

UNIVERZITET U BEOGRADU  
BIOLOŠKI FAKULTET

Maja D. Vrbica

TAKSONOMSKO-MORFOLOŠKA I  
MOLEKULARNA STUDIJA  
TROGLOBIONTNIH TRČULJAKA  
(COLEOPTERA: CARABIDAE:  
TRECHINAE) KARPATO-BALKANIDA  
SRBIJE

Doktorska disertacija

Beograd, 2017.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF BIOLOGY

Maja D. Vrbica

TAXONOMIC, MORPHOLOGICAL AND  
MOLECULAR STUDY OF THE  
TROGLOBITIC GROUND BEETLES  
(COLEOPTERA: CARABIDAE:  
TRECHINAE) OF THE CARPATHO-  
BALKANIDS OF SERBIA

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017

**Mentori:**

Dr Srećko Ćurčić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Biološki fakultet

Dr Anđeljko Petrović, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Biološki fakultet

**Član komisije:**

Dr Snežana Pešić, vanredni profesor  
Univerzitet u Kragujevcu - Prirodno-matematički fakultet

**Datum odbrane:**

## **Zahvalnica**

*Ova doktorska disertacija je urađena na Katedri za dinamiku razvića životinja Univerziteta u Beogradu – Biološkog fakulteta, uz finansijsku podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekat „Ontogenetska karakterizacija filogenije bioraznovrsnosti“, evidencioni broj 173038). Eksperimentalni deo disertacije je urađen u Institutu za zoologiju Univerziteta u Beogradu - Biološkog fakulteta, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Univerziteta u Beogradu - Poljoprivrednog fakulteta i u Centru za fotoniku Instituta za fiziku, Univerziteta u Beogradu.*

*Veliku zahvalnost dugujem svojim mentorima, dr Srećku Ćurčiću i dr Anđeljku Petroviću na pomoći tokom izrade ove disertacije. Dr Srećku Ćurčiću zahvalnost dugujem i za veliku pomoć i sugestije prilikom pisanja radova.*

*Zahvaljujem se i dr Snežani Pešić na izuzetno korisnim komentarima i predlozima, koji su doprineli poboljšanju ove disertacije.*

*Veliku zahvalnost iskazujem dr Božidaru Ćurčiću na ukazanom poverenju i podršci tokom mojih doktorskih studija.*

*Zahvaljujem se i kolegama iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu na pomoći prilikom slikanja uzoraka.*

*Posebnu zahvalnost dugujem kolegama iz Instituta za fiziku, Univerziteta u Beogradu, dr Dejanu Panteliću, dr Aleksandru Krmpotu i dr Mihailu Rabasoviću, na saradnji i pomoći u izvođenju eksperimenata pomoću nelinealne mikroskopije. Bilo je veliko zadovoljstvo raditi u tako pozitivnoj atmosferi.*

*Najveću zahvalnost dugujem svojoj porodici i prijateljima na neizmernoj podršci i razumevanju.*

**Taksonomsko-morfološka i molekularna studija troglobiontnih trčuljaka  
(Coleoptera: Carabidae: Trechinae) Karpato-balkanida Srbije**

**REZIME**

Tribus Trechini (potporodica Trechinae) je jedna od glavnih grupa insekata čiji su pripadnici kolonizovali podzemnu sredinu. Veliki broj taksona ovih insekata je razvio slične morfološke adaptacije na život u podzemnim staništima, što znatno otežava utvrđivanje njihovih filogenetskih odnosa. Ciljevi ove studije su fokusirani na rasvetljavanje taksonomsko-filogenetskih odnosa trechina koji nastanjuju pećine i jame Karpato-balkanida Srbije pomoću taksonomsko-morfoloških i molekularnih analiza. Taksonomsko-morfološke analize su obuhvatile prikaze morfoloških karakteristika studiranih taksona, dobijene pomoću klasične svetlosne i nelinearne mikroskopije (TPEF modalitet), kao i komparativne analize navedenih taksona. Molekularne analize su bile zasnovane na parcijalnim sekvencama gena za podjedinicu I citohrom c oksidaze (COI).

Klasičnom svetlosnom mikroskopijom ispitane su morfološke karakteristike habitusa i genitalnih struktura svih analiziranih taksona, a analiza genitalnih i drugih anatomskih struktura predstavnika roda *Pheggomisetes* urađena je dodatno pomoću nelinearne mikroskopije (TPEF modalitet). Molekularnim analizama su podvrgnuti svi taksoni iz ispitivane oblasti, a uspešno je sekvencionirana DNK sledećih taksona: *Pheggomisetes globiceps ninae*, *P. globiceps globiceps*, *P. globiceps ciniglavcensis*, *P. globiceps ilandjjevi*, *P. serbicus serbicus*, *P. serbicus belensis*, *Glabroduvalius tupiznicensis*, *Curcicia bolei*, *Duvalius (Paraduvalius) sp.*, *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) milutini*, *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) stankovitchi devojensis*.

Nakon sprovedenih analiza, dat je pregled taksona opisanih od strane drugih autora: *D. (P.) stankovitchi* [sa podvrstama *D. (P.) stankovitchi stankovitchi*, *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*], *D. (P.) winkleri*, *D. (P.) rtanjensis provalijae* i *Curcicia* (sa vrstom *C. bolei*). Takođe je dat pregled taksona opisanih od strane autora: *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) milutini*, *D. (P.) beljanicae*, *D. (P.) petrovici*, *D. (P.) sotirovi*, *P. globiceps ciniglavcensis*, *P. serbicus* (sa podvrstama *P. serbicus serbicus* i *P. serbicus belensis*) i

*Glabroduvalius* (sa vrstom *G. tupiznicensis*). Pored toga, potvrđen je status roda *Curcicia* i promenjen je status taksona *P. ninae*, prvobitno opisanog kao nezavisna vrsta, u podvrstu u okviru *P. globiceps* – *P. globiceps ninae*.

**Ključne reči:** Trechinae, Trechini, troglobionti, taksoni opisani od strane autora, taksonomsko-morfološke analize, molekularne analize, filogenija, Karpato-balkanidi, Srbija

**Naučna oblast:** Biologija

**Uža naučna oblast:** Morfologija, sistematika i filogenija životinja

**UDK broj:** 595.762+551.84(497.11)(043.3)

**Taxonomic, morphological and molecular study of the troglobitic ground beetles  
(Coleoptera: Carabidae: Trechinae) of the Carpatho-Balkanids of Serbia**

**ABSTRACT**

Tribe Trechini (subfamily Trechinae) is one of the main groups of insects whose members colonized underground environment. Large number of the insect taxa developed similar morphological adaptations due to life in underground habitats, which makes it difficult to determine their phylogenetic relationships. The aims of this study are focused on revealing taxonomic and phylogenetic relationships within Trechini inhabiting caves and pits of the Carpatho-Balkanids of Serbia, using taxonomic, morphological and molecular analyses. Taxonomic and morphological analyses included the displays of the morphological characteristics of the studied taxa obtained by classical bright-field and nonlinear microscopy (TPEF modality), as well as comparative analyses of the mentioned taxa. Molecular analyses were based on the barcoding region of cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene.

Morphological characteristics of habitus and genital structures of all analyzed taxa were examined by classical bright-field microscopy, and the analyses of genital and other anatomical structures of *Pheggomisetes* taxa were additionally examined by nonlinear microscopy (TPEF modality). All underground trechine taxa from the investigated region were subjected to molecular analyses, and we successfully isolated DNA of the following taxa: *Pheggomisetes globiceps ninae*, *P. globiceps globiceps*, *P. globiceps ciniglavcensis*, *P. globiceps ilandjevi*, *P. serbicus serbicus*, *P. serbicus belensis*, *Glabroduvalius tupiznicensis*, *Curcicia bolei*, *Duvalius (Paraduvalius) trifunovici*, *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) milutini*, *D. (P.) sp.*, *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* and *D. (P.) stankovitchi devojensis*.

After performed analyses, the review of the taxa described by other authors is given: *D. (P.) stankovitchi* [with subspecies *D. (P.) stankovitchi stankovitchi*, *D. (P.) stankovitchi devojensis* and *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*], *D. (P.) winkleri*, *D. (P.) rtanjensis provalijae* and *Curcicia* (with species *C. bolei*). Also, the review of the taxa described by the author is given: *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) milutini*, *D. (P.) beljanicae*, *D. (P.) petrovici*, *D. (P.) sotirovi*, *P. globiceps*

*ciniglavcensis*, *P. serbicus* (with subspecies *P. serbicus serbicus* and *P. serbicus belensis*) and *Glabroduvalius* (with species *G. tupiznicensis*). Furthermore, the status of the genus *Curcicia* is confirmed and the status of the taxon *P. ninae*, previously described as a separate species, is changed to *P. globiceps ninae*, a subspecies within species *P. globiceps*.

**Key words:** Trechinae, Trechini, troglobionts, taxa described by the autor, taxonomic and morphological analyses, molecular analyses, phylogeny, Carpatho-Balkanids, Serbia

**Scientific field:** Biology

**Scientific subfield:** Animal Morphology, Systematics and Phylogeny

**UDC number:** 595.762+551.84(497.11)(043.3)



## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Osnovne karakteristike porodice Carabidae</b> .....	1
<b>1.2. Opšte odlike tribusa Trechini</b> .....	3
1.2.1. Morfološke odlike.....	4
1.2.2. Endogejska i troglobiontna fauna .....	4
1.2.3. Molekularna filogenija.....	7
1.2.4. Dosadašnja istraživanja troglobiontnih trehina u svetu .....	8
1.2.5. Dosadašnja istraživanja troglobiontnih trehina u Srbiji.....	9
<b>1.3. Opšte odlike roda <i>Duvalius</i> Delarouzée, 1859</b> .....	11
1.3.1. Opšte odlike podroda <i>Paraduvalius</i> Knirsch, 1924.....	12
<b>1.4. Opšte odlike roda <i>Pheggomisetes</i> Knirsch, 1923</b> .....	13
<b>1.5. Opšte odlike roda <i>Curcicia</i> Ćurčić &amp; Brajković, 2003</b> .....	15
<b>1.6. DNK barkoding</b> .....	16
<b>1.7. Primena nelinearne mikroskopije u morfološkim studijama insekata</b> .....	16
<b>2. CILJEVI RADA</b> .....	18
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	19
<b>3.1. Spisak skraćenica korišćenih u tekstu</b> .....	19
<b>3.2. Područje istraživanja</b> .....	19
3.2.1. Analizirani lokaliteti .....	20
<b>3.3. Prikupljanje i skladištenje jedinki</b> .....	25
<b>3.4. Taksonomsko-morfološke analize</b> .....	27
3.4.1. Svetlosna mikroskopija.....	27
3.4.2. TPEF modalitet nelinearne mikroskopije .....	28
<b>3.5. Molekularne analize</b> .....	30

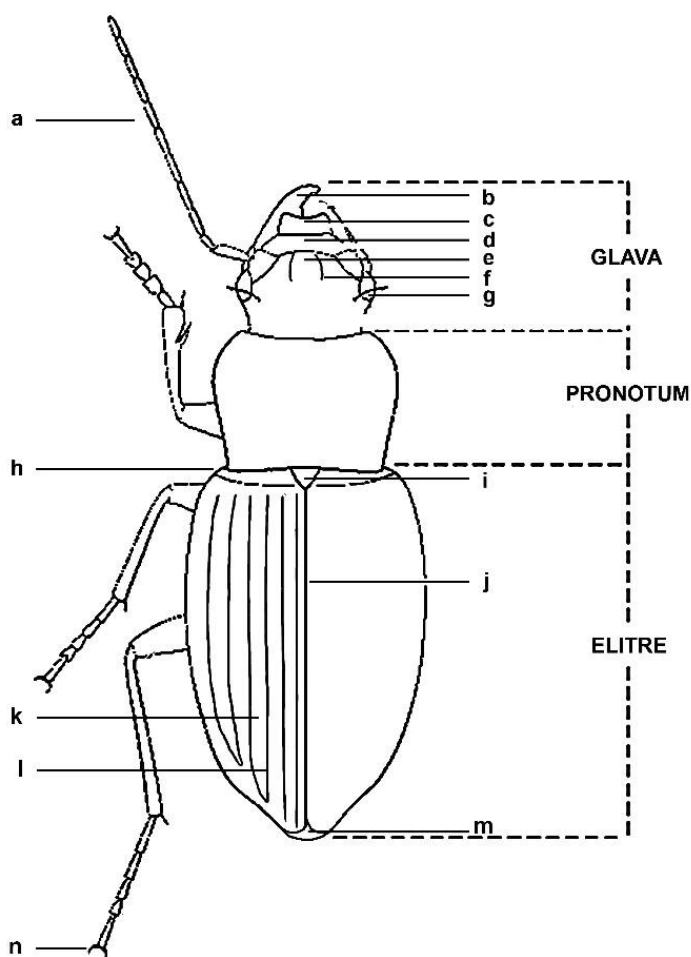
3.5.1. Ekstrakcija DNK i amplifikacija lančanom reakcijom polimeraze (PCR).....	30
3.5.2. Agarozna gel elektroforeza, prečišćavanje PCR produkata i sekvenciranje .....	31
3.5.3. Filogenetske analize.....	32
<b>4. REZULTATI.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Taksoni troglobiontnih trčuljaka iz istočne i jugoistočne Srbije opisani od strane drugih autora.....</b>	<b>36</b>
4.1.1. <i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi</i> (Jeannel, 1923).....	36
4.1.1.1. Molekularne analize vrste <i>D. (P.) stankovitchi</i> .....	38
4.1.2. <i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi georgevitchi</i> (Jeannel, 1923).....	38
4.1.2.1. Molekularne analize podvrste <i>D. (P.) stankovitchi georgevitchi</i> ....	40
4.1.3. <i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi stankovitchi</i> (Jeannel, 1923) .....	40
4.1.4. <i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi devojensis</i> (Jeannel, 1923) .....	42
4.1.4.1. Molekularne analize podvrste <i>D. (P.) stankovitchi devojensis</i> .....	42
4.1.5. <i>Duvalius (Paraduvalius) winkleri</i> (Jeannel, 1923).....	43
4.1.6. <i>Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis provalijae</i> Pavićević, Zatezalo & Popović, 2016.....	44
4.1.7. <i>Curcicia</i> Ćurčić & Brajković, 2003 .....	45
4.1.8. <i>Curcicia bolei</i> (Pretner, 1963) .....	47
4.1.8.1. Molekularne analize vrste <i>C. bolei</i> .....	47
<b>4.2. Taksoni troglobiontnih trčuljaka iz istočne i jugoistočne Srbije opisani od strane autora .....</b>	<b>47</b>
4.2.1. <i>Duvalius</i> Delarouzée, 1859 (podrod <i>Paraduvalius</i> Knirsch, 1924).....	47
4.2.1.1. Taksonomsko-morfološke analize podroda <i>Paraduvalius</i> (rod <i>Duvalius</i> ) .....	47
4.2.1.2. Molekularne analize podroda <i>Paraduvalius</i> (rod <i>Duvalius</i> ).....	75
4.2.2. <i>Glabroduvalius</i> Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013 .....	79
4.2.2.1. Taksonomsko-morfološke analize roda <i>Glabroduvalius</i> .....	79
4.2.2.2. Molekularne analize roda <i>Glabroduvalius</i> .....	85

4.2.3. <i>Pheggomisetes</i> Knirsch, 1923 .....	86
4.2.3.1. Taksonomsko-morfološke analize roda <i>Pheggomisetes</i> .....	86
4.2.3.2. Molekularne analize roda <i>Pheggomisetes</i> .....	104
<b>5. DISKUSIJA .....</b>	<b>106</b>
<b>5.1. Rodovi <i>Duvalius</i> (podrod <i>Paraduvalius</i>) i <i>Glabroduvalius</i>         Karpato-balkanida Srbije .....</b>	<b>106</b>
<b>5.2. Rod <i>Curcicia</i> Karpato-balkanida Srbije.....</b>	<b>110</b>
<b>5.3. Rod <i>Pheggomisetes</i> Karpato-balkanida Srbije.....</b>	<b>111</b>
<b>5.4. Značaj TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije u morfološkim         studijama podzemnih trehina i drugih insekata .....</b>	<b>113</b>
<b>6. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>115</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>117</b>

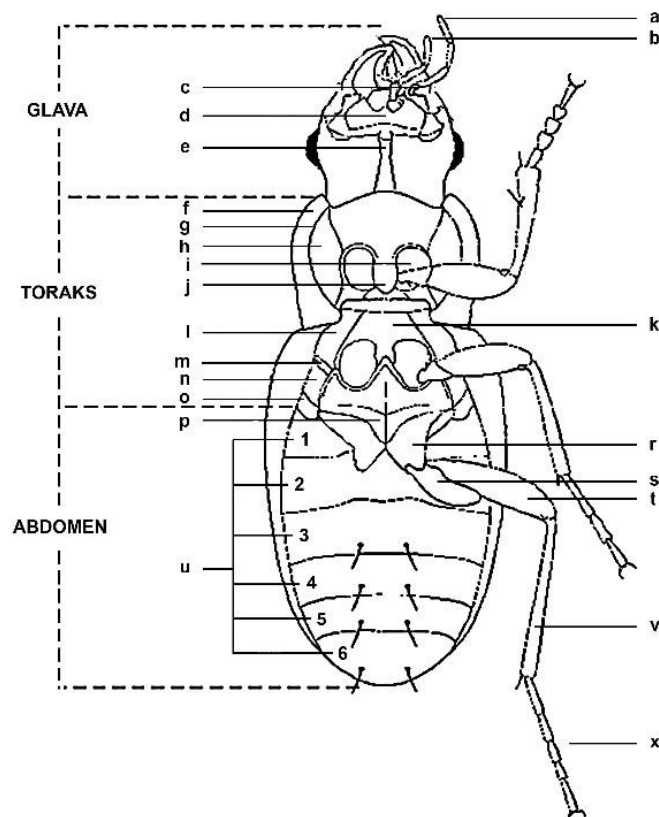
# 1. UVOD

## 1.1. Osnovne karakteristike porodice Carabidae

Porodica Carabidae (trčuljci) je najbrojnija porodica u okviru podreda Adephaga i jedna od najbrojnijih u okviru čitavog reda Coleoptera. Prema dostupnim podacima, postoji između 35.000 (Hůrka, 1996) i 40.000 opisanih vrsta trčuljaka, svrstanih u 86 tribusa (Erwin, 1985; Lovei & Sunderland, 1996). Smatra se da je do sada opisano samo 10-15% od ukupnog broja vrsta u svetu (Ćurčić, 2003).



Slika 1. Spoljašnja morfologija trčuljka – dorzalni aspekt: a – antena, b – mandibula, c – labrum, d – clypeus, e – frons, f – frontalna brazda, g – složeno oko, h – humerus, i – scutellum, j – elitalna sutura, k – interstrij, l – elitalna strija, m – pygidium, n – kandžica (modifikovano prema [www.landcareresearch.co.nz](http://www.landcareresearch.co.nz)).

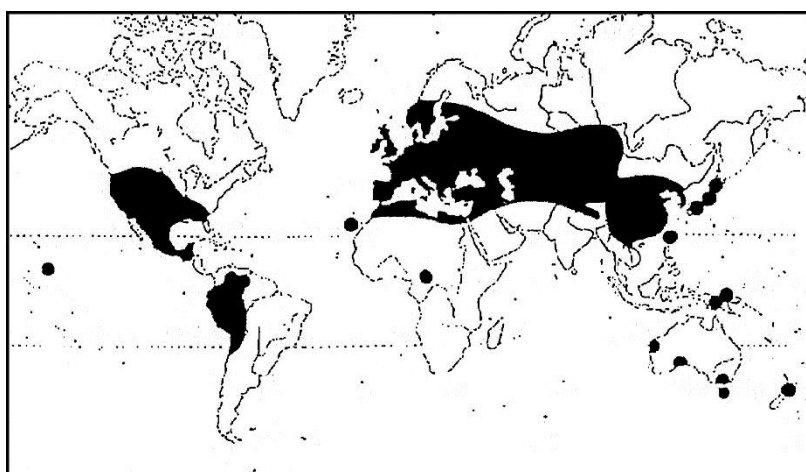


Slika 2. Spoljašnja morfologija trčuljka – ventralni aspekt: a – maksilarni palpus, b – labijalni palpus, c – maksila, d – mentum, e – gula, f – epipleuron pronotuma, g – notopleuralna sutura, h – episternum pronotaksa, i – prednja koksa, j – prosternalni izraštaj, k – mezotoraks, l – episternum mezotoraksa, m – epimeron mezotoraksa, n – episternum mezotoraksa, o – epimeron mezotoraksa, p – metatoraks, r – zadnja koksa, s – zadnji trohanter, t – zadnji femur, u – vidljivi abdominalni ventriti, v – zadnja tibija, x – zadnji tarsus (modifikovano prema [www.landcareresearch.co.nz](http://www.landcareresearch.co.nz)).

Pripadnike ove porodice odlikuju izduženo telo, krupna glava, končaste antene, snažne i duge mandibule, toraks koji je uži od elitri, veliki scoliki pronotum sa zaobljenim stranama, ovalne elitre sa strijama i hetotaksija ograničena na određeni broj precizno lociranih seta (Slike 1 i 2). Ove karakteristike su ipak dosta varijabilne u okviru porodice (Ball, 1960; Casale & Laneyrie, 1982; Casale et al., 1998).

Tokom evolucije, trčuljci su se adaptirali na uslove života u najrazličitijim ekosistemima širom sveta. Najviše ih ima u umereno-suptropskom delu Holarktičkog regiona i nešto manje u tropskim oblastima Južne Amerike i Afrike (Slika 3) (Decu &

Juberthie, 1998). Naseljavaju skoro sva kopnena staništa: močvarna, obalska, stepska, pustinjska, tundre, tropske šume, itd. U umerenim krajevima se najčešće mogu naći u zemljištu, stelji, ispod kamenja, u mahovini, raspadajućim deblima i panjevima, ispod kore drveća, na zeljastom bilju, žbunju, drveću, u jamama i pećinama itd. Postoje i halofilne vrste, koje provode manji ili veći deo života na morskoj obali ili na zaslanjenim staništima na kopnu. Većina preferira tamna staništa, ali ima i heliofilnih vrsta. Šumske vrste su najčešće noćne, a vrste koje naseljavaju otvorena staništa su uglavnom dnevne (Ćurčić, 2003).



Slika 3. Rasprostranjenje trčuljaka u svetu (Decu & Juberthie, 1998).

## 1.2. Opšte odlike tribusa Trechini

Tribus Trechini pripada široko rasprostranjenoj potporodici Trechinae u okviru porodice Carabidae. U svetu postoji oko 2.650 vrsta trčuljaka koje pripadaju ovom tribusu (Bousquet, 2012). Većina nastanjuje umerene regione sveta ili staništa na većim nadmorskim visinama u tropima. Česte su na severnoj hemisferi, naročito u Evropi, Severnoj Americi, Kini i Japanu.

Većina vrsta živi u tlu, a značajan broj nastanjuje pećine (kavernikolne su) (Lindroth et al., 1985). Svi trehini zahtevaju visoku vlažnost životne sredine, pa pećine za njih predstavljaju idealna staništa jer imaju povišen stepen vlažnosti (Townsend, 2010).

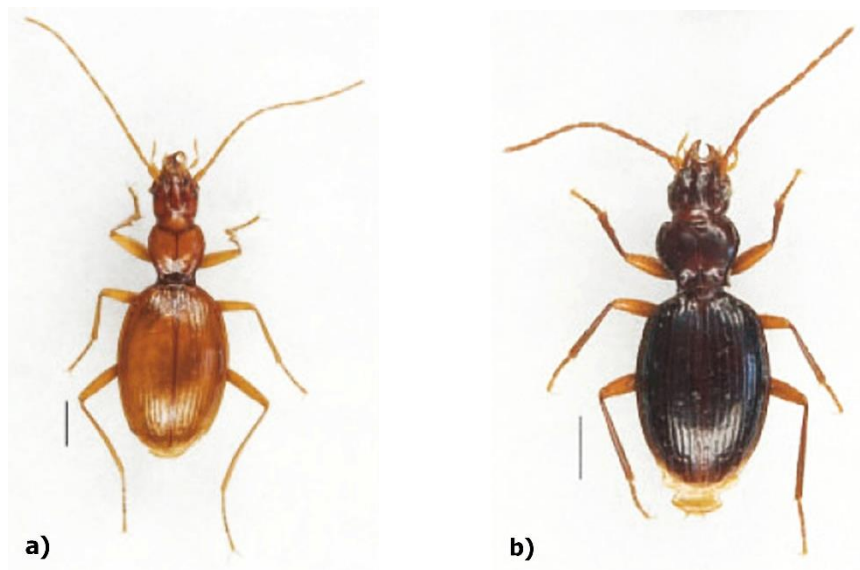
### 1.2.1. Morfološke odlike

Pripadnici tribusa Trechini su trčuljci malih dimenzija (dužina tela im ne prelazi 10 mm). Jedna od značajnih karakteristika na nivou tribusa je prisustvo dugačkih i dubokih frontalnih brazda na glavi, iza uobičajenog položaja očiju. Važno je napomenuti da su oči redukovane ili potpuno odsustvuju kod brojnih vrsta koje su se adaptirale na kavernikolni način života. Frontalne brazde su kod mnogih vrsta zakrivljene ka spolja, tako da se oči nalaze na istaknutim očnim hemisferama (Darlington, 1962; Townsend, 2010). Epimeroni mezotoraksa ne dosežu do mezokoksalnih šupljina. Prva elitralna strija je povijena na vrhu elitri, nakon čega se nastavlja u vidu duboke apikalne strije koja se savija prema završetku pete strije. Raspored umbilikalnih seta (nizovi od po osam seta na bočnim ivicama svakog elitrona) kod pripadnika ovog tribusa je važna taksonomska karakteristika za identifikaciju. I delovi usnog aparata su specifični: glosa ima dve središnje sete i dve ili tri manje sete na bočnim stranama (Jeannel, 1962). Poseduju i setu u udubljenjima osnove mandibula. Poslednji segment maksilarnih palpusa je dobro razvijen, što ih čini jasno prepoznatljivim u odnosu na pripadnike srodnog tribusa Bembidiini, kod kojih je ovaj segment značajno redukovano.

### 1.2.2. Endogejska i troglobiontna fauna

Biospeleolozi razlikuju dva tipa staništa: epigejska i endogejska. Epigejska staništa su izvan pećina, izložena direktno ili indirektno sunčevoj svetlosti, a organizme koji ih nastanjuju nazivamo epigejski. Endogejska (koristi se i naziv hipogejska) staništa predstavljaju bilo koji deo biotopa koji se nalazi ispod površine tla (zemljište ili intersticijalne šupljine, freatska ili arteška staništa i pećine), a organizmi koji ih nastanjuju su endogejski (= hipogejski) (Makarov et al., 2013).

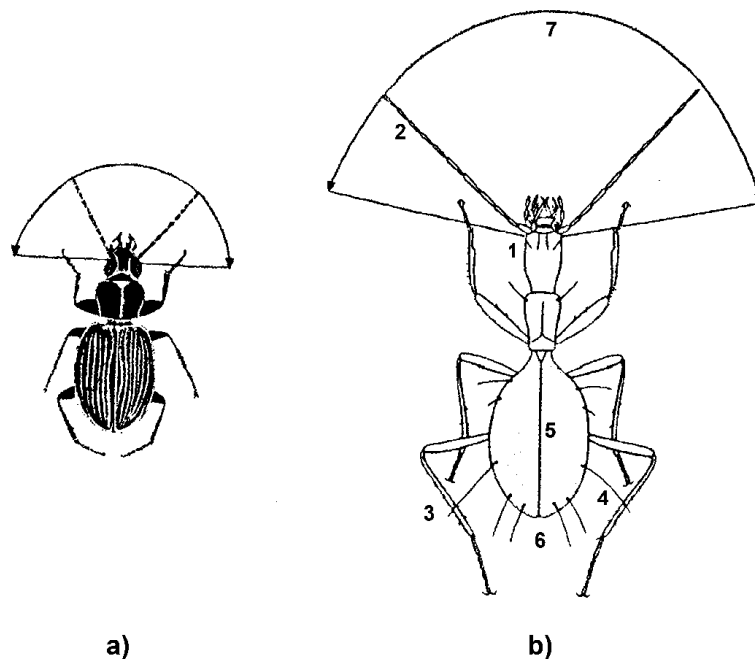
Endogejski trechini su se, tokom geološke istorije, na različite načine adaptirali na uslove podzemne sredine: promenom oblika tela i izgleda pojedinih unutrašnjih organa, fiziološkim izmenama i ekološkim prilagođenostima vezanim za tip ishrane, način razmnožavanja, postembriogenezu i dužinu života (Ćurčić, 2005).



Slika 4. Habitus: a) troglobiont *Duvaliomimus (Mayotrechus) mayae mayae* Britton, 1958; b) troglofil *Duvaliomimus (s. str.) styx* Britton, 1959. Skale: 1 mm. (modifikovano prema Townsend, 2010).

Troglofil (gr. *troglos* - pećina, *phileo* – prijateljstvo, voleti, ljubav) su organizmi koji mogu kompletirati životni ciklus u pećinama, ali mogu živeti i izvan njih (obično naseljavaju epigejska i endogejska staništa). Drugim rečima, troglofilu imaju samo delimične prilagođenosti na život u pećinama, ali nemaju morfološke i ekofiziološke adaptacije karakteristične za prave pećinske forme. Po tome se razlikuju od troglobionata (gr. *troglos* - pećina, *bios* - život), pravih stanovnika pećina, tj. organizama koji ceo životni ciklus kompletiraju u pećinama i ne mogu preživeti izvan njih. Karakterišu ih različite adaptacije na pećinsku sredinu – troglomorfizmi (Slika 4) (Makarov et al., 2013).

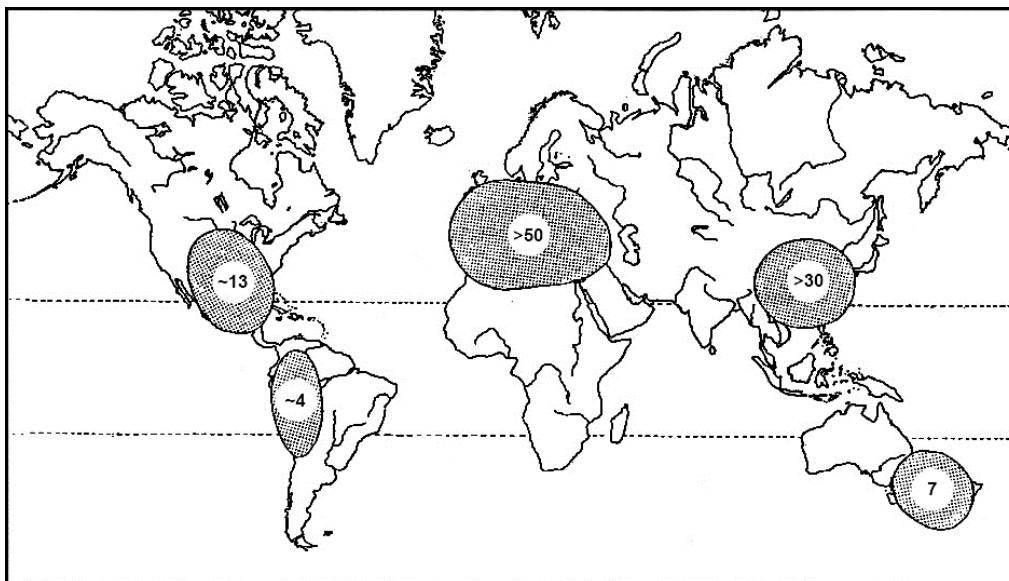




Slika 5. Morfološke razlike između trehina prilagođenih na život u a) zemljištu (*Trechus* sp.) i b) pećini (*Hydraphaenops* sp.): 1 – odsustvo očiju, 2 – duge antene, 3 – duge noge, 4 – duge senzitivne dlake, 5 – depigmentisanost tela, 6 – modifikovani oblik tela, 7 – povećan opseg upotrebe antena (Casale et al., 1998).

Adaptacije koje su vezane za troglobiontne trehine su: gubitak telesne pigmentacije i očiju, redukcija krila, posedovanje specifičnih čulnih organa, elongacija ekstremiteta, nestanak sezonske limitiranosti reprodukcije, obrazovanje manjeg broja krupnih jaja, porast transpiracije, izbegavanje suvog vazduha, nestanak cirkadijalnog ritma, duži životni vek i uslovljenost aktivnosti populacija dužinom života pojedinačnih jedinki (Slika 5) (Bernasconi, 1964; Barr, 1968; Weber, 1980). Organizmi kod kojih su izražene morfološke adaptacije nazivaju se troglomorfni.

Troglobiontni i troglomorfni trehini su za sada registrovani u zapadnom Palearktiku (oko 600 vrsta), istočnom Palearktiku (više od 250 vrsta), Nearktiku i Neotropskoj oblasti (oko 200 vrsta) i Australiji, Tasmaniji i Novom Zelandu (25 vrsta) (Slika 6) (Casale et al., 1998).



Slika 6. Distribucija troglobiontnih i troglomorfnih rodova trehina u svetu (Casale et al., 1998).

Najveći broj vrsta pećinskih trčuljaka pripada tribusu Trechini. Tu spadaju i rodovi čije pojedine ili gotovo sve vrste predstavljaju prave stanovnike pećina u Srbiji: *Biharotrechus* Bokor, 1922, *Duvalius* Delarouzeé, 1859., *Pheggomisetes* Knirsch, 1923, *Curcicia* Ćurčić & Brajković, 2003, *Javorella* Ćurčić, Brajković & Ćurčić, 2003, *Rascioduvalius* Ćurčić, Brajković, Mitić & Ćurčić, 2003, i *Serboduvalius* Ćurčić, Pavićević & Ćurčić, 2001 (Ćurčić, 2005).

### 1.2.3. Molekularna filogenija

Tribus Trechini je jedna od glavnih grupa insekata čiji su pripadnici kolonizovali podzemnu sredinu. Mnogi od njih su razvili slične morfološke modifikacije usled podzemnog načina života, što otežava utvrđivanje njihovih filogenetskih odnosa (Faille et al., 2011). U poslednjih desetak godina naučnici se intenzivnije bave molekularnim analizama pripadnika ovog tribusa u cilju rasvetljavanja njihovog filogenetskog položaja.

Monofilija nadtribusa Trechitae je podržana analizom DNK sekvenci gena koji kodiraju 28S ribozomalnu RNK, 18S ribozomalnu RNK i jedarnog protein-kodirajućeg gena *wingless*, ali odnosi glavnih linija unutar ovog nadtribusa nisu razjašnjeni (Maddison & Ober, 2011).

Primarna sinapomorfija koja upućuje na monofiliju tribusa Trechini je prisustvo dubokih frontalnih brazda na dorzalnoj površini glave (Jeannel, 1926), a postoji i nekoliko izvedenih stanja larvalnih karakteristika koje ukazuju na isto (Grebennikov & Maddison, 2005; Grebennikov, 2008). Molekularna filogenija zasnovana na kombinaciji jedarnih (mala i velika ribozomska podjedinica) i mitohondrijalnih gena (*cox1*, *cyb*, *rrnL*, *trnL*, *nad1*) je u skladu sa pomenutim morfološkim analizama, odnosno potvrđuje monofiliju tribusa Trechini (Faille et al., 2011).

Podtribus Trechina je monofiletski i sestrinski podtribusu Trechodina (Maddison & Ober 2011). Faille i saradnici (2011) su dobili rezultate koji potvrđuju monofiliju Trechina, ali samo uz uključenje roda *Aepopsis* Jeannel, 1922, što je u saglasnosti sa studijom zasnovanom na larvalnoj morfologiji pripadnika podtribusa (Grebennikov & Maddison, 2005). Monofilija Trechina je takođe potvrđena u radu Faille-a i saradnika (2013), iako su filogenetski odnosi između glavnih linija ostali sporni. Prema ovim autorima, radijacija ovog podtribusa potiče iz srednjeg eocena.

Filogenetski odnosi trehina Balkanskog poluostrva su gotovo nepoznati. Navodi se u samo jednoj studiji da su rodovi *Neotrechus* Müller, 1913 i *Adriaphaenops* Noeske, 1928 u srodstvu sa nekim alpskim i pirinejskim taksonima (Faille et al., 2013). Oskudni molekularni podaci o rodu *Pheggomisetes* Knirsch, 1923 su takođe navedeni u istoj studiji.

#### 1.2.4. Dosadašnja istraživanja troglobiontnih trehina u svetu

Jedna od najobimnijih studija predstavnika grupe Trechini u svetu je višetomna publikacija „Monographie des Trechinae” (Jeannel, 1926, 1927, 1928, 1930). Casale & Laneyrie su se bavili međuosobnim filetičkim serijama vrsta i 1982. objavili su katalog vrsta tribusa Trechini na globalnom nivou. Casale et al. (1998) su analizirali raznovrsnost, rasprostranjenje, poreklo i ekologiju pećinskih trčuljaka u svetu. Moravec et al. (2003) daju podatke o sistematici i distribuciji tribusa Trechini u oblasti Palearktika.

Proučavanjem pećinskih trehina Severne Amerike bavili su se Barr (1966, 1968, 1979, 1981, 1985), Kane & Ryan (1983), Kane & Brunner (1986), Kane et al. (1992) i Ball & Bousquet (2001). Barr (1960, 1971) je objavio i ključeve za identifikaciju rodova trehina Severne Amerike. Pećinske predstavnike ovog tribusa u Kini obrađuju Deuve

(1993, 2005), Uéno (1997, 1999b, 2000, 2004), Deuve et al. (1999), Deuve & Tian (2008, 2009, 2014, 2015) i Tian & Clarke (2012). Uéno je takođe proučavao i pećinske trehine Japana (1994, 1999a). Townsend je proučavao troglobiontne trehine Novog Zelanda (2010).

Casale & Jalžić (1999) i Casale (2011) su proučavali pećinske trehine Mediterana. Značajne priloge poznavanju troglobiontnih trehina Kavkaza daju Belousov i saradnici (Belousov et al., 1995; Belousov & Zamotajlov, 1997; Belousov, 1998) i Belousov & Koval (2011). Faille i saradnici (Faille et al., 2010a, 2010b, 2015) i Ortuño & Barranco (2015) se bave troglobiontnim trehinama Pirinejskog poluostrva, a Vigna Taglianti pećinskim trehinama Italije (1982).

Guéorguiev V. je 1964. izvršio reviziju roda *Pheggomisetes* Knirsch, 1923. Značajni su i podaci o poreklu i zoogeografiji troglobiontnih trehina Balkanskog poluostrva (Guéorguiev, 1977). Guéorguiev B. je opisao dve pećinske vrste trehina iz Bugarske (Guéorguiev, 2005).

Intenzivna biospeleološka istraživanja sprovedena u regionu dinarskog karsta u poslednjih dvadesetak godina dovela su do otkrića mnogih podzemnih vrsta i rodova trehina (Casale & Guéorguiev, 1994; Casale & Jalžić, 1999; Quéinnec et al., 2008; Lohaj & Jalžić, 2009; Lakota et al., 2010; Lohaj & Lakota, 2010; Casale et al., 2012; Lohaj & Mlejnek, 2012).

#### 1.2.5. Dosadašnja istraživanja troglobiontnih trehina u Srbiji

Zahvaljujući geografskim osobenostima i prisustvu velikog broja podzemnih staništa, Srbiju odlikuje značajno bogatstvo troglobiontnih trehina.

Ekspedicija organizovana 1923. godine, u kojoj su učestvovali S. Stanković, R. Jeannel, P. Chappuis, A. Winkler i A. Magdelaine, imala je za cilj istraživanje pećinske faune istočne, zapadne i jugozapadne Srbije. Istražene su pećine u oblasti Kučaja, Svrljiških planina, užičkih, dragačevskih i Valjevskih planina (Žanel & Stanković, 1924). Objavljeni su opisi novih vrsta pećinskih trehina iz zapadne i istočne Srbije iz rodova *Duvalius* i *Rascioduvalius* (Jeannel, 1923). Tokom 1959. godine, ekipa speleologa iz Postojne istražila je Prekonošku pećinu kod Svrljiga i opisala novu vrstu *Duvalius* (*Duvalius*) *bolei* Pretner, 1963, koja je kasnije ipak dobila status roda, novog za nauku,

sa do sada jednom poznatom vrstom - *Curcicia bolei* (Pretner, 1963) (Pretner, 1963; Ćurčić & Brajković, 2003). Pretner i Deeleman su u Odžinoj dupki u selu Petrlaš kod Dimitrovgrada pronašli primerke vrste *Pheggomisetes globiceps ilandjievi* Guéorguiev, 1964, za koju je naknadno utvrđeno da ipak pripada vrsti, novoj za nauku - *Pheggomisetes ninae* Ćurčić, Schönmann, Brajković, Ćurčić & Tomić, 2004 (Pretner, 1970; Ćurčić et al., 2004).

Proučavanjem taksonomije i zoogeografije troglobiontnih trčuljaka Srbije bavio se prof. Guido Nonveiller, a trenutno se bave Dragan Pavićević i Srećko Ćurčić. Nonveiller je publikovao studiju, koja, između ostalog, obuhvata i istraživanja troglobiontnih trehina Srbije u periodu od 1976. do 1982. godine (Nonveiller, 1983). Nonveiller i saradnici su objavili rezultate o vrstama koje su nove za nauku, iz podrodova *Paraduvallius* Knirsch, 1924 i *Duvalius* Delarouzée, 1859 iz Srbije (Nonveiller et al., 2001).

Do ove studije, u poslednjih dvadesetak godina iz Srbije je opisan veći broj taksona troglobiontnih trehina novih za nauku, a urađena je i revizija i izmena statusa nekih od njih. Opisani su rodovi *Curcicia* Ćurčić & Brajković, 2003 i *Serboduvallius* Ćurčić, Pavićević & Ćurčić, 2001, vrste *Serboduvallius starivlahi* (Guéorguiev, Ćurčić & Ćurčić, 2000), *S. dragacevensis* Ćurčić, Pavićević & Ćurčić, 2001, *Javorella suvoborensis* (Pavićević & Popović, 2001), *J. javorensis* Ćurčić, Brajković & Ćurčić, 2003, *Rascioduvallius zlatiborensis* Ćurčić, Brajković & Ćurčić, 2005, *Biharotrechus reufi* Pavićević & Popović, 2003, *Duvalius (Neoduvallius) bozidari* Ćurčić & Pavićević, 2016 i *Pheggomisetes ninae* Ćurčić, Schönmann, Brajković, Ćurčić & Tomić, 2004 kao i podvrsta *Duvalius (Paraduvallius) rtanjensis provalijae* Pavićević, Zatezalo & Popović, 2016 (Guéorguiev et al., 2000; Ćurčić et al., 2001; 2003a, 2003b, 2004, 2005, 2016; Ćurčić & Brajković, 2003; Pavićević & Popović, 2001, 2003; Pavićević et al., 2016).

Pravi stanovnici pećina Srbije koji pripadaju tribusu Trechini do ove studije su bili svrstani u rodove: *Pheggomisetes* (trenutno su to dve troglobiontne vrste), *Duvalius* (četiri vrste), *Biharotrechus* Bokor, 1922 (jedna vrsta), *Rascioduvallius* Ćurčić, Brajković, Mitić & Ćurčić, 2003 (dve vrste), *Serboduvallius* (dve vrste), *Curcicia* (jedna vrsta) i *Javorella* Ćurčić, Brajković & Ćurčić, 2003 (dve vrste). Od spomenutih rodova, poslednja četiri su endemična za Srbiju.

Određeni regioni istočne, zapadne i južne Srbije su još uvek ostali neistraženi. Ukoliko se nastavi sa kontinuiranim istraživanjima pećina i jama Srbije, sa velikom verovatnoćom se mogu očekivati otkrića još nekih taksona troglobiontnih trehina, novih za nauku.

### **1.3. Opšte odlike roda *Duvalius* Delarouzée, 1859**

Rod *Duvalius* Delarouzée, 1859 se u okviru tribusa Trechini ističe po bogatstvu vrsta i širokom rasprostranjenju. Ovaj rod obuhvata više od 220 vrsta svrstanih u devet podrodova (Moravec et al., 2003), uglavnom rasprostranjenih širom Mediterana i Azije (Jeannel, 1930; Casale & Laneyrie, 1982; Belousov, 1991; Casale, 2011; Zinetti et al., 2013).

Predstavnici ovoga roda su varijabilne boje tela. Obično su vrste koje imaju oči pigmentisane (boja tela je tamno braon). Slabo pigmentisane vrste su crvenkaste boje, a mogu biti čak i svetlo žuto obojene. Dlakavost tela varira: neke vrste su dlakave, druge imaju retke dlake samo na bočnim stranama glave, a neke su u potpunosti bez dlaka. Glava je krupna, obrazi su manje ili više konveksni. Frontalne brazde su uglavnom duboke i kompletne, ali ima vrsta kod kojih su nekompletne. Oči su veoma varijabilne. Pigmentisane vrste imaju dobro razvijene oči. Kod vrsta ovoga roda obično postoji korelacija između depigmentacije i atrofiranosti očiju (izuzev kod nekih azijskih taksona). Kod depigmentisanih vrsta je moguće naći sve faze redukcije očiju, a kod nekih oči u potpunosti odsustvuju. Preokularna brazda je prisutna. Pronotum je varijabilnog oblika. Uglavnom je srcolik, uzak pri osnovi. Elitre su varijabilne, generalno izdužene i konveksne, sa manje ili više izraženim ramenim delom. Noge su duge i tanke. Prednje tibije su prave, sa ili bez uzdužne fisure. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene. Edeagus je veoma krupan. Unutrašnja vrećica je često obložena trnovima. Kopulatorni deo je umetnut na ventralnoj strani vrećice i nastao je spajanjem tri elementa: jednog središnjeg i dva bočna, koji su uvek simetrični. Bazalni bulbus je krupan. Paramere imaju po četiri apikalne sete (Jeannel, 1928).

Hetotaksija: na glavi imaju dva para frontalnih seta; zadnji par frontalnih seta nekada odsustvuje. Pronotum ima uobičajenu hetotaksiju. Postoje obično dva para elitralnih diskalnih seta, ali taj broj može biti i veći. Umbilikalne sete su grupisane.

Humeralne sete su podjednako međusobno udaljene i poredane duž marginalnog žleba: prva seta se nalazi na prehumeralnoj ivici elitri; udaljenost između treće i četvrte sete je ista kao i između druge i treće; treća i četvrta seta su relativno udaljene od žleba. Peta i šesta seta (medijalna grupa seta) su varijabilnih pozicija.

### 1.3.1. Opšte odlike podroda *Paraduvallius* Knirsch, 1924

Poznato je ukupno 29 vrsta i četiri podvrste podroda *Paraduvallius*. Predstavnici ovog podroda nastanjuju istočnu i jugoistočnu Srbiju, severnu i južnu Bugarsku i severoistočnu Grčku (Moravec et al., 2003; Guéorguiev, 2005; Guéorguiev & Lobo, 2006; Janák & Moravec, 2008; Pavićević et al., 2016). Poznate vrste iz Srbije su isključivo troglobiontne, iz Bugarske pretežno troglobiontne, a iz Grčke pretežno endogejske.

Do sada su u Srbiji, registrovani sledeći taksoni: *Duvallius (Paraduvallius) winkleri* (Jeannel, 1923) (iz pećine Ravna peć, selo Prekonoga, u blizini Svrljiga), *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* (Jeannel, 1923) (iz Ravaničke pećine, selo Senje, u blizini Ćuprije), *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* (Jeannel, 1923) (iz Lazareve pećine, selo Zlot, u blizini Bora), *D. (P.) stankovitchi devojensis* (Jeannel, 1923) (iz Devojačke pećine, selo Podgorac, u blizini Boljevca) i *D. (P.) rtanjensis provalijae* (iz Cerjanske pećine, selo Cerje, u blizini Niša) (Jeannel, 1923, 1928; Moravec et al., 2003; Pavićević et al., 2016).

Predstavnici ovoga podroda imaju izduženo, konveksno i depigmentisano telo. Prisutna je mikrosetacija obraza, pronotuma i elitri. Glava je srednje veličine, zaobljena, sa konveksnim obrazima. Oči skoro svih vrsta su redukovane, tj. atrofirale su. Pronotum je srcolik, veoma sužen u bazi. Elitre su dugačke i uske, konveksne, sa zaobljenim ramenim delom. Na prednjim tibijama, uzdužna fisura skoro uvek odsustvuje. Tarsusi su dugi i tanki.

Hetotaksija: Umbilikalne sete su donekle grupisane. Humeralne sete su jako razmaknute; treća i četvrta humeralna seta su udaljene od marginalnog žleba. Grupa medijalnih seta se nalazi blizu sredine elitri. Razmak između humeralne i medijalne grupe seta ne dostiže dvostruku dužinu humeralne grupe. Edeagus ima veliki bazalni bulbus i slabo hitinizovan dorzalni zid. Kopulatorni deo je oblika dugačke kašike, sa udubljenjem

u žlebu pri bazi i karakterističnom strukturom. Vrh kopulatornog dela je u nekim slučajevima unifidan, u drugim bifidan (Jeannel, 1928).

#### **1.4. Opšte odlike roda *Pheggomisetes* Knirsch, 1923**

Rod *Pheggomisetes* obuhvata četiri vrste i 12 podvrsta kavernikolnih arhaičnih trčuljaka (Beron, 1994; Löbl & Smetana, 2003; Ćurčić et al., 2004). Svi taksoni ovoga roda su stenoendemični troglobionti, ograničeni na podzemna staništa u zapadnoj Bugarskoj i jugoistočnoj Srbiji. U Srbiji su za sada registrovane podvrsta *Pheggomisetes globiceps ilandjievi* (Guéorguiev, 1964) (iz nekoliko podzemnih objekata u blizini Dimitrovgrada i Pirota) i vrsta *P. ninae* Ćurčić, Schönmann, Brajković, Ćurčić & Tomić, 2004 (iz Odžine dupke, selo Petrlaš, u blizini Dimitrovgrada) (Gueorguiev V., 1964; Ćurčić et al., 2004).

Predstavnici ovoga roda su krupni za trehine (dužine tela OG 6-9 mm). Svetlo su obojeni, a integument i obrazi su glatki (bez dlaka). Glava je velika, duža i šira od pronotuma, a obrazi su jako konveksni. Glava se ponekad postepeno sužava unazad, a ponekad je zaobljena. Vrat je uvek uzak. Frontalne brazde su nekompletne, veoma kratke. Oči u potpunosti odsustvuju. Preokularna brazda je razvijena i nalazi se blizu baze antena. Antene su veoma duge i tanke, dostižu dužinu tela. Prvi antenalni članak je nešto širi, oblika kruške, a ostali članci su cilindrični i tanki. Mandibule su snažne, jako zakrivljene i sa oštrim vrhovima. Maksilarni palpisi su dugački, tanki i glatki. Njihov poslednji članak je duži od preposlednjeg, širi se ka sredini i ima zadebljali vrh (Knirsch, 1923; Jeannel, 1928).

Pronotum je specifičnog oblika: baza je mnogo šira od prednje ivice, a bočne strane su zaobljene u prednjem i izrazito sinusoidne u zadnjem delu. Zadnji pronotalni uglovi su veoma istaknuti, pravi ili oštrougli. Prednji uglovi nisu izraženi. Pronotalni disk je blago konveksan, sa bazalnim delom prilično konkavnim. Marginalni žlebovi su veoma plitki (Jeannel, 1928).

Elitre su izdužene, veoma proširene u zadnjem delu, sužene u bazi, koja se nalazi odmah uz bazalnu ivicu pronotuma. Površina elitri je u prednjoj četvrtini konkavna, a u zadnjem delu konveksna. Rameni deo je uzak, ali istaknut, uvek formira tup ugao; humeralni uglovi su u kontaktu sa pronotalnim posteriornim uglovima, humeralna ivica



elitri je oštra i jako podignuta. Bočne strane elitri su skoro prave odmah iza ramenog dela, zaobljene u zadnjem delu, sa tupim, zaobljenim vrhom. Marginalni žleb elitri je veoma širok u prednjem delu. Strije su slabo izražene, plitke. Interstrije su skoro ravne, a spoljašnje strije se ne vide.

Noge su veoma duge i tanke. Zadnji femuri prelaze nivo pigidijuma za skoro polovinu svoje dužine. Prednje tibije su pokrivene dlakama i nemaju uzdužnu fisuru. Zadnji tarzusi su veoma dugi i tanki, skoro iste dužine kao tibije. Prve dve protarzomere mužjaka su jako proširene i nazubljene (Knirsch, 1923; Jeannel, 1928).

Rod je vrlo interesantan po karakterističnoj hetotaksiji, posebno po prisustvu dugačkih frontalnih seta na glavi. Postoji pet do sedam pari ovih seta, poređanih po krivoj liniji, a prvi par je lociran u antenalnoj oblasti glave. Pronotum ima dva para seta. Zadnje pronotalne sete su dugačke i nalaze se u zadnjim uglovima pronotuma, koji su podignuti, zbog čega su sete jako nagnute ka unutra. Treća interstrija elitri nosi 6 do 8 diskalnih seta. Poslednja seta na trećoj interstriji je prva seta apikalne grupe, koja nije diferencirana kod *Pheggomisetes* spp. Sve sete umbilikalne serije se nalaze duž marginalnog žleba, ali njihovo grupisanje nije uređeno. Medijalna grupa seta umbilikalne serije nije odvojena od humeralne grupe. Prva seta humeralne grupe je veoma udaljena od druge sete; četvrta seta je udaljenija od treće nego što je treća seta udaljena od druge i nalazi se otprilike na sredini udaljenosti između treće i pete sete. Peta i šesta seta (medijalna grupa) se nalaze oko sredine dužine elitri. Dve apikalne sete su u uobičajenoj poziciji.

Kopulatorni organ mužjaka je mali, kratak, blago savijen. Dorzalni zid nije hitinizovan, a bazalni bulbus je ovalan. Prednji deo edeagusa je zaravnjen, vrh je širok i zaobljen. Paramere imaju dve ili tri apikalne sete. Unutrašnja kesica ima brojne trnove, veoma hitinizovane i obojene, što u potpunosti zaklanja kopulatorne delove. Postoje dva kopulatorna dela oblika konkavnih kašika okrenutih jedna ka drugoj konkavnim stranama. Levi kopulatorni deo je kratak, sa jako zaobljenom vršnom ivicom. Desni, duži kopulatorni deo, je nepravilan, konkavan u bazi, uvrnut i na vrhu istanjen u oštricu (Jeannel, 1928).

### 1.5. Opšte odlike roda *Curcicia* Ćurčić & Brajković, 2003

Egon Pretner je 1963. godine opisao novu vrstu pećinske trehine iz jugoistočne Srbije – *Duvalius (Duvalius) bolei* Pretner, 1963 (Pretner, 1963).

Međutim, detaljna analiza svih važnih taksonomskih odlika ovog taksona, kao i njegovo poređenje sa pripadnicima roda *Duvalius* i drugim fenetički bliskim rodovima pokazali su da je to odvojen rod, *Curcicia* Ćurčić & Brajković, 2003, koji trenutno obuhvata samo jednu vrstu, *Curcicia bolei* (Pretner, 1963), koja je nađena samo u jugoistočnoj Srbiji, konkretno u Prekonoškoj pećini, u selu Prekonoga, u okolini Svrljiga, na Svrljiškim planinama (Ćurčić & Brajković, 2003).

Telo je dužine 5,6 mm, svetlo braon boje, glatko.

Glava je veoma krupna, zaobljena, jednake dužine i širine. Ima duboke i kompletne frontalne brazde i veoma izražene obraze. Šira je od prednje ivice pronotuma. Antene su duge (prelaze sredinu tela) i prekrivene dlakama. Oči su potpuno atrofirane. Preokularna brazda je prisutna. Na obe strane glave se nalaze po dve frontalne sete.

Pronotum je srcolik, širine veće od dužine, sužene osnove. Bočne ivice pronotuma su veoma zaobljene u prednjem i sinusoidne u zadnjem delu. Zadnji uglovi pronotuma su delimično istureni ka spolja. Marginalni pronotalni žlebovi su uski. Pronotum ima dva para seta.

Elitre su velike, subparalelnih ivica, delimično proširene u zadnjem delu, oko 1,5 puta veće dužine od širine, sa pet tačkastih, izraženih strija. Ostale strije nisu jasno vidljive. Rameni deo je pod uglom, zaobljen, nije istaknut. Humeralne sete su na jednakoj međusobnoj udaljenosti; prva i druga su u blizini marginalnog žleba, a treća i četvrta seta su jasno udaljene od njega. Razmak između humeralne i medijalne grupe seta umbilikalne serije je više od dva puta duži od dužine humeralne grupe seta. Po dve elitralne diskalne sete se nalaze na trećoj striji svakog elitrona: prva je u nivou četvrte humeralne sete, a druga ispred nivoa medijalne grupe seta.

Prednje tibije nemaju uzdužnu fisuru.

Edeagus je veoma dugačak, delimično savijen i izdužen. Bazalni bulbus je savijen skoro pod pravim uglom, a prednji deo edeagusa je izdužen i blago savijen na gore. Kopulatorni deo je bifidan (Pretner, 1963).

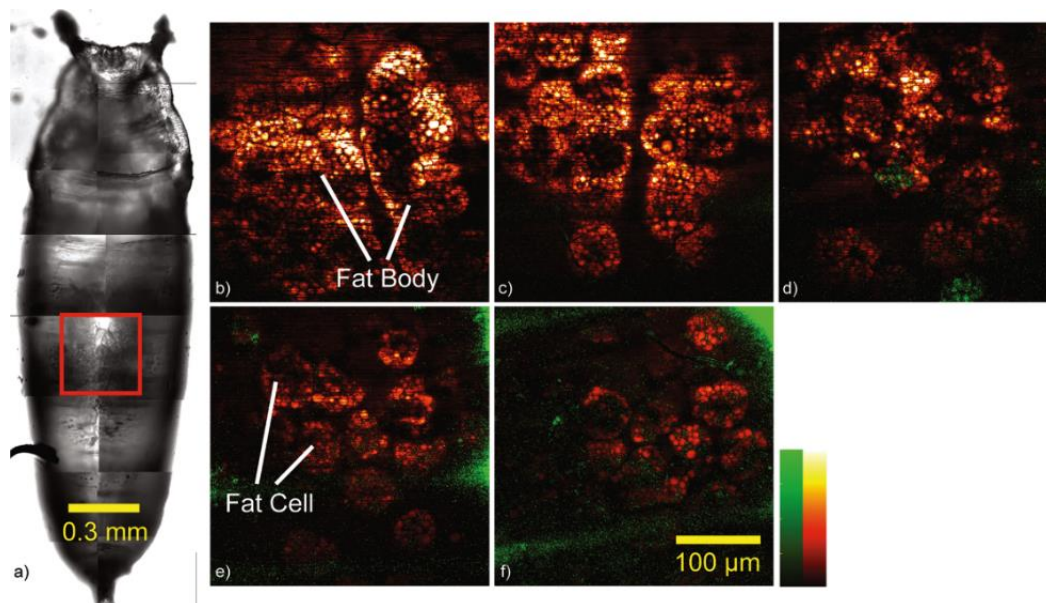
## 1.6. DNK barkoding

DNK barkoding, prvi put predložen 2003. godine od strane istraživača na Univerzitetu u Guelphu (Ontario, Kanada) je metod za identifikaciju vrsta (Hebert et al., 2003a) na osnovu kratkih genetičkih markera (sekvenci standardnog dela genoma). Sekvenciranjem relativno kratkog dela genoma (obično jednog gena ili dela gena) moguće je izvršiti identifikaciju taksona. DNK barkodovi variraju između jedinki iste vrste, ali u stepenu koji je obično zanemarljiv u odnosu na razlike između vrsta. Poslednjih decenija, molekularni markeri predstavljaju dodatni metod za identifikovanje vrsta i razrešenje njihovih filogenetskih odnosa (Vogler & Monaghan, 2007; Sperling & Roe, 2009).

## 1.7. Primena nelinearne mikroskopije u morfološkim studijama insekata

Morfologija insekata se tradicionalno proučava putem svetlosne mikroskopije. U ovu svrhu se koriste i konfokalna fluorescentna mikroskopija, koja je fokusirana na posmatranje određenih spoljašnjih struktura i organa insekata (Klaus et al. 2003; de Campos Vidal, 2011) i skenirajuća elektronska mikroskopija koja se uglavnom koristi za posmatranje celih insekata i njihovih različitih struktura (Stork, 1980; Onagbola & Fadamiro, 2008; Metscher, 2009).

Nelinearna mikroskopija (engl. *nonlinear microscopy* - *NLM*) je metoda koja pruža jedinstven uvid u različite biološke strukture, tj. tkiva i pojedinačne ćelije se mogu videti do detalja. Ova tehnika je slična konfokalnoj mikroskopiji, ali ima veću dubinu prodiranja svetlosti, smanjeno foto-oštećenje i foto-izbeljivanje uzorka usled zračenja i u najvećem broju slučajeva nije potrebno bojenje uzorka (Denk et al., 1990; Williams et al., 2001; Mertz, 2004; Masters & So, 2008). Međutim, primena nelinearne mikroskopije u proučavanju morfologije insekata je još uvek metoda u povoju. Sve do nedavno ona je bila prevashodno korišćena u biomedicinskim istraživanjima, na velikom broju različitih tipova ćelija i tkiva, ali vrlo malo u entomologiji (Slika 7) (Lin et al., 2008; Chien et al., 2011; Rabasović et al., 2015).



Slika 7. *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830, lutka: a) snimljena pomoću svetlosne mikroskopije; b-f) delovi lutke unutar crvenog kvadrata snimljeni pomoću kombinacije CARS i TPEF mikroskopije (Chien et al., 2011).

U studiji Rabasović et al. (2016), između ostalog, korišćen je TPEF modalitet nelinearne mikroskopije za snimanje kutikule nekih insekata. Hitin je glavna komponenta kutikule (pored proteina, lipida, voskova, mineralnih supstanci i pigmenata) (Nijhout, 1985; Koch et al., 2000), koja insektima služi kao egzoskelet, mesto za pričvršćivanje mišića i kao zaštita od predatora, parazita i infekcije patogenima (Capinera, 2008). Zahvaljujući svojstvu autofluorescencije hitina i delimičnoj ili potpunoj depigmentaciji tela, pomenuti metod nelinearne mikroskopije bi mogao biti pogodan za dubinsko snimanje različitih morfoloških hitinskih struktura nekih troglobiontnih trehina i drugih troglobiontnih insekata (Rabasović et al., 2016).

## 2. CILJEVI RADA

Ciljevi ovoga rada su usmereni na rasvetljavanje taksonomsko-filogenetskih odnosa među taksonima trčuljaka iz potporodice Trechinae, tribusa Trechini iz pećina i jama Karpato-balkanida Srbije, kako primenom klasičnog morfološkog, tako i inovativnih mikroskopskih i molekularnih pristupa.

Taksonomsko-morfološka analiza podrazumeva prikaze morfoloških karakteristika studiranih taksona i komparativnu analizu navedenih taksona sa najbližim srodnicima.

Utvrdjivanje filogenetskih i taksonomskih odnosa troglobiontnih trčuljaka, bazirano na njihovom spoljašnjem izgledu, otežano je zbog toga što su većinom razvili slične morfološke adaptacije na život u podzemnim staništima (npr. depigmentaciju, redukciju očiju, sužavanje i izduživanje glave i pronotuma). Zato je jedan od ciljeva ovog rada bio analiza genitalnih i drugih struktura troglobiontnih trehina, ali primenom nelinearne (TPEF modalitet) mikroskopije koja je do sada vrlo malo korišćena u entomologiji.

Pošto taksonomija troglobiontnih i endogejskih trehina na svetskom nivou nije usklađena, pogotovo za područje Balkanskog poluostrva, a postoji i znatna interspecijska i intraspecijska varijabilnost nekih taksonomskih karakteristika, molekularne analize su korišćene za rasvetljavanje ovih problema.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Spisak skraćenica korišćenih u tekstu

ZDP – privatna zbirka Dragana Pavićevića

HT – holotip

IZFB – zbirka Instituta za zoologiju Univerziteta u Beogradu - Biološkog fakulteta

JI – jugoistok

JJZ – jug-jugozapad

NMNH – zbirka Prirodnjačkog muzeja u Sofiji

OG – opseg ukupnih izvršenih merenja

PT – paratip

S – srednja vrednost za određena merenja

SSI – sever-severoistok

SZ – severozapad

TBE – engl. *Tris/Borate/EDTA* pufer

#### 3.2. Područje istraživanja

Karpato-balkanidi Srbije čine njen istočni i jugoistočni deo. U pitanju su krajnji ogranci velikih evropskih planinskih sistema Karpati i Balkan, koji se ovde sustiču. U Srbiji se ovaj sistem planinskih venaca u severnom delu (karpatskom) pruža u pravcu SSI-JJZ, a u jugoistočnom (balkanskom) menja pravac na SZ-JI, praveći luk oko Vlaško-pontijske nizije. Zapadni deo Karpato-balkanida Srbije razbijen je kotlinama i rečnim dolinama na veći broj izolovanih horstovskih (= neulančanih) planina, čime je zamaskirana generalna orijentacija planinskog Sistema Karpata i Balkana, tako da nema dugačkih i izrazito kontinuiranih venaca karakterističnih za venačne planine. Karpato-balkanidi Srbije su oblast niskih i srednje visokih planina, pa retko dostižu nadmorsku visinu od 2000 m (najviše su Suva planina, čiji je vrh na 1800 m n. v. i Stara planina sa vrhom na 2168 m n. v.) (Marović, 2001).

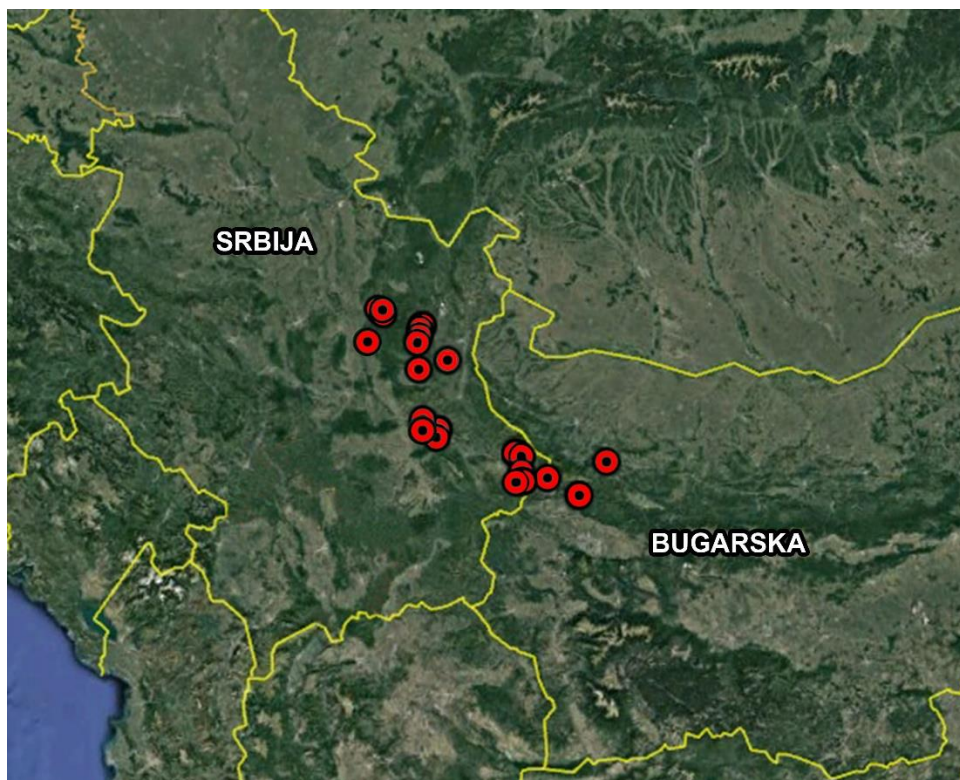
Karpato-balkanske planine Srbije se mogu grupisati u tri zone:

- 1) zapadna zona, koja obuhvata golubačke i Homoljske planine, Beljanicu, Kučaj, Svrlijske planine, Rtanj, Ozren, Devicu, Suvu planinu i Ruj;
- 2) srednja zona, koja obuhvata Severni Kučaj, Šomrdu, majdanpečke planine, Stol, Veliki krš, Crni vrh, Tupižnicu, Tresibabu i Belavu;
- 3) istočna zona, koja obuhvata Miroč, Veliki greben, Deli Jovan, Vršku čuku i Staru planinu.

Navedene planine su razbijene brojnim kotlinama, kao što su: Zviška, Žagubička, Sokobanjska, Zaplanska, Crnorečka, Svrlijska, Belopalanačka, Zaječarska, Knjaževačka, Pirotka i Babušnička. Karpato-balkanski planinski sistem u Srbiji ispresecan je brojnim vodotokovima. U graničnom delu prema rumunskim Karpatima Dunav je formirao Đerdapsku klisuru. Veći rečni tokovi (Timok, Mlava, Moravica, Nišava, Crni i Beli Timok, itd.) su uglavnom vezani za kotline i shodno njihovoj morfologiji su formirali svoje rečne doline (Marović, 2001).

#### 3.2.1. Analizirani lokaliteti

Na Slici 8 prikazani su položaji svih lokaliteta na kojima je prikupljen materijal analiziran u ovoj disertaciji.



Slika 8. Mapa sa položajem analiziranih lokaliteta.

Materijal je prikupljan u periodu od 1924. do 2016. godine na ukupno 28 lokaliteta, na području istočne i jugoistočne Srbije (24 lokaliteta) i zapadne Bugarske (4 lokaliteta):

1. **Mandina pećina** - selo Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija.
2. **Jama Golema porica** (Slika 9B) - planina Rtanj, istočna Srbija.
3. **Gornja Lenovačka pećina** - selo Lenovac, okolina Zaječara, planina Tupižnica, istočna Srbija.
4. **Bogovinska pećina** (Slika 9A) - selo Bogovina, okolina Boljevca, Kučajske planine, istočna Srbija.
5. **Pećinski sistem Samar** (Slike 9F i 10D) - selo Kopajkošara, okolina Svrlijga, planina Kalafat, jugoistočna Srbija.
6. **Pećina Velika Atula** - selo Strmosten, okolina Despotovca, planina Beljanica, istočna Srbija.
7. **Resavska pećina** - selo Jelovac, okolina Despotovca, ivica kraškog polja Divljakovac, brdo Babina glava, Kučajske planine, istočna Srbija.



**8. Ogorelička pećina** - selo Sićevo, okolina Niša, Svrljiške planine, jugoistočna Srbija.

**9. Izviđačka pećina** - selo Strmosten, okolina Despotovca, planina Beljanica, istočna Srbija.

**10. Jama Hodžina dupka** - selo Petrlaš, okolina Dimitrovgrada, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**11. Petrlaška (= Velika) pećina** (Slika 10F) - selo Petrlaš, okolina Dimitrovgrada, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**12. Jama Džemanska propast** - selo Petrlaš, okolina Dimitrovgrada, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**13. Pećina Tmna dupka** - selo Petrlaš, okolina Dimitrovgrada, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**14. Jama Propas** - selo Činiglavci, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**15. Pećina Pež dupka** (Slike 9D i 10E) - selo Dojkinci, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**16. Pećina Suva dupka** (Slika 10B) - selo Bela (nedaleko od Zavojskog akumulacionog jezera), okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**17. Pećina u blizini pećine Suva dupka** - selo Bela, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija.

**18. Pećina Golyamata Balabanova dupka** - selo Komshtitsa, okolina Godecha, Stara planina, zapadna Bugarska.

**19. Pećina Otechestvo** - selo Iskrets, okolina Sofije, planina Ponor, zapadna Stara planina, zapadna Bugarska.

**20. Pećina Dushnika** - selo Iskrets, okolina Sofije, planina Ponor, zapadna Stara planina, zapadna Bugarska.

**21. Pećina Ledenika** - okolina Vratse, Stara planina, zapadna Bugarska.

**22. Zlotska (= Lazareva) pećina** (Slike 9C i 10C) - selo Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija.

**23. Prekonoška pećina** - selo Prekonoga, okolina Svrljiga, Svrljiške planine, jugoistočna Srbija.

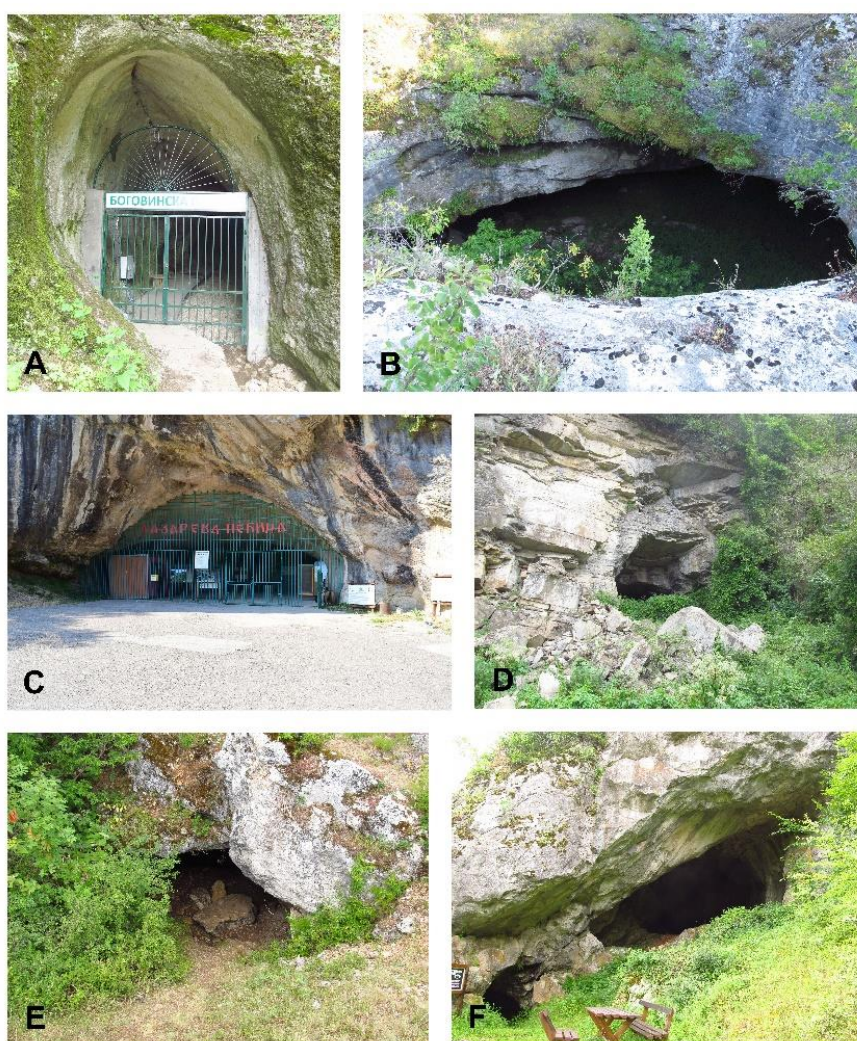
**24. Pećina Vernjikica** - selo Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija.

25. **Devojačka pećina** (Slika 10A) - selo Podgorac, okolina Boljevca, Kučajske planine, istočna Srbija.

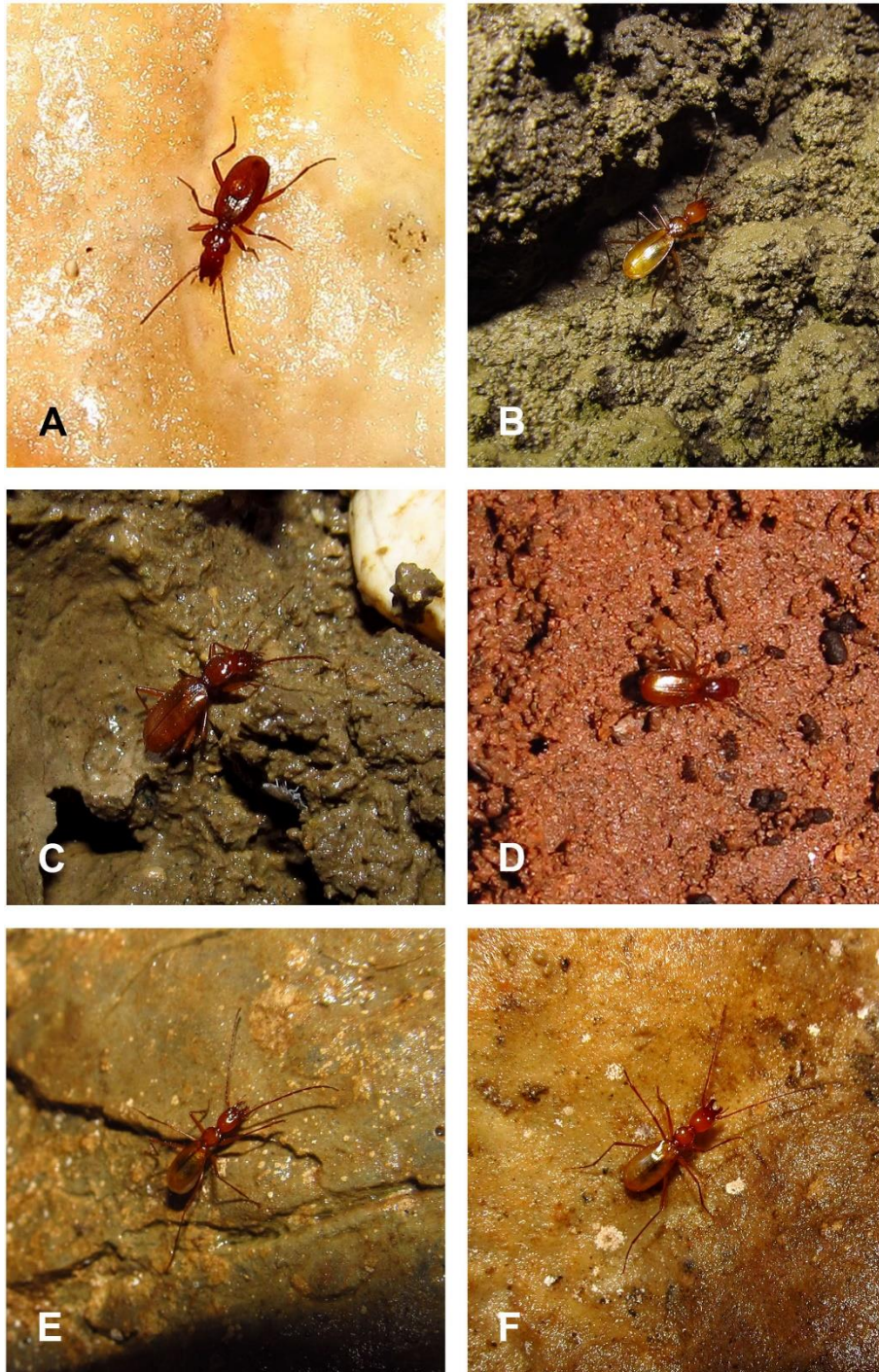
26. **Pećina Ravna peć** (Slika 9E) - selo Prekonoga, okolina Svrljiga, Svrljiške planine, jugoistočna Srbija.

27. **Pećina Provalija (= Cerjanska pećina)** - selo Cerje, okolina Niša, planina Kalafat, jugoistočna Srbija.

28. **Ravanička pećina** - selo Senje, okolina Čuprije, Kučajske planine, istočna Srbija.



Slika 9. Ulazi u pećine na kojima je prikupljen deo materijala: Bogovinska pećina (A) (foto: D. Antić); jama Golema porica (B) (foto: D. Antić); Zlotska (= Lazareva) pećina (C) (foto: M. Milković); pećina Pež dupka (D) (foto: D. Antić); pećina Ravna peć (E) (foto: D. Antić); pećinski sistem Samar (F) (foto: D. Antić).



Slika 10. Pojedine registrovane pećinske trehine: *D. (P.) stankovitchi devojensis*, Devojačka pećina (A); *P. serbicus belensis*, pećina Suva dupka (B); *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*, Zlotska (= Lazareva) pećina (C); *D. (P.) milutini*, pećinski sistem Samar (D); *P. serbicus serbicus*, pećina Pež dupka (E); *P. globiceps ninae*, Petrlaška (= Velika) pećina (F) (foto: D. Antić).

### 3.3. Prikupljanje i skladištenje jedinki

Sakupljanje adultnih insekata analiziranih u ovoj studiji vršeno je ručno i pomoću Barberovih (engl. *pitfall*) klopki. Kao atraktanti korišćeni su trulo meso u providnoj foliji, koje je kanapom bilo pričvršćeno za parče drveta i postavljeno na otvor svake klopke i 9% alkoholno sirće u koje je dodata so (da prikupljene jedinke ne bi podlegle truljenju). Sirće je takođe imalo ulogu konzervansa. Klopke su postavljane na podove i zidove u tamnim delovima pećina i jama, gde je bio visok nivo vlage (Slika 11).



Slika 11. Barberova klopka postavljena na zidu u Bogovinskoj pećini (foto: D. Antić).

Jedinke koje su planirane za taksonomsko-morfološke analize su nakon hvatanja ubacivane u flakone sa 70% etanolom i čuvane na sobnoj temperaturi (oko 20°C). Klasičnom svetlosnom mikroskopijom je analizirano svih 365 jedinki (Tabela 2). Analizi putem TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije podvrgnuto je 12 jedinki koje pripadaju rodu *Pheggomisetes*, odnosno po 2 ♂♂ i 1 ♀ od svake od četiri podvrste: *P. serbicus serbicus*, *P. serbicus belensis*, *P. globiceps ciniglavcensis* i *P. globiceps ninae*.

Jedinke koje su određene za molekularne analize su nakon hvatanja ubačene u flakone sa 96% etanolom i čuvane na temperaturi od -20°C. Molekularne analize su rađene na ukupno 19 primeraka, tj. analizirana je po jedna jedinka sa svakog od lokaliteta navedenih u Tabeli 1. Od toga, devet jedinki pripada taksonima u okviru roda *Pheggomisetes*, šest rodu *Duvalius*, podrodu *Paraduvalius* i po jedna rodovima *Curcicia* i *Glabroduvalius*. U Tabeli 1 su dati nazivi taksona na kojima su rađene molekularne

analize, lokaliteta na kojima su prikupljeni, kao i šifre kojima su pomenuti uzorci označeni.

Tabela 1. Podaci o jedinkama trehina koje su podvrgnute molekularnim analizama.

Šifra	Lokalitet	Takson
S3	Jama Hodžina dupka	<i>P. globiceps ninae</i>
S12	Pećina Tmna dupka	<i>P. globiceps ninae</i>
S28	Petrlaška (= Velika) pećina	<i>P. globiceps ninae</i>
S19	Jama Propas	<i>P. globiceps ciniglavcensis</i>
S21	Pećina Pež dupka	<i>P. serbicus serbicus</i>
S26	Pećina Suva dupka	<i>P. serbicus belensis</i>
S27	Pećina u blizini pećine Suva dupka	<i>P. serbicus belensis</i>
S41	Pećina Golyamata Balabanova dupka	<i>P. globiceps ilandjievi</i>
S66	Pećina Otechestvo	<i>P. globiceps globiceps</i>
S24	Prekonoška pećina	<i>C. bolei</i>
S13	Gornja Lenovačka pećina	<i>G. tupiznicensis</i>
S1	Zlotska (= Lazareva) pećina	<i>D. (P.) stankovitchi georgevitchi</i>
S4	Mandina pećina	<i>D. (P.) trifunovici</i>
S6	Pećina Vernjikica	<i>D. (P.) stankovitchi georgevitchi</i>
S9	Jama Golema porica	<i>D. (P.) rtanjensis rtanjensis</i>
S25	Devojačka pećina	<i>D. (P.) stankovitchi devojensis</i>
S14	Pećinski sistem Samar	<i>D. (P.) milutini</i>
S15	Izviđačka pećina	<i>D. (P.) sp.</i>
S5	Ravanička pećina	<i>D. (P.) stankovitchi stankovitchi</i>
S56	Pećina Provalija (= Cerjanska pećina)	<i>D. (P.) rtanjensis provalijae</i>

### 3.4. Taksonomsko-morfološke analize

Pomoću klasične svetlosne i nelinearne mikroskopije ispitane su sve taksonomski važne morfološke karakteristike habitusa jedinki i njihovih genitalnih struktura, na osnovu kojih je urađena komparativna analiza ispitanih taksona sa najbližim srođnicima.

Ove analize su rađene u Institutu za zoologiju Univerziteta u Beogradu - Biološkog fakulteta, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Univerziteta u Beogradu - Poljoprivrednog fakulteta i u Centru za fotoniku Instituta za fiziku Univerziteta u Beogradu.

#### 3.4.1. Svetlosna mikroskopija

Za proučavanje celih jedinki i njihovih genitalnih struktura korišćena je binokularna lupa Stemi 2000C (uveličanja objektivna: 0,65x, 0,8x, 1,0x, 1,25x, 1,6x, 2,0x, 2,5x, 3,2x, 4,0x i 5,0x; uveličanje okulara: 10x) (Carl Zeiss, Jena, Nemačka). Za fotografisanje celih jedinki korišćene su binokularne lupe Stemi 2000C sa digitalnom kamerom AxioCam MRc (Carl Zeiss, Jena, Nemačka) i SMZ 18 sa digitalnom kamerom DS-Fi1c (Nikon, Tokyo, Japan). Fotografisanje genitalnih struktura je obavljeno digitalnom kamerom AxioCam MRc na binokularnoj lupi Stemi 2000C i digitalnom kamerom DC 300 (Leica, Wetzlar, Nemačka) na svetlosnom binokularnom mikroskopu DMLS.

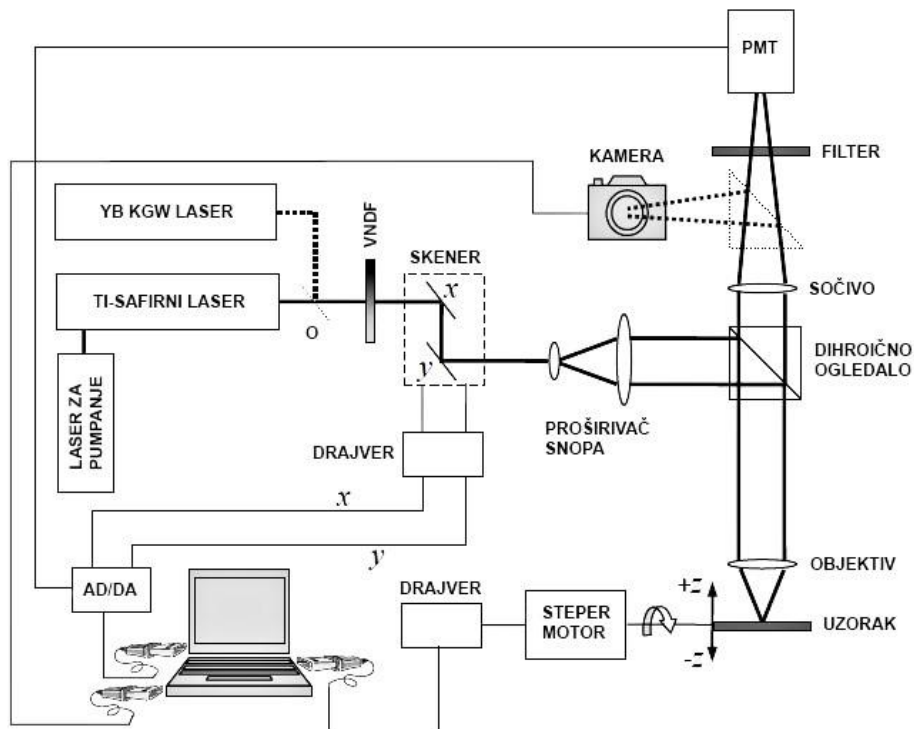
Genitalne strukture predviđene za posmatranje su pomoću finih pinceta i entomoloških igala izvađene iz tela jedinki i potom prosvetljavane u karanfilićevom ulju tokom 24 h. Nakon toga su konzervirane u Kanada balzamu u vidu trajnih mikroskopskih preparata.

Nakon odstranjivanja genitalnih struktura, jedinke su pričvršćene na pravougaone entomološke kartončiće pomoću lepka koji je vodorastvoran, zbog eventualne potrebe za demontiranjem i naknadnim analiziranjem. Kartončići su probodeni entomološkim iglama, a nakon toga su suve jedinke analizirane; same jedinke nisu probadane entomološkim iglama zbog mogućeg oštećenja usled malih dimenzija tela.

### 3.4.2. TPEF modalitet nelinearne mikroskopije

Za fotografisanje genitalnih struktura korišćen je mikroskop koji je napravljen u Institutu za fiziku Univerziteta u Beogradu, sa digitalnom kamerom Canon EOS 50D (Tokyo, Japan).

Šema eksperimentalne postavke nelinearnog mikroskopa je prikazana na Slici 12. Titanijum safirni laser (Coherent Mira 900-F; Santa Clara, Kalifornija, SAD), pumpan sa 10 W na 532 nm (Coherent Verdi V10; Santa Clara, Kalifornija, SAD), je korišćen kao izvor zračenja koji generiše impulse trajanja od 160 fs, sa repeticijom od 76 MHz, u opsegu od 700-1000 nm. Takođe je korišćen Yb KGW femtosekundni laser na 1040 nm (Time-Bandwidth Products AG, Yb GLX; Zurich, Švajcarska). Galvo-skenirajuća ogledala (Cambridge Technologies, 6215H; Bedford, Masačusets, SAD) su korišćena za rastersko skeniranje uzoraka. Laserski snop je proširen kako bi popunio ulaznu aperturu mikroskopskog objektiva. Dihroično ogledalo koje propušta kratke talasne dužine (Thorlabs, DMSP805; Newton, Nju Džerzi, SAD) služi za usmeravanje laserskog snopa ka mikroskopskom objektivu i uzorku. Pošto je granična talasna dužina dihroičnog ogledala 805 nm, nismo bili u mogućnosti da koristimo puni opseg talasnih dužina lasera. Fotomultiplikator (PMT) (RCA, PF1006; New York, Njujork, SAD), zajedno sa odgovarajućim interferencionim filterima, je korišćen za detekciju fluorescencije ili drugog harmonika. Iako dihroično ogledalo delimično sprečava reflektovano lasersko zračenje da dopre do PMT, mali deo ovog zračenja prolazi, pa se prilikom detektovanja TPEF signala mora koristiti dodatni filter koji blokira lasersko zračenje, da bi se smanjio „šum”. Signal sa PMT-a se vodi do akvizicione kartice (National Instruments NI USB-6351; Austin, Teksas, SAD) koja ima brzinu odabiranja 1 MSample/s. Uzorak je postavljen na precizan mehanički pomerač i može se pomerati u aksijalnom ( $z$ ) smeru pomoću stepper motora sa rezolucijom od 0,3  $\mu\text{m}$ . Pored toga, prizma koja se može ukloniti odbija snop i omogućava pravljenje slika u svetlom polju na digitalnoj kameri Canon EOS 50D (Tokyo, Japan). Kontrola čitavog instrumenta i obrada slika su urađeni pomoću kompjutera. VolView 3.4 softver (Kitware Inc.; Clifton Park, Njujork, SAD) je korišćen za 3D vizuelizaciju seta preseka koristeći opcije Volume rendering ili Maximum intensity projection.



Slika 12. Šema eksperimentalne postavke nelinearnog mikroskopa. PMT je fotomultiplikatorska cev (*engl.* photomultiplier tube) za detekciju TPEF i SHG signala, VNDF je varijabilni neutralni filter (*engl.* variable neutral-density filter) za regulaciju snage lasera, AD/DA je digitalna akviziciona kartica, dok je O ogledalo koje se po potrebi može umetnuti da bi se mogao koristiti Yb laser na 1040 nm. Putanja laserskog snopa je označena debelim linijama, dok je električno povezivanje označeno tankim linijama (Rabasović et al., 2015).

Uzorci koji su određeni za TPEF modalitet nelinearno mikroskopiranje nisu bojeni fluorescentnim bojama, tako da je detektovana samo njihova prirodna autofluorescencija. Kod vrsta čije su genitalne strukture tamnije boje, moguće je da se detektuje i fluorescencija koja potiče od ostataka tkiva preostalih nakon disekcije i koja se može preklapati sa fluorescencijom od hitina. Pripadnici roda *Pheggomisetes* su pogodni za ove analize pošto svetlo žuta boja njihovih genitalnih struktura omogućava da fluorescentni signal hitina bude dominantan.

Ispitivane genitalne strukture su uklonjene iz tela jedinki i prebačene u karanfilićevo ulje na dve nedelje radi dodatnog prosvetljenja, a u cilju povećanja dubine prodiranja zračenja. Nakon toga, strukture su vraćene u 70% etanol, u kome su čuvane do snimanja. Svaka genitalna struktura je za snimanje postavljena na obostrano lepljivu traku, zalepljenu na mikroskopsku pločicu. Zatim je preko uzorka dodat glicerol kao medijum, a preko njega pokrovno staklo. Korišćeni su 25 x NA 0,8 vodeni/glicerinski



imerzioni objektiv i talasna dužina pobuđivanja od 930 nm. Ova malo veća talasna dužina korišćena je kako bi se izbegla autofluorescencija koja potiče od spomenutih ostataka tkiva. Navedena tkiva pokazuju veoma slabu autofluorescenciju na datoj talasnoj dužini, što omogućava dublje prodiranje zračenja i olakšava slikanje unutrašnjih delova objekta.

Pomoću TPEF modaliteta nelinearnog mikroskopiranja urađene su TPEF 3D slike muških genitalija (edeagus) u bočnom i dorzalnom prikazu, ženskih genitalija (9. gonokoksiti i 9. gonosubkoksiti) i 9. abdominalnog sternita mužjaka (urit) svih taksona roda *Pheggomisetes* u Srbiji.

### 3.5. Molekularne analize

Analizirana je parcijalna sekvenca gena za podjedinicu I citohrom c oksidaze (COI).

Molekularne analize su urađene u Institutu za zoologiju, Univerziteta u Beogradu - Biološkog fakulteta.

#### 3.5.1. Ekstrakcija DNK i amplifikacija lančanom reakcijom polimeraze (PCR)

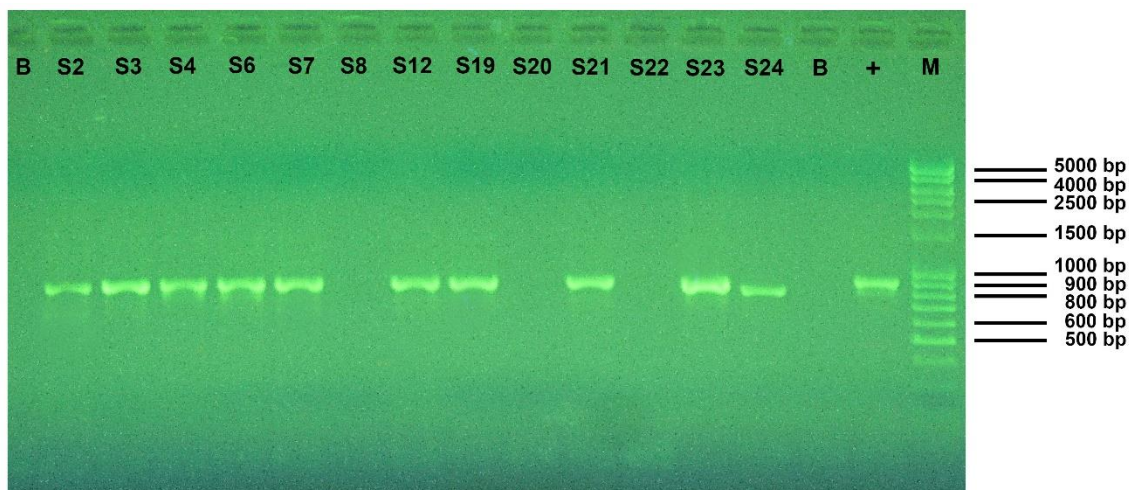
Za DNK ekstrakciju korišćeni su zadnji i/ili srednji ekstremiteti odabranih jedinki (Tabela 1). Ekstrakcija je urađena pomoću KAPA Express Extract Kita (Kapa Biosystems Inc., Boston, SAD) prema uputstvu proizvođača.

Prajmeri korišćeni za amplifikaciju kodirajućeg regiona COI su bili Jerry (CI-J-2183) (5' CAACATTTATTTTGATTTTTTGG 3'), kao direktan (engl. *forward*), i Pat (TL2-N-3014) (5' TCCAAAGCACTAATCTGCCATATTA 3'), kao reverzni (engl. *reverse*) prajmer (Simon et al., 1994). Svaka PCR reakcija je urađena u zapremini od 25 µl (1 µl ekstrahovane DNK, 9 µl H<sub>2</sub>O, po 1,25 µl svakog prajmera i 12,5 µl KAPA2G HotStart ReadyMixa). PCR reakcije su izvedene u Eppendorf Mastercycleru (Hamburg, Nemačka) po sledećem temperaturnom protokolu: denaturacija (5 minuta na 95°C), amplifikacija (36 ciklusa koji se sastoje od 1 minuta na 95°C, 1 minuta na 51°C i 2 minuta na 72°C) i ekstenzija (7 minuta na 72°C).

### 3.5.2. Agarozna gel elektroforeza, prečišćavanje PCR produkata i sekvenciranje

Prema protokolu za spravljanje 1% agaroznog gela, napravljena je smeša od 1 g agaroze i TBEx0,5 pufera, koji se dodaje do zapremine od 100 ml. Ova smeša je zagrevana u mikrotalasnoj rerni na maksimalnoj jačini do ključanja, u trajanju od 80 do 90 s da bi se agarozna u potpunosti rastvorila. Posuda sa tečnim gelom je zatim malo ohlađena pod mlazom hladne vode, uz stalno mešanje, kako bi se gel ravnomerno hladio. U tako prohladen tečni gel dodato je 2  $\mu$ l Midori Green boje (fluorescentna boja koja omogućava vizuelizaciju DNK u gelu) i odmah potom gel je presut u kalup i ostavljen oko 30 minuta da se ohladi i stegne. Stegnuti gel je izvađen iz kalupa i stavljen u kadicu ispunjenu TBEx0,5 puferom tako da on u potpunosti prekriva gel.

Prilikom pripreme uzoraka za gel elektroforezu, uzorci su prvo obojeni kako bi se mogli videti na gelu. Za bojenje je korišćen Gel Loading day (SERVA). Oko 1  $\mu$ l boje je pomešan sa 5  $\mu$ l uzorka pre stavljanja u „bunarčić“ (otvor za uzorke u gelu). To je urađeno sa svim uzorcima i na kraju sa markerom (Ladder - Serva, Heidelberg, Nemačka), koji je stavljen u količini od 4  $\mu$ l. Fragmenti DNK su razdvojeni pomoću elektroforeze u trajanju od 45 minuta na 100 V (Slika 13).



Slika 13. Fragmenti DNK razdvojeni na gelu. B - negativna kontrola (engl. *blank*), S - uzorci, + - pozitivna kontrola, M - marker. Sa desne strane su označene dužine pojedinih fragmenata izražene brojem baznih parova (bp).

PCR produkti su prečišćeni pomoću QIAquick PCR Purification Kita (QIAGEN Inc., Valencia, SAD), prema uputstvu proizvođača.

DNK sekvenciranje je urađeno pomoću automatizovane opreme (Macrogen Inc., Seul, Južna Koreja).

### 3.5.3. Filogenetske analize

Sekvence DNK su uređene u programu FinchTV (Geospiza Inc., Sijetl, SAD) i poravnate pomoću programa Clustal W integrisanog u MEGA5 softveru (Tamura et al., 2011).

Genetičke distance analiziranih taksona su procenjene pomoću K2P (engl. *Kimura's two-parameter*) metode supstitucije baza (Kimura, 1980).

Filogenetska rekonstrukcija je urađena pomoću tri različita metoda u okviru MEGA5 softverskog paketa: metodom maksimalne parsimonije (engl. *maximum parsimony - MP*), metodom maksimalne verodostojnosti (engl. *maximum likelihood - ML*) i metodom pridruživanja susedu (engl. *neighbor joining - NJ*), sa hiljadu ponavljanja („bootstrap“). Pokazano je da je T92+G (engl. *Tamura's 3-parameter model*) za analizirani materijal najbolji model evolucije sekvenci zasnovan na kriterijumima BIC (engl. *Bayesian information criterion*) i AICc (engl. *Akaike information criterion corrected*) (Nei & Kumar, 2000) za ML metod filogenetske rekonstrukcije. Kao autgrupa (engl. *outgroup*) za analize taksona u okviru roda *Pheggomisetes* uzeta je podvrsta *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*, a za analize ostalih taksona vrsta *Remyella scaphoides* Jeannel, 1931.

## 4. REZULTATI

Prikupljene su ukupno 364 adultne jedinke (156 ♂♂ i 208 ♀♀), svrstane u četiri roda: 300 (132 ♂♂ i 168 ♀♀) jedinki pripada rodu *Pheggomisetes*, 2 (1 ♂ i 1 ♀) rodu *Curcicia*, 3 (2 ♂♂ i 1 ♀) rodu *Glabroduvalius* i 59 (21 ♂♂ i 38 ♀♀) rodu *Duvalius* (podrodu *Paraduvalius*) (Slika 8). U Tabeli 2 su prikazani podaci za svaki lokalitet.

Tabela 2. Podaci o sakupljenim jedinkama trehina analiziranim u ovoj studiji.

Naziv lokaliteta	Naziv taksona	Datum prikupljanja, broj prikupljenih jedinki, pol, legator i zbirka u kojoj se čuva prikupljeni materijal
Mandina pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) trifunovici</i> Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013	27. maj 2012, 1 ♂, leg. S. Ćurčić; 23. jun 2012, 2 ♂♂, leg. S. Ćurčić (IZFB)
Jama Golema porica	<i>Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis rtanjensis</i> Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013	29. maj 2012, 1 ♂, leg. D. Antić (IZFB); 22. septembar 2012, 2 ♂♂, leg. S. Ćurčić (IZFB)
Gornja Lenovačka pećina	<i>Glabroduvalius tupiznicensis</i> Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013	25. jun 2012, 1 ♂, leg. D. Antić (IZFB); 22. septembar 2012, 1 ♂, 1 ♀, leg. D. Antić (IZFB)
Bogovinska pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) bogovinae</i> S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014	27. maj - 07. jul 2013. (Barberove klopke), 1 ♀, leg. M. Petković (IZFB); 07. jul 2013, 2 ♂♂, leg. Đ. Marković (IZFB)
Pećinski sistem Samar	<i>Duvalius (Paraduvalius) milutini</i> S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014	25. jun - 23. septembar 2012. (Barberove klopke), 4 ♀♀, leg. S. Ćurčić & D. Antić (IZFB); 23. septembar 2012, 1 ♂, 1 ♀, leg. D. Antić (IZFB); 23. septembar - 02. decembar 2012 (Barberove klopke), 1 ♂, 2 ♀♀, leg. S. Ćurčić & D. Antić (IZFB)
Pećina Velika Atula	<i>Duvalius (Paraduvalius) beljanicae</i> S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014	18. oktobar 2007, 1 ♀, leg. S. Ognjenović (ZDP); 24. jun - 25. septembar 2012. (Barberove klopke), 1 ♀, leg. Đ. Marković & M. Petković (IZFB); 25. septembar 2012. - 27. maj 2013. (Barberove klopke), 3 ♂♂, 6

		♀♀, leg. Đ. Marković & M. Petković (IZFB)
Resavska pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) petrovici</i> S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014	27 maj - 07. jul 2013. (Barberove klopke), 2 ♀♀, leg. S. Ćurčić & D. Antić (IZFB); 07. jul - 30. septembar 2013. (Barberove klopke), 1 ♂, 6 ♀♀, leg. D. Antić & M. Petković (IZFB)
Ogorelička pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) sotirovi</i> S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014	02. decembar 2012. - 29. maj 2013. (Barberove klopke), 2 ♂♂, leg. M. Petković & Đ. Marković (IZFB)
Izviđačka pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) sp.</i>	30. septembar 2013, 1 ♀, leg. M. Petković & D. Antić (IZFB); 11. septembar 2015, 2 ♀♀, leg. S. Ćurčić & N. Vesović (IZFB)
Jama Hodžina dupka	<i>Pheggomisets globiceps ninae</i> S. Ćurčić, Schönmann, Brajković, B. Ćurčić & Tomić, 2004	26. jun - 24. septembar 2012. (Barberove klopke), 60 ♂♂, 75 ♀♀, leg. Đ. Marković & D. Dragulović (IZFB)
Petrlaška (= Velika) pećina	<i>P. globiceps ninae</i>	26. jun - 24. septembar 2012. (Barberove klopke), 9 ♂♂, 25 ♀♀, leg. D. Antić & S. Ćurčić (IZFB); 03. decembar 2012, 1 ♂, 1 ♀, leg. D. Antić & S. Ćurčić (IZFB); 19. septembar 2013, 1 ♀, leg. P. Beron (IZFB)
Jama Džemanska propast	<i>P. globiceps ninae</i>	24. septembar 2012, 2 ♀♀, leg. M. Petković & D. Dragulović (IZFB)
Pećina Tmna dupka	<i>P. globiceps ninae</i>	24. septembar 2012, 1 ♂, leg. S. Ćurčić (IZFB); 24. septembar - 03. decembar 2012. (Barberove klopke), 2 ♂♂, 10 ♀♀, leg. D. Antić & S. Ćurčić (IZFB)
Jama Propas	<i>Pheggomisetes globiceps ciniglavcensis</i> Ćurčić & Vrbica, 2017	29. maj - 08. jul 2013. (Barberove klopke), 30 ♂♂, 20 ♀♀, leg. Đ. Marković & M. Petković (IZFB)

Pećina Pež dupka	<i>Pheggomisetes serbicus serbicus</i> Ćurčić, Vrbica & Guéorguiev, 2017	11. jul - 10. oktobar 2013. (Barberove klopke), 10 ♂♂, 12 ♀♀, leg. D. Antić & M. Petković (IZFB)
Pećina Suva dupka	<i>Pheggomisetes serbicus belensis</i> Ćurčić, Vrbica & Guéorguiev, 2017	25. maj 2014, 4 ♂♂, 2 ♀♀, leg. S. Ćurčić, D. Antić & I. Petrović (IZFB); 25. maj - 05. jul 2014. (Barberove klopke), 4 ♂♂, 8 ♀♀, leg. D. Antić (IZFB)
Pećina u blizini pećine Suva dupka	<i>P. serbicus belensis</i>	25. maj - 05. jul 2014. (Barberove klopke), 1 ♀, leg. D. Antić (IZFB)
Pećina Golyamata Balabanova dupka	<i>Pheggomisetes globiceps ilandjivi</i> Guéorguiev, 1964	12. oktobar 1995, 2 ♂♂, 3 ♀♀, leg. B. Guéorguiev & V. Beshkov (NMNH); 30. maj 2015, 2 ♂♂, 3 ♀♀, leg. S. Goranov (IZFB)
Pećina Otechestvo	<i>Pheggomisetes globiceps globiceps</i> Buresch, 1925	24. maj 1959, 1 ♀, leg. A. Popov (NMNH); 16. oktobar 2016, 2 ♂♂, leg. B. Guéorguiev & S. Goranov (NMNH)
Pećina Dushnika	<i>P. globiceps globiceps</i>	10. decembar 1924, 1 ♂, leg. D. Iltchev (NMNH); 08. jul 1925, 2 ♀♀, leg. N. Radev (NMNH); 17. septembar 1943, 1 ♀, nepoznati legator (NMNH); 15. februar 1992, 1 ♂, leg. I. Pandurski (NMNH); 16. oktobar - 04. novembar 2016. (Barberove klopke), 2 ♂♂, 1 ♀, leg. B. Guéorguiev & S. Goranov (IZFB)
Pećina Ledenika	<i>Pheggomisetes buresi</i> (Knirsch, 1923)	19. jul 1963, 1 ♂, leg. E. Pretner (IZFB)
Zlotska (= Lazareva) pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi georgevitchi</i> (Jeannel, 1923)	29. maj 2012, 1 ♂, 2 ♀♀, leg. D. Antić (IZFB); 01. decembar 2012, 3 ♀♀, leg. D. Antić & M. Petković (IZFB)
Prekonoška pećina	<i>Curcicia bolei</i> (Pretner, 1963)	11. maj 2004, 1 ♀, leg. D. Pavićević (ZDP); 28. maj 2013, 1 ♂, leg. Đ. Marković (IZFB)
Pećina Vernjikica	<i>D. (P.) stankovitchi georgevitchi</i>	25. oktobar 1996, 1 ♀, nepoznati legator (IZFB); 29. maj 2012, 2 ♂♂, 1 ♀, leg. S. Ćurčić & D. Stojanović

		(IZFB); 23. jun 2012, 1 ♂, 1 ♀, leg. S. Ćurčić & D. Antić (IZFB)
Devojačka pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi devojensis</i> (Jeannel, 1923)	29. maj 2012, 1 ♀, leg. S. Ćurčić & D. Antić (IZFB)
Pećina Ravna peć	<i>Duvalius (Paraduvalius) winkleri</i> (Jeannel, 1923)	23. septembar 2012, 1 ♂, leg. Đ. Marković & S. Ćurčić (IZFB)
Pećina Provalija (= Cerjanska pećina)	<i>Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis provalijae</i> Pavićević, Zatezalo & Popović, 2016	11. novembar 2011. - 05. jul 2012. (Barberove klopke), 1 ♀, leg. S. Ognjenović (ZDP)
Ravanička pećina	<i>Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi stankovitchi</i> (Jeannel, 1923)	23. jun - 22. septembar 2012. (Barberove klopke), 1 ♀, leg. S. Ćurčić (IZFB)

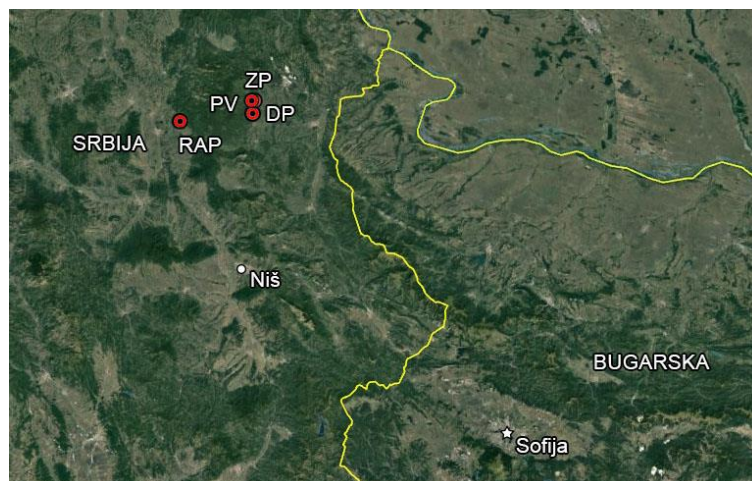
#### 4.1. Taksoni troglobiontnih trčuljaka iz istočne i jugoistočne Srbije opisani od strane drugih autora

##### 4.1.1. *Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi* (Jeannel, 1923)

Ova vrsta obuhvata tri podvrste: *Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi georgevitchi* (Jeannel, 1923), *Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi devojensis* (Jeannel, 1923) i *Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi stankovitchi* (Jeannel, 1923) (Jeannel 1923, 1928).

**Etimologija** – Vrsta je dobila naziv po istaknutom srpskom biologu, Siniši Stankoviću.

**Distribucija** – Ravanička pećina, selo Senje, okolina Ćuprije, Kučajske planine, istočna Srbija [tipski lokalitet podvrste *D. (P.) stankovitchi stankovitchi*]; Zlotska (= Lazareva) pećina, selo Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija [tipski lokalitet podvrste *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*]; pećina Vernjikica, selo Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija [lokalitet na kome je takođe nađena podvrsta *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*] i Devojačka pećina, selo Podgorac, okolina Boljevca, Kučajske planine, istočna Srbija [tipski lokalitet podvrste *D. (P.) stankovitchi devojensis*] (Slika 14).



Slika 14. Distribucija vrste *D. (P.) stankovitchi*: geografski položaj Zlotske (= Lazareve) pećine (ZP), tipskog lokaliteta podvrste *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*; geografski položaj pećine Vernjikice (PV), u kojoj je podvrsta *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* takođe pronađena; geografski položaj Devojačke pećine (DP), tipskog lokaliteta podvrste *D. (P.) stankovitchi devojensis*; geografski položaj Ravaničke pećine (RAP), tipskog lokaliteta podvrste *D. (P.) stankovitchi stankovitchi*.

**Opis** – Telo je dužine OG 5-6,2 mm, crvenkaste boje, izduženo, prekriveno dugim i gustim dlakama. Glava je izdužena, oči su varijabilnog oblika. Obrazi su prekriveni kratkim i finim dlačicama. Antene su dugačke, većinom dosežu do sredine elitri.

Pronotum je srolikog oblika, jednake dužine i širine, jako sužen pri osnovi, sa bočnim ivicama zaobljenim u prednjem i jako sinusoidnim u zadnjem delu. Marginalni pronotalni žlebovi su veoma uski.

Elitre su ovalne, izdužene, blago konveksne, malo više od dva puta veće dužine od širine, sa zakrivljenim bočnim ivicama i tupim vrhom. Rameni deo je veoma zaobljen i podignut. Strije su sa jako istačkane. Četiri unutrašnje strije su kompletne, a ostale su prisutne samo u vidu redova tačaka. Unutrašnje interstrije su donekle konveksne.

Noge su duge i tanke. Prednje tibije imaju slabo izraženu fisuru.

Prva elitralna diskalna pora se nalazi iza prednje četvrtine elitri, na četvrtoj interstriji, a druga pora je dosta iza sredine elitri. Muški kopulatorni organ je veliki, izdužen, naglo savijen oko bazalne trećine, a nakon toga prav. Vrh medijalnog lobusa je sužen i u vidu kljuna blago savijen nadole. U unutrašnjoj vrećici se nalazi kopulatorni



deo, koji je dugačak, robustan i prav, sa šupljinom u vidu žleba, skoro simetričan, sa tupim i jednostavnim vrhom (Jeannel, 1928).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) stankovitchi* je upoređena sa svojim najbližim srodnicima iz podzemnih staništa u istočnoj Srbiji. To su vrste *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) petrovici*. Sve morfološke razlike između *D. (P.) stankovitchi* i navedenih srodnih vrsta date su u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) trifunovici*, dijagnoza *D. (P.) bogovinae*, dijagnoza *D. (P.) beljanicae* i dijagnoza *D. (P.) petrovici*] (Jeannel, 1923, 1928; Vrbica et al., 2013; Ćurčić et al., 2014a, 2014b).

#### 4.1.1.1. Molekularne analize vrste *D. (P.) stankovitchi*

Molekularnim analizama su obuhvaćene dve od tri podvrste u okviru vrste *D. (P.) stankovitchi*: *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) stankovitchi devojensis*. I nakon nekoliko ponovljenih ekstrakcija i PCR-a, uzorak koji pripada podvrsti *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* nije se video na gelu.

Na filogenetskim stablima dobijenim NJ i MP metodama analizirani predstavnici vrste *D. (P.) stankovitchi* grupisani su sa vrstom *D. (P.) trifunovici* sa velikom bootstrap podrškom, a *D. (P.) sp.* je sestriński takson ovoj kladi. Genetičke distance između vrste *D. (P.) stankovitchi* i ostalih predstavnika podroda *Paraduvallius* (rod *Duvalius*) su između 0,2% [između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) trifunovici*] i 5,9% [između *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *D. (P.) milutini*]. Genetičke distance između *D. (P.) stankovitchi* i *G. tupiznicensis* su  $\geq 5,5\%$ , a između *D. (P.) stankovitchi* i *C. bolei*  $\geq 20,5\%$ .

#### 4.1.2. *Duvalius (Paraduvallius) stankovitchi georgevitchi* (Jeannel, 1923)

Prikupljeno je ukupno 12 jedinki (4 ♂♂ i 8 ♀♀) na dva lokaliteta - Zlotska (= Lazareva) pećina i pećina Vernjikica (Tabela 2).

**Etimologija** – Podvrsta je dobila naziv po akademiku prof. dr Živojinu Đorđeviću, poznatom srpskom zoologu i osnivaču Zoološkog zavoda, sadašnjeg Instituta za zoologiju Univerziteta u Beogradu - Biološkog fakulteta.

**Opis** – Dužina tela je OG 5,5-6,2 mm. Telo je crvenkaste boje, izduženo, ne mnogo sjajno.

Glava je prilično veće dužine od širine. Obrazi su pravilno konveksni. Frontalne brazde su kompletne, duboke, dugačke i subparalelne u prednjem delu. Oči su prisutne u vidu eliptičnih beličastih mrlja, jako velike, sa malo crnog pigmenta po ivicama. Antene su dugačke i tanke, dosežu skoro do dve trećine dužine elitri. 2. antenomera je mnogo kraća od 4. antenomere. 8. i 9. antenomera su četiri puta veće dužine od širine.

Pronotum je srcolikog oblika, veće dužine od širine, malo širi od glave. Najširi je oko prednje trećine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je konkavna. Prednji pronotalni uglovi su istureni napred. Bočne pronotalne ivice su blago proširene u prednjem delu, pravilno zaobljene od prednjih uglova do bazalne petine, pa se zatim ispravljaju (nisu sinusoidne), tako da ostaju konvergentne pri osnovi pronotuma. Zadnji pronotalni uglovi su skoro pravi i nisu istureni ka spolja. Osnova pronotuma je prava. Pronotalni disk je blago konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su široki.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, veoma široke i jasno proširene posle sredine, više od dva puta veće dužine od širine. Humeralni deo je zaobljen, podignut. Strije su cele, tačkaste. Interstrije su plitke, blago konveksne.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje plitku uzdužnu fisuru.

Hetotaksija: Sete su pozicionirane kao kod podvrste *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* (videti potpoglavlje 4.1.3.), s tim što je apikalna seta elitri mnogo udaljenija od ivice vrha elitri nego od suture.

Oblik edeagusa je isti kao kod *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* (videti potpoglavlje 4.1.3.).

**Dijagnoza** – *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* po dužini tela (5,5-6,2 mm vs. 5 mm), prisustvu/odsustvu očiju (oči su prisutne u vidu eliptičnih beličastih mrlja, prilično velike, sa malo crnog pigmenta po ivicama vs. oči odsustvuju, a umesto njih su prisutni mali, pravolinijski, kosi ostaci očiju), obliku pronotuma (manje sužen pri bazi vs. više sužen pri bazi), obliku zadnjih pronotalnih uglova (skoro pravi, nisu istureni ka spolja vs. oštrougli, istureni ka spolja),

obliku humeralnog dela (više podignut *vs.* manje podignut) i debljini edeagusa (deblji *vs.* tanji) (Jeannel, 1923, 1928).

*D. (P.) stankovitchi georgevitchi* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi devojensis* po obliku tela (manje izduženo *vs.* više izduženo), debljini antena (tanje *vs.* deblje), obliku očiju (oči su u vidu eliptičnih beličastih mrlja, prilično velike, sa malo crnog pigmenta po ivicama *vs.* oči su atrofirane, u vidu pravolinijskih, kosih ostataka očiju, bez tragova pigmenta), obliku bočnih pronotalnih ivica u prednjem delu (manje zaobljene *vs.* više zaobljene), obliku elitri (ovalnog oblika, jasno proširene posle sredine *vs.* više paralelne, nisu proširene posle sredine) (Jeannel, 1923, 1928).

#### 4.1.2.1. Molekularne analize podvrste *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*

Na stablima dobijenim NJ i MP metodama (Slike 32 i 33) se može videti da je takson *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* grupisan sa *D. (P.) trifunovici* i *D. (P.) stankovitchi devojensis* u jednoj kladi sa velikom bootstrap podrškom.

Genetička distanca između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) stankovitchi devojensis* je 0,2%. Distance između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i ostalih predstavnika podroda *Paradualius* (rod *Duvalius*) su između 0,2% [između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) trifunovici*] i 5,7% [između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) milutini*]. Distanca između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *G. tupiznicensis* je 5,5%, a između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *C. bolei* je 20,5% (Tabela 3).

#### 4.1.3. *Duvalius (Paradualius) stankovitchi stankovitchi* (Jeannel, 1923)

Prikupljena je 1 jedinka (1 ♀) na jednom lokalitetu - Ravanička pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Podvrsta je dobila naziv po istaknutom srpskom biologu, akademiku Siniši Stankoviću.

**Opis** – Dužina tela je 5 mm. Telo je braon boje, svetlo, ne mnogo sjajno. Obrazi imaju kratke dlake usmerene ka napred; pronotum ima duže dlake savijene unazad; dlake na elitrama su tanje, ravnomerno raspoređene po celoj površini.

Glava je ovalnog oblika, malo veće dužine od širine. Frontalne brazde su kompletne, lučnog oblika. Obrazi su pravilno konveksni. Oči odsustvuju, a umesto njih su prisutni mali, pravolinijski, kosi ostaci očiju. Antene malo prelaze sredinu elitri. 2. antenomera je kraća od 4. antenomere. 8. i 9. antenomera su oko tri puta veće dužine od širine.

Pronotum je jednake dužine i širine, srolikog oblika, jedva širi od glave. Najširi je oko prednje četvrtine svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednji pronotalni uglovi su istureni napred. Bočne pronotalne ivice su veoma zaobljene u prednjem delu i sinusoidne u zadnjoj četvrtini, pa se ispravljaju. Zadnji pronotalni uglovi su oštri i istureni ka spolja. Osnova pronotuma je prava. Pronotalni disk je blago konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su široki.

Elitre su ovalnog oblika, izdužene, blago konveksne, malo više od dva puta veće dužine od širine, najšire oko sredine. Bočne ivice elitri su pravilno zaokružene. Humeralni deo je prilično zaobljen. Vrh elitri je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i nisu prošireni u humeralnom delu. Strije su cele i jako tačkaste. Spoljašnje strije su malo pliće, a interstrije su blago konveksne.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje plitku, ali jasno izraženu uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Pronotum ima dva para seta. Prvi par seta se nalazi u prednjoj četvrtini dužine pronotuma, a drugi par neposredno ispred zadnjih pronotalnih uglova. Poslednje dve sete humeralne umbilikalne serije nalaze se u marginalnom žlebu. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na četvrtoj interstriji, malo iza prednje četvrtine dužine elitri. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, malo iza središnjeg nivoa elitri. Apikalna seta na zadnjem delu druge strije je skoro podjednako udaljena od suture i ivice vrha elitri.

Edeagus je veliki i izdužen. Oko svoje bazalne trećine je snažno savijen nadole, a nakon toga je potpuno prav. Kopulatorni deo je prav i dugačak kao dve trećine dužine edeagusa (Jeannel, 1923).

**Dijagnoza** – Sve važne morfološke razlike između *D. (P.) stankovitchi* *stankovitchi* i *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* su navedene u poglavlju 4.1.2.

*D. (P.) stankovitchi stankovitchi* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi devojensis* po dužini tela (5 mm vs. 5,5-6,2 mm), obliku pronotuma (više sužen pri bazi vs. manje sužen pri bazi), obliku zadnjih pronotalnih uglova (oštri i istureni ka spolja vs. skoro pravi i nisu istureni ka spolja) i debljini edeagusa (tanji vs. deblji) (Jeannel, 1923, 1928).

#### 4.1.4. *Duvalius (Paraduvalius) stankovitchi devojensis* (Jeannel, 1923)

Prikupljena je 1 jedinka (1 ♀) na jednom lokalitetu - Devojačka pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Podvrsta je dobila naziv po Devojačkoj pećini, svom tipskom lokalitetu.

**Opis** – Telo je izduženo, dužine oko 5,5 mm. Izražena je dlakavost obraza. Oči su atrofirane, u vidu pravolinijskih, kosih ostataka očiju, bez tragova pigmenta. Antene su relativno debele. 8. i 9. antenomera su tri puta veće dužine od širine.

Bočne ivice pronotuma su zaobljene u prednjoj polovini, blago sinusoidne u zadnjem delu, sužene ka bazi.

Elitre su eliptične, tri puta veće dužine od širine, subparalelnih ivica, nisu proširene posle sredine, humeralni deo nije mnogo istaknut.

Ostale odlike su kao kod *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* (videti potpoglavlje 4.1.2.).

**Dijagnoza** – Sve važne morfološke razlike između *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* su navedene u poglavljima 4.1.2. i 4.1.3.

##### 4.1.4.1. Molekularne analize podvrste *D. (P.) stankovitchi devojensis*

Položaj podvrste *D. (P.) stankovitchi devojensis* na filogenetskim stablima dobijenim NJ i MP metodama opisan je u poglavlju 4.1.2.1. i dat je na Slikama 32 i 33.

Genetička distanca između *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* je 0,2%. Distance između *D. (P.) stankovitchi devojensis* i ostalih predstavnika podroda *Paraduvalius* (rod *Duvalius*) su između 0,3% [između *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *D. (P.) trifunovici*] i 5,9% [između *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *D. (P.) milutini*]. Distanca između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *G.*

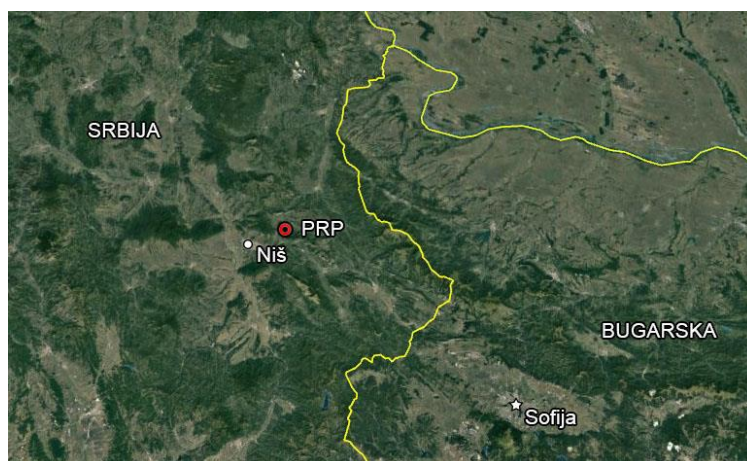
*tupiznicensis* je 5,7%, a između *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *C. bolei* je 20,7% (Tabela 3).

#### 4.1.5. *Duvalius (Paraduvalius) winkleri* (Jeannel, 1923)

Prikupljena je 1 jedinka (1 ♂) na jednom lokalitetu - Pećina Ravna peć (Tabela 2).

**Etimologija** – Vrsta je dobila naziv po istaknutom austrijskom koleopterologu, Albertu Winkleru (Albert Winkler).

**Distribucija** – pećina Ravna peć, selo Prekonoga, okolina Svrližga, Svrližiške planine, jugoistočna Srbija (Slika 15). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 15. Geografski položaj pećine Ravna peć (PRP), tipskog lokaliteta vrste *D. (P.) winkleri*.

**Opis** – Dužina tela je S 4,2 mm. Površina tela je sjajna. Teme i obrazi su prekriveni dlakama; elitre imaju vrlo kratke i retke dlake; pronotum je gladak.

Glava je mala i zaobljena, sa prilično konveksnim obrazima. Svako oko je u vidu izduženog, beličastog prstena, bez tragova pigmenta. Antene su debele, dosežu skoro do sredine elitri.

Pronotum je srolikog oblika, jednake dužine i širine, blago sužen pri osnovi. Bočne ivice pronotuma su pravilno zaobljene, blago proširene u prednjem i sinusoidne u zadnjem delu. Zadnji uglovi pronotuma su špicasti i istureni ka spolja, pod uglom manjim od 90°.

Elitre su ovalne, sa jako istaknutim ramenim delom. Prve tri strije su veoma izražene, tačkaste, s tim da tačke nisu vidljive u osnovi i pri vrhu strija. Spoljašnje strije nisu izražene, ali su vidljive.

Noge su kratke, ali vitke. Uzdužna fisura na prednjim tibijama je plitka, ali jasno vidljiva.

Hetotaksija je kao kod *D. (P.) stankovitchi*, s tim da je prva elitralna diskalna seta mnogo bliža osnovi elitri, u prednjoj petini dužine elitri, ispred nivoa treće umbilikalne sete.

Edeagus je krupan, izdužen, veoma savijen nadole, sa zaobljenim vrhom. Prednji deo edeagusa je proširen i savijen na levo. Kopulatorni deo je trouglastog oblika, a njegov vršni deo čine brojni trnovi (Jeannel 1923, 1928).

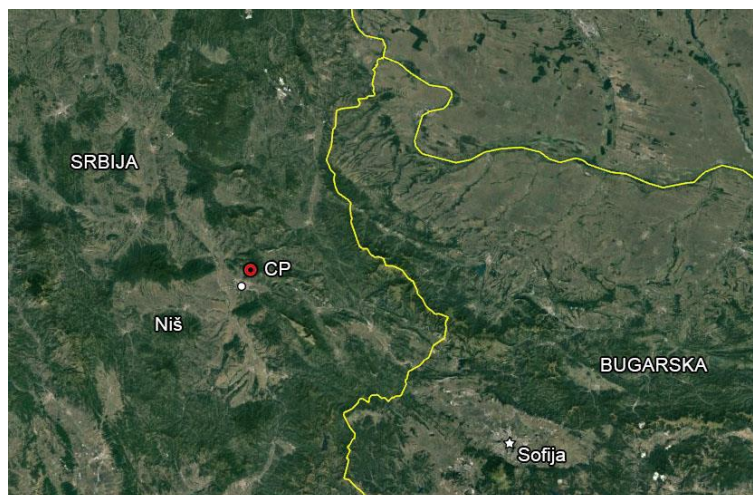
**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) winkleri* je upoređena sa svojim najbližim srodnicima iz podzemnih staništa u istočnoj i jugoistočnoj Srbiji. To su vrste *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) milutini* i *D. (P.) sotirovi*. Sve morfološke razlike između *D. (P.) winkleri* i navedenih srodnih vrsta date su u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) rtanjensis*, dijagnoza *D. (P.) milutini* i dijagnoza *D. (P.) sotirovi*] (Jeannel, 1923, 1928; Vrbica et al., 2013, Ćurčić et al., 2014a, 2014b).

#### 4.1.6. *Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis provalijae* Pavićević, Zatezalo & Popović, 2016

Prikupljena je 1 jedinka (1 ♀) na jednom lokalitetu - Pećina Provalija (= Cerjanska pećina) (Tabela 2).

**Etimologija** – Podvrsta je dobila naziv po tipskom lokalitetu, pećini Provalija (= Cerjanska pećina).

**Distribucija** – Pećina Provalija (= Cerjanska pećina), selo Cerje, okolina Niša, planina Kalafat, jugoistočna Srbija (Slika 16). Podvrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 16. Geografski položaj pećine Provalije (= Cerjanske pećine) (CP), tipskog lokaliteta podvrste *D. (P.) rtanjensis provalijae*.

**Opis** – Telo je srednje veličine, dužine OG 4,4-4,8 mm, depigmentisano, svetlo braon boje, prekriveno dlakama prosečne dužine. Oči su redukovane, veličine OG 0,08-0,12 mm, sočivastog oblika, sa zatamnjenom ivicom. Sačinjene su od četiri do pet depigmentisanih omatidija. Pronotum je mali, srcolikog oblika, najširi na prednjoj trećini. Edeagus je srednje veličine (dužine 0,84 mm), savijen pri vrhu. Ženske genitalije su bez specifičnih karakteristika (Pavićević et al., 2016).

**Dijagnoza** – Podvrsta *D. (P.) rtanjensis provalijae* je upoređena sa *D. (P.) rtanjensis rtanjensis*, nominalnom podvrstom vrste *D. (P.) rtanjensis*. Od nje se razlikuje po manjoj prosečnoj dužini tela, slabo zaobljenim obrazima, kraćim antenama, jače zaobljenim pronotumom u prednjoj trećini i kraćim elitrama (Pavićević et al., 2016).

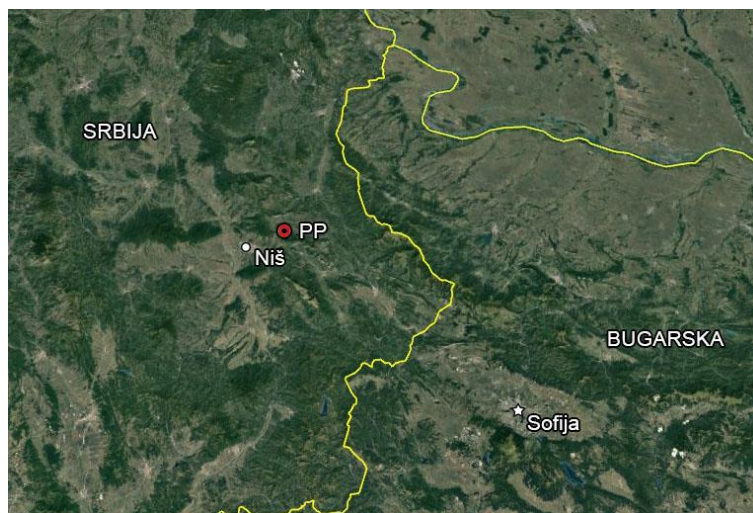
#### 4.1.7. *Curcicia* Ćurčić & Brajković, 2003

Ovaj rod je monotipski, tj. obuhvata za sada jedinu poznatu vrstu – *C. bolei* (Ćurčić & Brajković, 2003).

**Etimologija** – Rod je nazvan po prof. dr Božidaru Ćurčiću, istaknutom srpskom prirodnjaku i biospeleologu.

**Distribucija** – Prekonoška pećina, selo Prekonoga, okolina Svrljiga, Svrljiške planine, jugoistočna Srbija (Slika 17). Rod je za sada konstatovan samo na tipskom lokalitetu.





Slika 17. Geografski položaj Prekonoške pećine (PP), tipskog lokaliteta roda *Curcicia*.

**Opis** – Opis ovoga roda je dat u potpoglavlju 1.5.

**Dijagnoza** – Dijagnoza ovoga roda data je u publikaciji Ćurčić & Brajković (2003), gde je upoređen sa najsirodnijim taksonima: rodovima *Duvalius* (posebno upoređen sa podrodom *Paraduvalius*), *Serboduvalius*, *Rascioduvalius*, *Javorella* i podrodom *Paraduvalius*. Od roda *Duvalius* razlikuje se po obliku tela, obliku glave, poziciji humeralnih seta i obliku edeagusa i kopulatornog dela. Od podroda *Paraduvalius* razlikuje se po obliku tela, prisustvu/odsustvu dlaka na telu, obliku glave, poziciji humeralnih seta elitri, različitom položaju humeralnih i medijalnih seta umbilikalne serije, obliku tarzusa i obliku genitalnih struktura. Od roda *Serboduvalius* razlikuje se po obliku glave, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku humeralnog dela elitri, broju elitralnih diskalnih seta, odnosu dužine i širine prve protarzomere mužjaka, prisustvu/odsustvu uzdužne fisure na prednjim tibijama i obliku edeagusa i kopulatornog dela. Od roda *Rascioduvalius* razlikuje se po obliku glave, prisustvu/odsustvu dlaka na obrazima, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku humeralnog dela elitri, poziciji humeralnih seta, prisustvu/odsustvu uzdužne fisure na prednjim tibijama i obliku genitalija. Od roda *Javorella* razlikuje se po obliku glave, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku humeralnog dela elitri, poziciji humeralnih seta, prisustvu/odsustvu uzdužne fisure na prednjim tibijama i obliku genitalija (Jeannel, 1928; Pretner, 1963; Ćurčić et al., 2001, 2003a, 2003b; Ćurčić & Brajković, 2003).

#### 4.1.8. *Curcicia bolei* (Pretner, 1963)

Prikupljena je 1 jedinka (1 ♀) na jednom lokalitetu - Prekonoška pećina (Tabela 2).

**Opis** – Opis ove vrste je dat u potpoglavlju 1.5.

**Dijagnoza** – Ovo je jedina vrsta ovoga roda do sada, tako da nije moguće poređenje sa srodnim vrstama.

##### 4.1.8.1. Molekularne analize vrste *C. bolei*

Nakon urađenih molekularnih analiza, na filogenetskim stablima dobijenim NJ i MP metodama, može se videti da se vrsta *C. bolei* jasno izdvaja od svih ostalih analiziranih taksona (Slike 32 i 33).

Genetičke distance između vrste *C. bolei* i svih analiziranih predstavnika podroda *Paraduvallius* su između 20% [između *C. bolei* i *D. (P.) rtanjensis*] i 20,7% [između *C. bolei* i *D. (P.) stankovitchi devojensis* i *C. bolei* i *D. (P.) trifunovici*]. Genetička distanca između vrsta *C. bolei* i *G. tupiznicensis* je 20,9% (Tabela 3).

Za detaljnije rezultate molekularnih analiza ove vrste videti potpoglavlje 4.2.1.2.

## 4.2. Taksoni troglobiontnih trčuljaka iz istočne i jugoistočne Srbije opisani od strane autora

### 4.2.1. *Duvalius* Delarouzée, 1859 (podrod *Paraduvallius* Knirsch, 1924)

#### 4.2.1.1. Taksonomsko-morfološke analize podroda *Paraduvallius* (rod *Duvalius*)

Dorzalni prikazi habitusa (Slike 19A, 21A, 23A, 25A, 27A, 29A i 31A) i različiti prikazi genitalnih i drugih anatomskih struktura mužjaka i ženki (Slike 19B-D, 21B-D, 23B-E, 25B-E, 27B-E, 29B-E i 31B-D) dobijeni su putem klasične svetlosne mikroskopije.

U daljem tekstu dati su podaci o etimologiji, distribuciji i važnim morfološkim karakteristikama taksona koji su opisani od strane autora (navedeno u okviru opisa i dijagnoza) navedenog podroda.

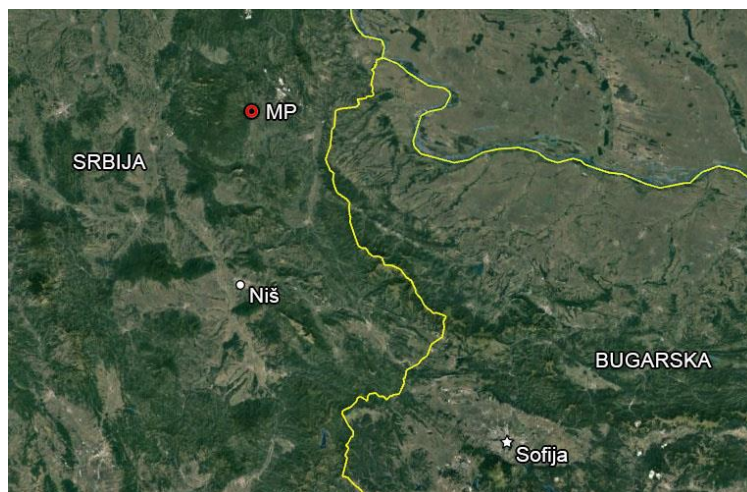
***Duvalius (Paraduvalius) trifunovici* Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013**

(Slike 19A-D)

Prikupljene su ukupno 3 jedinke (3 ♂♂) na jednom lokalitetu - Mandina pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po Zvonku Trifunoviću, predsedniku kluba ekstremnih sportova „Rock and Ice“ iz Bora.

**Distribucija** – Mandina pećina, selo Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija (Slika 18). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 18. Geografski položaj Mandine pećine (MP), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) trifunovici*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 19A. Telo je srednje veličine, izduženo, prekriveno dlakama prosečne dužine. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 4,47-4,94 mm. Boja tela je crvenkasta-braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

Glava je krupna, zaobljena, malo veće širine od dužine. Frontalne brazde su lučnog oblika, duboke i kompletne. Obrazi su konveksni i prekriveni dlakama, za razliku od ostatka glave, koji je gladak. Oči su redukovane, male, sočivastog oblika, dužine 0,12 mm

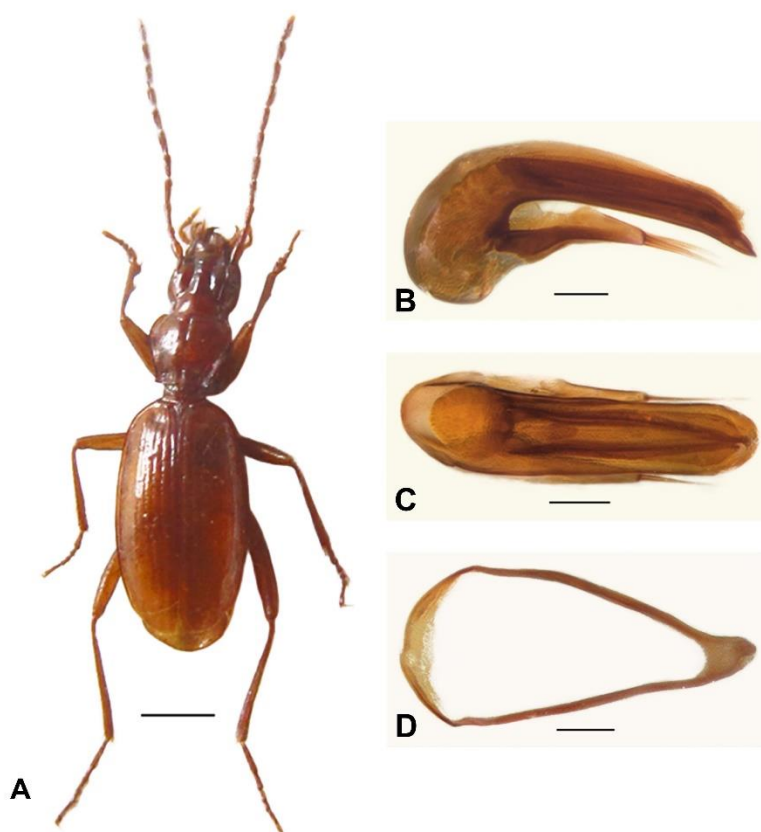
i širine 0,06 mm. Sačinjene su od 15 do 20 depigmentisanih omatidija. Ivica oka je zatamnjena. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, malo prelaze sredinu elitri. 2. antenomera je kraća od 4. antenomere. 9. antenomera je oko tri puta veće dužine od širine.

Pronotum je mali, širine veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je oko prednje četvrtine svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je blago konkavna. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem delu i relativno konkavne u zadnjem delu. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom nešto većim od 90°. Osnova pronotuma je uglavnom prava. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,69 puta veće dužine od širine, najšire malo iza središnjeg nivoa. Rameni deo je zaobljen, blago podignut. Elitralni vrh je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i duboki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve tri unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Spoljašnje strije su prisutne u formi više ili manje izraženih redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par je lociran u prednjoj trećini dužine pronotuma, a drugi par na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak između seta humeralne grupe je između druge i treće sete, a najmanji između treće i četvrte sete. Druga seta se nalazi odmah uz marginalni žleb. Prva, treća i četvrta seta su udaljene od žleba, s tim što je prva najbliža žlebu, a četvrta najudaljenija od njega. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, oko prednje četvrtine dužine elitri, u nivou četvrte humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, nešto iza sredine elitri (Vrbica et al., 2013).



Slika 19. *Duvalius (Paraduvalius) trifunovici*. Mužjak HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); edeagus (bočni prikaz) (B); edeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Skale: 1 mm (A) i 0,2 mm (B-D).

Edeagus je srednje veličine (Slike 19B i 19C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i imaju svaka po četiri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 19B): edeagus formira maltene prav ugao nešto posle bazalne trećine, zatim je skoro prav; medijalni lobus je blago zakrivljen, zatim prav, postepeno se sužava ka vrhu, a pri vrhu je naglo sužen; vrh je zaravnjen; bazalni bulbus je krupan i zaobljen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 19C): medijalni lobus je prav, sa zaobljenim vrhom; edeagus subapikalno ima veoma blago dorzalno proširenje, a zatim se sužava ka vrhu; kopulatorni deo je dugačak skoro kao dve trećine dužine edeagusa, jako je hitinizovan, u obliku žleba, unifidan, sa zašiljenim vrhom.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je izdužen, trouglast i malo duži od edeagusa (Slika 19D).

Ženske genitalije nisu poznate, pošto ženke nisu nađene (Vrbica et al., 2013).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) trifunovici* je upoređena sa najbližim srodnicima iz podzemnih staništa u istočnoj Srbiji - *D. (P.) stankovitchi*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) petrovici*.

*D. (P.) trifunovici* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, odnosu dužine i širine pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, odnosu dužine i širine elitri, broju izraženih elitralnih strija, položaju prvog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Vrbica et al., 2013).

Sve važne morfološke razlike između *D. (P.) trifunovici* i navedenih srodnih vrsta su prikazane u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) bogovinae*, dijagnoza *D. (P.) beljanicae* i dijagnoza *D. (P.) petrovici*] (Ćurčić et al., 2014a, 2014b).

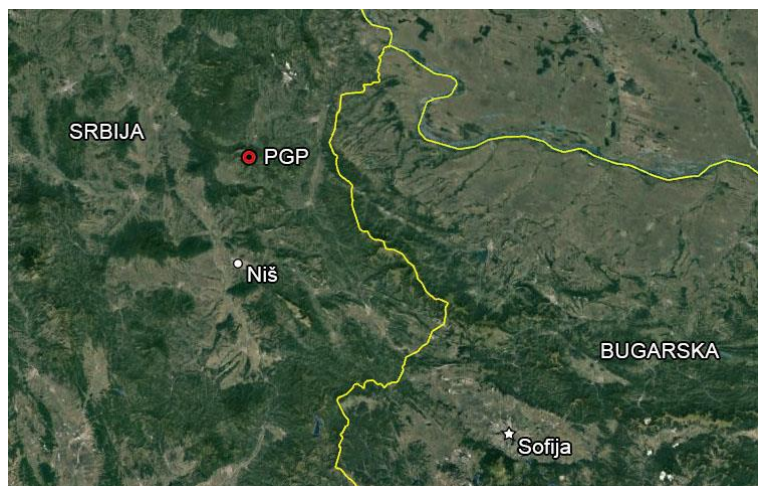
***Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis* Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013**

(Slike 21A-D)

Prikupljene su ukupno 3 jedinke (3 ♂♂) na jednom lokalitetu - Jama Golema porica (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po planini Rtanj, na kojoj se nalazi njen tipski lokalitet.

**Distribucija** – Jama Golema porica, planina Rtanj, istočna Srbija (Slika 20) i pećina Provalija (= Cerjanska pećina), selo Cerje, okolina Niša, planina Kalafat, jugoistočna Srbija.



Slika 20. Geografski položaj jame Golema porica (PGP), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 21A. Telo je srednje veličine, izduženo, prekriveno dlakama prosečne dužine. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 4,29-4,41 mm. Boja tela je svetla braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

Glava je krupna, zaobljena, malo veće širine od dužine. Frontalne brazde su lučnog oblika, duboke i kompletne. Obrazi su zaobljeni, prekriveni sitnim dlakama. Oči su redukovane, male, sočivastog oblika, sa zatamnjenom ivicom, duge 0,10 mm i široke 0,03 mm. Svako oko sačinjeno je od šest do osam depigmentisanih omatidija. Prednja ivica oka je konveksna, a zadnja zaravnjena. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, dosežu skoro do sredine elitri. 2. antenomera je kraća od 4. antenomere. 9. antenomera je oko tri puta veće dužine od širine.

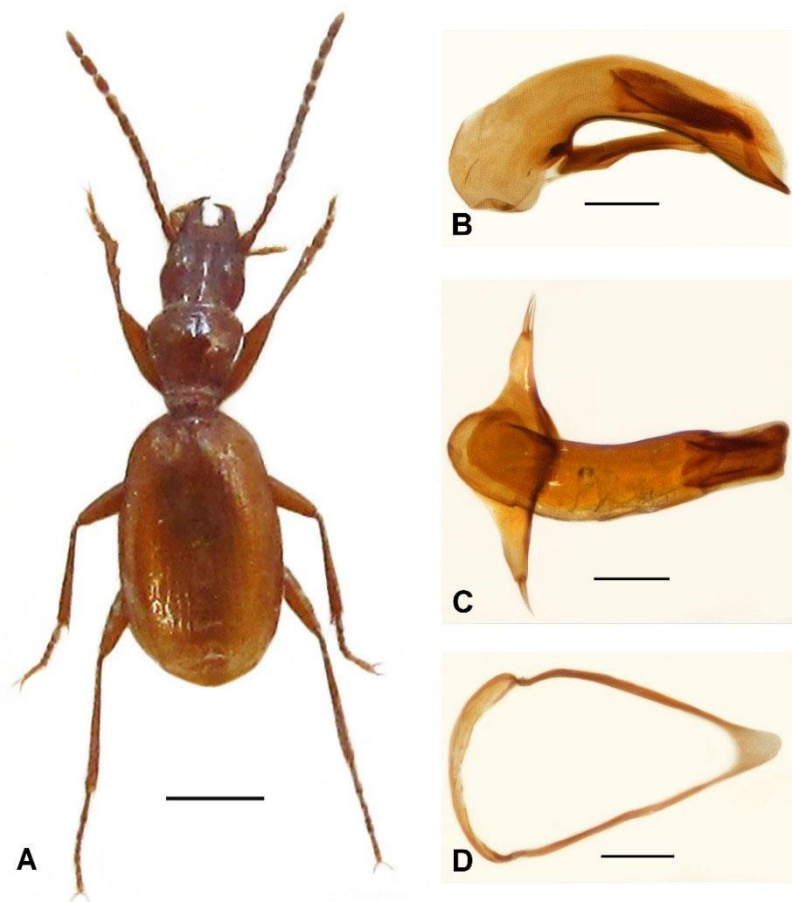
Pronotum je mali, širine veće od dužine, srolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je u prednjoj trećini svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je blago konkavna. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem i relativno konkavne u zadnjem delu. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, skoro pod pravim uglom. Osnova pronotuma je blago konkavna u sredini. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,73 puta veće dužine od širine, najšire malo iza središnjeg nivoa. Rameni deo je pod tupim uglom i spušten. Vrh elitri je zaobljen. Marginalni žlebovi su uski i duboki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve tri unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Četvrta strija je nekompletna, dok su ostale prisutne samo u vidu redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par seta je lociran oko prednje četvrtine dužine pronotuma, a drugi par je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Humeralne sete su podjednako udaljene jedna od druge. Prva i druga humeralna seta se nalaze na ivici marginalnog žleba, dok su treća i četvrta seta malo udaljene od žleba, s tim što je četvrta seta malo udaljenija od žleba u odnosu na treću. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi oko prednje petine dužine elitri, na trećoj striji, u nivou druge humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, malo iza središnjeg nivoa elitri (Vrbica et al., 2013).





Slika 21. *Duvalius (Paraduvalius) rtanjensis*. Mužjak HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); edeagus (bočni prikaz) (B); edeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Skale: 1 mm (A) i 0,2 mm (B-D).

Edeagus je srednje veličine (Slike 21B i 21C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i svaka ima po četiri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 21B): edeagus je pravilno savijen, blago konveksan dorzalno u središnjem delu; medijalni lobus se u subapikalnom delu naglo sužava do vrha; vrh je oštar; bazalni bulbus je srednje veličine i zaobljen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 21C): edeagus je blago savijen ulevo; medijalni lobus se postepeno sužava pri vrhu; vrh je zaobljen; kopulatorni deo je kratak, malo kraći od polovine dužine edeagusa, snažno hitinizovan, oblika žleba, bifidan.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je trouglast, skoro jednake dužine kao edeagus (Slika 21D).

Ženske genitalije nisu poznate, pošto ženke nisu nađene (Vrbica et al., 2013).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) rtanjensis* je upoređena sa svojim najbližim srodnicima iz podzemnih staništa u jugoistočnoj Srbiji - *D. (P.) winkleri*, *D. (P.) milutini* i *D. (P.) sotirovi*.

*D. (P.) rtanjensis* se razlikuje od *D. (P.) winkleri* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, obliku očiju, odnosu dužine i širine pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku osnove pronotuma, prisustvu/odsustvu dlaka na pronotumu, odnosu dužine i širine elitri, obliku humeralnog dela elitri, položaju humeralnih seta, položaju drugog para elitralnih diskalnih seta, odnosu dužine nogu i dužine tela, veličini i obliku edeagusa i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Vrbica et al., 2013).

Uočene morfološke razlike između *D. (P.) rtanjensis* i *D. (P.) milutini*, kao i između *D. (P.) rtanjensis* i *D. (P.) sotirovi* su navedene u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) milutini* i dijagnoza *D. (P.) sotirovi*] (Ćurčić et al., 2014a, 2014b).

***Duvalius (Paraduvalius) bogovinae* S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014**

(Slike 23A-E)

Prikupljene su ukupno 3 jedinke (2 ♂♂ i 1 ♀) na jednom lokalitetu - Bogovinska pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po selu Bogovina, gde se nalazi njen tipski lokalitet.

**Distribucija** – Bogovinska pećina, selo Bogovina, okolina Boljevca, Kučajske Planine, istočna Srbija (Slika 22). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 22. Geografski položaj Bogovinske pećine (BP), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) bogovinae*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 23A. Telo je srednje veličine, izduženo, prekriveno dlakama prosečne dužine. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 4,43-4,59 mm. Boja tela je crvenkasta-braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

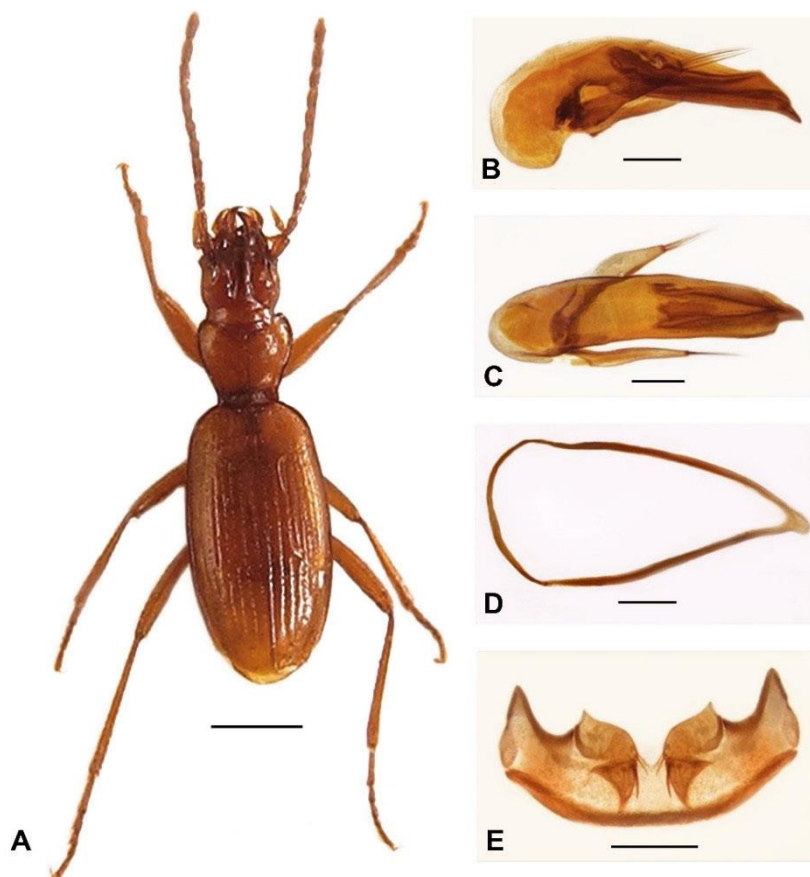
Glava je krupna, zaobljena, malo šira nego što je duga. Frontalne brazde su lučnog oblika, kompletne i duboke, malo dublje u prednjoj trećini svoje dužine. Glava je prekrivena sitnim, retkim dlakama. Obrazi su konveksni. Oči su atrofirane, svako sa dve ili tri depigmentisane omatidije; u ređim slučajevima oči su vidljive, sočivastog oblika, sa do devet depigmentisanih omatidija, duge 0,08 mm i široke 0,03 mm, sa zatamnjenom ivicom. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, razlikuju se kod mužjaka i ženki (kod mužjaka malo prelaze sredinu elitri, a kod ženki skoro dosežu do nje). 2. antenomera je kraća od 4. antenomere. 9. antenomera je oko tri puta veće dužine od širine.

Pronotum je mali, širine veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je u prednjoj četvrtini svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je blago konkavna. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem i blago konkavne u zadnjem delu. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom nešto manjim od 90°. Osnova pronotuma je vrlo blago konkavna. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, skoro paralelnih ivica, 1,86 puta veće dužine od širine, najšire malo ispred središnjeg nivoa. Humeralni deo je zaobljen, relativno podignut. Vrh elitri je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i duboki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve četiri unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Spoljašnje strije su prisutne u vidu manje ili više izraženih redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Noge su dugačke i tanke. Prednje tibije imaju uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par je smešten između prednje četvrtine i prednje trećine dužine pronotuma, a drugi je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak je između druge i treće humeralne sete, a najmanji između treće i četvrte humeralne sete. Druga humeralna seta se nalazi odmah uz marginalni žleb. Prva, treća i četvrta humeralna seta su udaljene od žleba, s tim što je prva najbliža žlebu, a četvrta je najudaljenija od njega. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par se nalazi na trećoj striji, između prednje petine i prednje četvrtine dužine elitri, u nivou između treće i četvrte humeralne sete. Drugi par se nalazi na trećoj striji, u nivou tri petine dužine elitri (Ćurčić et al., 2014b).



Slika 23. *Duvalius (Paraduvalius) bogovinae*. Mužjak HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); edeagus (bočni prikaz) (B); edeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Ženka PT. Genitalije (E). Skale: 1 mm (A) i 0,2 mm (B-E).

Edeagus je krupan (Slike 23B i 23C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i svaka ima po četiri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 23B): edeagus je donekle savijen; medijalni lobus je blago savijen oko sredine, potom je skoro prav, pa se postepeno sužava ka vrhu; vrh je oštar, donekle savijen nadole; bazalni bulbus je krupan i zaobljen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 23C): medijalni lobus je skoro prav i vrlo blago se sužava ka vrhu, koji je zaobljen; kopulatorni deo je dugačak otprilike kao tri petine dužine edeagusa, jako je hitinizovan, oblika žleba, unifidan, sa zašiljenim vrhom.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je izdužen, trouglast, otprilike iste dužine kao edeagus (Slika 23D).

Ženske genitalije su prikazane na Slici 23E. 9. gonokoksiti su relativno mali, zadebljali, zakrivljeni, u bazalnom delu delimično spojeni sa 9. gonosubkoksitima.

Ženske parne genitalne strukture su relativno međusobno razdvojene (Ćurčić et al., 2014b).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) bogovinae* je upoređena sa najbližim srodnicima iz pećina u istočnoj Srbiji - *D. (P.) stankovitchi*, *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) petrovici*.

*D. (P.) bogovinae* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, dužini antena, odnosu dužine i širine pronotuma, obliku pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, obliku elitri, položaju prvog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928, Ćurčić, Vrbica et al. 2014).

*D. (P.) bogovinae* se razlikuje od *D. (P.) trifunovici* po dužini tela, dubini frontalnih brazda, prisustvu/odsustvu dlaka na glavi, prisustvu/odsustvu očiju, obliku i veličini očiju, broju omatidija, dužini antena, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku osnove pronotuma, obliku bočnih pronotalnih ivica, položaju prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, obliku elitri, obliku humeralnog dela elitri, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa, dužini i obliku kopulatornog dela i dužini i obliku urita (Ćurčić, Vrbica et al. 2014).

*D. (P.) bogovinae* se razlikuje od *D. (P.) beljanicae* po dužini tela, dubini frontalnih brazda, prisustvu/odsustvu dlaka na glavi, prisustvu/odsustvu očiju, obliku i veličini očiju, dužini antena, obliku pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku prednje pronotalne ivice, obliku osnove pronotuma, obliku bočnih pronotalnih ivica, obliku pronotalnih marginalnih žlebova, položaju prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, obliku elitri, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu humeralnih seta, broju izraženih elitralnih strija, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa i dužini urita (Ćurčić et al., 2014b).

Uočene morfološke razlike između *D. (P.) bogovinae* i *D. (P.) petrovici* su navedene u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) petrovici*] (Ćurčić et al. 2014a).

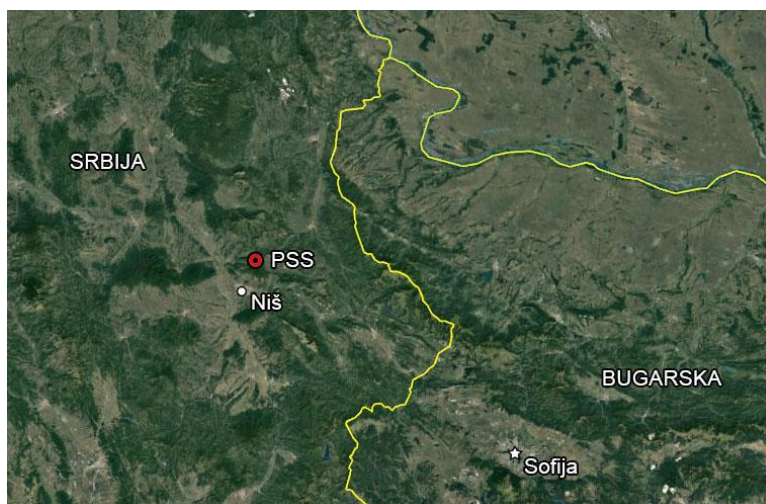
*Duvalius (Paraduvalius) milutini* S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014

(Slike 25A-E)

Prikupljeno je ukupno 12 jedinki (2 ♂♂ i 10 ♀♀) na jednom lokalitetu - Pećinski sistem Samar (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po Milutinu Veljkoviću, čuvenom srpskom speleologu, koji je istraživao pećinski sistem Samar, tipski lokalitet ove vrste, i u njemu živeo u kontinuitetu 464 dana tokom 1969. i 1970. godine.

**Distribucija** – Pećinski sistem Samar, selo Kopajkošara, okolina Svrljiga, planina Kalafat, jugoistočna Srbija (Slika 24). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 24. Geografski položaj pećinskog sistema Samar (PSS), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) milutini*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 25A. Telo je srednje veličine, izduženo, uglavnom prekriveno gustim dlakama prosečne dužine. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 3,52-4,52 mm. Boja tela je crvenkasta-braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

Glava je krupna, zaobljena, malo veće širine od dužine. Frontalne brazde su lučnog oblika, kompletne i duboke, malo dublje u prednjoj polovini svoje dužine. Obrazi su konveksni, prekriveni gustim dlakama. Ostali deo glave je prekriven sitnim, retkim dlakama. Oči su redukovane, male, sočivastog oblika, sa zatamnjenom ivicom, duge 0,09

mm i široke 0,03 mm. Prednja ivica oka je konveksna, zadnja – vrlo blago konveksna, skoro zaravnjena. Svako oko sadrži od tri do 21 depigmentisanu omatidiju. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, dosežu otprilike do prednje trećine dužine elitri. 2. antenomera je malo kraća od 4. antenomere. 9 antenomera je malo više od dva puta veće dužine od širine.

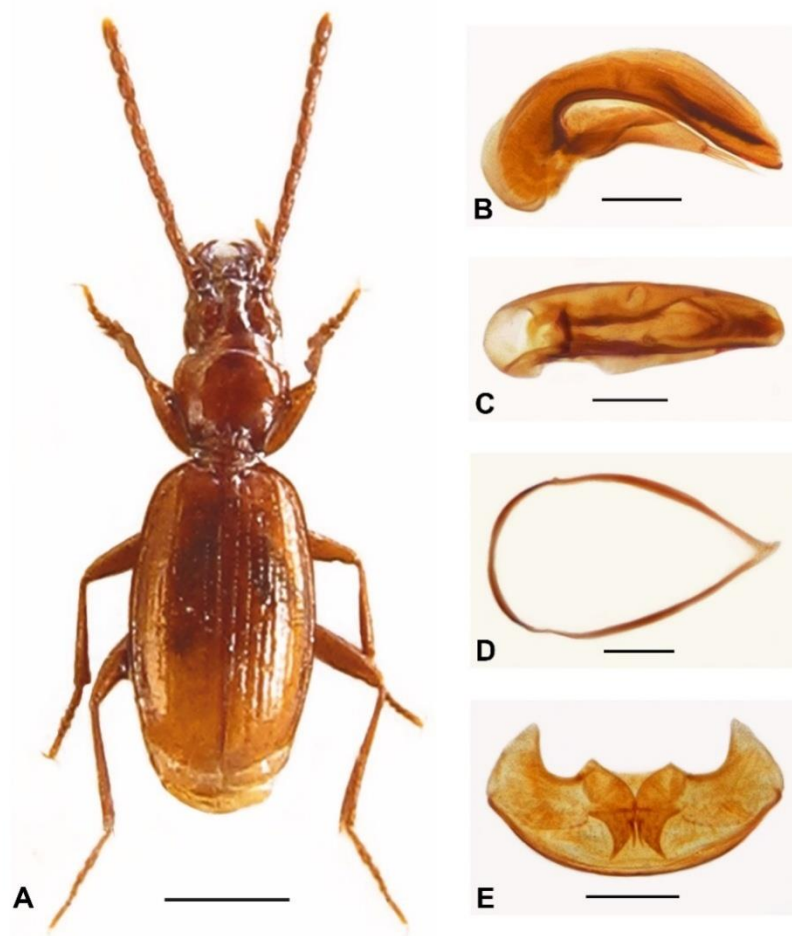
Pronotum je mali, širine veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je u nivou između prednje četvrtine i prednje trećine svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je najčešće prava. Prednji pronotalni uglovi su blago izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem i relativno konkavne u zadnjem delu. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom nešto manjim od 90°. Osnova pronotuma je blago konkavna u sredini. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,73 puta veće dužine od širine, najšire oko središnjeg nivoa. Humeralni deo je zaobljen, relativno podignut. Vrh elitri je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i duboki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve tri unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Spoljašnje strije su prisutne u vidu manje ili više izraženih redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par seta je lociran između prednje četvrtine i prednje trećine dužine pronotuma, a drugi par seta je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak je između treće i četvrte humeralne sete, dok je razmak između prve i druge, kao i između druge i treće humeralne sete otprilike isti. Druga humeralna seta se nalazi odmah uz marginalni žleb. Prva, treća i četvrta humeralna seta su udaljene od žleba, s tim što je prva humeralna seta najbliža žlebu, a četvrta najudaljenija od njega. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, između prednje šestine i prednje petine dužine elitri, u nivou između druge i treće humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, malo ispred središnjeg nivoa elitri (Ćurčić et al., 2014b).





Slika 25. *Duvalius (Paraduvalius) milutini*. HT mužjak. Habitus (dorzalni prikaz) (A); edeagus (bočni prikaz) (B); edeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Ženka PT. Genitalije (E). Skale: 1.00 mm (A) i 0,2 mm (B-E).

Edeagus je mali (Slike 25B i 25C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i svaka ima po četiri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 25B): edeagus je pravilno savijen, blago sužen proksimalno, konveksan je na dorzalnoj strani nešto pre sredine do subapikalnog dela, zatim se sužava pri vrhu; vrh je zaobljen; bazalni bulbus je srednje veličine i blago izdužen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 25C): medijalni lobus je prav, sa zaobljenim vrhom; kopulatorni deo je dugačak otprilike kao jedna trećina dužine edeagusa, jako je hitinizovan, oblika žleba, unifidan, duboko usečen u bazalnom delu, postepeno se sužava ka vrhu, koji je jako zašiljen.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je relativno izdužen, trouglast, malo duži od edeagusa (Slika 25D).

Ženske genitalije su prikazane na Slici 25E. 9. gonokoksiti su relativno mali, zadebljali, zakrivljeni, u bazalnom delu delimično spojeni sa 9. gonosubkoksitima. Ženske parne genitalne strukture su vrlo malo međusobno razdvojene (Ćurčić et al., 2014b).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) milutini* je upoređena sa najbližim srodnicima iz pećina i jama u jugoistočnoj i istočnoj Srbiji - *D. (P.) winkleri*, *D. (P.) sotirovi* i *D. (P.) rtanjensis*.

*D. (P.) milutini* se razlikuje od *D. (P.) winkleri* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, obliku očiju, dužini antena, odnosu dužine i širine pronotuma, prisustvu/odsustvu dlaka na pronotumu, obliku zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, obliku elitri, obliku humeralnog dela elitri, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, odnosu dužine nogu i dužine tela, veličini i obliku edeagusa i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Ćurčić et al., 2014b).

*D. (P.) milutini* se razlikuje od *D. (P.) rtanjensis* po dužini i boji tela, dužini antena, obliku pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, obliku elitri, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa, dužini i obliku kopulatornog dela i dužini i obliku urita (Ćurčić et al., 2014b).

Uočene morfološke razlike između *D. (P.) milutini* i *D. (P.) sotirovi* su navedene u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) sotirovi*] (Ćurčić et al., 2014a).

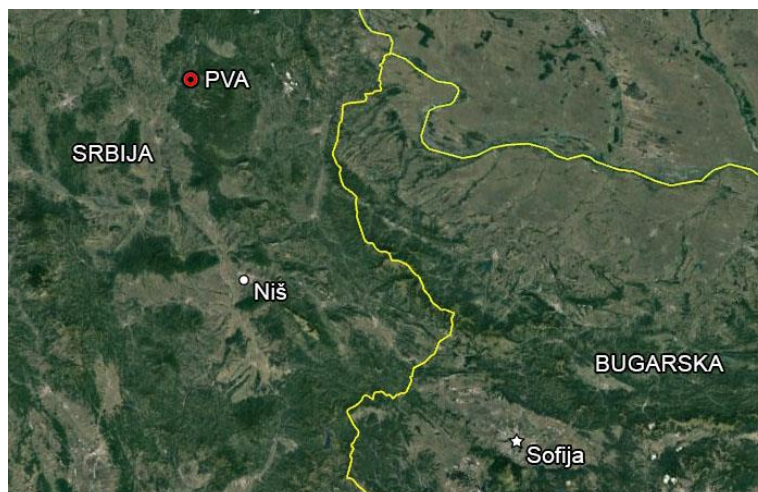
### ***Duvalius (Paraduvalius) beljanicae* S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014**

(Slike 27A-E)

Prikupljeno je ukupno 11 jedinki (3 ♂♂ i 8 ♀♀) na jednom lokalitetu - Pećina Velika Atula (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po planini Beljanici, na kojoj se nalazi njen tipski lokalitet.

**Distribucija** – Pećina Velika Atula, selo Strmosten, okolina Despotovca, planina Beljanica, istočna Srbija (Slika 26). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 26. Geografski položaj pećine Velika Atula (PVA), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) beljanicae*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa ženke HT je dat na Slici 27A. Telo je srednje veličine, izduženo, prekriveno dlakama prosečne dužine. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 4,05-4,59 mm. Boja tela je crvenkasta-braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

Glava je krupna, zaobljena, malo veće širine od dužine. Frontalne brazde su lučnog oblika, kompletne i duboke, malo dublje u prednje dve petine svoje dužine. Dlake odsustvuju, izuzev na obrazima. Obrazi su konveksni. Oči su redukovane do različitog stepena. Mogu da budu male, sočivastog oblika, sa zatamnjenom ivicom, duge 0,07 mm i široke 0,01 mm, skoro atrofirane (u vidu linije) ili potpuno odsutne. Omatidije odsustvuju ili je prisutno od dve do 12 depigmentisanih omatidija. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, malo prelaze sredinu elitri. 2. antenomera je kraća od 4. antenomere. 9. antenomera je oko tri puta veće dužine od širine.

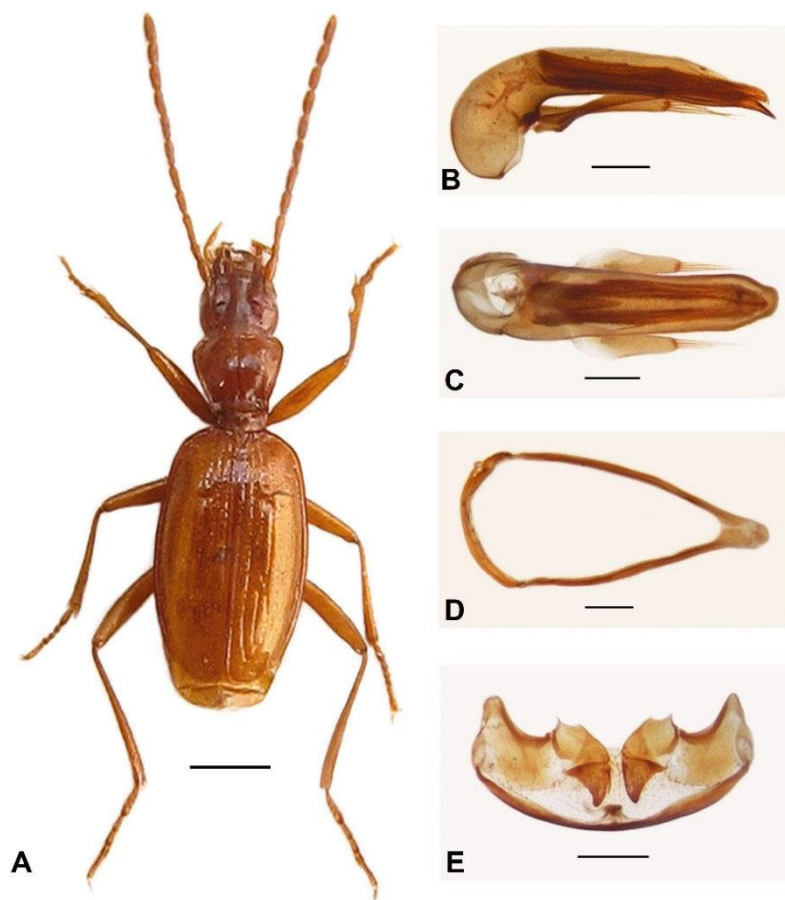
Pronotum je mali, širine veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je malo ispred prednje četvrtine svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je uglavnom prava. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem delu, potom su skoro prave, blago konkavne neposredno pre zadnjih pronotalnih uglova. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom malo većim od 90°. Osnova pronotuma je uglavnom prava. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma

su široki i duboki u nivou prednjih pronotalnih uglova, inače su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i slabo istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,71 puta veće dužine od širine, najšire malo iza središnjeg nivoa. Humeralni deo je zaobljen, blago podignut. Vrh elitri je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i duboki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve dve unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Spoljašnje strije su prisutne u vidu manje ili više izraženih redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par seta je lociran oko prednje četvrtine dužine pronotuma, a drugi par seta je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak je između druge i treće humeralne sete, a najmanji između prve i druge humeralne sete. Druga humeralna seta se nalazi odmah uz marginalni žleb. Prva, treća i četvrta humeralna seta su udaljene od žleba, s tim što je prva humeralna seta najbliža žlebu, a četvrta najudaljenija od njega. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, malo pre prednje trećine dužine elitri i malo posle nivoa četvrte humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, na oko dve trećine dužine elitri (Ćurčić et al., 2014b).



Slika 27. *Duvalius (Paraduvalius) beljanicae*. Ženka HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); Mužjak PT. Edeagus (bočni prikaz) (B); edeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Ženka HT. Genitalije (E). Skale: 1,00 mm (A) i 0,2 mm (B-E).

Edeagus je krupan (Slike 27B i 27C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i svaka ima po četiri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 27B): edeagus je jako savijen oko bazalne trećine; medijalni lobus je blago zakrivljen, u početku se postepeno sužava od osnove ka vrhu, potom se naglo sužava pri vrhu, sa malom subapikalnom dorzalnom kosinom; vrh je oštar i blago zakrivljen nadole; bazalni bulbus je srednje veličine, zaobljen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 27C): edeagus se sužava na vrhu; medijalni lobus je prav, sa zaobljenim vrhom; kopulatorni deo je dugačak otprilike kao dve trećine dužine edeagusa, jako hitinizovan, oblika žleba, unifidan, sa zašiljenim vrhom.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je izdužen, trouglast, malo duži od edeagusa (Slika 27D).

Ženske genitalije su prikazane na Slici 27E. 9. gonokoksiti su relativno mali, zadebljali, zakrivljeni, bazalno delimično spojeni sa 9. gonosubkoksitima. Ženske parne genitalne strukture su donekle međusobno razdvojene (Ćurčić et al., 2014b).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) beljanicae* je upoređena sa najbližim srodnicima iz pećina u istočnoj Srbiji - *D. (P.) stankovitchi*, *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) bogovinae* i *D. (P.) petrovici*.

*D. (P.) beljanicae* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, dužini antena, odnosu dužine i širine pronotuma, obliku pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, obliku humeralnog dela elitri, broju izraženih elitranih strija, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928, Ćurčić et al. 2014b).

*D. (P.) beljanicae* se razlikuje od *D. (P.) trifunovici* po dužini tela, dubini frontalnih brazda, obliku i veličini očiju, broju omatidija, dužini antena, obliku pronotuma, obliku prednje pronotalne ivice, obliku bočnih pronotalnih ivica, izgledu pronotalnih marginalnih žlebova, položaju prvog para pronotalnih seta, broju izraženih elitranih strija, rasporedu humeralnih seta, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa i dužini urita (Ćurčić et al. 2014b).

Sve morfološke razlike između *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) bogovinae* su date u tekstu iznad [dijagnoza *D. (P.) bogovinae*] (Ćurčić et al., 2014b; ova studija). Sve morfološke razlike između *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) petrovici* su date u tekstu ispod [dijagnoza *D. (P.) petrovici*] (Ćurčić et al., 2014a).

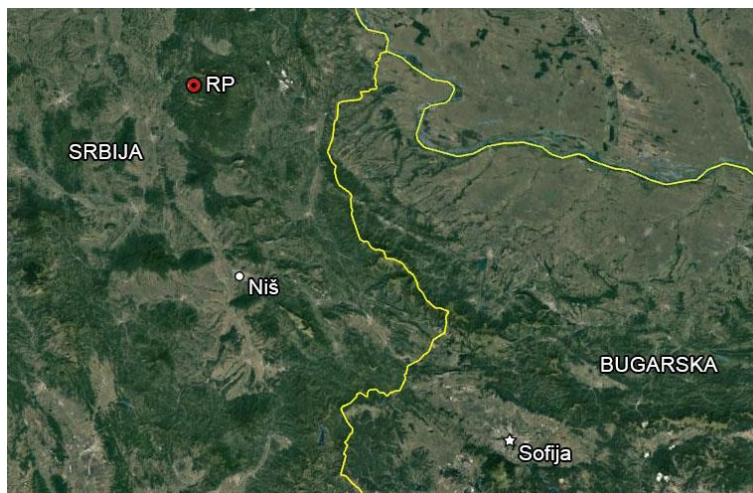
### ***Duvalius (Paraduvalius) petrovici* S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014**

(Slike 29A-E)

Prikupljeno je ukupno 9 jedinki (1 ♂ i 8 ♀♀) na jednom lokalitetu - Resavska pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po istaknutom srpskom geografu, prof. dr Jovanu Petroviću, koji je opisao i detaljno istražio njen tipski lokalitet, Resavsku pećinu.

**Distribucija** – Resavska pećina, selo Jelovac, okolina Despotovca, ivica kraškog polja Divljakovac, brdo Babina glava, Kučajske planine, istočna Srbija (Slika 28). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 28. Geografski položaj Resavske pećine (RP), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) petrovici*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 29A. Telo je srednje veličine, izduženo, prekriveno gustim dlakama prosečne dužine. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 4,12-4,65 mm. Boja tela je crvenkasta-svetla braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

Glava je krupna, zaobljena, malo veće širine od dužine. Frontalne brazde su lučnog oblika, duboke i kompletne, malo dublje u prve dve trećine svoje dužine. Obrazi su konveksni, prekriveni gustim dlakama prosečne dužine. Ostali deo glave je prekriven sitnim, retkim dlakama. Oči su jako redukovane, u vidu linije, bez omatidija. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, malo prelaze sredinu elitri. 2. antenomera je kraća od 4. antenomere. 9. antenomera je oko tri puta veće dužine od širine.

Pronotum je mali, širine veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je malo ispred prednje četvrtine svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je vrlo blago konkavna. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem delu, zatim skoro prave, pa blago konkavne malo ispred zadnjih pronotalnih uglova. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi,

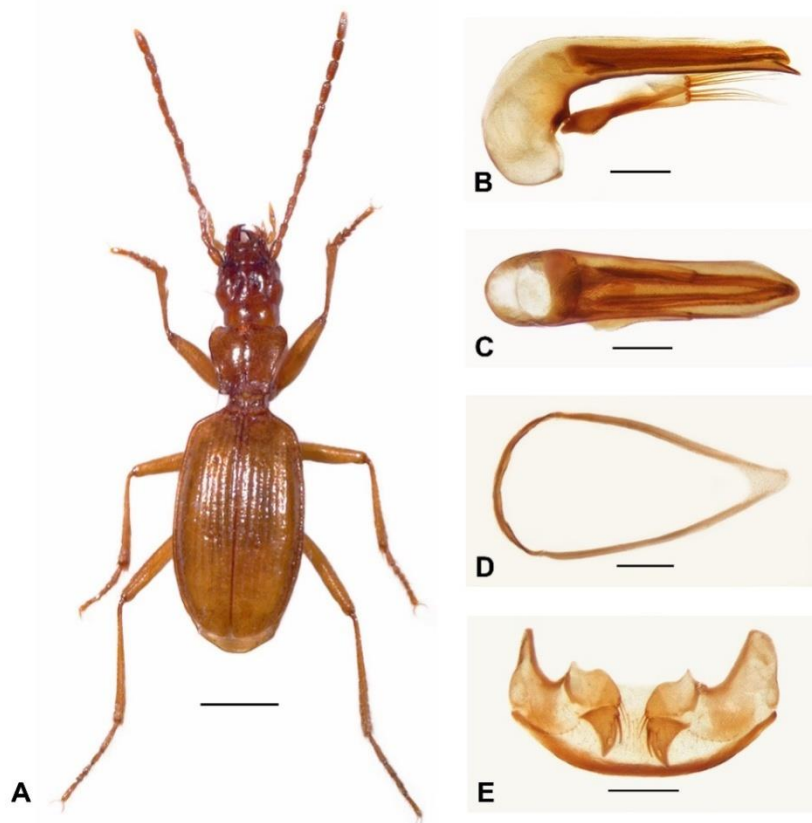
špicasti, pod uglom nešto manjim od 90°. Osnova pronotuma je uglavnom prava. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,71 puta veće dužine od širine, najšire između polovine i tri petine svoje dužine. Humeralni deo je pod tupim uglom, zaobljen, relativno podignut. Elitralni vrh je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i duboki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve tri unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Spoljašnje strije su prisutne u vidu manje ili više izraženih redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Noge su dugačke i tanke. Svaka prednja tibija poseduje uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par seta je lociran malo ispred prednje četvrtine dužine pronotuma, dok se drugi par seta nalazi na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveće rastojanje je između druge i treće humeralne sete, a najmanje između treće i četvrte humeralne sete. Druga humeralna seta se nalazi odmah uz marginalni žleb. Prva, treća i četvrta humeralna seta su udaljene od žleba, s tim što je prva humeralna seta najbliža žlebu, a četvrta najudaljenija od njega. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, oko prednje četvrtine dužine elitri, u nivou između treće i četvrte humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, na oko tri petine dužine elitri (Ćurčić et al., 2014a).





Slika 29. *Duvalius (Paraduvalius) petrovici*. Mužjak HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); eedeagus (bočni prikaz) (B); eedeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Ženka PT. Genitalije (E). Skale: 1 mm (A) i 0,2 mm (B-E).

Eedeagus je srednje veličine (Slike 29B i 29C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima, svaka ima po četiri ili pet seta. Bočni prikaz eedeagusa (Slika 29B): eedeagus je jako savijen oko bazalne trećine i dorzalno je blago konveksan u tom delu; medijalni lobus je savijen u bazalnom delu, zatim je prav, postepeno se sužava ka vrhu, pri vrhu je sa naglim suženjem; vrh je oštar; bazalni bulbus je krupan, malo izdužen. Dorzalni prikaz eedeagusa (Slika 29C): medijalni lobus je prav, blago sužen u središnjem delu, naglo se sužava subapikalno, sa zaobljenim vrhom; kopulatorni deo je dugačak otprilike kao tri četvrtine dužine eedeagusa, jako je hitinizovan, oblika žleba, unifidan, subapikalno se sužava, sa zašiljenim vrhom.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je izdužen, trouglast i malo duži od eedeagusa (Slika 29D).

Ženske genitalije su prikazane na Slici 29E. 9. gonokoksiti su relativno mali, zadebljali, zakrivljeni, bazalno delimično spojeni sa 9. gonosubkoksitima. Ženske parne genitalne strukture su relativno međusobno razdvojene (Ćurčić et al., 2014a).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) petrovici* je upoređena sa najbližim srodnicima iz pećina u istočnoj Srbiji - *D. (P.) stankovitchi*, *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) bogovinae* i *D. (P.) beljanicae*.

*D. (P.) petrovici* se razlikuje od *D. (P.) stankovitchi* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, dužini antena, odnosu dužine i širine pronotuma, položaju maksimalne širine pronotuma, obliku bočnih pronotalnih ivica, obliku zadnjih pronotalnih uglova, poziciji prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, položaju prvog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa, broju seta na paramerama i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Ćurčić et al., 2014a).

*D. (P.) petrovici* se razlikuje od *D. (P.) trifunovici* po dužini i boji tela, prisustvu/odsustvu dlaka na glavi izuzev na obrazima, dubini frontalnih brazda, dužini antena, položaju maksimalne širine pronotuma, obliku prednje pronotalne ivice, obliku bočnih pronotalnih ivica, obliku zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, položaju maksimalne širine elitri, obliku humeralnog dela elitri, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa, broju seta na paramerama i obliku urita (Ćurčić et al., 2014a).

*D. (P.) petrovici* se razlikuje od *D. (P.) bogovinae* po boji tela, dubini frontalnih brazda, obliku i veličini očiju, prisustvu/odsustvu omatidija, dužini antena, položaju maksimalne širine pronotuma, obliku prednje pronotalne ivice, obliku bočnih pronotalnih ivica, obliku osnove pronotuma, obliku prednjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, obliku elitri, položaju maksimalne širine elitri, odnosu dužine i širine elitri, obliku humeralnog dela elitri, broju izraženih elitralnih strija, položaju prvog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa, broju seta na paramerama, dužini i obliku kopulatornog dela i dužini urita (Ćurčić et al., 2014a).

*D. (P.) petrovici* se razlikuje od *D. (P.) beljanicae* po dužini i boji tela, prisustvu/odsustvu dlaka na glavi izuzev na obrazima, obliku i veličini očiju, obliku prednje pronotalne ivice, obliku prednjih pronotalnih uglova, obliku pronotalnih marginalnih žlebova, položaju prvog para pronotalnih seta, položaju maksimalne širine elitri, obliku humeralnog dela elitri, broju izraženih elitralnih strija, rasporedu humeralnih

seta, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa, broju seta na paramerama, dužini i obliku kopulatornog dela i dužini urita (Ćurčić et al., 2014a).

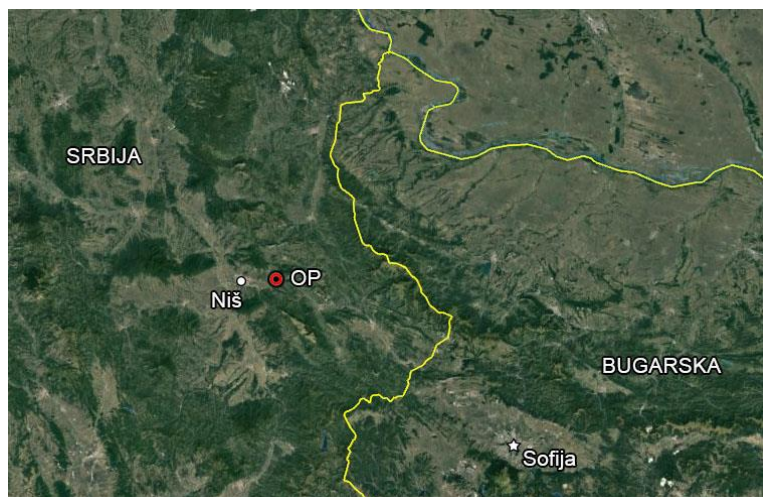
***Duvalius (Paraduvalius) sotirovi* S. Ćurčić, Vrbica, Antić & B. Ćurčić, 2014**

(Slike 31A-D)

Prikupljene su ukupno 2 jedinke (2 ♂♂) na jednom lokalitetu – Ogorelička pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je nazvana po poznatom srpskom biologu, prof. dr Spasu Sotirovu, koji je istraživao celu oblast jugoistočne Srbije.

**Distribucija** – Ogorelička pećina, selo Sićevo, okolina Niša, Svrljiške planine, jugoistočna Srbija (Slika 30). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 30. Geografski položaj Ogoreličke pećine (OP), tipskog lokaliteta vrste *Duvalius (Paraduvalius) sotirovi*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 31A. Telo je srednje veličine, izduženo, prekriveno sitnim i retkim dlakama. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je S 4,12 mm. Boja tela je crvenkasta-tamna braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

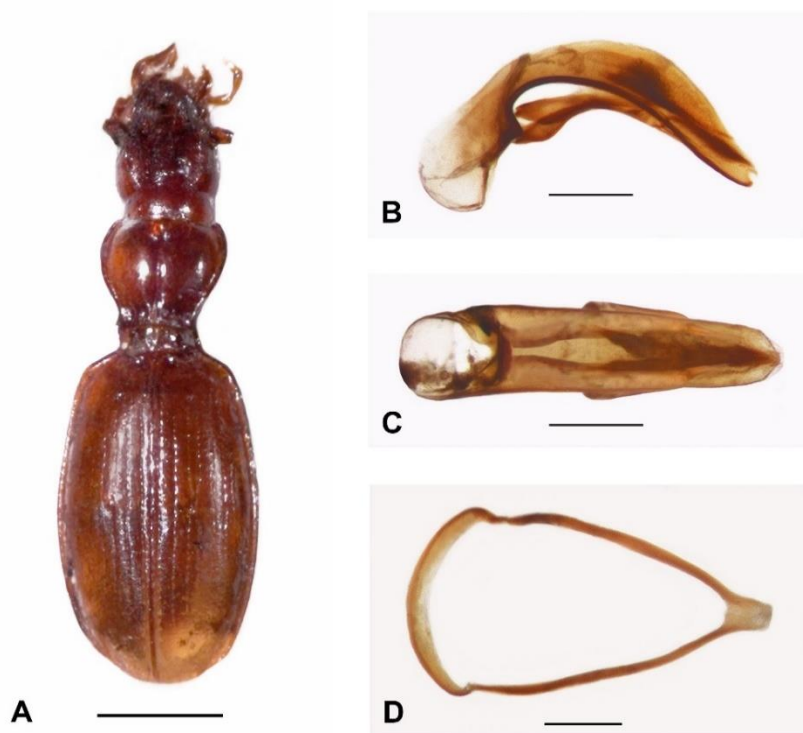
Glava je krupna, zaobljena, iste dužine i širine. Frontalne brazde su lučnog oblika, duboke i kompletne, malo dublje nešto ispred dve trećine svoje dužine. Obrazi su blago

konveksni, prekriveni sitnim dlakama. Oči su jako redukovane, u vidu linije, bez omatidija. Lučna preokularna brazda je prisutna. Zub mentuma je bifidan.

Pronotum je mali, širine veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je u prednjoj trećini svoje dužine, pa se sužava ka bazi. Prednja pronotalna ivica je blago konveksna u sredini. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjoj polovini i relativno konkavne u zadnjem delu. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom manjim od  $90^\circ$ . Osnova pronotuma je blago konkavna. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su široki i duboki u nivou prednjih pronotalnih uglova, zatim su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,66 puta veće dužine od širine, najšire na sredini. Humeralni deo je pod tupim uglom, zaobljen, relativno podignut. Elitralni vrh je zaobljen. Marginalni žlebovi elitri su uski i plitki. Elitralni disk je blago konveksan. Prve dve unutrašnje strije su razvijene, jasno vidljive. Spoljašnje strije su prisutne u vidu manje ili više izraženih redova tačaka. Unutrašnji elitralni intervali su konveksni.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par se nalazi malo ispred prednje trećine dužine pronotuma, a drugi par je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak je između treće i četvrte humeralne sete. Prva humeralna seta je odmah uz marginalni žleb. Druga, treća i četvrta humeralna seta su udaljene od žleba, s tim što je druga humeralna seta najbliža žlebu, a četvrta najudaljenija od njega. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, malo ispred prednje šestine dužine elitri i malo iza nivoa druge humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećoj striji, oko središnjeg nivoa elitri (Ćurčić et al., 2014a).



Slika 31. *Duvalius (Paraduvalius) sotirovi*. Mužjak HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); edeagus (bočni prikaz) (B); edeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Skale: 1 mm (A) i 0,2 mm (B-D).

Edeagus je mali (Slike 31B i 31C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i svaka ima po četiri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 31B): edeagus je skoro pravilno savijen celom dužinom, sužen je u proksimalnom delu, konveksan dorzalno otprilike od sredine do subapikalnog dela, pa je sužen pri vrhu; vrh je oštar; bazalni bulbus je srednje veličine i malo izdužen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 31C): edeagus je skoro prav; medijalni lobus se blago sužava ka zašiljenom vrhu, koji je pod tupim uglom; kopulatorni deo je srednje veličine, dugačak otprilike kao polovina dužine edeagusa, jako hitinizovan, oblika žleba, unifidan, postepeno se sužava pri vrhu, koji je zašiljen.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je izdužen, trouglast, malo duži od edeagusa (Slika 31D).

Ženske genitalije nisu poznate, pošto ženke nisu nađene (Ćurčić et al., 2014a).

**Dijagnoza** – Vrsta *D. (P.) sotirovi* je upoređena sa svojim najbližim srodnicima iz pećina i jama u jugoistočnoj i istočnoj Srbiji. To su vrste *D. (P.) winkleri*, *D. (P.) milutini* i *D. (P.) rtanjensis*.

*D. (P.) sotirovi* se razlikuje od *D. (P.) winkleri* po dužini tela, obliku očiju, odnosu dužina/širina pronotuma, prisustvu/odsustvu dlaka na pronotumu, poziciji prvog para pronotalnih seta, obliku ramenog dela, dubini elitralnih marginalnih žlebova, broju izraženih elitralnih strija, poziciji prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Ćurčić et al., 2014a).

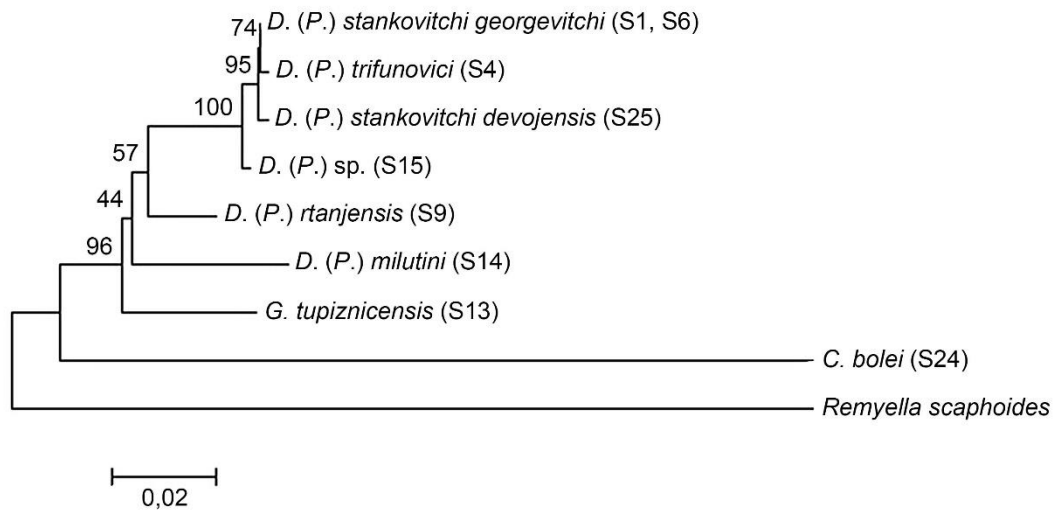
*D. (P.) sotirovi* se razlikuje od *D. (P.) milutini* po dužini i boji tela, dužini i gustini dlaka na telu, odnosu dužine i širine glave, dubini frontalnih brazda, obliku obraza, gustini dlaka na obrazima, veličini i obliku očiju, prisustvu/odsustvu omatidija, položaju maksimalne širine pronotuma, obliku pronotalnih marginalnih žlebova, obliku prednje pronotalne ivice, obliku prednjih i zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, obliku humeralnog dela, položaju humeralnih seta, obliku elitralnih marginalnih žlebova, broju izraženih elitralnih strija, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, obliku edeagusa, dužini i obliku kopulatornog dela i obliku urita (Ćurčić et al., 2014a).

*D. (P.) sotirovi* se razlikuje od *D. (P.) rtanjensis* po dužini i boji tela, dužini i gustini dlaka na telu, odnosu dužine i širine glave, obliku obraza, veličini i obliku očiju, prisustvu/odsustvu omatidija, obliku pronotalnih marginalnih žlebova, obliku prednje pronotalne ivice, obliku zadnjih pronotalnih uglova, položaju prvog para pronotalnih seta, odnosu dužine i širine elitri, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, dubini elitralnih marginalnih žlebova, broju izraženih elitralnih strija, položaju prvog i drugog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa, dužini i obliku kopulatornog dela i dužini urita (Ćurčić et al., 2014a).

#### 4.2.1.2. Molekularne analize podroda *Paraduvallius* (rod *Duvalius*)

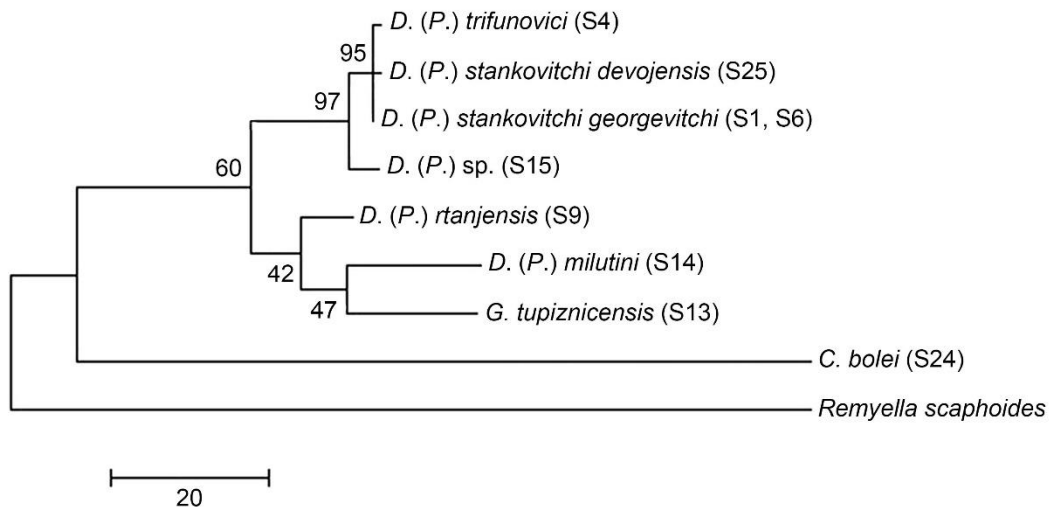
Filogenetska rekonstrukcija taksona u okviru rodova *Duvalius* (podrod *Paraduvallius*), *Curcicia* i *Glabroduvalius*, urađena pomoću metoda pridruživanja susedu (engl. *neighbor joining* - *NJ*) i metoda maksimalne parsimonije (engl. *maximum parsimony* - *MP*), rezultirala je stablima sa različitom topologijom (Slike 32 i 33).

Genetičke distance između analiziranih taksona date su u Tabeli 3.



Slika 32. Filogenetsko stablo taksona koji pripadaju rodovima *Duvalius* (podrod *Paraduvalius*), *Curcicia* i *Glabroduvalius*, zasnovano na COI sekvencama, dobijeno primenom NJ metoda. Bootstrap vrednosti su označene iznad grana. Takson *Remyella scaphoides* je korišćen kao autgrupa. Šifre taksona se nalaze u zagradama.

Na stablu dobijenom NJ metodom (Slika 32) se može videti da su taksoni *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*, *D. (P.) trifunovici* i *D. (P.) stankovitchi devojensis* grupisani u jednu kladu, sa velikom „bootstrap” podrškom. Vrsta *G. tupiznicensis* se izdvaja kao sestrinska klada koju čine svi analizirani predstavnici podroda *Paraduvalius*. Genetička distanca između ove vrste i pomenute klade je 5,3%. Sa velikom bootstrap podrškom je izdvojena vrsta *C. bolei* kao potpuno zaseban takson.



Slika 33. Filogenetsko stablo taksona koji pripadaju rodovima *Duvalius* (podrod *Paraduvalius*), *Curcicia* i *Glabroduvalius*, zasnovano na COI sekvencama, dobijeno putem MP metoda. Bootstrap vrednosti su označene iznad i ispod grana. Takson *Remyella scaphoides* je uzet kao autgrupa. Šifre taksona su u zagradama.

Na stablu dobijenom MP metodom (Slika 33) mogu se videti dve jasno izdvojene klade. U jednoj, sa velikom bootstrap podrškom, nalaze se taksoni *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*, *D. (P.) trifunovici* i *D. (P.) stankovitchi devojensis* (koji su, kao i na stablu dobijenom NJ metodom, grupisani sa velikom bootstrap podrškom) i njima sestrinski *D. (P.) sp.* U drugoj kladi sa malim „bootstrap“ podrškama su grupisane dve vrste, *D. (P.) milutini* i *G. tupiznicensis*, kao i njima sestrinska vrsta *D. (P.) rtanjensis*. Genetička distanca između ove dve klade je 4,9%. Vrsta *C. bolei* je jasno odvojena od ostalih analiziranih taksona.



Tabela 3. Genetičke distance između analiziranih jedinki koje pripadaju rodovima *Duvalius* (podrod *Paraduvalius*), *Curcicia* i *Glabroduvalius*.

Taksoni i šifre lokaliteta	Genetičke distance (%)							
	S1	S4	S9	S14	S25	S15	S24	S13
<i>D. (P.) trifunovici</i> (S4)	0,2							
<i>D. (P.) rtanjensis</i> (S9)	3,5	3,7						
<i>D. (P.) milutini</i> (S14)	5,7	5,9	4,6					
<i>D. (P.) stankovitchi devojensis</i> (S25)	0,2	0,3	3,7	5,9				
<i>D. (P.) sp.</i> (S15)	0,5	0,7	3,3	5,5	0,7			
<i>C. bolei</i> (S24)	20,5	20,7	20,0	22,3	20,7	20,2		
<i>G. tupiznicensis</i> (S13)	5,5	5,7	4,4	5,7	5,7	5,3	20,9	
<i>Remyella scaphoides</i> *	23,2	23,4	23,0	23,9	23,0	23,0	39,2	23,0

\*autgrupa

Srednja genetička distanca između podroda *Paraduvalius* (rod *Duvalius*) i roda *Glabroduvalius* je najmanja, a između podroda *Paraduvalius* (rod *Duvalius*) i roda *Curcicia* je najveća (Tabela 4).

Tabela 4. Srednje genetičke distance između analiziranih rodova podtribusa Trechini.

Taksoni	Srednje genetičke distance (%)		
	<i>Paraduvalius</i>	<i>Glabroduvalius</i>	<i>Curcicia</i>
<i>Glabroduvalius</i>	5,1 (4,4 - 5,7)		
<i>Curcicia</i>	18,1 (20,0 - 20,7)	20,9	
<i>Pheggomisetes</i>	11,6 (10,4 - 12,3)	12,0 (11,6 - 12,3)	25,8 (25,2 - 26,2)

#### 4.2.2 *Glabroduvalius* Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013

##### 4.2.2.1. Taksonomsko-morfološke analize roda *Glabroduvalius*

#### ***Glabroduvalius* Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013**

(Slike 35A-E)

**Etimologija** – Rod je dobio naziv po specifičnim elitrama, koje su usled odsustva strija glatke (lat. *glabrus* = *gladak*).

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 35A. Telo je malih dimenzija, izduženo, glatko, mat, prekriveno kratkim, uspravnim i retkim dlakama. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 3,40-3,59 mm. Boja tela je crvenkasta-braon.

Glava je krupna, širine veće od dužine, malo uža od pronotuma. Frontalne brazde su lučnog oblika, duboke i kompletne. Obrazi su vrlo blago konveksni, prekriveni sitnim dlakama. Oči su jako redukovane, u vidu zatamnjene linije, bez omatidija. Preokularna brazda je odsutna. Zub mentuma je bifidan. Antene su prosečne dužine, dosežu između prednje trećine i polovine dužine elitri.

Pronotum je mali, širine malo veće od dužine, srcolikog oblika, prekriven kratkim i retkim dlakama. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom manjim od 90°.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika. Površina elitri je mat. Rameni deo je tupougli, blago špicast i spušten. Vrh elitri je zaobljen. Elitralne strije odsustvuju, a umesto njih su prisutni redovi tačaka.

Noge su prosečne dužine, tanke. Prednje tibije imaju uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene, s tim da je dužina prva veće od širine.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par seta je lociran oko prednje četvrtine dužine pronotuma, a drugi par je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak je između prve i druge humeralne sete, a najmanji je između druge i treće humeralne sete. Prva humeralna seta se nalazi na unutrašnjoj ivici marginalnog žleba, druga humeralna je odmah uz žleb, a treća i četvrta humeralna seta su malo udaljene od žleba, s tim što je

četvrta malo udaljenija od žleba u odnosu na treću. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Diskalne i umbilikalne sete su veoma dugačke (Vrbica et al., 2013).

Edeagus je relativno mali (Slike 35B i 35C). Paramere imaju svaka po tri sete. Bočni prikaz edeagusa (Slika 35B): edeagus je pravilno savijen; bazalni bulbus je srednje veličine. Dorzalni prikaz edeagusa (Slika 35C): kopulatorni deo je srednje veličine, dugačak otprilike kao polovina dužine edeagusa, hitinizovan, oblika žleba, jedva bifidan, sa vrhom u vidu dva slabo izražena režnja (Vrbica et al., 2013).

**Dijagnoza** – Rod *Glabroduvalius* je upoređen sa najbližim srodnicima sa Balkanskog poluostrva, rodovima *Serboduvalius* (iz jugozapadne Srbije i istočne Crne Gore), *Rascioduvalius* (iz zapadne Srbije), *Curcicia* (iz jugoistočne Srbije), *Javorella* (iz jugozapadne i zapadne Srbije) i *Duvalius* (sa širokom distribucijom; u pitanju je veoma varijabilan rod kome je potrebna dalja revizija, zbog čega je poređenje urađeno sa tipskom vrstom *Duvalius raymondi* Delarouzée, 1859).

*Glabroduvalius* se razlikuje od roda *Serboduvalius* po dužini tela, obliku očiju, prisustvu/odsustvu omatidija, prisustvu/odsustvu dlaka na telu, prisustvu/odsustvu dlaka na obrazima, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, prisustvu/odsustvu elitralnih strija, broju elitralnih diskalnih seta, odnosu dužine i širine prve protarzomere mužjaka, veličini i obliku edeagusa, broju seta na paramerama i obliku kopulatornog dela (Ćurčić et al., 2001; Vrbica et al., 2013).

Od roda *Rascioduvalius* razlikuje se po dužini tela, obliku obraza, obliku očiju, prisustvu/odsustvu omatidija, prisustvu/odsustvu preokularne brazde, prisustvu/odsustvu dlaka na telu, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, prisustvu/odsustvu elitralnih strija, odnosu dužine nogu i dužine tela, obliku edeagusa, broju seta na paramerama i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Ćurčić et al., 2003, 2005; Vrbica et al., 2013).

Od roda *Curcicia*: po dužini tela, prisustvu/odsustvu dlaka na telu, odnosu dužine i širine glave, prisustvu/odsustvu dlaka na obrazima, obliku obraza, prisustvu/odsustvu očiju, dužini antena, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, prisustvu/odsustvu elitralnih strija, prisustvu/odsustvu uzdužne fisure na prednjim tibijama, obliku edeagusa, broju seta na paramerama i obliku kopulatornog dela (Pretner 1963, Ćurčić & Brajković 2003, Vrbica, Ćurčić et al. 2013).

Razlike između roda *Glabroduvalius* i roda *Javorella* su u dužini tela, prisustvu/odsustvu dlaka na telu, odnosu dužine i širine glave, obliku obraza, prisustvu/odsustvu dlaka na obrazima, obliku očiju, prisustvu/odsustvu preokularne brazde, prisustvu/odsustvu omatidija, dužini antena, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, prisustvu/odsustvu elitralnih strija, broju seta na paramerama i obliku kopulatornog dela (Ćurčić et al., 2003; Vrbica et al., 2013).

*Glabroduvalius* se razlikuje od roda *Duvalius* po dužini tela, prisustvu/odsustvu dlaka na telu, odnosu dužine i širine glave, obliku očiju, prisustvu/odsustvu preokularne brazde, prisustvu/odsustvu dlaka na obrazima, dužini antena, odnosu dužine i širine pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku humeralnog dela elitri, rasporedu i položaju humeralnih seta, prisustvu/odsustvu elitralnih strija, prisustvu/odsustvu uzdužne fisure na prednjim tibijama, obliku edeagusa, broju seta na paramerama i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1928; Vrbica et al., 2013).

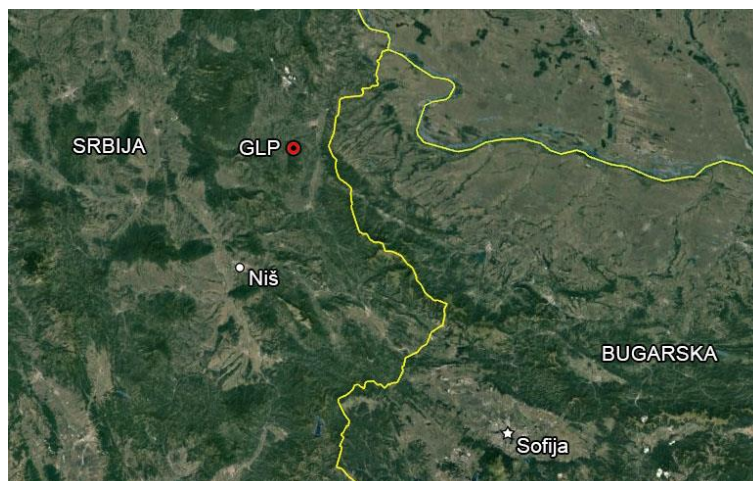
### ***Glabroduvalius tupiznicensis* Vrbica, S. Ćurčić, Antić & B. Ćurčić, 2013**

(Slike 35A-E)

Prikupljene su ukupno 3 jedinke (2 ♂♂ i 1 ♀) na jednom lokalitetu – Gornja Lenovačka pećina (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je dobila naziv po planini Tupižnici, na kojoj se nalazi njen tipski lokalitet.

**Distribucija** – Gornja Lenovačka pećina, selo Lenovac, okolina Zaječara, planina Tupižnica, istočna Srbija (Slika 34). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 34. Geografski položaj Gornje Lenovačke pećine (GLP), tipskog lokaliteta vrste *Glabroduvalius tupiznicensis*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 35A. Telo je malih dimenzija, izduženo, prekriveno kratkim, uspravnim i retkim dlakama. Ukupna dužina tela (bez mandibula) je OG 3,40-3,59 mm. Boja tela je crvenkasta-braon. Glava i pronotum imaju poligonalnu mikroskulpturu.

Glava je krupna, širine malo veće od dužine. Frontalne brazde su lučnog oblika, duboke i kompletne. Obrazi su vrlo blago konveksni, prekriveni sitnim dlakama. Oči su jako redukovane, u vidu zatamnjene linije, bez omatidija. Preokularna brazda odsustvuje. Antene su prosečne dužine, dosežu do između prednje trećine i polovine dužine elitri. 2. antenomera je otprilike iste dužine kao 4. antenomera. 9. antenomera je duplo veće dužine od širine.

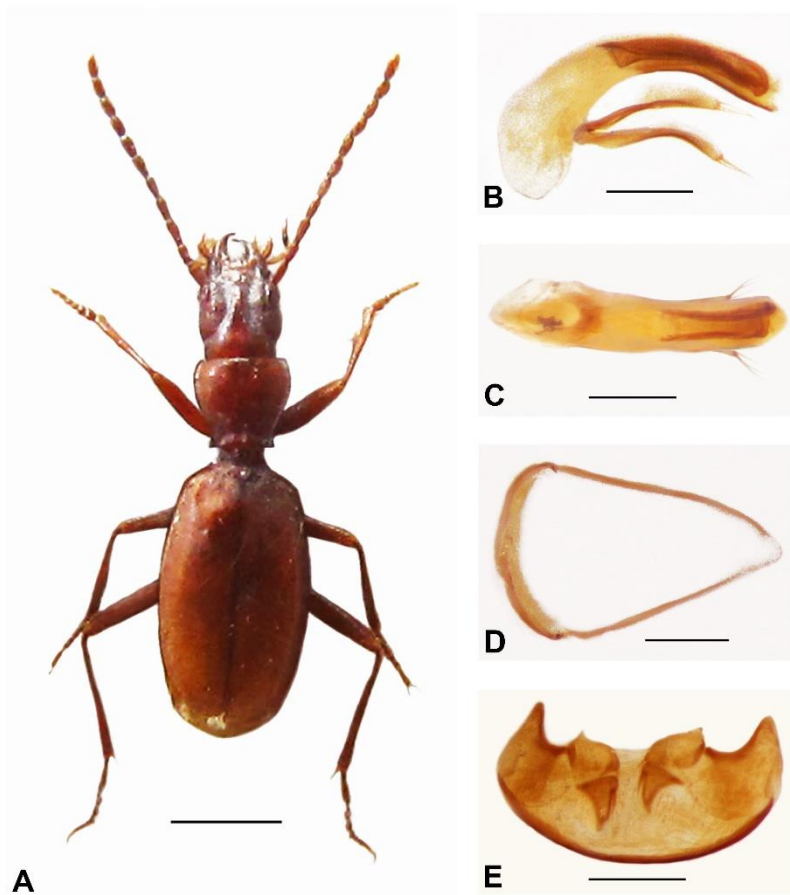
Pronotum je mali, širine malo veće od dužine, srcolikog oblika, malo širi od glave. Najširi je oko prednje četvrtine dužine. Prednja pronotalna ivica je blago konkavna. Prednji pronotalni uglovi su izraženi i zaobljeni. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem, a relativno konkavne u zadnjem delu. Osnova pronotuma je blago konkavna u sredini. Zadnji pronotalni uglovi su izraženi, špicasti, pod uglom manjim od 90°. Pronotalni disk je konveksan i poseduje središnju brazdu. Marginalni žlebovi pronotuma su uski i plitki. Jame pronotuma su široke, duboke i blago istačkane.

Elitre su izdužene, ovalnog oblika, 1,78 puta veće dužine od širine, najšire malo iza središnjeg nivoa. Humeralni deo je pod tupim uglom, blago zašiljen i spušten. Vrh

elitri je zaobljen. Elitralni disk je blago konveksan. Marginalni žlebovi elitri su uski i duboki. Nemaju razvijene strije, već se umesto njih javljaju redovi tačkaka.

Noge su prosečne dužine, tanke. Svaka prednja tibija poseduje uzdužnu fisuru. Prve dve protarzomere mužjaka su proširene.

Hetotaksija: Na glavi se nalaze dva para supraorbitalnih seta. Pronotum ima dva para seta. Prvi par je lociran oko prednje četvrtine dužine pronotuma, a drugi par je na zadnjim pronotalnim uglovima. Svaki humerus ima po četiri sete. Najveći razmak je između prve i druge humeralne sete, a najmanji između druge i treće humeralne sete. Prva humeralna seta se nalazi na unutrašnjoj ivici marginalnog žleba, druga humeralna je odmah uz žleb, a treća i četvrta humeralna seta su malo udaljene od žleba, s tim da je četvrta malo udaljenija od žleba od treće. Dve diskalne sete se nalaze na svakom elitronu. Prvi par diskalnih seta se nalazi na četvrtoj interstriji, oko prednje četvrtine dužine elitri, malo iza nivoa treće humeralne sete. Drugi par diskalnih seta se nalazi na trećem nizu tačkaka (koji odgovara položaju treće strije), malo iza središnjeg nivoa elitri. Diskalne i umbilikalne sete su veoma dugačke (Vrbica et al., 2013).



Slika 35. *Glabroduvalius tupiznicensis*. Mužjak HT. Habitus (dorzalni prikaz) (A); eedeagus (bočni prikaz) (B); eedeagus (dorzalni prikaz) (C); 9. abdominalni sternit (urit) (D). Ženka PT. Genitalije (E). Skale: 1 mm (A) i 0,2 mm (B-E).

Eedeagus je relativno sitan (Slike 35B i 35C). Paramere su prosečne širine, sužavaju se ka vrhovima i svaka ima po tri sete. Bočni prikaz eedeagusa (Slika 35B): eedeagus je ravnomerno savijen; medijalni lobus se postepeno sužava ka subapikalnom delu, potom je relativno proširen idući ka distalom delu, pa se naglo sužava pri vrhu; vrh je prav; bazalni bulbus je srednje veličine, širi se ka bazi. Dorzalni prikaz eedeagusa (Slika 35C): eedeagus je vrlo blago asimetričan, savijen ulevo i postepeno se sužava pri vrhu; vrh je zaobljen; kopulatorni deo je dugačak otprilike kao polovina dužine eedeagusa, izdužen, skoro paralelnih ivica, hitinizovan, oblika žleba, jedva bifidan, sa vrhom u vidu dva slabo izražena režnja.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je trouglast, otprilike dugačak kao eedeagus (Slika 35D).

Ženske genitalije su prikazane na Slici 35E. 9. gonokoksiti su relativno mali, zadebljali, zakrivljeni, bazalno delimično spojeni sa 9. gonosubkoksitima. Ženske parne genitalne strukture su relativno razdvojene (Vrbica et al., 2013).

**Dijagnoza** – Ovo je jedina vrsta ovoga roda do sada, tako da nije moguće poređenje sa srodnim vrstama.

#### 4.2.2.2. Molekularne analize roda *Glabroduvalius*

Na stablu dobijenom NJ metodom (Slika 32) se može videti da je vrsta *G. tupiznicensis* sestrinska kladi koju čine svi analizirani predstavnici podroda *Paraduvalius* (rod *Duvalius*). Genetička distanca između ove vrste i pomenute klade je 5,3%.

Na stablu dobijenom MP metodom (Slika 33) mogu se videti dve jasno izdvojene klade. U jednoj od njih, sa malom bootstrap podrškom, nalaze se dve grupisane vrste, *G. tupiznicensis* i *D. (P.) milutini*, kao i njima sestrinska vrsta, *D. (P.) rtanjensis*. Genetička distanca između ove dve klade je 4,9%.

Genetičke distance između vrste *G. tupiznicensis* i taksona koji pripadaju podrodu *Paraduvalius* (rod *Duvalius*) su između 4,4% [između *G. tupiznicensis* i *D. (P.) rtanjensis*] i 5,7% [između *G. tupiznicensis* i *D. (P.) trifunovici*, između *G. tupiznicensis* i *D. (P.) milutini*, kao i između *G. tupiznicensis* i *D. (P.) stankovitchi devojensis*]. Distanca između vrsta *G. tupiznicensis* i *C. bolei* (tj. između rodova *Glabroduvalius* i *Curcicia*) je 20,9% (Tabela 3).

Srednja genetička distanca između roda *Glabroduvalius* i podroda *Paraduvalius* (rod *Duvalius*) je 5,1%, a između rodova *Glabroduvalius* i *Pheggomisetes* 12,0% (Tabela 4).

Za detaljnije rezultate molekularnih analiza ovog roda videti potpoglavlje 4.2.1.2.



#### 4.2.3. *Pheggomisetes* Knirsch, 1923

Kao rezultat sprovedenih taksonomsko-morfoloških i molekularnih analiza, opisane su jedna vrsta i dve podvrste roda *Pheggomisetes*, nove za nauku, promenjen je status jednog taksona iz vrste u podvrstu i precizno su utvrđeni odnosi svih taksona koji žive u Srbiji.

##### 4.2.3.1. Taksonomsko-morfološke analize roda *Pheggomisetes*

Dorzalni prikazi habitusa dati su na Slikama 37, 40, 43 i 46, a genitalne i druge anatomske struktura mužjaka i ženki predstavnika ovoga roda na Slikama 38A-H, 41A-H, 44A-H i 47A-H. Pomenute strukture su proučavane većinom putem svetlosne mikroskopije (Slike 38A-D, 41A-D, 44A-D i 47A-D).

Pored toga, genitalne i druge anatomske strukture ovih predstavnika analizirane su i pomoću TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije, na osnovu čega su dobijene 3D slike (Slike 38E-H, 41E-H, 44E-H i 47E-H) i video klipovi struktura (Vrbica et al., 2017). Dobijene su fotografije edeagusa u bočnom i dorzalnopoložaju, 9. abdominalnog sternita mužjaka (urita) i ženskih genitalija. Sličan stepen morfoloških detalja uočava se na slikama dobijenim ovom metodom u odnosu na slike dobijene klasičnom svetlosnom mikroskopijom. Na 3D slikama bočnog (Slike 38E, 41E, 44E i 47E) i dorzalnog (Slike 38F, 41F, 44F i 47F) aspekta edeagusa svi morfološki delovi su oštro razgraničeni (medijalni lobus, bazalni bulbus, paramere sa setama, kopulatorni deo i unutrašnja vrećica). Mogu se jasno uočiti svi detalji anatomske struktura (npr. oblik i položaj kopulatornog dela). I jače (kopulatorni deo) i slabije (unutrašnja vrećica) hitinizovani delovi edeagusa su vidljivi. 9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je jasno uočljiv (Slike 38G, 41G, 44G i 47G). Na 3D slikama ženskih genitalija mogu se detaljno videti jako sklerotizovani delovi (9. gonokoksiti i 9. gonosubkoksiti), setacija i fini reljef na površini genitalija, kao i njihova unutrašnja struktura (Slike 38H, 41H, 44H i 47H). Na 3D video klipovima spomenute morfološke strukture su prikazane u rotaciji oko lateralne, longitudinalne i vertikalne ose. Na taj način se strukture mogu posmatrati u svim smerovima, što omogućava bolji uvid u oblik, prostorne odnose i unutrašnje strukture.

U daljem tekstu dati su podaci o etimologiji, distribuciji i važnim morfološkim karakteristikama taksona (navedeno u okviru opisa i dijagnoza) roda *Pheggomisetes* u Srbiji.

**Rod *Pheggomisetes* Knirsch, 1923**

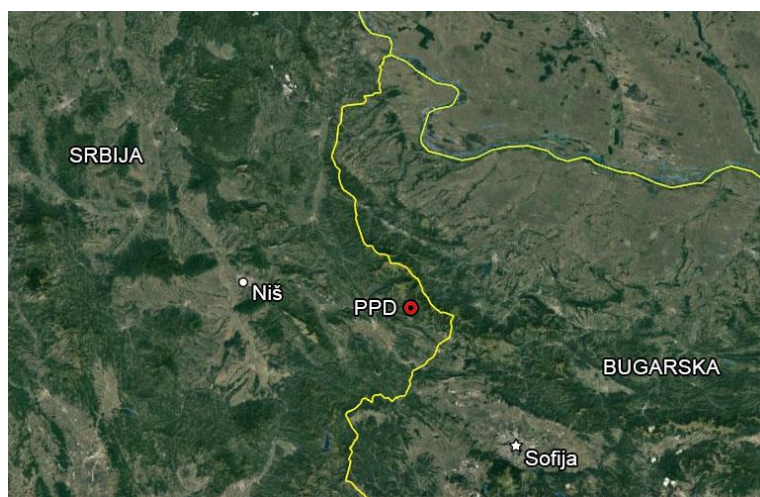
***Pheggomisetes serbicus* Ćurčić, Vrbica & Guéorguiev, 2017**

(Slike 36 i 37)

Prikupljena je ukupno 41 jedinka (18 ♂♂ i 23 ♀♀) na tri lokaliteta - Pećina Pež dupka (podvrsta *P. serbicus serbicus*, 22 jedinke - 10 ♂♂ i 12 ♀♀), pećina Suva dupka (podvrsta *P. serbicus belensis*, 18 jedinki - 8 ♂♂ i 10 ♀♀) i pećina u blizini pećine Suva dupka (podvrsta *P. serbicus belensis*, 1 jedinka - 1 ♀) (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova vrsta je nazvana po Srbiji, zemlji u kojoj se nalazi njen tipski lokalitet.

**Distribucija** – Pećina Pež dupka, selo Dojkinci, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija (Slika 36), pećina Suva dupka i bezimena pećina u blizini Suve dupke, selo Bela, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija.



Slika 36. Geografski položaj pećine Pež dupke (PPD), tipskog lokaliteta vrste *Pheggomisetes serbicus*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 37. Dužina tela je od 5,55 do 6,68 mm (OG) (S 6,11 mm) (HT 6,30 mm).

Glava je ovalnog oblika, odnos dužine i širine glave je OG 1,18-1,34 (S 1,26) (HT 1,27). Glava je najšira malo ispred sredine, jedva šira od pronotuma. Frontalne brazde su dugačke, pružaju se malo iza sredine glave, duboko su utisnute u prednjem delu i sigmoidno zakrivljene. Vrat je uzak, odnos širine glave i širine vrata je OG 1,97-2,75 (S 2,50) (HT 2,19). Antene su dugačke, kod mužjaka dosežu otprilike do vrha elitri, dok se kod ženki završavaju pre vrha elitri.

Pronotum je skoro iste dužine i širine. Najširi je malo iza prednje trećine svoje dužine. Prednja pronotalna ivica je konkavna i uža od osnove pronotuma. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem i blago konkavne u zadnjem delu. Osnova pronotuma je donekle konkavna u sredini. Prednji pronotalni uglovi su tupi i zaobljeni. Zadnji pronotalni uglovi su špicasti, skoro pod pravim uglom.

Elitre su relativno dugačke, ovalnog oblika, konveksne, sa bočnim stranama zaobljenim u prednjem delu. Najšire su malo posle središnjeg nivoa. Odnos dužine i širine elitri je OG 1,61-1,83 (S 1,73) (HT 1,81). Osnova elitri je malo uža od pronotuma. Humeralni deo je pod tupim uglom, zaobljen i veoma podignut. Elitralni vrh je zaobljen.

Noge i kandže su dugačke i tanke (Vrbica et al., 2017).

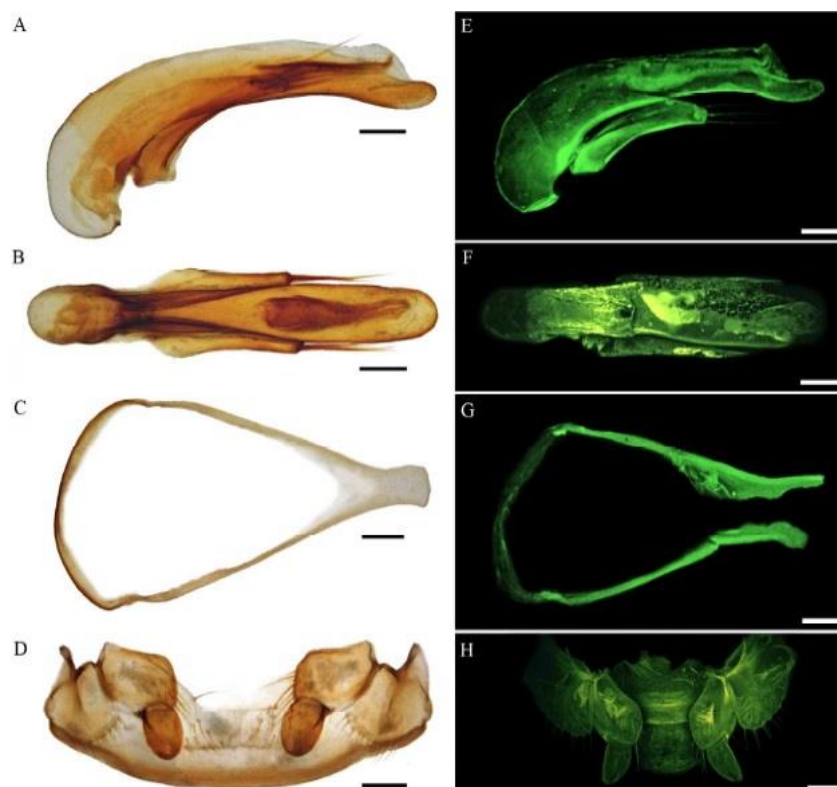


Slika 37. *Pheggomisetes serbicus*. Mužjak HT, habitus (dorzalni prikaz). Skala: 5 mm.

Svaka paramera ima po tri vršne sete. Bočni prikaz edeagusa (Slike 38A i 38E): medijalni lobus je savijen, sa zaobljenim i relativno podignutim vrhom; bazalni bulbus je mali i zaobljen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slike 38B i 38F): medijalni lobus je prav, sa zaobljenim vrhom i sužava se ka bazalnom bulbusu; kopulatorni deo je oblika žleba i prekriven brojnim bodljama; kopulatorni deo je širi u prve tri petine svoje dužine, a posteriorno je primetno uži.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je trouglast, blago izdužen, malo duži od edeagusa. Apofiza je uska i proksimalno sužena (Slike 38C i 38G).

Ženske genitalije su prikazane na Slikama 38D i 38H. 9. gonokoksiti su prosečne dužine, blago zakrivljeni, sa zaobljenim vrhom, bazalno skoro potpuno spojeni sa krupnim 9. gonosubkoksitima (Vrbica et al., 2017).



Slika 38. *Pheggomisetes serbicus*. Slike dobijene pomoću svetlosne (A-D) i TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije (E-H). Mužjak HT. Edeagus (bočni prikaz) (A i E); edeagus (dorzalni prikaz) (B i F); 9. abdominalni sternit (urit) (C i G). Ženka PT. Genitalije (D i H). Skale: 0,1 mm.

Hetotaksija: Frons ima 6-7 (HT - 7) seta na svakoj strani. Pronotum ima normalnu hetotaksiju (dva para seta). Pet do sedam seta (HT - 7) se nalazi na trećoj interstriji svakog elitrona.

Elitralna umbilikalna grupa: prve tri humeralne sete se nalaze blizu marginalnog žleba, a četvrta je malo udaljenija od njega. Razmak između umbilikalnih humeralnih pora 2 i 3 je najmanji, a između umbilikalnih humeralnih pora 3 i 4 je najveći. Medijalna umbilikalna grupa se nalazi oko sredine elitri; dve sete iz ove grupe su malo udaljene od marginalnog žleba, razmak između umbilikalnih pora 5 i 6 je otprilike isti kao razmak između umbilikalnih pora 2 i 3. Apikalna umbilikalna serija: umbilikalne sete 7 i 8 su relativno udaljene od marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 7 i 8 je duži od razmaka između umbilikalnih pora 3 i 4 (Vrbica et al., 2017).

**Dijagnoza** – Vrsta je poređena sa svim poznatim vrstama roda *Pheggomisetes* (Casale & Laneyrie, 1982; Moravec et al., 2003): *P. globiceps* Buresch, 1925, *P. radevi* Knirsch, 1924 i *P. buresi* (Knirsch, 1923). Poređenje nove vrste sa *P. ninae* nije dato,

pošto je ovaj takson spušten na rang podvrste u okviru vrste *P. globiceps* (videti u daljem tekstu) (Vrbica et al., 2017).

Vrsta *P. serbicus* se razlikuje od *P. globiceps* po dužini tela, dužini glave, dužini antena, odnosu dužine antena i dužine tela, odnosu dužine glave i dužine antena, dužini frontalnih brazda, odnosu dužine frontalnih brazda i dužine glave, obliku humeralnog dela elitri, odnosu dužine elitri i dužine tela i obliku kopulatornog dela (Jeannel, 1928; Guéorguiev, 1964; Vrbica et al., 2017).

Vrsta *P. serbicus* se razlikuje od *P. radevi* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, obliku glave, odnosu širine glave i širine vrata, obliku pronotuma, odnosu širine prednje ivice pronotuma i osnove pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku elitri, obliku humeralnog dela elitri, obliku medijalnog lobusa i veličini i obliku bazalnog bulbosa (Jeannel, 1928; Guéorguiev, 1964; Vrbica et al., 2017).

Vrsta *P. serbicus* se razlikuje od *P. buresi* po dužini tela, obliku glave, položaju maksimalne širine glave, odnosu širine glave i vrata, obliku bočnih pronotalnih ivica, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku elitri, obliku humeralnog dela elitri, obliku medijalnog lobusa i veličini i obliku bazalnog bulbosa (Jeannel, 1928; Guéorguiev, 1964; Vrbica et al., 2017).

### ***Pheggomisetes serbicus belensis* Ćurčić, Vrbica & Guéorguiev, 2017**

(Slike 39 i 40)

Prikupljeno je ukupno 19 jedinki (8 ♂♂ i 11 ♀♀) na dva lokaliteta – Pećina Suva dupka (18 jedinki - 8 ♂♂ i 10 ♀♀) i pećina u blizini pećine Suva dupka (1 jedinka - 1 ♀) (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova podvrsta je nazvana po selu Bela, u kome se nalazi njeni tipski lokaliteti.

**Distribucija** – Pećina Suva dupka i bezimena pećina u blizini Suve dupke, selo Bela, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija (Slika 39).



Slika 39. Geografski položaj pećine Suve dupke (PSD) i bezimene pećine u blizini pećine Suve dupke (PBSD), tipskih lokaliteta podvrste *Pheggomisetes serbicus belensis*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 40. Dužina tela je od 5,70 do 6,60 mm (OG) (S 6,05 mm) (HT 5,93 mm). Odnos dužine i širine glave je OG 1,23-1,33 (S 1,27) (HT 1,24). Frontalne brazde dosežu do sredine glave. Odnos širine glave i vrata je OG 2,09-2,50 (S 2,24) (HT 2,25).

Prednja pronotalna ivica je jasno (kod mužjaka) ili blago konkavna (kod ženki), uža od osnove pronotuma. Bočne pronotalne ivice su veoma blago konkavne u zadnjem delu.

Bočne strane elitri su skoro prave u prednjoj polovini svoje dužine. Odnos dužine i širine elitri je OG 1,62-1,92 (S 1,77) (HT 1,71) (Vrbica et al., 2017).



Slika 40. *Pheggomisetes serbicus belensis*. Mužjak HT, habitus (dorzalni prikaz). Skala: 5 mm.

Bočni prikaz edeagusa (Slike 41A i 41E): medijalni lobus je blago konveksan dorzalno oko prednje dve petine dužine, sa skoro pravim vrhom. Dorzalni prikaz edeagusa je dat na Slikama 41B i 41F.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je trouglast, blago izdužen, malo duži od edeagusa. Apofiza je uska i proksimalno sužena (Slike 41C i 41G).

Ženske genitalije su prikazane na Slikama 41D i 41H. 9. gonokoksiti su malo izduženi, blago zakrivljeni, sa zaobljenim vrhom, bazalno skoro potpuno spojeni sa krupnim 9. gonosubkokositima (Vrbica et al., 2017).





Slika 41. *Pheggomisetes serbicus belensis*. Slike dobijene pomoću svetlosne (A-D) i TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije (E-H). Mužjak HT. Edeagus (bočni prikaz) (A i E); edeagus (dorzalni prikaz) (B i F); 9. abdominalni sternit (urit) (C i G). Ženka PT. Genitalije (D i H). Skale: 0,1 mm.

Hetotaksija: Frons ima 6-8 (HT - 6) seta na svakoj strani. Pronotum ima normalnu hetotaksiju (dva para seta). Pet do sedam (HT – 6-7) seta se nalazi na trećoj interstrijii svakog elitrona.

Elitralna umbilikalna grupa: prve tri umbilikalne humeralne sete su blizu marginalnog žleba, a četvrta je malo udaljenija od njega. Razmak između umbilikalnih pora 2 i 3 je najmanji, a između umbilikalnih pora 1 i 2 i pora 3 i 4 je isti. Medijalna umbilikalna grupa se nalazi oko sredine elitri; dve sete iz ove grupe su donekle udaljene od marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 5 i 6 je malo kraći od razmaka između umbilikalnih pora 2 i 3. Apikalna umbilikalna serija: sete 7 i 8 su donekle udaljene od marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 7 i 8 je duži od razmaka između umbilikalnih pora 3 i 4 (Vrbica et al., 2017).

**Dijagnoza** – Podvrsta je poređena sa nominalnom podvrstom, *P. serbicus serbicus*.

Od nje se razlikuje po dužini tela, odnosu dužine frontalnih brazda i glave, odnosu širine glave i vrata, dužini frontalnih brazda, dužini antena, obliku prednje pronotalne ivice, obliku osnove pronotuma, obliku bočnih ivica elitri, odnosu širine prednje ivice pronotuma i osnove pronotuma, odnosu dužine i širine elitri, položaju humeralnih i medijalnih seta koje pripadaju elitralnoj umbilikalnoj grupi i obliku medijalnog lobusa i bazalnog bulbusa (Vrbica et al., 2017).

***Pheggomisetes globiceps ciniglavcensis* Ćurčić & Vrbica, 2017**

(Slike 42 i 43)

Prikupljeno je ukupno 50 jedinki (30 ♂♂ i 20 ♀♀) na jednom lokalitetu – Jama Propas (Tabela 2).

**Etimologija** – Ova podvrsta je nazvana po selu Činiglavci, u kome se nalazi njen tipski lokalitet.

**Distribucija** – Jama Propas, selo Činiglavci, okolina Pirota, Stara planina, jugoistočna Srbija (Slika 42). Vrsta je za sada konstatovana samo na tipskom lokalitetu.



Slika 42. Geografski položaj jame Propas (JP), tipskog lokaliteta podvrste *Pheggomisetes globiceps ciniglavcensis*.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa mužjaka HT je dat na Slici 43. Dužina tela je od 6,15 do 6,83 mm (OG) (S 6,46 mm) (HT 6,53 mm).

Glava je ovalnog oblika. Odnos dužine i širine glave je OG 1,19-1,36 (S 1,28) (HT 1,19). Glava je najšira malo ispred svoje sredine, jedva šira od pronotuma. Frontalne brazde dosežu skoro do sredine glave, duboko su utisnute u prednjem delu i sigmoidno zakrivljene. Vrat je uzak. Odnos širine glave i vrata je OG 2,17-2,61 (S 2,41) (HT 2,50). Antene su dugačke, dosežu do vrha elitri (kod mužjaka) ili su malo kraće (kod ženki).

Pronotum je skoro iste dužine i širine. Najširi je malo iza prednje trećine svoje dužine. Prednja pronotalna ivica je blago konkavna, uža od osnove pronotuma. Bočne pronotalne ivice su zaobljene u prednjem i blago konkavne u zadnjem delu. Osnova pronotuma je vrlo blago konkavna u sredini. Prednji pronotalni uglovi su tupi i zaobljeni. Zadnji pronotalni uglovi su špicasti, skoro pravi.

Elitre su relativno dugačke, ovalnog oblika, konveksne, najšire malo iza svog središnjeg nivoa. Odnos dužine i širine elitri je OG 1,53-1,73 (S 1,64) (HT 1,68). Osnova elitri je malo šira od pronotuma (odnos širine osnove elitri i pronotuma je OG 0,85-1,10; S 1,03; HT 1,00). Humeralni deo je pod tupim uglom, zaobljen i relativno podignut. Vrh elitri je zaobljen.

Noge i kandže su dugačke i tanke (Vrbica et al., 2017).



Slika 43. *Pheggomisetes globiceps ciniglavcensis*. Mužjak HT, habitus (dorzalni prikaz). Skala: 5 mm.

Svaka paramera ima po tri sete, od kojih su dve pozicionirane na vrhu. Bočni prikaz edeagusa (Slike 44A i 44E): medijalni lobus je savijen, blago konveksan dorzalno oko prednje četvrtine, sa zaobljenim vrhom; bazalni bulbus je mali i zaobljen. Dorzalni prikaz edeagusa (Slike 44B i 44F): kopulatorni deo je trouglast, oblika žleba, prekriven brojnim bodljama, postepeno se sužava pri vrhu.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je trouglast, malo izdužen, malo duži od edeagusa. Apofiza je uska, postepeno se sužava distalno (Slike 44C i 44G).

Ženske genitalije su prikazane na Slikama 44D i 44H. 9. gonokoksiti su malo izduženi, relativno zakrivljeni, sa zaobljenim vrhom, bazalno potpuno spojeni sa krupnim 9. gonosubkoksitima (Vrbica et al., 2017).



Slika 44. *Pheggomisetes globiceps ciniglavcensis*. Slike dobijene pomoću svetlosne (A-D) i TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije (E-H). Mužjak HT. Eedeagus (bočni prikaz) (A i E); eedeagus (dorzalni prikaz) (B i F); 9. abdominalni sternit (urit) (C i G). Ženka PT. Genitalije (D i H). Skale: 0,1 mm.

Hetotaksija: Frons ima 5-7 seta (HT - 6-7) na svakoj strani. Pronotum ima normalnu hetotaksiju (dva para seta). Šest do osam (HT – 6-7) seta se nalazi na trećoj interstrijii svakog elitrona.

Elitralna umbilikalna grupa: prve tri humeralne umbilikalne sete su blizu marginalnog žleba, a četvrta je donekle udaljenija od njega. Razmak između umbilikalnih pora 2 i 3 je najmanji, a između umbilikalnih pora 1 i 2 i pora 3 i 4 je isti. Medijalna umbilikalna grupa se nalazi oko sredine elitri; dve sete ove grupe su relativno udaljene od marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 5 i 6 je otprilike isti kao razmak između pora 2 i 3. Apikalna umbilikalna serija: sete 7 i 8 su donekle udaljene od

marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 7 i 8 je duži od razmaka između umbilikalnih pora 3 i 4 (Vrbica et al., 2017).

**Dijagnoza** – Podvrsta je poređena sa nominotipskom podvrstom (*P. globiceps globiceps*) i morfološki i geografski najbližim podvrstama - *P. globiceps ilandjivi* i *P. globiceps ninae*.

*P. globiceps ciniglavcensis* se razlikuje od *P. globiceps ilandjivi* po dužini tela, obliku glave, odnosu dužine i širine glave, dužini antena, odnosu dužine antena i tela, obliku bočnih pronotalnih ivica, širini prednje ivice pronotuma, širini osnove pronotuma, odnosu širine prednje ivice pronotuma i maksimalne širine pronotuma, obliku humeralnog dela elitri, odnosu dužine i širine elitri, odnosu širine osnove elitri i pronotuma, obliku medijalnog lobusa i veličini bazalnog bulbusa (Guéorguiev, 1964; Vrbica et al., 2017).

*P. globiceps ciniglavcensis* se razlikuje od *P. globiceps ninae* po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, dužini frontalnih brazda, dužini antena, odnosu širine glave i vrata, dužini elitri, širini elitri, odnosu dužine i širine elitri, odnosu širine osnove elitri i pronotuma, obliku medijalnog lobusa i broju seta na paramerama (Ćurčić et al., 2004; Vrbica et al., 2017).

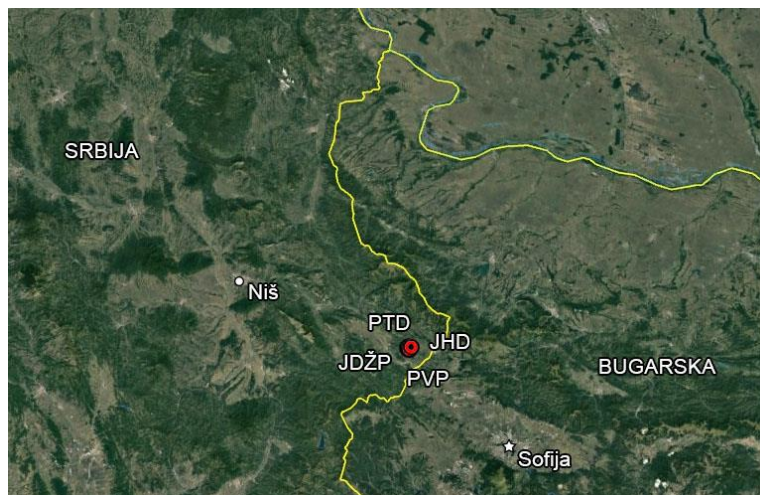
*P. globiceps ciniglavcensis* se razlikuje od *P. globiceps globiceps* po obliku glave, odnosu širine glave i vrata, dužini antena, odnosu dužine glave i pronotuma, odnosu dužine i širine pronotuma, širini elitri, odnosu dužine i širine elitri, odnosu širine osnove elitri i pronotuma, obliku medijalnog lobusa i kopulatornog dela (Guéorguiev, 1964; Vrbica et al., 2017).

***Pheggomisetes globiceps ninae* S. Ćurčić, Schönmann, Brajković, B. Ćurčić & Tomić, 2004, comb. & stat. n.**

(Slike 45 i 46)

Prikupljeno je ukupno 187 jedinki (73 ♂♂ i 114 ♀♀) na četiri lokaliteta - Jama Hodžina dupka (135 jedinki - 60 ♂♂ i 75 ♀♀), Petrlaška (= Velika) pećina (37 jedinki - 10 ♂♂ i 27 ♀♀), jama Džemanska propast (2 jedinke - 2 ♀♀), Pećina Tmna dupka (13 jedinki - 3 ♂♂ i 10 ♀♀) (Tabela 2).

**Distribucija** – Jama Hodžina dupka (tipski lokalitet), pećina Tmna dupka, jama Džemanska propast i Petrlaška (= Velika) pećina, sve u ataru sela Petrlaš, u okolini Dimitrovgrada, na Staroj planini u jugoistočnoj Srbiji (Slika 45).



Slika 45. Geografski položaj jame Hodžine dupke (JHD), tipskog lokaliteta podvrste *Pheggomisetes globiceps ninae*, kao i pećina Tmne dupke (PTD), jame Džemanske propasti (JDŽP) i Petrlaške (= Velike) pećine (PVP), u kojima je navedena podvrsta takode pronađena.

**Opis** – Dorzalni prikaz habitusa topotipskog mužjaka se nalazi na Slici 46. Opis ovoga taksona je dat u publikaciji Ćurčić et al. (2004). Dužina tela je OG 6,42-6,81 mm.

Glava je izdužena. Odnos dužine i širine glave je S 1,5. Glava je najšira malo ispred sredine, malo šira od pronotuma. Njen zadnji deo je mnogo uži od prednjeg. Bočne strane glave su pravilo konveksne, sužavaju se prema vratu. Oči odsustvuju. Frontalne brazde prelaze sredinu glave, duboko su utisnute u prednjem delu i sigmoidalno zakrivljene. Vrat je uzak. Odnos širine glave i vrata je OG 2,53-2,56. Antene su dugačke, dosežu dužinu tela (kod ženki) ili je prelaze (kod mužjaka).

Pronotum je širine malo veće od dužine. Najširi je odmah pre središnjeg nivoa. Prednja pronotalna ivica je konkavna. Bočne ponotalne ivice su zaobljene u prednjem i blago konkavne u zadnjem delu. Osnova pronotuma je prava (kod mužjaka) ili konkavna (kod ženki). Prednji pronotalni uglovi su tupi i zaobljeni. Zadnji pronotalni uglovi su špicasti, skoro pravi.

Elitre su relativno dugačke, konveksne, najšire oko središnjeg nivoa. Osnova elitri je uža od pronotuma. Humeralni deo je pod tupim uglom, zaobljen i podignut. Vrh elitri je zaobljen.

Noge i kandže su dugačke i tanke (Ćurčić et al., 2004).

Svaka paramera ima po pet seta, od kojih su tri pozicionirane na vrhu. Bočni prikaz edeagusa (Slike 47A i 47E): edeagus je pravilno savijen, donekle konveksan dorzalno u središnjem delu, postepeno se sužava ka zaobljenom vrhu. Dorzalni prikaz edeagusa (Slike 47B i 47F): unutrašnja vrećica se sastoji od trouglastog dela i malog, unutrašnjeg, pravougaonog, hitinoznog dela oblika žleba, sa brojnim dugačkim i kratkim trnovima.

9. abdominalni sternit mužjaka (urit) je dobro razvijen, trouglast (Slike 47C i 47G).

Ženske genitalije su prikazane na Slikama 47D i 47H. 9. gonokoksiti su prosečne dužine, prošireni, sa zaobljenim vrhom, bazalno potpuno spojeni sa krupnim 9. gonosubkoksitima.

Hetotaksija. Frons ima 6-7 seta na svakoj strani glave. Pronotum ima normalnu hetotaksiju (dva para seta). Šest ili sedam seta se nalazi na trećoj interstriji svakog elitrona (Ćurčić et al., 2004).

Elitralna umbilikalna grupa: prve tri humeralne umbilikalne sete su blizu marginalnog žleba, a četvrta je relativno udaljenija od njega. Razmak između umbilikalnih pora 2 i 3 je najmanji, a između pora 3 i 4 je najveći. Medijalna umbilikalna grupa se nalazi oko sredine elitri; dve sete iz ove grupe su relativno udaljene od marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 5 i 6 je donekle kraći od razmaka između pora 2 i 3. Apikalna umbilikalna serija: sete 7 i 8 su relativno udaljene od marginalnog žleba, a razmak između umbilikalnih pora 7 i 8 je kraći od razmaka između pora 3 i 4 (Vrbica et al., 2017).





Slika 46. *Peggomisetes globiceps ninae*. Topotipski mužjak, habitus (dorzalni prikaz). Skala: 5 mm.



Slika 47. *Pheggomisetes globiceps ninae*. Slike dobijene pomoću svetlosne (A-D) i TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije (E-H). Topotipski mužjak. Eedeagus (bočni prikaz) (A i E); eedeagus (dorzalni prikaz) (B i F); 9. abdominalni sternit (urit) (C i G). Topotipska ženka. Genitalije (D i H). Skale: 0,1 mm.

**Dijagnoza** – Podvrsta je poređena sa nominotipskom podvrstom (*P. globiceps globiceps*) i morfološki i geografski najbližim podvrstama, *P. globiceps ilandjievi* i *P. globiceps ciniglavcensis* (Guéorguiev, 1964; ova studija).

*P. globiceps ninae* se razlikuje od *P. globiceps ilandjievi* po dužini tela, dužini antena, odnosu širine glave i vrata, širini prednje ivice pronotuma, širini osnove pronotuma, obliku osnove pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, dužini elitri, širini elitri, odnosu dužine i širine elitri, obliku medijalnog lobusa i broju seta na paramerama (Guéorguiev, 1964; Ćurčić et al., 2004; Vrbica et al., 2017).

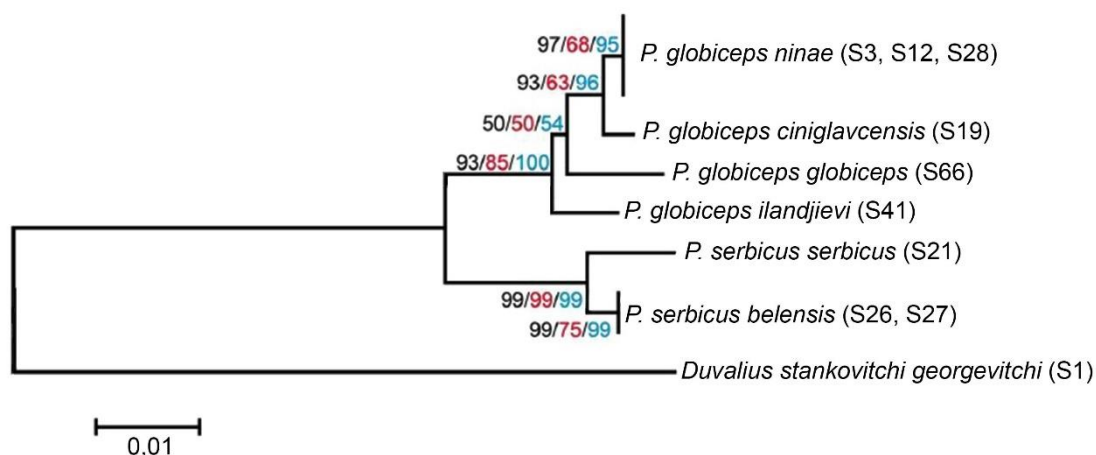
Uočene morfološke razlike između *P. globiceps ninae* i *P. globiceps ciniglavcensis* su navedene u tekstu iznad (dijagnoza *P. globiceps ciniglavcensis*) (Ćurčić et al., 2004; Vrbica et al., 2017).

*P. globiceps ninae* se razlikuje od *P. globiceps globiceps* po dužini tela, dužini glave, širini glave, odnosu dužine i širine glave, obliku glave, odnosu dužine glave i dužine pronotuma, odnosu širine glave i pronotuma, odnosu dužine i širine pronotuma,

dužini elitri, broju seta na paramerama i obliku medijalnog lobusa (Guéorguiev, 1964; Ćurčić et al., 2004; Vrbica et al., 2017).

#### 4.2.3.2. Molekularne analize roda *Pheggomisetes*

Filogenetska rekonstrukcija taksona u okviru roda *Pheggomisetes*, urađena pomoću metoda pridruživanja susedu (engl. *neighbor joining* - *NJ*), maksimalne parsimonije (engl. *maximum parsimony* - *MP*) i maksimalne verodostojnosti (engl. *maximum likelihood* - *ML*), rezultirala je stablima sa istom topologijom (Slika 48) (Vrbica et al., 2017). Genetičke distance između analiziranih taksona koji pripadaju pomenutom rodu date su u Tabeli 5.



Slika 48. Filogenetsko stablo analiziranih taksona roda *Pheggomisetes*, zasnovano na COI sekvencama, dobijeno putem metoda susednog sparivanja (NJ), maksimalne parsimonije (MP) i maksimalne verodostojnosti (ML). Bootstrap vrednosti su označene iznad/ispod grana, prema sledećem redosledu: NJ (crno)/MP (crveno)/ML (plavo). Takson *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* je uzet kao autgrupa. Šifre taksona su u zagradama.

Uzorci su grupisani u dve različite, dobro podržane klade. Genetička distanca između klada je 3,7%.

Taksoni grupisani u prvoj kladi pripadaju vrsti *P. globiceps*. Četiri podvrste su grupisane odvojeno, sa velikom bootstrap podrškom. *P. globiceps globiceps* i *P. globiceps ilandjievi* su odvojeni od potklade koju čine *P. globiceps ciniglavcensis* i *P.*

*globiceps ninae*. Taksoni grupisani u drugoj kladi pripadaju vrsti *P. serbicus*, koja se jasno diferencira na dve podvrste: *P. serbicus serbicus* i *P. serbicus belensis*.

Genetičke distance između podvrsta su u opsegu od 0,5% (između *P. globiceps ciniglavcensis* i *P. globiceps ninae*) do 1,8% (između *P. globiceps globiceps* i *P. globiceps ilandjivi*) (Tabela 5).

Tabela 5. Genetičke distance između analiziranih taksona roda *Pheggomisetes*.

Taksoni i šifre lokaliteta	Genetičke distance (%)					
	S3, S12, S28	S19	S66	S21	S26, S27	S41
<i>P. globiceps ciniglavcensis</i> (S19)	0,5					
<i>P. globiceps globiceps</i> (S66)	1,5	1,6				
<i>P. serbicus serbicus</i> (S21)	3,7	3,9	4,5			
<i>P. serbicus belensis</i> (S26, S27)	3,2	3,4	3,7	1,1		
<i>P. globiceps ilandjivi</i> (S41)	1,3	1,5	1,8	3,9	3,4	
<i>D. (P.) stankovitshi georgevitshi</i> (S1)*	11,6	11,3	11,5	11,8	11,5	11,3

\*autgrupa

Srednja genetička distanca između roda *Pheggomisetes* i podroda *Paraduvallius* (rod *Duvalius*) je najmanja, a između rodova *Pheggomisetes* i *Curcicia* je najveća (Tabela 4).

## 5. DISKUSIJA

### 5.1. Rodovi *Duvalius* (podrod *Paraduvalius*) i *Glabroduvalius* Karpato-balkanida Srbije

Vrsta *D. (P.) trifunovici* – Na filogenetskim stablima dobijenim NJ i MP metodom rekonstrukcije, ovaj takson formira kladu sa *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) stankovitchi devojensis*, sa velikom bootstrap podrškom (Slike 32 i 33). Genetičke razlike između ovih taksona su veoma male (0,2-0,3%), tj. u okviru intraspecijske varijabilnosti (Hebert et al., 2003b; Ratnasingham & Hebert, 2013), što ukazuje na mogućnost da je ovaj takson podvrsta u okviru *D. (P.) stankovitchi* [distanca od 0,2% je takođe prisutna između podvrsta *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* i *D. (P.) stankovitchi devojensis*]. *D. (P.) trifunovici* je prema morfološkoj građi svakako najsličnija vrsti *D. (P.) stankovitchi*. Od nje se razlikuje po dužini tela, odnosu dužine i širine glave, odnosu dužine i širine pronotuma, obliku zadnjih pronotalnih uglova, odnosu dužine i širine elitri, broju izraženih elitralnih strija, položaju prvog para elitralnih diskalnih seta, veličini i obliku edeagusa i dužini i obliku kopulatornog dela (Jeannel 1923, 1928; Vrbica et al., 2013; ova studija - potpoglavlje 4.2.1.1., dijagnoza *D. (P.) trifunovici*). Međutim, sve navedene morfološke razlike između ove dve vrste su male. Ovi taksoni su i geografski vrlo blizu jedan drugom. Mandina pećina [tipski lokalitet *D. (P.) trifunovici*] se nalazi u blizini Zlotske pećine i pećine Vernjikice [koje nastanjuje *D. (P.) stankovitchi georgevitchi*], a sve tri navedene pećine se nalaze u selu Zlot, okolina Bora, Kučajske planine, istočna Srbija. Takođe, u relativnoj blizini svih ovih objekata se nalazi i Devojačka pećina [tipski lokalitet podvrste *D. (P.) stankovitchi devojensis*], u selu Podgorac, okolina Boljevca, Kučajske planine, istočna Srbija. Kada se sve navedeno uzme u obzir, trebalo bi promeniti status vrste *D. (P.) trifunovici* u podvrstu u okviru vrste *D. (P.) stankovitchi*.

Vrste *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) petrovici* u ovoj studiji nisu obuhvaćene molekularnim analizama, pošto se i nakon nekoliko ponovljenih DNK ekstrakcija i PCR-a ovi uzorci nisu videli na gelu. Takođe, prikupljeni uzorak nije bio dovoljno veliki da bi se svaka ponovljena analiza mogla raditi na drugoj jedinci. U

odsustvu molekularnih analiza, ovi taksoni zadržavaju status zasebnih vrsta, uspostavljene na osnovu taksonomsko-morfoloških analiza.

Vrste *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) beljanicae* i *D. (P.) petrovici*, zajedno sa taksonima opisanim od strane drugih autora, *D. (P.) stankovitchi stankovitchi*, *D. (P.) stankovitchi devojenis* i *D. (P.) stankovitchi georgevitchi* spadaju u „*stankovitchi*” grupu vrsta. Morfološke odlike na osnovu kojih navedeni predstavnici pripadaju ovoj grupi vrsta su: dužina tela veća nego kod pripadnika „*winkleri*” grupe vrsta, odnos dužine i širine pronotuma (širina veća od dužine), posedovanje suženja pronotuma pri osnovi, prisustvo neizraženog humeralnog dela elitri (nije uglast, već je zaobljen), odsustvo polegih dlaka na temenu, prisustvo uzdužne fisure na prednjim tibijama i položaj prvog para elitralnih diskalnih seta iza nivoa treće humeralne sete (Guéorguiev, 1971). Taksoni koji pripadaju ovoj grupi vrsta su i geografski grupisani: nastanjuju lokalitete u severnijem delu ispitivanog područja (Kučajske planine) u odnosu na pripadnike „*winkleri*” grupe vrsta (videti u tekstu ispod: „*Winkleri*” grupa vrsta).

Vrsta *D. (P.) rtanjensis* – Dobijene molekularne razlike između vrste *D. (P.) rtanjensis* i njoj bliskih taksona (od 3,3% do 4,6%) su na nivou različitih vrsta (Hebert et al., 2003b), čime su potvrđene prethodno sprovedene taksonomsko-morfološke analize ove vrste. *D. (P.) rtanjensis* se, prema ovim rezultatima, donekle izdvaja od srodnika u okviru „*winkleri*” grupe vrsta. Takođe, tipski lokalitet ove vrste je izdvojen od lokaliteta njenih pomenutih srodnika (videti dalje u tekstu: „*Winkleri*” grupa vrsta).

Vrsta *D. (P.) milutini* – Dobijene molekularne razlike između ove vrste i njoj bliskih taksona (od 4,6% do 5,9%) su na nivou različitih vrsta (Hebert et al., 2003b), čime su potvrđene prethodno sprovedene taksonomsko-morfološke analize ove vrste.

Vrsta *D. (P.) sotirovi* – U ovoj studiji ova vrsta nije obuhvaćena molekularnim analizama (i nakon nekoliko ponovljenih ekstrakcija i PCR-a, ovaj uzorak se nije video na gelu). U odsustvu molekularnih analiza, ovaj takson zadržava status zasebne vrste, uspostavljene na osnovu taksonomsko-morfoloških analiza.

Taksoni *D. (P.) rtanjensis rtanjensis*, *D. (P.) milutini* i *D. (P.) sotirovi*, zajedno sa taksonima koje su opisali drugi autori, *D. (P.) winkleri* i *D. (P.) rtanjensis provalijae*, pripadaju „*winkleri*” grupi vrsta. Morfološke odlike na osnovu kojih pomenuti predstavnici pripadaju ovoj grupi vrsta su: dužina tela manja nego kod pripadnika „*stankovitchi*” grupe vrsta, odnos dužine i širine pronotuma (širina veća od dužine),

prisustvo neizraženog humeralnog dela elitri (nije uglast, već je zaobljen), odsustvo polegih dlaka na temenu, prisustvo uzdužne fisure na prednjim tibijama i položaj prvog para elitralnih diskalnih seta (ispred nivoa treće humeralne sete) (Guéorguiev, 1971). Taksoni koji pripadaju ovoj grupi vrsta su i geografski izdvojeni od pripadnika „*stankovitchi*” grupe vrsta. Nastanjuju lokalitete u južnijem delu ispitivanog područja (Svrljiške planine, Kalafat), u odnosu na pripadnike „*stankovitchi*” grupe vrsta, sa izuzetkom *D. (P.) rtanjensis*, čiji je tipski lokalitet između Kučajskih i Svrljiških planina (planina Rtanj).

Novije opisane vrste troglobiontnih trehina, *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) beljanicae*, *D. (P.) petrovici*, *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) milutini* i *D. (P.) sotirovi* verovatno pripadaju starim filetičkim linijama koje vode poreklo iz Paleogena ili još od ranije (Guéorguiev, 1977). To su relikti i endemiti karpato-balkanskog planinskog sistema u istočnoj i jugoistočnoj Srbiji. Diferencijacija endemičnih novih i srodnih taksona na Balkanskom poluostrvu je bila olakšana velikom Alpskom orogenezom (u kasnom mezozoiku i kenozoiku), paleoklimatskim događajima i kasnijom evolucijom podzemnog kraškog reljefa, čime su nastale brojne nove epigejske i hipogejske niše pogodne za očuvanje stare i autohtone faune, u koju spadaju i trehine (Ćurčić et al., 2012).

Rod *Glabroduvalius* sa jednom poznatom vrstom, *G. tupiznicensis* – Rod je opisan na osnovu specifičnih morfoloških odlika habitusa i genitalnih struktura, po kojima se razlikuje od njemu bliskih rodova, i za sada je monotipski i obuhvata vrstu *G. tupiznicensis* (Vrbica et al., 2013). Dobijeni molekularni podaci (videti potpoglavlje 4.2.1.2.) se mogu tumačiti dvojako. Genetičke distance između vrste *G. tupiznicensis* i vrsta koje pripadaju podrodu *Paraduvalius* (rod *Duvalius*) (oko 5%) bi mogle ukazivati na to da ovaj takson ipak nije zaseban rod, već da pripada rodu *Duvalius*. Sa druge strane, morfološke analize su pokazale da postoje značajne razlike između roda *Glabroduvalius* i njemu bliskih rodova: manja veličina tela, odsustvo gustih dlaka na celoj površini tela, oblik očiju (redukovane, u vidu zatamnjene linije, bez omatidija), oblik humeralnog dela elitri (pod tupim uglom, blago zašiljen i spušten), odsustvo elitralnih strija, prisustvo vrlo dugačkih elitralnih diskalnih seta i prisustvo tri sete na svakoj parameri (Jeannel, 1923, 1928; Pretner, 1963; Ćurčić et al., 2001, 2003a, 2003b, 2005; Ćurčić & Brajković, 2003; Vrbica et al., 2013; ova studija).

Neusklađenost između morfoloških i molekularnih taksonomskih podataka je relativno česta kod pećinskih organizama (Sokolov et al., 2007). Morfološke karakteristike često podležu jakoj selekciji usled uticaja životne sredine ili reproduktivnih mehanizama i ne moraju u potpunosti oslikavati evolucionu istoriju vrsta (Zinetti et al., 2013). Ova jaka selekcija može dovesti do morfološke konvergencije između taksona koji pokazuju visoku genetičku divergenciju (Faille et al., 2010b; Juan & Emerson, 2010). Pećinske organizme često odlikuju specifične konvergentne „regresivne” karakteristike, kao što su redukcija ili potpuno odsustvo očiju i depigmentisano telo (Juan et al., 2010; ova studija – potpoglavlje 1.2.2.). Pored toga, primena COI gena za identifikaciju taksona, iako jako zastupljena kod velikog broja životinjskih grupa, ipak ima svoja ograničenja. Identifikacija na osnovu jednog lokusa (Raupach et al., 2010), skorašnja specijacija i procesi hibridizacije (Kubota & Sota, 1998; Sota et al., 2000), heteroplazmija (Boyce et al., 1989), prisustvo mitohondrijalnih pseudogena (Hazakani-Covo et al., 2010; Maddison, 2012) i materinsko nasleđivanje (Raupach et al., 2010) mogu da utiču na mitohondrijalnu varijabilnost barkoding regiona. U jednoj studiji ispitana je efikasnost DNK barkodinga, zasnovanog na analizi COI gena, za identifikovanje trčuljaka koji pripadaju rodu *Bembidion* Latreille, 1802 i njemu bliskih taksona. Identifikacije vrsta putem analize COI gena i putem tradicionalnih metoda su se poklopile kod 69 od 78 vrsta (89%) vrsta (Raupach et al., 2016). Takođe, granična vrednost za identifikaciju na nivou vrste (Hebert et al., 2003a) povlači sa sobom određene probleme (Rubinoff et al., 2006). Ideja DNK barkodinga je zasnovana na pretpostavci da interspecijska genetička variranja prevazilaze intraspecijska u tolikoj meri da između postoji jasni jaz, što bi omogućilo dodeljivanje neidentifikovanih jedinki tačno određenim vrstama (Hebert et al., 2003a, 2003b). U pomenutoj studiji Raupacha i saradnika (2016), dobijene intraspecijske distance u okviru istog roda su 0-9.62%, a interspecijske 0-14.72%. U publikaciji Hebert et al. (2004), od 10 identifikovanih vrsta, samo su se dve razlikovale od ostalih za više od 3%, tj. procenta koji se predlaže kao granična vrednost za identifikaciju na nivou vrste (Hebert et al., 2003a).

Za potpuno rasvetljavanje taksonomskog statusa roda *Glabroduvalius*, iz gorenavedenih razloga, neophodna su dodatna istraživanja koja će obuhvatiti veći broj taksona troglobiontnih trehina iz istočne i jugoistočne Srbije, kao i veći broj jedinki i molekularnih markera.



Molekularna analiza svih taksona koji pripadaju podrodu *Paraduvallius* (rod *Duvallius*) u istočnoj i jugoistočnoj Srbiji, Bugarskoj i Grčkoj, uz uključenje roda *Glabroduvallius*, mogla bi doprineti rasvetljavanju teksonomskih nedoumica vezanih za njih. U ovoj studiji, molekularnim analizama nisu obuhvaćeni taksoni *D. (P.) winkleri*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) beljanicae*, *D. (P.) petrovici*, *D. (P.) sotirovi*, *D. (P.) stankovitchi stankovitchi* i *D. (P.) rtanjensis provalijae*. Razlozi za to su nedostupnost materijala i kod nekih verovatno neuspešna ekstrakcija DNK – moguće je da je DNK bila uništena sirćetom u Barberovim klopnama, prilikom prikupljanja materijala. Uбудuće bi bilo bolje umesto sirćeta koristiti propilen glikol.

Veliki delovi karpato-balkanskog planinskog venca u Srbiji, gde u budućnosti mogu biti otkriveni još neki novi taksoni trehina za nauku, ostali su neistraženi. Buduća istraživanja bi trebalo da obuhvate analizu troglobiontnih Trechini iz pomenutog regiona i okolnih područja, kako bi se precizno definisao njihov taksonomski status, tj. da li zaista pripadaju trenutno utvrđenim taksonima ili će biti potrebno uspostavljanje nove klasifikacije. Osim toga, proširivanje istraživanja na okolne teritorije bi, ne samo rasvetlilo paleogeografske odnose među trehinama unutar karpato-balkanidne grupe u Srbiji, već i omogućilo poređenje sa eventualnim grupama taksona konstatovanim u preostalim delovima Karpata i Balkana. Potom bi bilo moguće i određivanje distance među taksonima trehina sakupljenim i na drugim planinskim sistemima Balkanskog poluostrva, koji pripadaju alpskom, dinarskom, šarsko-pindskom ili rodopskom masivu.

## **5.2. Rod *Curcicia* Karpato-balkanida Srbije**

Rod *Curcicia* se jasno izdvaja od svih ostalih analiziranih taksona, kako po morfološkim tako i po molekularnim (Slike 32 i 33) karakteristikama.

Ovaj rod je 1963. godine opisan kao takson u okviru roda *Duvallius*, tj. kao vrsta *Duvallius (Duvallius) bolei* (Pretner, 1963). Međutim, nakon detaljne analize svih uočenih morfoloških odlika ovog taksona, kao i poređenja sa fenetički njemu najbližim rodovima pokazano je da je to ipak zaseban rod. Njega odlikuju sledeće morfološke karakteristike: specifičan oblik glave, potpuno odsustvo očiju, prisustvo dubokih i kompletnih frontalnih brazda, prisustvo glatkih obraza, odsustvo uzdužnih fisura na prednjim tibijama,

specifičan odnos dužine i širine prve protarzomere mužjaka, karakterističan položaj humeralnih seta i specifičan oblik edeagusa i njegovog kopulatornog dela (Ćurčić & Brajković, 2003).

Genetičke distance između *C. bolei* (za sada jedine vrste ovoga roda) i svih ostalih analiziranih taksona ( $\geq 20\%$ ) su na nivou različitih rodova. Studija koja je rađena u okviru tribusa Bembidiini, srodnog tribusu Trechini, pokazala je da su genetičke distance između rodova *Anillinus* Casey, 1918 i *Bembidion* od 12,8% do 14,3% (Sokolov et al., 2007).

Iz ovoga se jasno može videti da su prethodno sprovedene taksonomsko-morfološke analize sada definitivno potvrđene analizama na molekularnom nivou.

### 5.3. Rod *Pheggomisetes* Karpato-balkanida Srbije

Od četiri poznate vrste ovoga roda, *P. serbicus* i *P. globiceps* su najsitnije i ujedno jedine vrste koja imaju pravouglo zadnje uglove pronotuma (Jeannel, 1928; Guéorguiev, 1964, Vrbica et al., 2017). Kod obe vrste pronotum je blago sužen u osnovi i ima umereno zaobljene bočne ivice u prednjem delu i blago sinusoidne u zadnjem delu; osim toga, obe vrste imaju i relativno usku osnovu elitri. Sve navedeno ukazuje na bliskost između *P. serbicus* i *P. globiceps*. Vrsta *P. buresi* se razlikuje od drugih vrsta u okviru roda po prilično debelom vratu. Nisu zabeležene značajne razlike u okviru taksona roda koje se tiču morfologije muških genitalija (naročito u obliku medijalnog lobusa), čak ni na nivou vrsta (Jeannel, 1928; Guéorguiev, 1964; Vrbica et al., 2017; ova studija).

Do sada poznate podvrste u okviru vrste *P. globiceps* se razlikuju po obliku glave, dužini i dubini frontalnih brazda, obliku zadnjih pronotalnih uglova, obliku bočnih ivica glave i pronotuma, odnosu dužine glave i pronotuma i obliku humeralnog dela elitri (Guéorguiev, 1964).

Takson *P. globiceps ciniglavcensis* je prvobitno tretiran kao *P. globiceps ilandjivi* od strane Gajovića i saradnika (2011), koji su našli primerke ovog taksona pre nekoliko godina u jami Propas. Međutim, na osnovu taksonomsko-morfoloških (videti dijagnozu *P. globiceps ciniglavcensis*) i molekularnih analiza u ovoj studiji (videti potpoglavlje 4.2.3.2.), može se zaključiti da je to odvojena podvrsta.

Takson *P. globiceps ninae* je prvo bio tretiran kao *P. globiceps ilandjivi* od strane Pretnera, koji je sa P. R. Deelemanom sakupio prve primerke iz jame Hodžine dupke (Pretner, 1970). Sličan stav su imali i Nešić et al. (2010). Nakon sprovedenih

taksonomsko-morfoloških i molekularnih analiza, nismo utvrdili nikakve razlike između primeraka roda *Pheggomisetes* iz jame Hodžine dupke, Petrlaške (= Velike) pećine, jame Džemanske propasti i pećine Tmne dupke, koje se sve nalaze u selu Petrlaš, okolina Dimitrovgrada, Stara planina, jugoistočna Srbija. Takođe, utvrdili smo da postojeće razlike između tog i ostalih taksona u okviru roda *Pheggomisetes* nisu dovoljne da takson zadrži status vrste, kako su predložili Ćurčić et al. (2004). Pomenuti takson je sveden na rang podvrste u okviru vrste *P. globiceps*, pošto je utvrđeno postojanje manjih (ali jasnih), kako morfoloških, tako i filogenetskih razlika u odnosu na ostale podvrste *P. globiceps*. Međutim, oblici edeagusa i kopulatornih delova *P. globiceps ninae* i najbližih podvrsta su dosta slični, što ukazuje da su uočene razlike zapravo interpopulacione, a ne interspecijske (na šta ukazuju i male genetičke razlike zabeležene između pomenutog taksona i njemu najbližih srodnika – 0,5%-1,5%) (Vrbica et al., 2017).

Statistička morfometrijska analiza (Vrbica et al., 2017) je pokazala da je od 20 merenih varijabli, njih 10 statistički značajno. Od navedenih varijabli, najvažnije su dužina antena i dužina tela, nešto manje važne su odnos dužine elitri i tela i odnos dužine pronotuma i tela, a nakon toga slede položaj maksimalne širine pronotuma, odnos širine pronotuma i elitri, odnos dužine frontalnih brazda i glave, odnos širine glave i elitri, dužina pronotuma i odnos dužine i širine elitri. Ova morfometrijska studija je pokazala da su u okviru analiziranih podvrsta vrste *P. globiceps*, fenetički najbliže *P. globiceps ninae*, *P. globiceps ilandjivi* i *P. globiceps ciniglavcensis*, dok je *P. globiceps globiceps* donekle morfološki izdvojen. Svakako je potrebna sveobuhvatna morfometrijska analiza u okviru roda, koja bi uključivala sve trenutno postojeće taksoni i brojnije uzorke jedinki, kako bi se dobili što precizniji rezultati.

Dobijene razlike u sekvencama između analiziranih vrsta ( $\geq 3,2\%$ ) i podvrsta (0,5-1,8%) koje pripadaju rodu *Pheggomisetes* su značajne na nivou vrsta i podvrsta, što je u skladu sa rezultatima i za neke druge trehine [rod *Paraphaenops* Jeannel, 1916 (Ortuño et al., 2017)], kao i za druge životinjske taksoni (Hebert et al., 2003b). Dobijeni molekularni podaci su u skladu sa rezultatima dobijenim putem klasične morfološke (Vrbica et al., 2017; ova studija) i morfometrijske analize taksona u okviru roda *Pheggomisetes* u Srbiji (zasnovane na morfološkim karakteristikama i njihovim variranjima) (Vrbica et al., 2017). Ovim je potvrđeno uspostavljanje taksona novih za nauku (jedna

vrsta i dve podvrste) i novog statusa taksona prethodno tretiranog kao vrsta (jedna podvrsta u okviru vrste *P. globiceps*).

Novi taksoni trehina u okviru roda *Pheggomisetes* pripadaju izolovanoj i staroj filetičkoj liniji koja vodi poreklo verovatno iz oligocena (Guéorguiev, 1977; Ćurčić et al., 2004; Faille et al., 2013). Pomenuti taksoni su relikti, čija je trenutna distribucija ograničena na određena podzemna staništa u jugoistočnoj Srbiji.

#### **5.4. Značaj TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije u morfološkim studijama podzemnih trehina i drugih insekata**

U ovoj studiji ispitan je potencijalni značaj TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije u morfologiji i anatomiji insekata, na primeru genitalnih struktura mužjaka i ženki i drugih anatomskih struktura (9. abdominalni sternit mužjaka - urit) svih predstavnika roda *Pheggomisetes* u Srbiji.

3D slike dobijene ovom metodom mikroskopiranja pokazuju sličan stepen morfoloških detalja kao one dobijene klasičnom svetlosnom mikroskopijom. Dobro se vide spoljašnji oblik (edeagusa, 9. abdominalnog sternita mužjaka - urita i ženske genitalije), strukture na spoljašnjoj površini uzoraka (npr. setacija i fini reljef na površini ženskih genitalija), kao i unutrašnje strukture analiziranih uzoraka (npr. oblik i položaj kopulatornog dela edeagusa).

Dobijeni 3D video klipovi morfoloških i anatomskih struktura omogućavaju i posmatranje uzoraka iz različitih uglova, što daje bolji uvid u oblik, prostorne odnose i unutrašnje strukture (Rabasović et al., 2015). Pored toga, ovom metodom se može videti i izmeriti i debljina uzorka (i do 0,2 mm). Još jedna prednost TPEF modaliteta su dodatni podaci o oblicima određenih struktura (npr. neki delovi edeagusa: medijalni lobus, paramere, sete na paramerama) na osnovu poprečnih preseka bilo kog nivoa, koje ne mogu biti posmatrane pomoću klasične svetlosne mikroskopije (Vrbica et al., 2017).

Jedan od načina unapređenja primene TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije u morfološkim studijama insekata je korišćenje drugačijih objektivna: manjeg ili istog uveličanja, ali bolje numeričke aperture, da bi dobijene slike bile veće rezolucije. Takođe, mogle bi biti ispitane još neke metode prosvetljavanja tkiva. U ovoj studiji je korišćeno karanfilićevo ulje, ali bi trebalo ispitati i efekat vodonik peroksida, laktofenola ili mlečne

kiseline (Vrbica et al., 2014). Od značaja bi bilo i naći adekvatniji medijum u kome se strukture nalaze prilikom snimanja. U jednoj studiji je pokušano sa kanada balzomom, ali se pokazalo da nije adekvatan za ove analize, pošto i on sam fluorescira (Rabasović et al., 2015). Forov rastvor (smeša destilovane vode, hloral hidrata, gumi arabike i glicerina) je medijum koji fluorescira manje od kanada balzama (Vrbica et al., 2014), ali ipak više od samog glicerina, za koga se pokazalo da je za sad najbolji medijum i koji je korišćen u ovom radu. Međutim, korišćenje glicerina kao medijuma ima i lošu stranu jer prilikom snimanja određenih struktura (npr. edeagusa u dorzalnopoložaju) potrebno je koristiti obostrano lepljivu traku na koju se stavi uzorak pre dodavanja glicerina (da se uzorak ne bi pomerio tokom slikanja). To može da ostavi tragove lepka na strukturi ili može doći do oštećenja nekih struktura (npr. urita i seta na paramerama, kao i samih paramera) prilikom skidanja uzorka sa lepljive trake nakon završetka snimanja. Unapređenje ovog tipa mikroskopije na neki od pomenutih načina bi zasigurno dovelo do njene šire primene u entomologiji.

Na osnovu literaturnih podataka (Rabasović et al., 2015) i originalnih rezultata dobijenih u ovoj studiji, može se reći da TPEF modalitet nelinearne mikroskopije omogućava bolje poznavanje i pruža dodatni uvid u morfologiju i anatomiju taksona u okviru roda *Pheggomisetes*. Ovaj tip mikroskopije može da predstavlja pomoćno oruđe u taksonomiji u cilju lakšeg definisanja statusa nižih taksonomskih kategorija, naročito onih čija je morfologija teška za ispitivanje pomoću klasične svetlosne mikroskopije.

## 6. ZAKLJUČCI

1. Na osnovu taksonomsko-morfoloških analiza pomoću klasične svetlosne mikroskopije, identifikovano je sedam vrsta troglobiontnih trehina, novih za nauku, koje pripadaju podrođu *Paraduvallius* (rod *Duvalius*): *D. (P.) trifunovici*, *D. (P.) rtanjensis*, *D. (P.) bogovinae*, *D. (P.) milutini*, *D. (P.) beljanicae*, *D. (P.) petrovici* i *D. (P.) sotirovi*.

2. Rezultati molekularnih analiza pripadnika podrođa *Paraduvallius* (rod *Duvalius*), zasnovanih na parcijalnim sekvencama gena za podjedinicu I citohrom c oksidaze (COI), bili su u saglasnosti sa taksonomsko-morfološkim analizama kod nekih analiziranih taksona [*D. (P.) rtanjensis* i *D. (P.) milutini*]. Kod *D. (P.) trifunovici*, molekularne analize ukazuju na to da je potrebno izvršiti promenu statusa ovog taksona u podvrstu u okviru vrste *D. (P.) stankovitchi*.

3. Na osnovu taksonomsko-morfoloških analiza sprovedenih pomoću klasične svetlosne mikroskopije i TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije, identifikovane su jedna vrsta i dve podvrste nove za nauku u okviru roda *Pheggomisetes*. U pitanju je vrsta *P. serbicus*, kao i podvrste *P. serbicus belensis* i *P. globiceps ciniglavcensis*. Molekularne analize COI gena analiziranih taksona u okviru pomenutog roda su u skladu sa taksonomsko-morfološkim analizama.

4. Nakon detaljnih taksonomsko-morfoloških analiza sprovedenih pomoću klasične svetlosne i nelinearne mikroskopije (TPEF modalitet), kao i molekularnih analiza COI gena, predložena je promena statusa vrste *P. ninae* u podvrstu *P. globiceps ninae*.

5. Na osnovu taksonomsko-morfoloških analiza putem klasične svetlosne mikroskopije, 2013. godine je opisan rod novi za nauku, *Glabroduvallius*, sa vrstom *G. tupiznicensis*. Molekularne analize COI gena ovog roda mogu se dvojako tumačiti. Postoji mogućnost da ovaj takson pripada podrođu *Paraduvallius* (rod *Duvalius*), ali su za potvrdu toga svakako potrebne sveobuhvatnije molekularne analize (uključenje većeg broja srodnih taksona). Za sada, takson zadržava status zasebnog roda.

6. Molekularne analize COI gena roda *Curcicia* u skladu su sa taksonomsko-morfološkim analizama, koje su još ranije sprovedene. Ovaj takson je opisan kao vrsta u okviru podrođa *Paraduvallius* (rod *Duvalius*), nakon detaljnih morfoloških analiza uzdignut je na nivo roda, što je molekularnim analizama u ovoj studiji dodatno potvrđeno.

7. Primena TPEF modaliteta nelinearne mikroskopije u ovoj studiji je doprinela boljem poznavanju morfologije i anatomije taksona u okviru roda *Pheggomisetes*. Ova metoda može da predstavlja dodatni alat u određivanju statusa nižih taksonomskih kategorija, naročito onih čija je morfologija teška za ispitivanje putem klasične svetlosne mikroskopije.

## 7. LITERATURA

- Ball, G. E. (1960). Carabidae, Fascicle 4. pp. 55-210. In: Arnett R. H. (Ed.), The Beetles of the United States (A Manual for Identification). The Catholic University of America Press, Washington, DC.
- Ball, G., Bousquet Y. (2001). Carabidae. pp. 22-132. Arnett, R. H. Jr. & Thomas, M. C. (Eds.), American Beetles 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia. CRC Press, Boca Raton.
- Barr, T. C. (1960). A new genus of cave beetle (Carabidae: Trechini) from southwestern Virginia with a key to the genera of the Trechini of North America north of Mexico. The Coleopterists' Bulletin 14(3): 65-70.
- Barr, T. C. (1966). Cave Carabidae (Coleoptera) of Mammoth Cave. Psyche: A Journal of Entomology 73(4): 284-287.
- Barr, T. C. (1968). Cave ecology and the evolution of troglobites. Evolutionary Biology 2: 35-102.
- Barr, T. C. (1971). *Trechoblemus* in North America, with a key to North American genera of Trechinae (Coleoptera: Carabidae). Psyche: A Journal of Entomology 78(3): 140-149.
- Barr, T. C. (1979). The taxonomy, distribution, and affinities of *Neaphaenops*, with notes on associated species of *Pseudanophthalmus* (Coleoptera, Carabidae), American Museum Novitates, No. 2682.
- Barr, T. C. (1981). The cavernicolous carabid beetles of North America. Proceedings of the Eighth International Congress of Speleology, Bowling Green, KY 1: 343-344.
- Barr, T. C. (1985). Pattern and process in speciation of trechine beetles in eastern North America (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). pp. 350-407. In: Ball, G. E. (Ed.), Taxonomy, Phylogeny and Zoogeography of Beetles and Ants. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Belousov, I. A. (1991). Nouveaux *Duvalius* Delarouzée du Caucase et de l'Asie Centrale Soviétique (Col. Carabidae, Trechini). Bulletin de la Société entomologique de France 96(3): 283-288.



- Belousov, I. (1998). Le complexe générique de *Nannotrechus* Winkler du Caucase et de la Crimée (Coleoptera, Carabidae, Trechini). Pensoft Publishers, Sofia-Moscow-St. Petersburg.
- Belousov, I., Koval, A. (2011). A new cave-dwelling species of the genus *Cimmerites* Jeannel, 1928 (Coleoptera: Carabidae: Trechini) from the West Caucasus. *Zoosystematica Rossica* 20(1): 48-53.
- Belousov, I. A., Zamotajlov, A. S. (1997). A new blind genus of the tribe Trechini (Coleoptera, Carabidae) from the West Caucasus. *Entomologia Basiliensia* 20: 87-100.
- Belousov, I., Zamotajlov, A., Alexander, S. (1995). A new hypogean species of the genus *Duvalius* Delarouzée from the West Caucasus (Coleoptera, Carabidae, Trechini). *Entomologica Basiliensia* 18: 53-59.
- Bernasconi, R. (1964). Recherches biochimiques sur les pigments des insectes cavernicoles. Première communication: généralités et pigments fluorescents. *Annales de spéléologie* 19: 553-572.
- Beron, P. K. (1994). Résultats des recherches biospéléologiques en Bulgarie de 1971 à 1994 et liste des animaux cavernicoles bulgares. *Série tranteeva* 1: 1-137.
- Bousquet, Y. (2012). Catalogue of Geadephaga (Coleoptera, Adephaga) of America north of Mexico. *ZooKeys* 245: 1-1722.
- Boyce, T. M., Zwick, M. E., Aquadro, C. F. (1989). Mitochondrial DNA in the bark weevils: size, structure and heteroplasmy. *Genetics* 123(4): 825-836.
- Capinera, J. L. (2008). *Encyclopedia of Entomology*, 2nd Edition. Springer, Dordrecht-Heidelberg.
- Casale, A. (2011). Two new subterranean, microphthalmous trechine beetles from the Mediterranean area, and a synonymic note (Coleoptera: Carabidae, Trechini). *Contributions to Natural History* 16: 1-16.
- Casale, A., Guéorguiev, V. (1994). *Albanotrechus beroni*, nuovo genere, nuove specie di Trechini cavernicoli di Albania (Coleoptera, Carabidae). *Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino* 12(2): 413-423.
- Casale, A., Jalžić, B. (1999). *Croatotrechus* (new genus) *tvrtkovici* n. sp., new species of eyeless trechine beetle from Gorski Kotar (Coleoptera, Carabidae, Trechini). *Natura Croatica* 8(2): 137-145.

- Casale, A., Jalžić, B., Lohaj, R., Mlejnek, R. (2012). Two new highly specialised subterranean beetles from the Velebit massif (Croatia): *Velebitaphaenops* (new genus) *giganteus* Casale & Jalžić, new species (Coleoptera: Carabidae: Trechini) and *Velebitodromus ozrenlukici* Lohaj, Mlejnek & Jalžić, new species (Coleoptera: Cholevidae: Leptodirini). *Natura Croatica* 21(1): 129-153.
- Casale, A., Laneyrie, R. (1982). Trechodinae et Trechinae du monde: tableau des sous-familles, tribus, séries phylétiques, genres, et catalogue général des espèces. *Mémoires de Biospéologie* 9: 1–226.
- Casale, A., Taglianti, A. V., Juberthie, C. (1998). Coleoptera Carabidae. pp. 1047-1081. In: Juberthie, C. & V. Decu (Eds.), *Encyclopaedia Biospeologica*. Tome II. Société de Biospéologie & Académie Roumaine, Moulis-Bucharest.
- Chien, C. H., Chen, W. W., Wu, J. T., Chang, T. C. (2011). Label-free imaging of *Drosophila* in vivo by coherent anti-Stokes Raman scattering and two-photon excitation autofluorescence microscopy. *Journal of Biomedical Optics* 16(1): 016012.
- Ćurčić, S. B. (2003). Raznovrsnost, uporedno-morfološka, razvojna i filogenetska svojstva familije Carabidae (Coleoptera, Insecta) u Srbiji. Magistarska teza, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Ćurčić, S. B. (2005). Uporedno-morfološka svojstva, razviće i filogenija nekih zemljišnih i pećinskih tvrdokrilaca (Carabidae i Cholevidae). Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu-Biološki fakultet, Beograd.
- Ćurčić, S. B., Brajković, M. M. (2003). *Curcicia*, a new genus of endemic ground beetles (Trechini, Carabidae, Coleoptera) based on *Duvalius bolei* Pretner. *Archives of Biological Sciences, Belgrade* 55(3-4): 27P-28P.
- Ćurčić, S. B., Brajković, M. M., Ćurčić, B. P. M., Ćurčić, N. B., Mitić, B. M., Makarov, S. E. (2005). A new endemic representative of the genus *Rascioduvalius* S. B. Ćurčić, Brajković, Mitić & B. P. M. Ćurčić from Mt. Zlatibor, Western Serbia (Trechini, Carabidae, Coleoptera). *Archives of Biological Sciences, Belgrade* 57(1): 65-68.
- Ćurčić, S. B., Brajković, M. M., Ćurčić, B. P. M., Mitić, B. M. (2003a). *Javorella*, a new genus of endemic ground beetles (Trechini, Carabidae, Coleoptera) from West and Southwest Serbia. *Archives of Biological Sciences, Belgrade* 55(1-2): 15-21.

- Ćurčić, S. B., Brajković, M. M., Mitić, B. M., Ćurčić, B. P. M. (2003b). *Rascioduvalius*, a new genus of cave and endogean trechines (Trechini, Carabidae, Coleoptera) from the Balkan Peninsula. *Periodicum biologorum* 105(4): 483-486.
- Ćurčić, S. B., Pavićević, D., Ćurčić, B. P. M. (2001). *Serboduvalius dragacevensis*, a new genus and a new species of trechines from caves in Southwestern Serbia (Trechinae, Carabidae, Coleoptera). *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 53 (1-2): 51-56.
- Ćurčić, S., Pavićević, D., Vesović, N., Petković, M. (2016). *Duvalius bozidari*, a new cave-dwelling species of trechine ground beetles (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) from western Serbia. *Ecologica Montenegrina* 7: 573-579.
- Ćurčić, S., Pešić, V., Ćurčić, B. P. M., Ćurčić, N., Rađa T. (2012). A new cave dwelling species of the genus *Parapropus* Ganglbauer (Coleoptera: Leiodidae: Leptodirini) from Bosnia and Herzegovina. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 64 (4): 1229-1233.
- Ćurčić, S. B., Schönmann, H., Brajković, M. M., Ćurčić, B. P. M., Tomić, V. T. (2004). On a new cave-dwelling beetle (Trechinae, Carabidae) from Serbia. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 56(3-4): 109-113.
- Ćurčić, S., Vrbica, M., Antić, D., Ćurčić, B., Vesović, N. (2014a). *Duvalius (Paraduvalius) petrovici* sp. n. and *D. (P.) sotirovi* sp. n. (Carabidae: Trechinae: Trechini): two new troglobitic ground beetles from eastern and southeastern Serbia. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 66(2): 889-900.
- Ćurčić, S. B., Vrbica, M. D., Antić, D. Ž., Marković, Đ., Petković, M., Ćurčić, B. P. M. (2014b). Three new cave-dwelling trechine ground beetles from eastern and southeastern Serbia (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 66(1): 415-427.
- Darlington, P. J. (1962). *The Carabid Beetles of New Guinea*. Museum of Comparative Zoology, Harvard College, Cambridge.
- de Campos Vidal, B. (2011). Butterfly scale form birefringence related to photonics. *Micron* 42(8): 801-807.
- Decu, V., Juberthie, C. (1998). Coléoptères (généralités et synthèse). pp. 1025-1030. In: Juberthie, C. & Decu, V. (Eds.), *Encyclopaedia Biospeologica*. Tome II. Société de Biospéologie & Académie Roumaine, Moulis-Bucharest.

- Denk, W., Strickler, J. H., Webb, W. W. (1990). Two-photon laser scanning fluorescence microscopy. *Science* 248(4951): 73-76.
- Deuve, T. (1993). Description de *Dongodytes fowleri* n. gen., n. sp., coléoptère troglobie des karsts du Guangxi, Chine (Adephaga, Trechidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 98(3): 291-296.
- Deuve, T. (2005). Description de Trechini nouveaux de Chine, de Sumatra, du Vietnam, du Népal et de l'Afrique orientale (Coleoptera, Caraboidea, Trechidae). *Revue française d'entomologie* 27(1): 5-16.
- Deuve, T., Tian, M. Y. (2008). Deux nouveaux Trechidae cavernicoles de Chine (Coleoptera, Caraboidea). *Revue française d'entomologie* 30(1): 27-32.
- Deuve, T., Tian, M. Y. (2009). Un nouveau Trechini cavernicole aveugle au nord du fleuve Yangtzé, dans le Hubei (Coleoptera, Caraboidea). *Bulletin de la Société entomologique de France* 114(2): 181-184.
- Deuve, T., Tian, M. Y. (2014). Un nouveau Trechini aphénopsien dans l'ouest du Guizhou (Coleoptera, Caraboidea). *Bulletin de la Société entomologique de France* 119(3): 319-322.
- Deuve, T., Tian, M. (2015). Trois nouveaux Trechidae troglobies anophtalmes des karsts du Guizhou et du Zhejiang, en Chine (Coleoptera, Caraboidea). *Bulletin de la Société entomologique de France* 102: 397-402.
- Deuve, T., Tian, M., Ran, J. (1999). Trois Caraboidea remarquables de la réserve nationale de Maolan, dans le Guizhou méridional, Chine (Coleoptera, Carabidae et Trechidae). *Revue française d'entomologie* 21(3): 131-138.
- Erwin, T. L. (1985). The taxon pulse: a general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles. pp. 437-472. In: Ball, G. E. (Ed.), *Taxonomy, Phylogeny, and Zoogeography of Beetles and Ants*. W. Junk, Dordrecht.
- Faille, A., Bourdeau, C., Belles, X., Fresneda, J. (2015). Allopatric speciation illustrated: the hypogean genus *Geotrechus* Jeannel, 1919 (Coleoptera: Carabidae: Trechini), with description of four new species from the Eastern Pyrenees (Spain). *Arthropod Systematics and Phylogeny* 73(3): 439-455.
- Faille, A., Bourdeau, C., Fresneda, J. (2010a). A new species of blind Trechinae from the Pyrenees of Huesca, and its position within *Aphaenops* (sensu stricto) (Coleoptera: Carabidae: Trechini). *Zootaxa* 2566: 49-56.

- Faille, A., Casale, A., Balke, M., Ribera, I. (2013). A molecular phylogeny of Alpine subterranean Trechini (Coleoptera: Carabidae). *BMC Evolutionary Biology* 13(1): 248.
- Faille, A., Casale, A., Ribera, I. (2011). Phylogenetic relationships of Western Mediterranean subterranean Trechini groundbeetles (Coleoptera: Carabidae). *Zoologica Scripta* 40(3): 282-295.
- Faille, A., Ribera, I., Deharveng, L., Bourdeau, C., Garnery, L., Quéinnec, E., Deuve, T. (2010b). A molecular phylogeny shows the single origin of the Pyrenean subterranean Trechini ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54(1): 97-106.
- Gajović, V., Mandić, M., Njunjić, I., Pavićević, D. (2011). Kompleksna speleološka istraživanja jame Propas' u Činiglavcima. Sedmi Simpozijum o zaštiti karsta, Bela Palanka, 21-22. maj 2011. Zbornik apstrakata, 71-81.
- Grebennikov, V. V. (2008). *Tasmanitachoides* belongs to Trechini (Coleoptera: Carabidae): discovery of the larva, its phylogenetic implications and revised key to Trechitae genera. *Invertebrate Systematics* 22(4): 479-488.
- Grebennikov, V. V., Maddison, D. R. (2005). Phylogenetic analysis of Trechitae (Coleoptera: Carabidae) based on larval morphology, with a description of first-instar *Phrypeus* and a key to genera. *Systematic Entomology* 30(1): 38-59.
- Guéorguiev, B. (2005). Contribution to the Bulgarian ground beetle fauna (Coleoptera: Carabidae). IV. Two new species of *Duvalius* (*Paraduvalius*) and notes on the other species of the subgenus. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste* 51: 89-101.
- Guéorguiev, B., Ćurčić, S., Ćurčić, B. P. M. (2000). A new troglobitic ground-beetle, *Duvalius* (*Neoduvalius*) *starivlahi* (Coleoptera: Carabidae: Trechini), from southwestern Serbia. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 52(4): 227-230.
- Guéorguiev, B., Lobo, J. (2006). Adepagous beetles (Insecta: Coleoptera: Adepaga) in the Western Rhodopes (Bulgaria and Greece). pp. 283-346. In: Beron, P. (Ed.), *Biodiversity of Bulgaria. 3. Biodiversity of Western Rhodopes (Bulgaria and Greece)* I. Pensoft & National Museum of Natural History, Sofia.
- Guéorguiev, V. (1964). Revision du genre *Pheggomisetes* Knirsch (Coleoptera, Carabidae). *Časopis Československé společnosti entomologické* 61: 265-278.

- Guéorguiev, V. (1971). Notes sur le sous-genre *Paraduvallius* Kn. et descriptions de deux espèces nouvelles (Coleoptera, Carabidae-genre *Duvallius*). *Izvestia na Zoologicheskiya Institut s Musei, Sofia* 33: 155-164.
- Guéorguiev, V. (1977). La faune troglobie terrestre de la péninsule balkanique. Origine, formation et zoogéographie. Académie bulgare des sciences, Sofia.
- Hazkani-Covo, E., Zeller, R. M., Martin, W. (2010). Molecular poltergeists: mitochondrial DNA copies (numts) in sequenced nuclear genomes. *PLoS Genetics* 6(2): e1000834.
- Hebert, P. D., Cywinska A., Ball, S. L. (2003a). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 270(1512): 313-321.
- Hebert, P. D., Penton, E. H., Burns, J. M., Janzen, D. H., Hallwachs, W. (2004). Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101(41): 14812-14817.
- Hebert, P. D., Ratnasingham S., de Waard, J. R. (2003b). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 270 (Suppl. 1): 96-99.
- Hůrka, K. (1996). Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín.
- Janák, J., Moravec, P. (2008). Drei neue *Duvallius*-Arten aus Bulgarien und Serbien (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Klapalekiana* 44: 1-19.
- Jeannel, R. (1923). Descriptions préliminaires d'anophthalmes nouveaux de Serbie. *Buletinul Societății de Științe din Cluj* 2: 1-12.
- Jeannel, R. (1926). Monographie des Trechinae. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères (première livraison). *L'Abeille* 32: 221-550.
- Jeannel, R. (1927). Monographie des Trechinae. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères (deuxième livraison). *L'Abeille* 33, 1-592.

- Jeannel, R. (1928). Monographie des Trechinae. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères (troisième livraison). *L'Abeille* 35: 1-808.
- Jeannel, R. (1930). Monographie des Trechinae. Supplément. *L'Abeille* 34: 59-122.
- Jeannel, R. (1962). Les Psélaphides de la Paléantarctide occidentale. Centre national de la recherche scientifique, Paris.
- Juan, C., Emerson, B. C. (2010). Evolution underground: shedding light on the diversification of subterranean insects. *Journal of Biology* 9(3): 17.
- Juan, C., Guzik, M. T., Jaume, D., Cooper, S. J. (2010). Evolution in caves: Darwin's 'wrecks of ancient life' in the molecular era. *Molecular Ecology* 19(18): 3865-3880.
- Kane, T. C., Barr, T., Badaracca, W. J. (1992). Cave beetle genetics: geology and gene flow. *Heredity* 68: 277-286.
- Kane, T. C., Brunner, G. D. (1986). Geographic variation in the cave beetle, *Neaphaenops tellkampfi* (Coleoptera: Carabidae). *Psyche: A Journal of Entomology* 93(3-4): 231-251.
- Kane, T. C., Ryan, T. (1983). Population ecology of carabid cave beetles. *Oecologia* 60(1): 46-55.
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16(2): 111-120.
- Klaus, A., Kulasekera, V., Schawaroch, V. (2003). Three-dimensional visualization of insect morphology using confocal laser scanning microscopy. *Journal of Microscopy* 212(2): 107-121.
- Knirsch, E. (1923). *Pheggomisetes* nov. subgen. *Trechorum coecorum* ex Bulgaria. *Časopis Československé společnosti entomologické* 20: 2-5.
- Koch, P. B., Behnecke B., Weigmann-Lenz M., Ffrench-Constant R. H. (2000). Insect pigmentation: activities of beta-alanyldopamine synthase in wing color patterns of wild-type and melanic mutant swallowtail butterfly *Papilio glaucus*. *Pigment Cell & Melanoma Research* 13 (Suppl. 8): 54-58.

- Kubota, K., Sota, T. (1998). Hybridization and speciation in the carabid beetles of the subgenus *Ohomopterus* (Coleoptera, Carabidae, genus *Carabus*). *Researches on Population Ecology* 40(2): 213-222.
- Lakota, J., Lohaj, R., Dunay, G. (2010). Taxonomical and ecological notes on the genus *Scotoplanetes* Absolon, with the description of a new species from Montenegro (Coleoptera: Carabidae: Trechini). *Natura Croatica* 19(1): 99-110.
- Lin, C. Y., Hovhannisyan, V., Wu, J. T., Lin, C. W., Chen, J. H., Lin, S. J., Dong, C. Y. (2008). Label-free imaging of *Drosophila* larva by multiphoton autofluorescence and second harmonic generation microscopy. *Journal of Biomedical Optics* 13(5): 050502.
- Lindroth, C. H., Bangsholt, F., Baranowski, R., Erwin, T. L., Jorum, P., Landon, B. O., Refseth, D., Silfverberg, H. (1985). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, Vol. 1. E. J. Brill Publishers, Copenhagen.
- Lohaj, R., Jalžić, B. (2009). *Minosaphaenops croaticus*, a new species of the cave dwelling Trechinae beetle from Croatia, with description of the male specimen of *Derossiella nonveilleri* Quéinnec (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Natura Croatica* 18(2): 229-242.
- Lohaj, R., Lakota, J. (2010). Two new genera and species of aphaenopsoid cave-dwelling Trechini beetles from Croatia and Montenegro (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Natura Croatica* 19(1): 77-97.
- Lohaj, R., Mlejnek, R. (2012). A new species of the genus *Acheroniotes* Lohaj & Lakota from Ljubišnja Mts., Bosnia & Herzegovina (Coleoptera: Carabidae: Trechini). *Natura Croatica* 21(1): 155-163.
- Löbl I., Smetana, A. (2003). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1: Archostemata - Myxophaga - Adephaga*. Apollo Books, Stenstrup.
- Lövei, G. L., Sunderland, K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41(1): 231-256.
- Maddison, D. R. (2012). Phylogeny of *Bembidion* and related ground beetles (Coleoptera: Carabidae: Trechinae: Bembidiini: Bembidiina). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 63(3): 533-576.



- Maddison, D. R., Ober, K. A. (2011). Phylogeny of minute carabid beetles and their relatives based upon DNA sequence data (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *ZooKeys* (147): 229-260.
- Makarov, S., Ćurčić, B., Lučić, L. (2013). *Pedozoologija*. Univerzitet u Beogradu - Biološki fakultet, Beograd.
- Marović, M. (2001). *Geologija Jugoslavije (predavanja studentima Petrologije i Geofizike)*. Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Masters, B. R., So, P. (2008). *Handbook of Biomedical Nonlinear Optical Microscopy*. Oxford University Press, Oxford.
- Mertz, J. (2004). Nonlinear microscopy: new techniques and applications. *Current Opinion in Neurobiology* 14(5): 610-616.
- Metscher, B. D. (2009). MicroCT for comparative morphology: simple staining methods allow high-contrast 3D imaging of diverse non-mineralized animal tissues. *BMC Physiology* 9(1): 11.
- Moravec, P., Uéno, S. I., Belousov, I. (2003). Tribe Trechini Bonelli, 1810. pp 288-346. In: Löbl, I. & Smetana, A. (Eds.), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Volume 1: Archostemata - Myxophaga – Adephaga*. Apollo Books, Stenstrup.
- Nei, M., Kumar, S. (2000). *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, Oxford.
- Nešić, D., Kličković, M., Pavićević, D., Mijatović, M., Ognjenović, S. (2010). The results of the recent researches of Petrlaške pećine. *Zaštita prirode* 61(1): 117-142.
- Nijhout, H. F. (1985). The developmental physiology of color patterns in Lepidoptera. *Advances in Insect Physiology* 18: 181-247.
- Nonveiller, G. (1983). Endogejska i troglobionska fauna tvrdokrilaca Srbije (Insecta, Coleoptera). I. Rezultati istraživanja od 1976. do 1982. *Zbornik radova o fauni Srbije SANU* 2: 267-299.
- Nonveiller, G., Pavićević, D., Popović, M. (2001). Nove vrste slepih trehina Srbije iz podrodova *Paradualius* Knirsch, 1925 i *Duvalius* Delarouzée, 1859 (s. str.) (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). Simpozijum entomologa Srbije 2001, Goč, Srbija i Crna Gora, 26-29. septembar 2001. *Zbornik rezimea*, 21-22.

- Onagbola, E. O., Fadamiro, H. Y. (2008). Scanning electron microscopy studies of antennal sensilla of *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Micron* 39(5): 526-535.
- Ortuño, V., Barranco, P. (2015). A new hypogean *Trechus* (Coleoptera, Carabidae, Trechini) from Sierra de Parapanda (Andalusia, Spain): taxonomy, systematics and biology. *Animal Biodiversity and Conservation* 38(2): 191-206.
- Ortuño, V. M., Sendra, A., Reboleira, A. S. P., Fadrique, F., Faille, A. (2017). The Iberian genus *Paraphaenops* Jeannel, 1916 (Coleoptera: Carabidae: Trechini): morphology, phylogeny and geographical distribution. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* 266: 71-88.
- Pavićević, D., Popović, M. (2001). A new species of the subgenus *Duvalius* (s. str.) from Western Serbia, with remarks on other species in Serbia (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *Acta entomologica serbica* 6(1-2): 25-32.
- Pavićević, D., Popović, M. (2003). *Duvalius* (*Duvaliotes*) *reufi* n. sp. from Southwestern Serbia (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). *Le Coléoptériste* 6(3): 195-198.
- Pavićević, D., Zatezalo, A., Popović, M. (2016). Biospeleological research of Cerjanska Cave and the northern part of Kalafat area. pp. 90-99. In: Nešić, D. & Jović, D. (Eds.), *Natural Monument Cerjanska Pećina. Surroundings, Natural History, Protection*. Institute for Nature Conservation of Serbia & Directorate for the Construction of the City of Niš, Niš.
- Pretner, E. (1963). Biospeleološka istraživanja u Srbiji. *Poročila (Acta carsologica)* 3: 139-147.
- Pretner, E. (1970). *Antrosedes longicollis* sp. n. iz Bosne, razprostranjenost vrste *Blattodromus herculeus* Reitter in rod *Pheggomisetes* v Srbiji (Coleoptera: Bathysciinae in Trechinae). *Razprave IV razreda SAZU* 13: 153-164.
- Quéinnec, E., Pavićević, D., Perreau, M. (2008). Two new genera and species of aphaenopsoid cave beetles from the Balkan Peninsula and considerations about the evolutionary trends of the so-called „hyper-specialised“ trechines. pp. 157-176. In: Pavićević, D. & M. Perreau (Eds.), *Advances in the Studies of the Fauna of the Balkan Peninsula. Papers Dedicated to the Memory of Guido Nonveiller*. Monographs No. 22. Institute for Nature Conservation of Serbia, Belgrade.

- Rabasović, M. D., Pantelić, D. V., Jelenković, B. M., Ćurčić, S. B., Rabasović, M. S., Vrbica, M. D., Lazović, V. M., Ćurčić, B. P., Krmpot, A. J. (2015). Nonlinear microscopy of chitin and chitinous structures: a case study of two cave-dwelling insects. *Journal of Biomedical Optics* 20(1): 016010.
- Ratnasingham S., Hebert P. D. (2013). A DNA-based registry for all animal species: the Barcode index number (BIN) system. *PLoS One*, 8(7): e66213.
- Raupach, M. J., Astrin, J. J., Hannig, K., Peters, M. K., Stoeckle, M. Y., Wägele, J. W. (2010). Molecular species identification of Central European ground beetles (Coleoptera: Carabidae) using nuclear rDNA expansion segments and DNA barcodes. *Frontiers in Zoology* 7(1): 26.
- Raupach, M. J., Hannig, K., Moriniere, J., Hendrich, L. (2016). A DNA barcode library for ground beetles (Insecta, Coleoptera, Carabidae) of Germany: the genus *Bembidion* Latreille, 1802 and allied taxa. *ZooKeys* (592): 121-141.
- Rubinoff, D., Cameron, S., Will, K. (2006). A genomic perspective on the shortcomings of mitochondrial DNA for “barcoding” identification. *Journal of Heredity* 97(6): 581-594.
- Simon, C., Frati, F., Beckenbach, A., Crespi, B., Liu, H., Flook, P. (1994). Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers. *Annals of the Entomological Society of America* 87(6): 651-701.
- Sokolov, I. M., Sokolova, Y. Y., Carlton, C. E. (2007). New species of *Anillinus* Casey (Carabidae: Trechinae: Bembidiini) from Great Smoky Mountains National Park, USA and phylogeography of the *A. langdoni* species group. *Zootaxa* 1542: 1-20.
- Sota, T., Kusumoto, F., Kubota, K. (2000). Consequences of hybridization between *Ohomopterus insulicola* and *O. arrowianus* (Coleoptera, Carabidae) in a segmented river basin: parallel formation of hybrid swarms. *Biological Journal of the Linnean Society* 71(2): 297-313.
- Sperling, F., Roe, A. (2009). Molecular dimensions of insect taxonomy. pp. 397-415. In: Footitt, R. G. & Adler, P. H. (Eds.), *Insect Biodiversity: Science and Society*. Wiley-Blackwell, Malden.
- Stork, N. E. (1980). A scanning electron microscope study of tarsal adhesive setae in the Coleoptera. *Zoological Journal of the Linnean Society* 68(3): 173-306.

- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M., Kumar, S. (2011). MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution* 28(10): 2731-2739.
- Tian, M., Clarke, A. (2012). A new eyeless species of cave-dwelling trechine beetle from northeastern Guizhou Province, China (Insecta: Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Cave and Karst Science* 39(2): 66-71.
- Townsend, J. I. (2010). Trechini (Insecta: Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Fauna of New Zealand* 62: 1-101.
- Uéno, S.-I. (1994). *Ishikawatrechus ishiharai*, a new anophthalmic trechine beetle from the Ishizuchi Mountains, Southwest Japan (Coleoptera: Trechinae). *Transactions of the Shikoku Entomological Society* 20: 339-344.
- Uéno, S.-I. (1997). A new aphaenopsoid trechine beetle (Coleoptera, Trechinae) from Yunnan, Southwest China. *Journal of the Speleological Society of Japan* 22: 14-23.
- Uéno, S.-I. (1999a). *Ishikawatrechus kusamai* (Coleoptera, Trechinae), a new anophthalmic cave trechine from western Shikoku, Japan. *Elytra* 27: 81-85.
- Uéno, S.-I. (1999b). Two new *Shenaphaenops* (Coleoptera, Trechinae) from northeastern Guizhou, South China. *Journal of the Speleological Society of Japan* 24: 41-50.
- Uéno, S.-I. (2000). Notes on *Guizhaphaenops* (Coleoptera, Trechinae), with descriptions of two new species. *Elytra* 28: 247-264.
- Uéno, S.-I. (2004). A new *Guizhaphaenops* (Coleoptera, Trechinae) from western Guizhou, South China. *Elytra* 32: 15-21.
- Vigna Taglianti, A. (1982). Le attuali conoscenze sui Coleotteri Carabidi cavernicoli italiani. *Lavori della Società italiana di biogeografia* 7(1): 338-430.
- Vogler, A., Monaghan, M. (2007). Recent advances in DNA taxonomy. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 45(1): 1-10.
- Vrbica, M., Ćurčić, S., Antić, D., Petrović, A., Tomić, V., Petković, M., Marković, Đ., Stojanović D., Ćurčić, B. (2013). On some new cave-dwelling ground beetles (Coleoptera: Carabidae: Trechini) from Eastern Serbia. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 65(4): 1687-1701.

- Vrbica, M., Petrović, A., Pantelić, D., Krmpot, A., Rabasović, M., Pavlović, D., Jovanić, S., Guéorguiev, B., Goranov, S., Vesović, N., Antić, D., Marković, Đ., Petković, M., Stanisavljević, L., Čurčić, S. (2017). The genus *Pheggomisetes* Knirsch, 1923 (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) in Serbia: taxonomy, morphology and molecular phylogeny. *Zoological Journal of the Linnean Society*, doi: 10.1093/zoolinnean/zlx078.
- Vrbica, M., Rabasović, M., Pantelić, D., Čurčić, S. B., Jelenković, B., Čurčić, B. P. M., Krmpot, A. (2014). Primena laserske mikroskopije u morfološkim studijama insekata. Konferencija Sedma radionica fotonike, Kopaonik, 10-14. mart 2014. Zbornik apstrakata, 39.
- Weber, F. (1980). Die regressive Evolution des Zeitmess-Vermögens bei Höhlen-Arthropoden. *Mémoires de Biospéologie* 7: 287-312.
- Williams, R. M., Zipfel, W. R., Webb, W. W. (2001). Multiphoton microscopy in biological research. *Current Opinion in Chemical Biology* 5(5): 603-608.
- Zinetti, F., Dapporto, L., Vanni, S., Magrini, P., Bartolozzi, L., Chelazzi, G., Ciofi, C. (2013). Application of molecular genetics and geometric morphometrics to taxonomy and conservation of cave beetles in central Italy. *Journal of Insect Conservation* 17(5): 921-932.
- Žanel, R., Stanković, S. (1924). Prilog poznavanju pećinske faune i pećina u Srbiji. *Glas Srpske kraljevske akademije* 113: 91-107.

[www.landcareresearch.co.nz](http://www.landcareresearch.co.nz)

## **BIOGRAFIJA**

Maja D. Vrbica rođena je 17. juna 1986. godine u Beogradu. Srednju školu, Petu beogradsku gimnaziju, završila je 2004. godine. Iste godine upisala je Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Biologija. Diplomirala je u oktobru 2011. godine, sa prosečnom ocenom 8.57 i ocenom 10 na diplomskom ispitu. Diplomski rad pod naslovom “Naselje karabida (Insecta, Coleoptera: Carabidae) na širem području Beograda: pregled rezultata terenskog rada studenata Biološkog fakulteta”, pod mentorstvom doc. dr Aleksandra Četkovića uradila je na Katedri za ekologiju i geografiju životinja. Iste godine upisala je doktorske studije na Univerzitetu u Beogradu - Biološkom fakultetu, smer Morfologija, sistematika i filogenija životinja. Od maja 2013. godine zaposlena je kao istraživač-pripravnik na Katedri za dinamiku razvića životinja na Univerzitetu u Beogradu - Biološkom fakultetu. Zvanje istraživač-saradnik na Univerzitetu u Beogradu - Biološkom fakultetu stekla je u julu 2014. godine. Učesnik je projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije “Ontogenetska karakterizacija filogenije bioraznovrsnosti” (evidencioni broj 173038). Do sada je objavila tri naučna rada u vrhunskim međunarodnim časopisima, jedan rad u istaknutom međunarodnom časopisu, pet naučnih radova u međunarodnim časopisima, jedan rad u međunarodnom časopisu bez IF, četiri saopštenja sa međunarodnih skupova štampana u izvodu i dva saopštenja sa skupova nacionalnog značaja štampana u izvodu.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а Маја Врбица

број уписа Б3040/2011

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Таксономско-морфолошка и молекуларна студија троглобионтних трчуљака (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) Карпато-балканида Србије

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанда**

У Београду, 27.11.2017.

  
\_\_\_\_\_

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Маја Врбица

Број индекса Б3040/2011

Студијски програм Морфологија, систематика и филогенија животиња

Наслов рада Таксономско-морфолошка и молекуларна студија троглобионтних  
трчуљака (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) Карпато-балканида Србије

Ментори Проф. др Срећко Ђурчић и проф. др Анђелко Петровић

Потписани Маја Врбица

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, 27.11.2017.

  
\_\_\_\_\_



### Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Таксономско-морфолошка и молекуларна студија троглобионтних трчуљака (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) Карпато-балканида Србије

која је моје ауторско дело.

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

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

**Потпис докторанда**

У Београду, 27.11.2017.



1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.