of the aspic viper (*Vipera aspis*) and sand viper (*V. ammodytes*) from the Mediterranean region. *Biology of the vipers*. Eagle Mountain Publication, Eagle Mountain, Utah, 279-284.
- Madsen, T., Shine, R., Loman, J., & Håkansson, T. (1993). Determinants of mating success in male adders, *Vipera berus*. *Animal Behaviour*, *45*(3), 491–499. <https://doi.org/10.1006/anbe.1993.1060>

- Madsen, T., Stille, B., & Shine, R. (1996). Inbreeding depression in an isolated population of adders *Vipera berus*. *Biological Conservation*, 75(2), 113–118.
- Madsen, T., & Shine, R. (2000). Silver spoons and snake body sizes: Prey availability early in life influences long-term growth rates of free-ranging pythons. *Journal of Animal Ecology*, 69(6), 952–958. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2000.00477.x>
- Madsen, T., Újvári, B., Shine, R., & Olsson, M. (2006). Rain, rats and pythons: Climate-driven population dynamics of predators and prey in tropical Australia. *Austral Ecology*, 31(1), 30–37.
- Madsen, T., Loman, J., Bauwens, D., Stille, B., Anderberg, H., Anderberg, L., & Újvári, B. (2023). The impact of an extreme climatic event on adder (*Vipera berus*) demography in southern Sweden. *Biological Journal of the Linnean Society*, 138(3), 282–288.
- Maretić, Z. (1986). *Naše otrovne životinje i bilje*. Stvarnost.
- Maritz, B., Penner, J., Martins, M., Crnobrnja-Isailović, J., Spear, S., Alencar, L. R. V., Sigala-Rodriguez, J., Messenger, K., Clark, R. W., Soorae, P., Luiselli, L., Jenkins, C., & Greene, H. W. (2016). Identifying global priorities for the conservation of vipers. *Biological Conservation*, 204(Part A), 94–102.
- Matthews, K. R., Knapp, R. A., & Pope, K. L. (2002). Garter snake distributions in high-elevation aquatic ecosystems: Is there a link with declining amphibian populations and nonnative trout introductions? *Journal of Herpetology*, 36, 16–22.
- McDiarmid, R. W., Foster, M. S., Guyer, C., Gibbons, J. W., & Chernoff, N. (Eds.). (2012). *Reptile biodiversity: Standard methods for inventory and monitoring*. University of California Press.
- McLaughlin, J. F., Hellmann, J. J., Boggs, C. L., & Ehrlich, P. R. (2002). Climate change hastens population extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6070–6074.
- Mebert, K., Luiselli, L., Čafuta, V., Golay, P., Dubey, S., & Ursenbacher, S. (2017). A home for three: Analyzing ecological correlates of body traits in a triple contact zone of alpine vipers. *North-Western Journal of Zoology*, 13(2), 251–261.
- Meik, J. M., Schaack, S., Ingrassi, M. J., Lawing, A. M., Setser, K., Mociño-Deloya, E., & Flores-Villela, O. (2012). Notes on activity, body size variation, and diet in insular speckled rattlesnakes from the western Sea of Cortés, Mexico. *Herpetological Review*, 43(4), 556–560.
- Meinshausen, M., Nicholls, Z. R., Lewis, J., Gidden, M. J., Vogel, E., Freund, M., ... Wang, R. H. (2020). The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500. *Geoscientific Model Development*, 13(8), 3571–3605.
- Merow, C., Smith, M. J., & Silander, J. A., Jr. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058–1069.
- Mondol, S., Mailand, C. R., & Wasser, S. K. (2014). Male biased sex ratio of poached elephants is negatively related to poaching intensity over time. *Conservation Genetics*, 15(5), 1259–1263.

- Moore, J. L., Balmford, A., Brooks, T., Burgess, N. D., Hansen, L. A., Rahbek, C., & Williams, P. H. (2003). Performance of sub-Saharan vertebrates as indicator groups for identifying priority areas for conservation. *Conservation Biology*, *17*, 207–218.
- Moura, M. R. D., Costa, H. C., São-Pedro, V. D. A., Fernandes, V. D., & Feio, R. N. (2010). The relationship between people and snakes in eastern Minas Gerais, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, *10*, 133–141.
- Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, *11*(2), 353–357.
- Mullin, S. J., & Seigel, R. A. (Eds.). (2009). *Snakes: Ecology and conservation*. Cornell University Press.
- Naulleau, G., & Bonnet, X. (1996). Body condition threshold for breeding in a viviparous snake. *Oecologia*, *107*(3), 301–306. <https://doi.org/10.1007/BF00328446>
- Nikolić, S. (2020). Venomous snakebites in Serbia through 125 years: What we do (not) know in comparison with neighboring countries: A literature review. *Acta Medica Medianae*, *59*(4), 95–103.
- Nilsson, J. P. (2025). Population trends of the adder (*Vipera berus*) in Sweden: A rapid review and meta-analysis. *bioRxiv*.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological review*, *108*(3), 483.
- O'Neill, B. C., Tebaldi, C., van Vuuren, D. P., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J.-F., Lowe, J., Meehl, G. A., Moss, R., Riahi, K., & Sanderson, B. M. (2016). The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geoscientific Model Development*, *9*, 3461–3482.
- Pandey, D. P., Subedi Pandey, G., Devkota, K., & Goode, M. (2016). Public perceptions of snakes and snakebite management: Implications for conservation and human health in southern Nepal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *12*(1), 1–25.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, *421*(6918), 37–42.
- Peterson, T. C., Taylor, M. A., Demeritte, R., Duncombe, D. L., Burton, S., Thompson, F., ... Gleason, B. (2002). Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *107*(D21), Article ACL 16.
- Phelps, T. (2007). Reproductive strategies and life history traits of the adder, *Vipera berus* (Serpentes: Viperidae), in southern England and central Wales. *Herpetological Bulletin*, *102*, 18–31.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, *190*(3–4), 231–259.

- Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, *31*, 161–175.
- Pintor, A. F., Kanankege, K. S., Turner, M., Abela, B., de Castañeda, R. R., Moos, B., ... Williams, D. J. (2026). Climate change induced complex shifts in snake distributions expose people to snakebite and threaten biodiversity. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *20*(5), e0014030.
- Pitelka, L. F., & Plant Migration Workshop Group. (1997). Plant migration and climate change: A more realistic portrait of plant migration is essential to predicting biological responses to global warming in a world drastically altered by human activity. *American Scientist*, 464–473.
- Plasinger, I., Righetti, D., & Di Cerbo, A. R. (2014). La Vipera dal corno (*Vipera ammodytes* Linnaeus, 1758) in Alto Adige. In *Atti X Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica* (pp. 271–278).
- Plummer, M. V. (1997). Population ecology of green snakes (*Opheodrys aestivus*) revisited. *Herpetological Monographs*, *11*, 102–123.
- Pough, F. H. (1980). The advantages of ectothermy for tetrapods. *The American Naturalist*, *115*(1), 92–112.
- Pounds, J. A., Fogden, M. P. L., & Campbell, J. H. (1999). Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, *398*(6728), 611–615.
- Queral-Regil, A., & King, R. B. (1998). Evidence for phenotypic plasticity in snake body size and relative head dimensions in response to amount and size of prey. *Copeia*, *1998*, 423–429.
- QGIS Development Team. (2016). QGIS Geographic Information System (Version Number). QGIS Association. <https://www.qgis.org>
- Radenković, S., Schweiger, O., Milić, D., Harpke, A., & Vujić, A. (2017). Living on the edge: Forecasting the trends in abundance and distribution of the largest hoverfly genus (Diptera: Syrphidae) on the Balkan Peninsula under future climate change. *Biological Conservation*, *212*, 216–229.
- Ralls, K., [et al.]. (2018). Call for a paradigm shift in the genetic management of fragmented populations. *Conservation Letters*, *11*(2), e12412.
- Reading, C. J. (2004). The influence of body condition and prey availability on female breeding success in the smooth snake (*Coronella austriaca* Laurenti). *Journal of Zoology*, *264*(1), 61–67. <https://doi.org/10.1017/S0952836904005515>
- Reading, C. J., Luiselli, L. M., Akani, G. C., Bonnet, X., Amori, G., Ballouard, J. M., Filippi, E., Naulleau, G., Pearson, D., & Rugiero, L. (2010). Are snake populations in widespread decline? *Biology Letters*, *6*(6), 777–780.
- Richmond, J. Q., Wood, D. A., Westphal, M. F., Vandergast, A. G., Leaché, A. D., Saslaw, L. R., ... Fisher, R. N. (2017). Persistence of historical population structure in an endangered species

despite near-complete biome conversion in California's San Joaquin Desert. *Molecular Ecology*, 26(14), 3618–3635.

- Ricklefs, R. E., & Travis, J. (1980). A morphological approach to the study of avian community organization. *The Auk*, 97(2), 321–338.
- Rohlf, F. J. (2005). *tpsDig: Digitize landmarks and outlines* (Version 2.05) [Computer software]. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rondinini, C., [et al.]. (2006). Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning. *Ecology Letters*, 9, 1136–1145.
- Ronquist, F., & Huelsenbeck, J. P. (2003). MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19, 1572–1574.
- Rosner, B., Glynn, R. J., & Lee, M.-L. T. (2006). The Wilcoxon signed rank test for paired comparisons of clustered data. *Biometrics*, 62(1), 185–192.
- Sahlean, T. C., Gherghel, I., Papeş, M., Strugariu, A., & Zamfirescu, Ş. R. (2014). Refining climate change projections for organisms with low dispersal abilities: A case study of the Caspian whip snake. *PLOS ONE*, 9(3), e91994.
- Schweiger, M. (1992). Die Europäische Hornotter *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758), Teil 1: Systematik, Ökologie und Lebensweise. *Herpetofauna*, 77, 11–21.
- Shi, H., Singh, A., Kant, S., Zhu, Z., & Waller, E. (2005). Integrating habitat status, human population pressure, and protection status into biodiversity conservation priority setting. *Conservation Biology*, 19(4), 1273–1285.
- Shine, R. (1991). Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *The American Naturalist*, 138(1), 103–122.
- Shine, R. (2003). Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society B*, 270(1519), 995–1004. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2307>
- Shine, R., & Bonnet, X. (2009). Reproductive biology, population viability, and options for field management. In S. J. Mullin & R. A. Seigel (Eds.), *Snakes: Ecology and conservation* (pp. 172–200). Cornell University Press.
- Sillero, N., Campos, J., Bonardi, A., Corti, C., Creemers, R., Crochet, P.-A., Crnobrnja-Isailović, J., Denoël, M., Ficetola, G. F., Gonçalves, J., Kuzmin, S., Lymberakis, P., de Pous, P., Rodríguez, A., Sindaco, R., Speybroeck, J., Toxopeus, B., Vieites, D. R., & Vences, M. (2014). Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia*, 35, 1–31.
- Sindha, P., Vyas, R., & Mistry, V. (2020). Entanglement in fishing nets: Deaths of Indian Rock Pythons (*Python molurus*). *Reptiles & Amphibians*, 26(3), 248–249. <https://doi.org/10.17161/randa.v26i3.14427>

- Smith, M. T. (2014). Induction of phenotypic plasticity in rattlesnake trophic morphology by diet manipulation. *Journal of Morphology*, 275(12), 1339–1348.
- Stafford, D. P., Plapp, F. W., Jr., & Fleet, R. R. (1977). Snakes as indicators of environmental contamination: Relation of detoxifying enzymes and pesticide residues to species occurrence in three aquatic ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 5, 15–27.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (*data analysis software system*) (Version 7) [Software]. Tulsa, Oklahoma.
- Stevenson, R. D., & Woods, W. A., Jr. (2006). Condition indices for conservation: New uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46(6), 1169–1190.
- Swartwout, M. C., Vogrinc, P., Baecher, J. A., Kross, C., & Willson, J. D. (2020). Prey size and feeding rate do not influence trophic morphology of juvenile water snakes (*Nerodia sipedon*). *Herpetologica*, 76(1), 53–60.
- Teixeira, J., Gonçalves, H., Ferrand, N., García-París, M., & Recuero, E. (2018). Mitochondrial phylogeography of the Iberian endemic frog *Rana iberica*, with implications for its conservation. *Current Zoology*.
- Thanou, E., Jablonski, D., & Kornilios, P. (2023). Genome-wide single nucleotide polymorphisms reveal recurrent waves of speciation in niche-pockets, in Europe's most venomous snake. *Molecular Ecology*, 32(13), 3624–3640.
- Thompson, J. D., Higgins, D. G., & Gibson, T. J. (1994). CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22(22), 4673–4680.
- Tomović, L., Radojičić, J., Džukić, G., & Kalezić, M. L. (2002). Sexual dimorphism of the sand viper (*Vipera ammodytes* L.) from the central part of Balkan Peninsula. *Russian Journal of Herpetology*, 9(1), 69–76.
- Tomović, L., & Džukić, G. (2003). Geographic variability and taxonomy of the nose-horned viper, *Vipera ammodytes* (L., 1758), in the central and eastern parts of the Balkans: A multivariate study. *Amphibia-Reptilia*, 24(3), 359–377.
- Tomović, Lj. (2005). *Sistematika i biogeografija poskoka (Vipera ammodytes Linnaeus, 1758) (Viperidae, Serpentes)* [Doctoral dissertation, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet].
- Tomović, L. (2006). Systematics of the nose-horned viper (*Vipera ammodytes*, Linnaeus, 1758). *The Herpetological Journal*, 16(2), 191–201.
- Tomović, Lj., Kalezić, M., & Džukić, G. (Eds.). (2015). *Crvena knjiga faune Srbije II: Gmizavci* [Red data book of the fauna of Serbia II: Reptiles]. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet; Zavod za zaštitu prirode Srbije.
- Tomović, L., Arsovski, D., Golubović, A., Nikolić, S., Anđelković, M., Sterijovski, B., ... Bonnet, X. (2019). Population characteristics of the nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) on Golem

- Grad island (North Macedonia) [Conference abstract]. In *XX European Congress of Herpetology: Program & abstracts* (p. 86).
- Tomović, L., Anđelković, M., Golubović, A., Arsovski, D., Ajtić, R., Sterijovski, B., ... Bonnet, X. (2022). Dwarf vipers on a small island: Body size, diet and fecundity correlates. *Biological Journal of the Linnean Society*, *137*(2), 267–279.
- Udyawer, V., Read, M. A., Hamann, M., Simpfendorfer, C. A., & Heupel, M. R. (2013). First record of sea snake (*Hydrophis elegans*, Hydrophiinae) entrapped in marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, *73*(1), 336–338. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.06.023>
- Újvári, B., Madsen, T., Kotenko, T., Olsson, M., Shine, R., & Wittzell, H. (2002). Low genetic diversity threatens imminent extinction for the Hungarian meadow viper (*Vipera ursinii rakosiensis*). *Biological Conservation*, *105*(1), 127–130.
- Ursenbacher, S. (2005). *Phylogéographie des principales vipères européennes (Vipera ammodytes, V. aspis et V. berus), structuration génétique et multipaternité chez Vipera berus* [Doctoral dissertation].
- Ursenbacher, S., Schweiger, S., Tomović, L., Crnobrnja-Isailović, J., Fumagalli, L., & Mayer, W. (2008). Molecular phylogeography of the nose-horned viper (*Vipera ammodytes*, Linnaeus, 1758): Evidence for high genetic diversity and multiple refugia in the Balkan peninsula. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *46*(3), 1116–1128.
- Van Le, Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., Tomaz, C., Tran, A. H., Ono, T., & Nishijo, H. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(47), 19000–19005.
- Vasaruchapong, T., & Chanhom, L. (2013). Surgical removal of foreign bodies in the gastrointestinal tract of monocellate cobra, *Naja kaouthia*. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, *43*, 297–300.
- Vicenzi, N., Novillo, A., & Bacigalupe, L. D. (2026). Climate change drives short- and medium-term shifts in reptile distribution in Chile's Mediterranean region: Are protected areas acting as biodiversity refuges? *Biodiversity and Conservation*, *35*(2), Article 50.
- Vincent, S. E., Moon, B. R., Herrel, A., & Kley, N. J. (2007). Are ontogenetic shifts in diet linked to shifts in feeding mechanics? Scaling of the feeding apparatus in the banded watersnake *Nerodia fasciata*. *Journal of Experimental Biology*, *210*(12), 2057–2069.
- Wan, X., She, W., Chang, W., Huang, G., Fan, H., Liao, Z., ... Wei, F. (2026). Shifting snake ranges in a warming world. *Conservation Biology*, Article e70293.
- Weatherhead, P. J., & Brown, G. P. (1996). Measurement versus estimation of condition in snakes. *Canadian Journal of Zoology*, *74*(9), 1617–1621.
- Weatherhead, P. J., & Madsen, T. (2009). Linking behavioral ecology to conservation objectives. In S. J. Mullin & R. A. Seigel (Eds.), *Snakes: Ecology and conservation* (pp. 149–171). Cornell University Press.

- Wilcoxon, F. (1992). Individual comparisons by ranking methods. In S. Kotz & N. L. Johnson (Eds.), *Breakthroughs in statistics* (pp. 196–202). Springer.
- Yilmaz, P. O., Norton, I., Leary, D., & Chuchla, R. J. (1996). Tectonic evolution and paleogeography of Europe. In P. A. Ziegler & F. Horváth (Eds.), *Peri-Tethys memoir 2: Structure and prospects of Alpine basins and forelands* (pp. 47–60). Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Yoder, J. B., Clancey, E., Des Roches, S., Eastman, J. M., Gentry, L., Godsoe, W., ... Harmon, L. J. (2010). Ecological opportunity and the origin of adaptive radiations. *Journal of Evolutionary Biology*, 23(8), 1581–1596.
- Yukimoto, S., Kawai, H., Koshiro, T., Oshima, N., Yoshida, K., Urakawa, S., ... Ishii, M. (2019). The Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0, MRI-ESM2.0: Description and basic evaluation of the physical component. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 97(5), 931–965.
- Zadravec, M., Cesarec, R., Smutni, B., Zadravec, M., Gojak, T., Glogoški, M., & Lisičić, D. (2026). Predictors of body temperature in nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) across different populations. *Animals*, 16(8), 1239.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., Sheets, H. D., & Fink, W. L. (2004). *Geometric morphometrics for biologists: A primer*. Elsevier.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., & Sheets, H. D. (2012). *Geometric morphometrics for biologists: A primer* (2nd ed.). Academic Press.
- Zuffi, M. A. L., Fornasiero, S., Picchiotti, R., Poli, P., & Mele, M. (2010). Adaptive significance of food income in European snakes: Body size is related to prey energetics. *Biological Journal of the Linnean Society*, 100(2), 307–317. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2010.01411.x>

Интернет извори:

[reptile-database.org](http://reptile-database.org)

[www.plasticseurope.org/en/resources/market-data](http://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data)

## БИОГРАФИЈА

Тијана Чубрић рођена је 9. маја 1990. године у Краљеву, где је завршила основно и средње образовање. Средње образовање стекла је у Пољопривредно-хемијској школи „Др Ђорђе Радић“ у Краљеву, за образовни профил техничар за заштиту животне средине, које је завршила као ђак генерације и добитница дипломе „Вук Караџић“. За изузетан успех у завршеном средњем образовању похваљена је од Града Краљева и Похвалницом Њ.К.В. Престолонаследника Александра II у име Краљевског дома Карађорђевић.

Основне академске студије екологије завршила је на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду 2013. године, у предвиђеном року стекавши звање дипломираног еколога. На истом факултету завршила је и мастер академске студије екологије, смер Заштита природе и одрживи развој, са просечном оценом 9,67, 2014. године, у предвиђеном року. Мастер рад под насловом „Моделовање дистрибуције НАТУРА 2000 врста у циљу валоризације будућег СРП 'Гоч-Гвоздац'“ одбранила је оценом 10 и стекла звање мастер еколога. Докторске академске студије биологије уписала је 2015. године, на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу.

На Департману за биологију и екологију Природно-математичког факултета у Нишу изводила је вежбе из предмета Органска еволуција за студенте основних студија биологије и екологије и Теорија еволуције за студенте мастер студија.

У два наврата била је добитница гранта међународне фондације The Rufford Foundation из Велике Британије за пројекте из области конзервационе биологије, у којима је уједно била и руководиоца: „Evaluation of current population status and threats of nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) in Serbia“ и „Nose-horned viper in Serbia – continuation of monitoring population status and conservation efforts“. Оба пројекта је самостално осмислила, пријавила и спровела: од писања предлога, буџетирања и дизајна истраживачких протокола, те преко теренског рада, конзервационих акција до израде завршних извештаја.

Учествовала је у реализацији пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОН173025 „Еволуција у хетерогеним срединама: механизми адаптација, биомониторинг и конзервација биодиверзитета“ (2018–2019), као и у

прикупљању података о дистрибуцији водоземаца и гмизаваца Србије за потребе успостављања националне еколошке мреже, мреже Натура 2000 и израде црвених листа (2019) и од 2019. године ангажована је и на COST акцији PERIAMAR (Pesticide Risk Assessment for Amphibians and Reptiles).

За изузетан допринос науци постигнут кроз публикације у 2021. години, поводом Дана факултета, додељена јој је Повеља Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу.

У оквиру међународне сарадње и усавршавања боравила је на Erasmus+ Traineeship програму на Универзитету „Овидиус“ у Констанци, Румунија 2019.године. Поред научноистраживачког рада, посвећена је и популаризацији науке и конзервационим акцијама. Самостално је продуцирала, снимила, написала и монтирала документарни филм о змијама Србије, са посебним освртом на поскока који је достигао преко 35.000 прегледа на платформи YouTube . Кроз непосредан рад са локалним заједницама, кроз предавања у основним и средњим школама, планинарским друштвима и међу пољопривредницима, као и наступе у штампи и на телевизији, активно ради на унапређењу перцепције змија и њиховој заштити, за шта је самостално израдила и едукативни материјал.

Аутор је и коаутор 13 рецензираних публикација, од чега на 7 као први аутор, објављених у домаћим и међународним часописима. Резултате свог рада излагала је на међународним и националним научним скуповима, са 6 саопштења штампаних у форми извода од чега 4 као први аутор и излагач. Ангажована је и као рецензент у међународним научним часописима.

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

ПОПУЛАЦИОНИ СТАТУС И ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА ПОСКОКА (*VIPERA  
AMMODYTES*) У СРБИЈИ

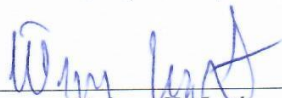
која је одбрањена на Природно-математичком факултету, Универзитета у Нишу:

- 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, 16.6.2026 .

Потпис аутора дисертације:

  
Тијана Чубринић

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА  
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације:

ПОПУЛАЦИОНИ СТАТУС И ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА ПОСКОКА (*VIPERA  
AMMODYTES*) У СРБИЈИ

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, 16.6.2016.

Потпис аутора дисертације:

  
Тијана Чубрић

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

### ПОПУЛАЦИОНИ СТАТУС И ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА ПОСКОКА (*VIPERA AMMODYTES*) У СРБИЈИ

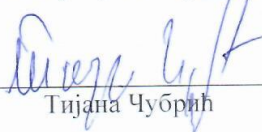
Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

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, 16. 6. 2026.

Потпис аутора дисертације:

  
Тијана Чубринић