



Univerzitet u Beogradu

Biološki fakultet

Vanja M. Marković

Morfološka varijabilnost i distribucija roda *Theodoxus* Montfort,  
1810 (Neritomorpha, Gastropoda) u centralnom delu  
Balkanskog poluostrva i na južnom obodu Panonske nizije

doktorska disertacija

Beograd, 2014

University of Belgrade

Faculty of Biology

Vanja M. Marković

Morphological variability and distribution of *Theodoxus*  
Montfort, 1810 (Neritomorpha, Gastropoda) in the central  
Balkan and southern edge of Pannonian plain

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014

**MENTORI:**

Dr Vera Nikolić

vanredni profesor

Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Momir Paunović

viši naučni saradnik

Institut za biološka istraživanja “Dr. Siniša Stanković”, Univerzitet u Beogradu

**ČLANOVI KOMISIJE:**

Dr Vera Nikolić

vanredni profesor

Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Momir Paunović

viši naučni saradnik

Institut za biološka istraživanja “Dr. Siniša Stanković”, Univerzitet u Beogradu

Dr Vesna Đikanović

naučni saradnik

Institut za biološka istraživanja “Dr. Siniša Stanković”, Univerzitet u Beogradu

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

## **Zahvalnica**

Zahvaljujem se svima koji su mi na bilo koji način pomogli.

**(to be continued)**

## Sažetak

Ispitivanje je obuhvatilo velik broj podataka, kako literaturnih tako i terenskih, u pogledu nalaza proučavanih vrsta. Uočena je prostorna distribucija i odnosi između vrsta, pri čemu je zabeleženo širenje vrste *T. fluviatilis* u velikim nizijskim rekama, kao i znatno šire rasprostranjenje vrsta *T. danubialis* i *T. transversalis* u prošlosti. Rečni nerit je danas dominantan nerit u potamon-tpu reka Panonske nizije ovog područja. Bosanske reke Una Sana I Vrbas su potencijalni koridori za širenje vrste *T. fluviatilis*, i povezivanje njenog panonskog i dalmatinskog areala. Pojedini stariji nalazi ove vrste, u rekama van pomenutog tipa, u skladu sa rezultatima ovog istraživanja bi zahtevali proveru, obzirom na mogućnost pogrešne identifikacije. Rasprostranjenje *T. transversalis*, je pretrpelo i najveće promene, odnosno drastično smanjenje samog areala vrste. U prošlosti su zabeleženi su nalazi sa nekoliko mesta na Dunavu, od Novog Sada, preko Đerdapa do ušća Timoka. Sem toga postoje nalazi i sa nekih drugih reka (Sava, Moravica). Naše istraživanje sugerise da je i dalje prisutan, ali vrlo redak na Dunavu u ovom delu njegovog toka. Lokalitet na kome je nađen, Stari Slankamen može biti jedno od retkih utočišta retke vrste u ovom delu Dunava. Treba naglasiti i nalaze po jedne jedinice sa Tise (Martonoš) i Crnog Timoka (Zaječar), koji takođe mogu ukazivati na prisustvo populacija ovih puževa. Recentna distribucija pokazuje da je rečni sistem Velika Morava – Južna Moorava – Nišava glavni refugijum za retku vrstu *T. transversalis*. Bosanske reke Una Sana I Vrbas su potencijalni koridori za širenje vrste *T. fluviatilis*, i povezivanje njenog panonskog i dalmatinskog areala.

Rezultati izvedene analize, potvrđuju opšte preference ovih vrsta u odnosu na tip reke, pa su tako vrste *T. danubialis* i *T. transversalis* najprisutnije u tipu 2 (velike reke van područja Panonske nizije), dok je *T. fluviatilis* dominantan u tipu 1 (velike nizijske reke). Ispitivanje odnosa sa setom fizičko-hemijskih parametara je pokazalo, da se, kao najvažniji faktori vode koji utiču na ispitivanu zajednicu teodoksusa mogu izdvojiti zasićenje vode kiseonikom, koncentracija ortofosfata i amonijum jona, te temperatura vode. Rezultati multivarijantne kanonijske analize dalje ukazuju na očekivanu veću toleranciju vrste *T. fluviatilis* na manju količinu rastvorenog kiseonika, više temperature, kao i na povećano prisustvo amonijuma u vodi. Druge dve vrste su osetljive na pomenute uslove, naročito *T. danubialis*. Kod najređe vrste *T. transversalis*, interesantna je ipak nešto povećana toleranca na sve pomenute faktore, pogotovo na povećane koncentracije ortofosfata, koje kako izgleda najbolje podnosi od ispitivanih vrsta.

Prilikom analize odabranih parametara (morfometrijskih indeksa) u odnosu na pol, utvrđeno je prisustvo samo jednog polno dimorfnog karaktera – G/D (standardizovano međuočno rastojanje). Opet je interesantan slučaj *T. transversalis* kod koga ovaj karakter nije polno dimorfan. Razlog, može biti u malom uzorku, efektom koji je dodatno pojačan izrazito nejednakim odnosom polova (samo 8 ženskih jedinki), na šta ukazuju i velika odsustupanja od srednje vrednosti karaktera kod ove vrste.

Izvedene morfometrijske analize primenom seta morfometrijskih indeksa izdvojile su kao najzanimljivije karaktere D2/D3, D2/D, D2/Š2, zasnovane na dimenzijama ljuštore, odnosno kolumelarne ploče pre svega.

Pri odvojenoj analizi recentnih populacija kao značajni parametric izdvojili su se i D1/D, D1/Š1, V/Š i D3/D. Multivarijantne analize ovih karaktera su pokazale i određeni stepen morfološke diskriminacije na nivou vrsta, pri čemu su a jednom polu vrste *T. fluviatilis* i *T. danubialis*, dok je vrsta *T. transversalis* između. Testiranja muzejskih populacija, nisu pokazala značajna populaciona razdvajanja unutar vrsta, dok između vrsta postoji razlika. Najzad analiza i recentnih i muzejskih podataka zajedno ukazuje na određen stepen razdvajanja između muzejskih i recentnih populacija, prvenstveno zbog razlika kod vrste *T. transversalis*, kod koje su prisutne značajne razlike između ovih dveju grupa, zahvaljujući razlikama u parametrima V/Š i V/D, koji opisuju opšti oblik ljuštore

**Ključne reči: *Theodoxus*, interspecijska varijabilnost, intraspecijska varijabilnost, Balkan, klasična morfometrija, morfometrijski indeksi, multivarijantna statistika**

**Naučna oblast: Hidrobiologija**

**Uža naučna oblast: Malakologija**

**UDK Broj:**

## Abstract

The study includes a large number of data collected on the field, as well as the literature data. The spatial distribution and relationships between species are investigated. The spread and established dominance of *T. fluviatilis* in large lowland rivers, and much wider distribution of species *T. danubialis* i *T. transversalis* in the past were noted. Studied rivers Una, Sana and Vrbas are noted as potential corridors for the spread of *T. fluviatilis*, and connecting its Pannonian and Dalmatian range of distribution. It should be mentioned that some of this species previous findings, apart of its typical habitats (potamon rivers) should be rechecked.

Distribution of *T. transversalis*, suffered the biggest change, resulting in a drastic reduction in its range. In the past, there have been records from several sites on the Danube, from Novi Sad through the Iron Gate to the mouth of the Timok River. Furthermore, reports were from other rivers as well (the Sava River, the Moravica River). Despite literature data, the findings of this rare species in some localities in the Danube River suggests that it is still present but very rare. The site on which it is found (Stari Slankamen), could act as one of the few remaining refugia for this rare species in the Danube. Findings from the Tisa River (Martonoš) and the Crni Timok River (Zaječar), should be noted also. The analyses of its recent distribution showed that the Velika Morava River – Južna Morava River – Nišava River river system is the main refugia for the species.

Results of performed analysis have confirmed the general preferences of the species regarding the river type. Species *T. danubialis* i *T. transversalis* are the most present in river type 2 (large rivers outside of the Pannonian basin), while *T. fluviatilis* is dominant in river type 1 (large lowland rivers). Regarding its relation to water chemistry it has been showed that the most important of studied physico-chemical parameters on *Theodoxus* community were oxygen content, orthophosphates, ammonia and water temperature.

Multivariate analyses indicate increased tolerance of *T. fluviatilis* to the low oxygen content and higher water temperature, as well as for increased ammonia concentrations.

Unlike the other two species are less tolerant to these conditions, especially *T. danubialis*. It is somewhat interesting that the rarest species *T. transversalis* has increased tolerance to organic nutrients (orthophosphates and nitrates).



Analysis of selected morphological parameters (morphometric index) in regard to sex dimorphism revealed presence of just one sexual dimorph character - G/D. The exception is *T. transversalis* which lacks noted dimorphism but it could be explained with small sample used.

Performed morphometric analysis on the set of morphometric indices singled out the most significant characters D2/D3, D2/D, D2/Š2, which are based on shell and columellar plate dimensions.

Analysis of recent population besides mentioned parameters revealed significance of parameters D1/D, D1/Š1, V/Š and D3/D also. Performed multivariate analysis based on these characters have showed some degree of morphological discrimination at the species level. Species *T. fluviatilis* and *T. Danubialis* were the most clearly separated while *T. transversalis* was with the mixed characters. Analyses performed on museum samples, showed less intraspecies variability while interspecies variability was present. The pooled data analyses indicates notable variability regarding museum and recent populations primarily due to intraspecific *T. Transversalis* differences. These differences were mainly based on characters describing the general shape of the shell (V/Š and V/D).

**Keywords:** *Theodoxus*, interspecific variability, intraspecific variability, Balkan, traditional morphometry, morphometric indices, multivariate statistics

**Scientific field:** Hydrobiology

**Special topic:** Malacology

**UDK number:**

## Sadržaj

1. UVOD.....	10
2. Istorijat proučavanja sa pregledom literature.....	32
3. Područje ispitivanja.....	37
4. Ciljevi istraživanja.....	42
5. MATERIJAL I METODE.....	43
6. REZULTATI.....	57
7. Pregled rasprostranjenja.....	57
8. Morfometrijska analiza.....	62
9. Analiza odabranih populacija u odnosu na set fizičko-hemijskih parametara vode	
10. DISKUSIJA.....	99
11. ZAKLJUČCI.....	108
12. LITERATURA.....	109
13. BIOGRAFIJA AUTORA.....	124
14. PRILOZI	

## UVOD

*The lesson to be learned from this is that surveys of freshwater snail distribution should never be repeated.*

Robert Dillon

### 1. Gastropoda

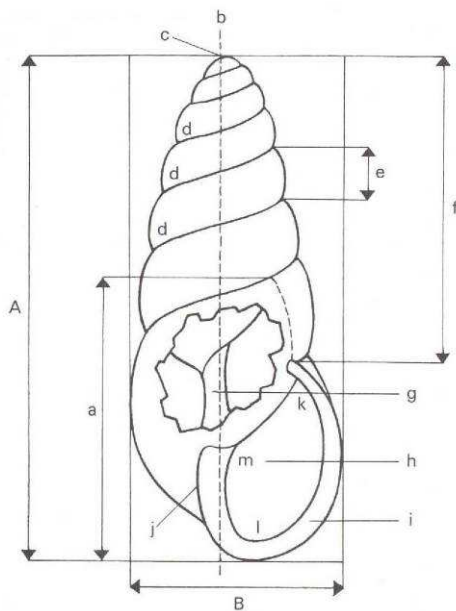
Puževi (syn. Gastropoda, Univalvia) su najbrojnija i najraznovrsnija grupa mekušaca. Prvobitno morski organizmi, uspešno su se prilagodili i naselili i većinu kopnenih, kako vodenih, tako i suvozemnih staništa. Slatkovodni puževi, nezaobilazni članovi mnogih akvatičnih zajednica u kojima mogu biti i najbrojniji i najraznovrsniji pripadnici grupe makroinvertebrata, iako sa procenjenih oko 4000 recentnih vrsta (Strong et al, 2008) manje su brojni i raznovrsni od kopnenih, a pogotovo morskih rođaka.

Pored izražene raznovrsnosti ove grupe, ipak se može izdvojiti opšti plan građe (Fretter & Graham, 1962).

Većina poseduje krečnjačku ljušturu odnosno „kućicu“ (Univalvia; slika 1) koju luči plašt, i koja služi kao egzoskelet i zaštita. Najčešće je spiralno uvijena, i to na desnu stranu (dekstralna), ređe na levu (sinistralna), što služi i kao taksonomski karakter. Dešavaju se i slučajevi tzv. „obrnutog uvijanja“ (eng. *reverse coiling*) pri kome se sreću jedinke sa „pogrešno“ uvijenim ljušturama, npr. sinistralni predstavnici kod dekstralnih vrsta, i obrnuto (Barna, 2009). Uobičajno je da se primarna, larvalna kućica, odnosno apeks ljušture označava kao protokonk, a „ostatak“ ljušture, odnosno adultna ljuštura kao teleokonk.

Sve puževe, kao autapomorfna osobina (mada pojedini (Opisthobranchia) mogu biti sekundarno „detorzirani“) odlikuje proces nazvan torzija, kojim se utrobna (visceralna) masa, prilikom razvića, (iz)okreće odnosno uvija za 180°, čime dolazi do specifične asimetrije organizma i redukcije jedne (najčešće desne) strane tela pri kojoj se analni otvor nalazi na „prednjem“ delu, manje ili više iznad glavenog regiona. Razlozi ovakve „nakaradnosti“ se ne mogu zasigurno

navesti, pretpostavka je da ovakav raspored omogućava brže uvlačenje glavenog regiona, u slučaju opasnosti (detaljnije kod Morton, 1958; Ghiselin, 1966). Detaljniji pregled anatomije prozobranhijalnih puževa je dat kod Fretera i Grahama (Fretter & Graham, 1962).



A – Visina; B – Širina; a – Poslednji (telesni) navoj;  
 b – Osa; c – Apex, d – Suture (šavovi); e – Navoji; f  
 – Spirala; g – Kolumela; h – Apertura; i – Obod  
 aperture; j – Pozicija umbilikusa ako postoji; k – l  
 Spoljašnji (palatalni) deo aperture; l – m  
 Kolumelarni deo aperture; m – k Parijetalni deo  
 aperture

Slika 1 – Opšta morfologija ljuštore gastropoda (izvor internet)

Polni dimorfizam (karakteristični ljušturi) nije uobičajen kod puževa, ali ima slučajeva gde je zabeležen, na primer kod *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1819) (Cazzaniga, 1990; Moneva et al, 2012), *Marisa cornuarietis* (Linnaeus, 1758) (Demian & Ibrahim, 1972) ili kod predstavnika roda *Viviparus* (Minton & Wang, 2011). Kod neritida polni dimorfizam (ljuštura, operkulum) nije zabeležen.

### 1.1. Sistematika Gastropoda

Klasifikacija gastropoda je složeno pitanje, i još uvek nije rešeno na zadovoljavajući način. Tradicionalna morfološka podela (prvenstveno zasnovana na karakteristikama ljušture, radule i operkuluma (gde postoji) i anatomskim karakteristikama se pokazala kao neusklađena sa novim podacima zasnovanim na genetičkoj analizi (molekularna sistematika). Ovom neskladu je doprinelo i to što je tradicionalna sistematika puževa bila prilično proizvoljna, što se posebno odnosi na tzv. grupu Prosobranchia u koju su, slično Lineovoj „univerzalnoj grupi“ Vermes, svrstavani taksoni koji se drugde nisu uklapali (Dillon, 2000). Među brojnim revizijama može se izdvojiti jedna od novijih, koju su dali Buče i Rokro (Bouchet & Rocroi, 2005), kao jedan od uspešnijih pokušaja spajanja tradicionalne (morfološke) i moderne (molekularne) sistematike. Sem uvođenja klada kao taksonomskog ranga (umesto podklasa, nadreda, reda i podreda), standardizovani su i sufixi za pojedine taksonomske nivoe.

Svi puževi su podeljeni u šest osnovnih klada: Patellogastropoda, Vetigastropoda, Cocculiniformia, Neritimorpha, Caenogastropoda i Heterobranchia (ranije Opisthobranchia i Pulmonata).

Slatkovodne predstavnike imaju klade Neritimorpha, Caenogastropoda (najbrojnije i najraznovrsnije) i Heterobranchia (Pulmonata) sa sveukupno oko 40-tak nezavisnih linija što upućuje na višestruke i nezavisne kolonizacije slatkovodnih staništa (Strong et al, 2008).

Grupu Neritimorpha čine recentne Cycloneritimorpha i dve fosilne klade. Pored anatomskih specijalizacija, odlikuje ih (dosta primitivna) ripidoglosna radula (Rhipidoglossa), i još

primitivnija građa ljušture i škrge (kao kod Docoglossa/Patellogastropoda). (Fretter & Graham, 1962; Bandel, 2001).

Prema Burnu (Bourne, 1909), ova grupa se nezavisno razvija oko 500 miliona godina (rani ordovicijum), što je potvrđeno i nekim novijim analizama, kako anatomskim (Ponder & Lindberg, 1997), tako i na osnovu razvića primarne ljušture/protokonka (Bandel, 1982).

U okviru Cycloneritimorpha izdvajaju se četiri recentne grupe: Helicinoidea (kopneni predstavnici), Hydrocenoidea (sitni kopneni i troglobiontski), Neritoidea (marinski i slatkovodni) i Neritopsoidea (marinski), kao i jedna fosilna grupa.

Neritoidea čine recentne Neritidae i Phenacolepadidae kao i jedna izumrla grupa.

## 2. Neritidni puževi (Neritidae Lamarck, 1809)\*

\*prema Zettler, Gloer i još nekim autorima, autor je Lamarck 1809, dok po nekim drugim autorima (prihvatila i B. Karaman) je pravilnije Neritidae Rafinesque, 1815

Puževi iz familije neritida (Neritidae) su stara grupa čiji se prvi fosilni predstavnici pojavljuju u periodu Jure (Bandel, 2001).

Pored zajedničkih karakteristika, predstavnici ove grupe variraju kako u izgledu ljušture – od tankih glatkih do debelih ornamentisanih, tako i u veličini – od nekoliko mm do 5 cm (Rusell, 1941). Svi imaju krečnjački operkulum (tanji ili deblji), svi predstavnici su dekstralni, sa uglavnom krupnom lunatnom aperturom, i manje ili više izraženom spiralom. Radula je primitivna (ripidoglosna), i odlikuje je znatna varijabilnost među vrstama, tako da se smatra važnim taksonomskim karakterom (Baker, 1923; Rusell, 1941). Kao i svi organi uključeni u ishranu, ipak se ne može smatrati konzervativnim karakterom, pogodnim za morfometrijske analize, jer može biti značajno različita unutar vrste, pa i same populacije, obzirom da zavisi kako od tipa ishrane, tako i od dostupne hrane. Čak i kod pojedinačne jedinice odnosno radule, teško je uraditi neku standardizaciju (npr. odabir mesta za merenje zubića, usled različitih dužina, očuvanosti i stepena trošenja), obzirom na ogroman broj redova zubića. Ovo zapažanje potvrđuje i Rodžer (Roger, 1934) koji navodi da (bočni) zubići radule kod teodoksusa variraju i na malom geografskom području, pa i unutar iste vrste. Zbog ovoga pojedini autori (Rasel, 1941) smatraju da radula ne može biti značajan taksonomski karakter, već pre samo kao dodatni

parametar. U skladu sa tim je i preporuka da se prilikom morfološke determinacije i analiza, kada je moguće, koristi veći broj karaktera ljušture, operkuluma, radule kao i anatomskih karaktera.

Brojnost nije velika – oko 200 recentnih i 60 fosilnih (Rusell, 1941; MOŽDA I NEŠTO NOVIJE) pri čemu iako najstariji fosili datiraju sa kraja iz mezozoka (Bande, 2001), najveći poznati diverzitet je bio krajem tercijara (pleocen i miocen).

Obojenost i šare ljušture – kao i kod većine grupa - boja sama po sebi nema značaja kao taksonomski karakter, obzirom da je najčešće izuzetno raznovrsna, pogotovu kod vrsta sa većim i disjunktним arealima npr. *T. fluviatilis*, što je i jedan razlog brojnih sinonima kod takvih vrsta (Bunje, 2004). Sem toga vrlo često je usled oštećenja pokrivnog zaštitnog sloja periostrakuma, ljuštura više ili manje korodirana, što je naročito izraženo kod same spirale (apex i prvi navoj teleokonka) (zapažanje autora).

Rasprostranjenje familije je gotovo kosmopolitsko, mada ipak u tropskom, subtropskom i umerenom pojasu prvenstveno, pri čemu je kako Rasel navodi (Rusell, 1941) temperatura limitirajući faktor rasprostranjenja.

Dve glavne linije odnosno podfamilije su morske i brakične – *Neritina* (Neritinae) i slatkovodne i brakične – *Theodoxus* (Neritinae). Vrlo su slične morfološki, a glavna razlika je ontogenetska – morski predstavnici imaju planktotrofno razviće (planktonska veliger larva) – čak i kada se nalaze u slatkim vodama uz obale, dok slatkovodne odlikuje lecitotrofno/direktno razviće (iz jajne kapsule minijturni adult uz pomoć tzv. jaja za prihranu (eng. *nurse eggs feeding*) (prema Bandel, 2001). Iz toga proizilazi i razlika u veličini protokonka – kod teodoksusa je znatno veći (zahvaljujući pomenutom lecitotrofnom razviću).

U okviru Neritina izdvojeni su tribusi Neritini (uglavnom morski ili brakični) i Theodoxini. Grupu Theodoxini čini sedam većinom slatkovodnih i brakičnih rodova: tropski indo-pacifički (*Clithon*, *Clypeolum*, *Neripteron*, *Neritodryas* i *Puperita*), tropski atlantski (*Fluvinerita*) i palearktički - temporalni (zapadni Paleartik – Evropa, severna Afrika i zapadna Azija) nominotipski rod – *Theodoxus*.

Odlikuje ih uglavnom glatka ljuštura, sa vrlo tankim spoljašnjim kalcitnim slojem i debelim unutrašnjim aragonitnim (Bandel, 2001). Tanak organski površinski sloj periostrakum štiti ljušturu od korozije i zaslužan je za samu obojenost odnosno prepoznatljive šare. Autapomorfna odlika je da kolumelarna strana aperturnog otvora formira karakterističnu ploču („kolumelarni štit“) koja se pruža preko parijetalne strane. Operkulum je sa karakterističnom bravicom (eng. *hinge*) sa unutrašnje strane, sastavljenom od jednog većeg apofiznog grebena, uz koji može biti i manji nastavak (eng. *peg/knob*).

Ovu najveću familiju neritomorfa odnosno Neritopsina, kao i celu grupu, odlikuje relativno mali broj vrsta – nizak taksonomski diverzitet, i istovremeno izuzetna ekološka prilagodljivost i raznovrsnost – visok ekološki diverzitet-(Ponder & Lindberg, 1997). Smatra se da su bar osam puta u prošlosti predstavnici neritida nezavisno osvajali slatkovodna staništa (eng. *habitat shifting*) (Holthuis, 1995). Danas ovi puževi naseljavaju morska, brakična i slatkovodna staništa, prvenstveno u tropima i na južnoj hemisferi. Izuzetak su predstavnici roda *Theodoxus* Montfort, 1810, slatkovodne i brakične grupe native za Evropu i Mediteran, gde su i jedini predstavnici ove familije (Brown, 2002). Teodoksus, slatkovodni nerit Evrope, datira iz paleocena od pre 60 miliona godina (Cossman, 1925), pri čemu su najstariji predstavnici vrlo slični savremenim vrstama u morfologiji protokonka i teleokonka (Bandel, 2001). Postanak i evolucija ovog roda je tako vezana za paleogenske priobalne močvare Tetisa/Paratetisa, što je i danas centar rasprostranjenja. Međutim sem ovog primarnog areala, predstavnici se sreću i u istočnoj Africi – Sudanu (i nepotvrđeno za Etiopiju) (Brown, 2002), kao i u Aziji, do Irana (Glöer & Pešić, 2012).

Da malo uzburka mirne vode istorije ovih „običnih“ evropskih puževa, pobrinuo se njihov tropski rođak sa Jamajke, ne nije Bob Marley već *Fluvinerita tenebricosa* (Adams, 1851) tj. *Neritina (Fluvinerita) alticola* Pilsbry, 1932. Naime ovaj nerit živi u planinskim potocima ovog ostrva (do 1000 mnv (Bandel, 2001) isključivo u slatkoj vodi, i odlikuje ga lecitotrofno razviće (krupan protokonk) i operkulum sa jednim većim apofiznim nastavkom/grebenom (Pilsbry 1932; Russel, 1941; Bandel, 2001) bez drugog manjeg nastavka. Ljuštura (maksimalne dimenzije oko 12 mm; Rusell, 1941 ) kao i operkulum slične *T. danubialis*. Rasel (1941) smatra da se na osnovu karaktera operkuluma i radule, pre svih, opravdano može samatrati zasebnim rodom. Ako se tome dodaju i neki fosilni nalazi iz Južne Amerike, konkretno *Neritina ortonii* Conrad 1871 iz priobalskog miocena velikog amazonskog jezera (Nuttall, 1990; Bandel (2001) smatra da to



može ukazati na znatno šire rasprostranjenje teodoksina u prošlosti (miocenu) i na potrebu za revidiranjem prevlađujuće istorije i evolucije ove grupe. Za to bi, sem morfoloških i ontogenetskih karaktera, danas ipak trebalo imati i potporu u genetičkoj analizi. Međutim, prema dostupnim podacima (Holthius, 1995; Bunje, 2004), tim problemom se niko nije detaljnije bavio, mada je Holtjus (1995) u okviru studije filogenije neritida (na nivou roda) obradio i ovaj rod, za koji autor smatra da je bliži morskim predstavnicima grupe (*Clithon* i *Puperita*, pre svih) nego teodoksusu i neriti. Ako bi se ti rezultati pokazali tačnim, ukazivali bi na paralelnu/konvergentnu evoluciju u okviru ove grupe, gde bi „vruće tačke“ biodiverziteta (eng. *hot spots*) bili miocenski Mediteran/Paratetis i Amazon.

### 3. Rod *Theodoxus* Montfort, 1810

#### 3.1 Opšte karakteristike

Predstavnici roda, kao i svi pripadnici neritida, su prozobranhijalni puževi— pored škrga smeštenih napred (u odnosu na srce), poseduju operkulum i odvojenih su polova. Razmnožavaju se polnim putem i semelparni su (razmnožavaju se samo jednom u toku života, nakon čega umiru). Oviparni su i polažu veći broj jaja (100-150) u jajne kapsule, od kojih su većina tzv. jaja za prihranu, koja služe za ishranu jednog embriona. Razviće im je direktno, iz jaja se legu majušni adulti, i ovaj gubitak larvalne faze se smatra važnom adaptacijom na slatkovodna staništa (Fretter & Graham, 1962; Bandel, 2001). Životni ciklus predstavnika roda *Theodoxus* je većinom dvogodišnji, ređe trogodišnji (Glöer, 2002).

Relativno su sitni (do 15 mm dijametar) i odlikuje ih poluovalna (semielipsoidna) relativno debela ljuštura, sastavljena kao i kod većine neritidnih puževa iz tri sloja: tanke organske rožnate presvlake – periostrakuma, tanjeg srednjeg kalcitnog i donjeg debljeg i višeslojnog aragonitnog sloja (Bandel, 2001). Ljuštura je najčešće glatka i ornamentisana samo, neupadljivim naraštajnim linijama. Obično ima 2½ do 3 navoja (1 navoj larvalne ljušture/protokonka, i 2 navoja teleokonka), koji se brzo proširuju i obmotavaju međusobno, tako da spirala jedva izlazi iznad površine dominantnog (poslednjeg) navoja (Bandel, 2001). Aperturni otvor je polukružan i često upadljivo beo. Spoljna usna nije nazubljena. Kolumela je spljoštena, oblika kao ljuštura. Operkulum, u formi nekompletne spirale (Pfleger, 1998), je pričvršćen za zadnji deo stopala.

Građen je od tanjeg unutrašnjeg karbonatnog (kalцит, aragonit) i debljeg spoljašnjeg organskog (rožnatog) dela. Sa unutrašnje strane, blizu tzv. nukleusa (mesta rasta) nalaze se apofize – nastavci za koje se pričvršćuju kolumelarni mišići. Veliki apofizni greben je sinapomorfni karakter roda, čiji oblik predstavlja i važan taksonomski karakter (Bodon & Giovanelli, 1994). Sem njega može biti prisutan i manji nastavak tzv. klin (eng. *peg, knob*), koji potpomaže vezivanje za stopalo. Radula je neritidnog tipa odnosno ripidoglosna, a izdvaja se, pored centralnog i jedan krupniji lateralni zubić (Fretter, 1965). Marginalni zubići sa druge strane imaju znatnu slobodu kretanja, što im omogućava da prilikom uvlačenja radule „čiste“ razbacane čestice hrane (Fretter, 1965); Predstavnici roda *Theodoxus* su herbivori i detritivori, hrane se stružuci perifiton. Pužuci na čvrstim podlogama (kamenje uglavnom) se obično hrane silikatnim algama iz perifitona, ali mogu da se prilagode i drugim izvorima hrane, detritusu pre svega, pa su tako zabeležene populacije koje žive i u mračnim pećinama. Poznatiji primeri su *Theodoxus (Neritaea) subterrelictus* Schütt 1963 (Schütt, 1963), bezbojni odnosno „albino teodoksusi“, koji se hrane uglavnom detritusom u pećinama Dalmacije i Hercegovine. Slični troglobiontski predstavnici se sreću i kod vrste *T. jordani* (Tchernov, 1975). Predstavnici roda *Theodoxus* preferiraju relativno čiste vode, bilo tekuće ili stajaće, bogate kalcijumom i kiseonikom, sa obaveznim čvrstim supstratom (Fretter & Graham, 1962; Gloer, 2002).

### 3.2. Diverzitet roda *Theodoxus*

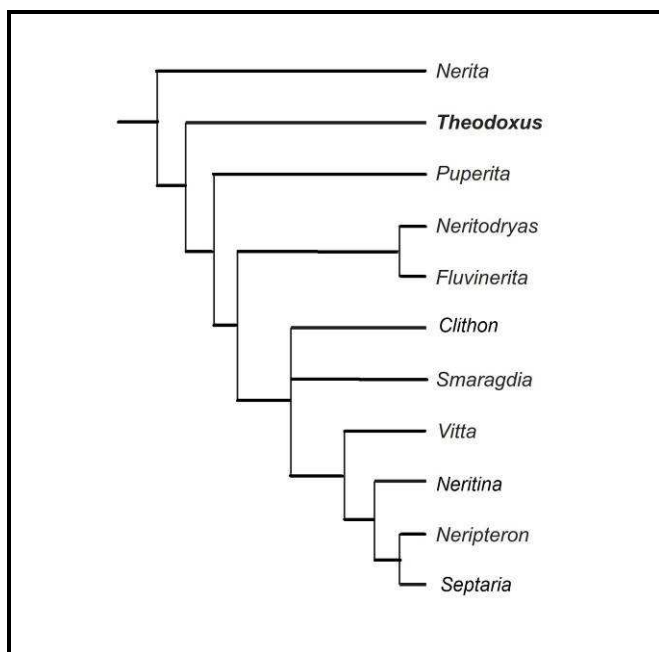
Opisano je nekoliko desetina vrsta (bar 34, prema Bunje, 2004) roda *Theodoxus*, mada pojedini autori (Bunje & Lindberg, 2007) diverzitet smatraju značajno manjim. Pri ovome Bunje (2005), na osnovu analiza genetskih markera, iznosi stav da postoji samo nekoliko vrsta, od kojih je jedna (*Theodoxus fluviatilis*) izuzetno varijabilna i „pokriva“ dobar deo opisane specijske raznovrsnosti. Taksonomski problem predstavlja i prisustvo parafiletskih i polifiletskih vrsta, što uz potencijalnu hibridizaciju i izraženu fenotipsku plastičnost znatno otežava proučavanja unutar ovoga roda (Zhalay et al, 2008, Feher et al, 2009). Imajući ovo na umu ne čude povremene pogrešne identifikacije, kao što su slučajevi *T. danubialis* u Italiji (Bunje, 2007), *T. fluviatilis* u severnoj Africi (Brown, 2002) ili *T. prevostianus* u Rumuniji (Sirbu & Benedek, 2005). Slučajevi hibridizacije su dokumentovani kod njihovih morskih srodnika iz Indijskog i Tihog okeana, pa su prelazi međuvrskih barijera zabeleženi kod rodova *Neritina* i *Clithon*, kao i kod pojedinih podrodova (detaljnije u Bandel, 2001). I kod samog roda *Theodoxus*, zabeležen je

slučaj vrlo sličnih haplotipova (COI) kod vrsta *T. danubialis* i *T. prevostianus* u Sloveniji (gornji tok Save), što Feher et al. (2009) tumače lokalnom hibridizacijom (međuspecijskim protokom gena) kod ovih bliskih vrsta.

#### 4. Diverzitet roda

##### 4.1. Fossilni predstavnici i evolucija

Prema Holtjus (1995) uz *Nerita*, rod *Theodoxus* je najstariji u porodici Neritidae (Slika 2).

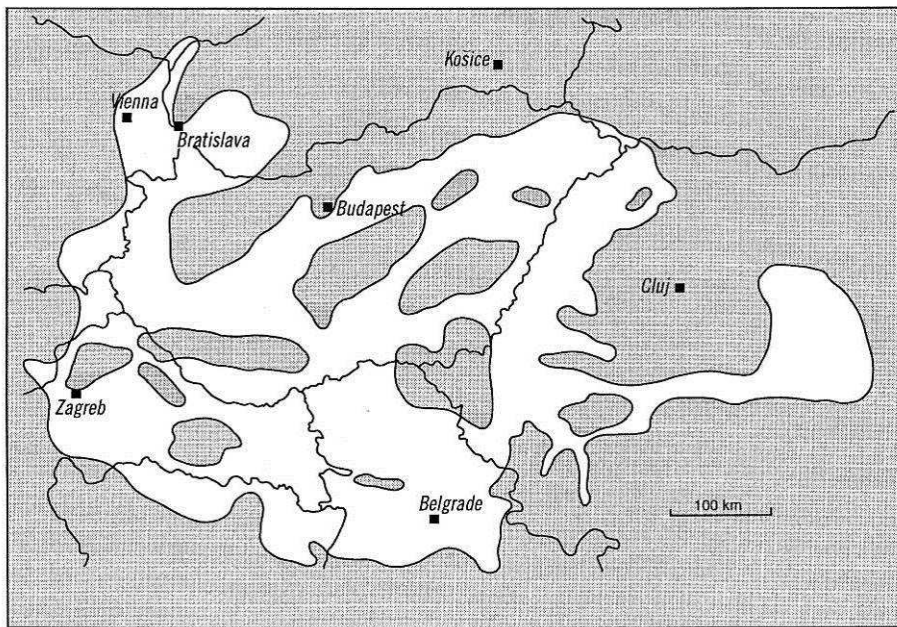


Slika 2 –Filogenetsko stablo grupe Neritidae (prema Holthius, 1995)

Bandel (2001) je na osnovu recentnog diverziteta, kao i na osnovu fosilnih nalaza pretpostavio da je evolucija teodoksusa usko povezana sa evolucijom Paratetisa i Mediterana. Za postanak i razvoj palearktičkih slatkovodnih neritida naročito značaj ima postepeno povlačenje velikog kontinentalnog mora Neogena – Paratetisa. Smatra se da su u njegovom priobalju, najverovatnije u brakičnim i slatkovodnim močvarama Panonskog bazena (Cossmann, 1925; slika 3) stvoreni uslovi za jedan od poznatijih prelaza (eng. *habitat shifting*) iz morskog u kopneno/slatkovodno stanište, unutar neritidnih puževa. Takođe, u evoluciji ovog roda i njegovoj plastičnosti, udeo su

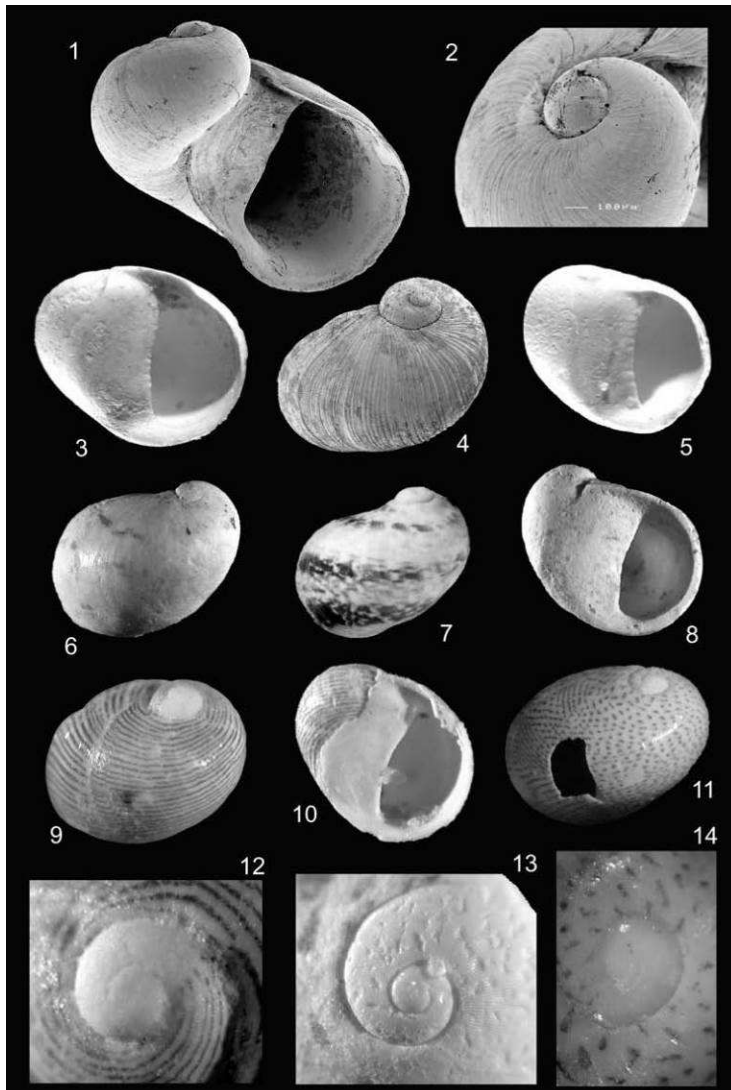
verovatno imale i brojne fluktuacije saliniteta kroz koje je prolazio Paratetis (prelazi između morskog, brakičnog i slatkovodnog stanja) (Harzhauser et al, 2002). Tako u fosilnim ostacima najstarije bočatne faune Paratetisa su i predstavnici roda *Theodoxus* (IBID). Treba naglasiti da je zbog poznatih problema u taksonomiji grupe neritida, a posebno ovog roda, u prošlosti bilo dosta konfuzije, pa su tako današnji predstavnici roda *Theodoxus* opisivani kao vrste drugih rodova, najčešće *Nerita*, *Neritina* ili *Neritodonta*.

Rod *Theodoxus* je, kako se danas smatra, tercijarne starosti (oko 60 miliona godina). Najstariji predstavnik je *Theodoxus fabulus* (Briart & Cornet 1887) iz Paleocena u belgijskom Monsu (Bandel, 2001; Kowalke, 2002). Prvobitno opisan kao *Neritina fabula* (Briart & Cornet, 1887) svrstan je u rod *Theodoxus* po sugestiji Cossmann (1925), zbog sličnosti ljuštura sa modernim *T. fluviatilis*. Velika larvalna ljuštura (protokonk), prema Bandel (2001) očito ukazuje na razviće uz pomoć jaja za prihranu (eng. *nurse egg feeding*), a sam oblik teleokonka podseća na modernog *T. jordani*. Bandel (2001), međutim, navodi da bi po obliku ljuštura ovaj puž mogao i jednako lako biti svrstan u tropski rod *Fluvinerita*.



Slika 3 - Panonsko „more“ sredinom miocena (pre 11 mil godina) (iz Magyar et al, 1999)

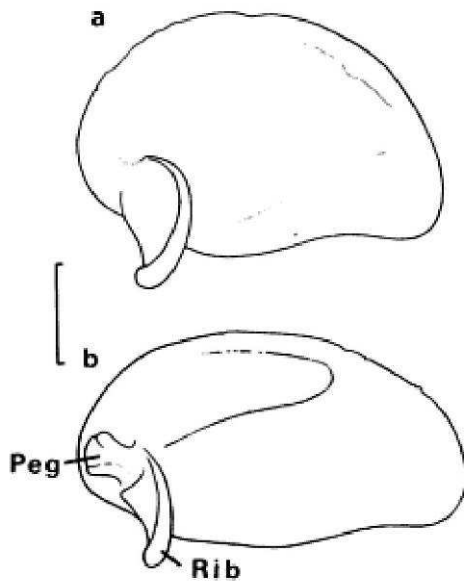
Naročito su u Neogenu (Pliocen i Miocen) bili brojni predstavnici ovog roda. Opisan je znatan broj vrsta, mahom u južnom delu Panonske nizije (npr. Brusina, 1878; 1892; Jekelius, 1944): među kojima su *Theodoxus cunici* (Brusina, 1892) (Slika 4 – 1, 2 i 4), *Theodoxus soceni* Jekelius, 1944 (slika 4 -3, 5 i 13), *Theodoxus intracarpatica* Jekelius, 1944 (Slika 4 – 6, 7 i 8). Nekolicina neritida je sredinom XX veka takođe bila svrstavana u rod *Theodoxus*, kao što su *Neritina vetranici* (Brusina, 1902) i *Neritina mariae* Handmann, 1887 (slika 4 – 9, 10 i 12 odn. 11 i 14), ali su u skladu sa zapažanjem Bandela (1982) na osnovu karakteristika protokonka i uz pretpostavljeno indirektno razviće (putem larve), danas određeni kao predstavnici *Nerita*.



Slika 4– Predstavnici miocenskih neritida Panonskog bazena (iz Harzhauser et al, 2002)

#### 4.2. Savremeni predstavnici

Početak XX veka (Baker, 1923; Thiele, 1929) izdvajaju se dve podgrupe (grupe vrsta) u okviru roda – *Theodoxus* (*T. fluviatilis* kao tipski predstavnik) i *Neritaea* (*T. jordani* kao tipski predstavnik). Osnovni taksonomski karakter koji je poslužio za razdvajanje je prisustvo (*Neritaea*) ili odsustvo (*Theodoxus*) drugog apofiznog nastavka operkuluma, tzv. klina (eng. *peg, knob*) (Slika 5). Ova podela je danas prevaziđena, obzirom da su nađeni brojni prelazni slučajevi, kao i vrste i populacije sa izmešanim karakteristikama (detaljnije kod-Bandel, 2001).

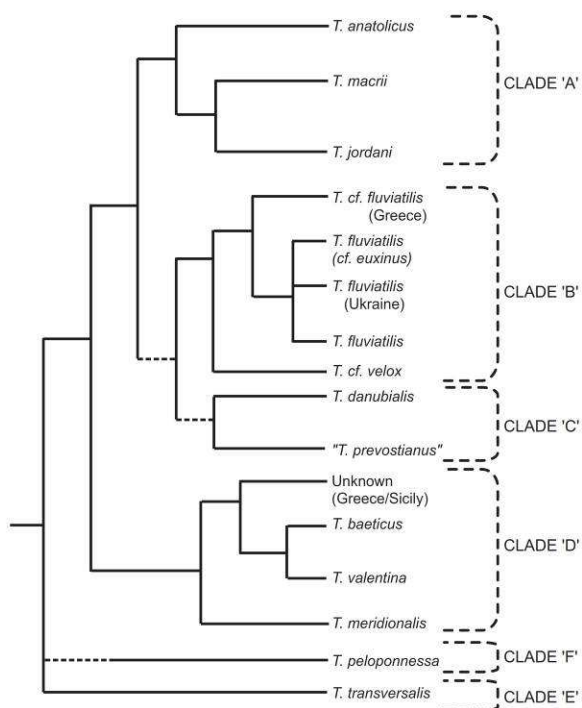


Slika 5 - Operkulumi a) *T. fluviatilis* (*Theodoxus*) b) *T. jordani* (*Neritaea*) (prema Brown, 2002 ili 1994)

Jedan od najnovijih pokušaja da se sistematizuje umnogome haotična taksonomija ovih puževa je onaj Bunjea i Lindberga (2007), koji su na osnovu analize COI i 16sRNA sekvenci, izdvojili šest glavnih klada odnosno kompleksa vrsta (Slika 6). Kao najstarija recentna klada izdvojena je vrsta *T. transversalis*. Uz nju monotipska i stara klada je i vrsta *T. peloponnesa*. Kao sestrinske klade pojavljuju se grupe *danubialis* (*T. danubialis* i *T. prevostianus*) i *fluviatilis* (kompleks *T. fluviatilis* koji obuhvata između ostalih i vrste *T. euxinus* i *T. velox*) grupe, sa tim da je

rasprostranjenje prve relativno ograničeno (Panonska nizija), dok je druga široko rasprostranjena. Istočno-mediteranska je grupa *anatolicus* (*T. anatolicus*, *T. jordani* i *T. macri*), dok je zapadno-mediteranska (primarno) grupa *meridionalis* (*T. meridionalis*, *T. valentinus* i *T. baeticus*).

Figure 2-3: Summary tree of hypothesized phylogenetic relationships for the primary lineages in the genus *Theodoxus*. This tree retains branches with statistical support from all maximum likelihood and parsimony analyses. The dashed lines indicate the branches that were in disagreement in two or more of the analyses.



61

Slika 6 – Filogenetsko stablo recentnih grupa roda *Theodoxus* (preuzeto iz Bunje, 2004)

Na području Srbije odnosno centralnog Balkana i južnog dela Panonske nizije, prisutne su tri vrste ovog roda: *T. fluviatilis*, *T. danubialis* i *T. transversalis*. Treba pomenuti i potencijalno

prisustvo četvrte, ujedno i najređe vrste ovog roda *T. prevostanus*, za koju postoje podaci o nalazima na Slavonskim planinama (Papuk), ali nisu potvrđeni u skorije vreme (Feher et al, 2011).

#### 4.3 Vrste prisutne (ili potencijalno prisutne) na području istraživanja

##### **4.3.1. *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758)**

[syn. *Theodoxus littoralis* (Linnaeus, 1758)]

[syn. *Theodoxus fontinalis* (Brard, 1815)]

[syn. *Theodoxus balticus* (Nilsson, 1821)]

[syn. *Theodoxus halophilus* (Klett, 1828)]

[syn: *Theodoxus trifasciatus* (Menke, 1828)]

[syn: *Theodoxus thermalis* (Boubee, 1833)]

[syn. *Theodoxus velox* Anistratenko, 1999]

Rasprostranjenje nominotipske vrste roda *Theodoxus*, rečnog nerita, obuhvata prostor Evrope (slika 7): od Skandinavije na severu (Skoog, 1971) do ostrva Krit na jugu (Schütt, 1987), od Irske i Iberijskog poluostrva na zapadu (Lucey et al, 1992; Zettler et al, 2004) do Azovskog mora, zapadne Rusije i Pribaltika na istoku (Anistratenko et al, 1999). Sem toga zabeležen je i u Aziji – Anadolija (Yildirim, 1999) i Iran (Glöer & Pešić 2012), dok su izveštaji iz Afrike nepotvrđeni (Brown, 2002) mada se pretpostavlja da bi mogao biti prisutan u Maroku (Bunje & Lindberg, 2007).



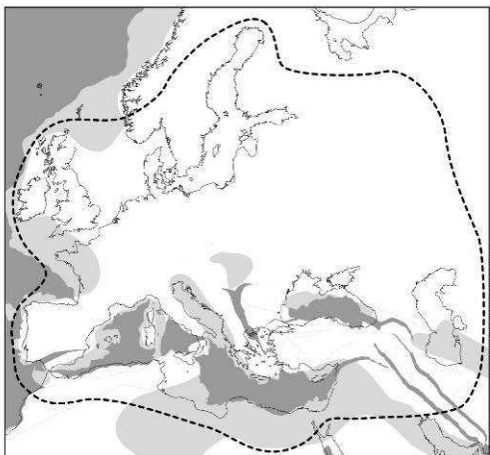


Fig. 1. Reconstructed shorelines of western Eurasia and North Africa during the Miocene. Dark shaded areas represent the position of deep oceanic basins 14 Ma according to the Ocean Drilling Stratigraphic Network (Hay et al., 1999). Sea level fluctuated widely throughout the Neogene, the light gray shading represents the limited extent it may have reached around 23 Ma (Blakely, 2005). This is shortly after the Tethys Sea finally closed, and distinct western Mediterranean, eastern Mediterranean, Pannonian (light grey basin in central Europe), Pontian (Black Sea), and Caspian basins are apparent. Modern shorelines are drawn in solid lines and the approximate range of extant *Theodoxus* is shown by the dashed line.

Slika 7 – Rasprostranjenje vrste *Theodoxus fluviatilis*, uz mapu miocenske i savremene Evrope (iz Bunje & Lindberg, 2007)

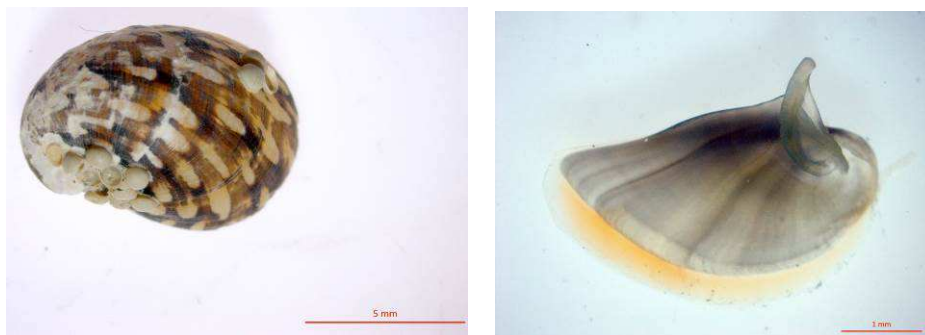
Bunje (2004) pretpostavlja, zasnovano na genetičkim analizama (bogatstvo haplotipova, kao i prisustvo starih/bazalnih haplotipova (*velox* grupa) da je oblast porekla (eng. *ancestral range*) Ponto-kaspijski region, kao i severni deo Italije, koji su poslužili kao glacijalni refugijumi odakle je krenula rekolonizacija Evrope i današnje širenje areala ove vrste.

Treba pomenuti da se *T. fluviatilis* smatra invazivnom vrstom u basenu Dunava, prema IUCN (Kebapçı & Van Damme, 2012). Ova vrsta je, obzirom da je tolerantna na organsko (biorazgradivo) zagađenje (Mouthon & Charvet, 1999) koje je jedan od glavnih problema Dunava, u prednosti u odnosu na ostale (nativne) vrste. Međutim, iako sa velikim arealom, vrsta je vikariontska/ostrvska (slično većini „velikih“ slatkovodnih vrsta), odnosno vodena staništa i populacije su razdvojene velikim suvozemnim „barijerama“, koje su ponekad presečene (potencijalnim) vodenim trajektorijama. Uz pomenutu fenotipsku plastičnost ove vrste, nije neočekivan veliki broj različitih morfi, pre svega u odnosu na obrazac obojenosti periostrakuma. Tradicionalno se izdvajaju dve glavne forme: f. *fluviatilis* (slatkovodna) i f. *littoralis* (braktična,

toleriše salinitet do 24 psu), koje se razlikuju morfološki, ekološki, bihevioralno i reproduktivno (Glöer, 2002; Glöer & Meier-Brook, 2003).

Bunje (2004; 2005) je pokazao da razdvajanje ovih morfa, od kojih su pojedine opisane i kao posebne vrste nije zasnovano na genetskim razlikama, već izraženoj fenotipskoj plastičnosti. Na taj način su i ove popularne i najpoznatije forme, najverovatnije samo ekomorfi, kako su isticali i neki drugi autori (Zettler et al, 2004; Zettler, 2008).

Ljuštura *T. fluviatilis*-a je izduženo jajasta (maksimalni dijametar 13,1 mm; Zettler, 2008) sa slabo izraženom spiralom i obično do 2½ navoja (protokonk 1 navoj, a teleokonk do 1½) (Pfleger, 1999; Bandel, 2001). Obojenost periostrakuma i šare su veoma varijabilni, u rasponu od gotovo crnih do raznovrsnih svetlih varijanti sa tamnim cik-cak prugama i trouglastim svetlim flekicama (Slika 8a) Operkulum je crvenkast, obično sa crvenim obodom. Odlikuje ga apofiza sa širokim pločastim delom (Slika b) što se smatra autapomorfnom odlikom i važnim taksonomskim karakterom (Bodon & Giovanelli, 1995).



Slika 8 – Ljuštura (a) i operkulum (b) vrste *Theodoxus fluviatilis*

Preferira srednje i donje delove velikih reka (Slika 9). Toleriše umereno organsko zagađenje i niske koncentracije rastvorenog kiseonika (čak i ispod 2mg/l), ali je osetljiviji na duže periode isušivanja ili zamrzavanja (Carlsson, 2000, Glöer, 2002). Hrani se prvenstveno perifitonom, traži tvrdu podlogu (drvo ili kamen) i uglavnom je aktivniji noću (Bandel, 2001, Glöer, 2002).



Slika 9 –Tipično stanište vrste *Theodoxus fluviatilis* u istraživanom regionu (Golubac, Đerdap, Dunav)

Kao i većina evropskih nerita, *T. fluviatilis* ima dvogodišnji životni ciklus. Polnu zrelost obično dostiže sa 18 meseci (Glöer, 2002). Polažu oko 150 jaja u žućkastim kapsulama prečnika oko 1mm, koje pričvršćuju na tvrdi podlogu, pa i ljuštore drugih puževa. Polaganje jaja se odvija u toplijem periodu godine (proleće-jesen). Kao i kod ostalih teodoksusa razvija se samo jedan embrion u malenog adulta, u zavisnosti od temperature za 30 (25°C) do 65 (20°C) dana (Orton & Sibly, 1990).

#### **4.3.2. *Theodoxus danubialis* (C. Pfeiffer, 1828)**

[syn.†*Theodoxus serratilineiformis* Geyer, 1914]

*Theodoxus danubialis*, dunavski nerit, kako sam naziv i upućuje, je nativan za Dunav i njegove pritoke. Međutim, zabeležene su i populacije van pomenutog regiona, u severnoj Italiji (Bodon & Giovannelli, 1995). Iako nije na IUCN crvenoj listi ugroženih vrsta, kritično je ugrožen u severnom delu areala, odnosno u Nemačkoj (Jungbluth & Von Knorre, 2009), Austriji (Reischütz & Reischütz 2007) i Češkoj (Red List of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic : <http://mollusca.sav.sk/malacology/redlist.htm>). Nekada čest i u velikim rekama, danas se uglavnom sreće u pritokama Dunava (Slika 10).



Slika 10 - Nišava uzvodno od Niša, na izlasku iz Sićevačke klisure, stanište vrsta *Theodoxus danubialis* i *T. transversalis*

Ljuštura je jajasta, ali nešto zaobljenija i kraća nego kod prethodne vrste, a i spirala je nešto izraženija (Bodon & Giovannelli 1995, Pflieger 1999). Obično je sa tamnijim cik-cak prugama na svetlijoj pozadini, ali u pojedinim slučajevima može biti uniformno braon ili gotovo crna (Fehér

et al, 2009) (Slika 11a). Operkulum je obično svetliji nego kod *T. fluviatilis* i bez proširene apofizne ploče (Slika 11b)



Slika 11 - Ljuštura (a) i operkulum (b) vrste *Theodoxus danubialis*

Pojedini autori (Glöer, 2002) na osnovu morfologije ljušture, među recentnim oblicima, razlikuju dve osnovne forme, odnosno izdvajaju formu sa manje ili više izraženim ispupčenjem (eng. *keel*) na velikom telesnom navoju kao formu *stragulatus*, od oblika bez takve „anomalije“ odnosno obične forme *danubialis*. Drugi autori (Schütt, 1988) kao zasebnu formu *carinatus* izdvajaju populacije iz sliva Save (u Hrvatskoj, uglavnom) koju odlikuje jače i oštrije ispupčenje. Takođe smatraju da je *stragulatus* forma svojevrsan prelaz između dva „ekstrema“ odnosno *danubialis* i *carinatus*. Ipak, odnosi i samo postojanje ovih formi ostaju predmet diskusije (Nesemann et al, 1997, Glöer, 2002 Fehér et al, 2009).

Treba pomenuti i da je ova vrsta, blisko vezana za vrlo retku i ugroženu vrstu *T. prevostianus* (Bunje, 2007, Fehér et al, 2009).

#### 4.3.3. *Theodoxus transversalis* (C. Pfeiffer, 1828)

*Theodoxus transversalis*, prugasti nerit, je endemit sliva Dunava. Nekada čest, danas je na IUCN crvenoj listi ugroženih vrsta (Sólymos & Fehér, 2011). Većina od nekolicine preostalih populacija se nalazi u manjim vodotocima i pritokama Dunava (Fehér et al, 2012). Jedan od tipičnih lokaliteta je dat na slici 10.

Periostrakum je sivkast ili žućkasto-siv, sa tri tamne poprečne pruge (otuda i naziv), ali može biti i jednobojan (svetlo do tamno braon ili crn) (Slika 12a). Operkulum je obično crvenkast, sa crvenkastim ivicama, podsećajući na operkulum *T. fluviatilis*, ali ne poseduje apofizno proširenje – široku lamelu (slika 12b), slično dunavskom neritu.



Slika 12 - Ljuštura (a) i operkulum (b) vrste *Theodoxus transversalis*

Prugasti nerit prema novijim filogenetskim analizama (Bunje & Lindberg 2007), čini monotipsku kladu u samoj osnovi genealogije roda, sa procenjenom starošću od 30 miliona godina. Zbog toga ovaj relikat ima ogroman značaj u filogeografskim analizama ne samo u okviru ovog roda i familije nego i ove grupe/klase puževa u celini.

#### **4.3.4. *Theodoxus prevostianus* (C. Pfeiffer, 1828)**

*Theodoxus prevostianus*, crni nerit, je retka i ugrožena vrsta (IUCN, 2013), koja se danas nalazi samo u hipotermalnim (temperatura 20-25°C) izvorima ili u neposrednoj blizini (do 400m) severno-zapadnog oboda Panonske nizije (Feher et al, 2009) Od dvadesetak poznatih lokaliteta/populacija, u zadnjih 50 godina, danas su ostale samo četiri – dve u Austriji i po jedna u Mađarskoj i Sloveniji (Feher et al, 2011).

Karakteriše ga sitna (9.2 mm dijametar, Feher et al, 2009) jednobojna tamna (indigo) ljuštura. Operkulumi i radule su vrlo slični vrsti *T. danubialis*. Kod operkuluma kao razlika se navodi nešto slabije izražena druga apofiza (klinčić) u bazi velike apofize, nego što je slučaj kod *T. danubialis*-a. U slučaju radula, kod *T. danubialis*-a prvi bočni zub je „poluharpunast“, dok je kod *T. prevostianus*-a – zatupast (Feher et al, 2009).

Spekulisalo se da je sama vrsta agregat dve vrste, međutim novije genetičke analize (COI marker) su pokazale da za takvo stanovište nema osnova, iako postoji razlika zapadnih i istočnih populacija (Feher et al, 2009). Takođe kontroverzan je i odnos sa *T. danubialis*. Većina autora (Bunje, 2007; Feher et al, 2009) se slažu da su u pitanju vrlo srodni odnosno sestrinski taksoni, a Feher (Feher et al, 2009) je zabeležio i slučaj zajedničkih haplotipova kod populacija ovih vrsta, na bliskim lokalitetima u Sloveniji. Zaključio je da se radi o politomiji, uz pretpostavku da je mitohondrijalna introgresija (horizontalni transfer gena) išla od *T. danubialis* ka *T. prevostianus*.

Zbog ovakve situacije i bliskosti ovih vrsta pojedini autori (Feher et al, 2009; 2011) smatraju da je ovo jedan od primera gde je genetička analiza nedovoljna za adekvatnu klasifikaciju već je neophodno uključivanje i morfoloških karaktera.

#### **4.4. Ostali predstavnici**

##### **4.4.1. *Meridionalis* grupa (južna i jugozapadna grupa)**

##### ***Theodoxus meridionalis* (Philippi, 1836)**

Tipski predstavnik grupe *meridionalis* je mediteranski endemit. Nastanjuje samo hladne potoke i izvore Sicilije i severo-zapadnog Tunisa (Kristensen, 1986; Bodon & Giovanelli, 1995). Na žalost, kako je na izvorima vrlo često izražen antropogeni pritisak, koji ponekad dovodi i do

potpunog uništavanje staništa (najdrastičniji primer *T. prevostianus*) ova vrsta bi, iako se trenutno ne vodi kao IUCN ugrožena, u budućnosti to mogla postati, tim pre što se procenjuje da postoji tek oko dvadesetak zabeleženih populacija na ukupnom arealu od oko 500 km<sup>2</sup> (Zettler & Van Damme, 2010). Ljuštura je ljubičasta ili braon sa beličastim mrljama, operkulum ima izražen klin (drugu apofizu) u osnovi apofiznog grebena, slično kao *T. jordani* (Brown, 2002).

#### **4.4.2. Anatolicus grupa (jugoistočna grupa)**

##### ***Theodoxus anaticus* (Récluz, 1841)**

Vrsta je, kako i naziv govori vezana za bliski istok (Anadolija), odnosno Tursku, istočnu Grčku, Kipar i Siriju. Problem predstavlja što većinom naseljava primorske reke i potoke, koji su i pod najvećim uticajem čoveka. Tako je i IUCN status od vrste koja je sve do 2013. bila sa statusom „nije ugrožena“ (eng. *Least Concern*) „napredovao“ do „gotovo ugrožena“ (eng. *Near Threatened*) (Van Damme & Seddon, 2014).

##### ***Theodoxus jordani* (Sowerby, 1832)**

Najšire rasprostranjena vrsta iz ove grupe, od Turske do Irana, i Izraela/Libana na jugu (Van Damme, 2014). Naziv potiče od prvih nalaza (tipskog lokaliteta) na reci Jordan. Odlikuje je operkulum sa izraženim klinom na apofiznom grebenu, slično *T. meridionalis*. Ljuštura oblikom i bojom može podsećati na *T. fluviatilis*, ali pored pomenute razlike u građi operkuluma (izražen klin na apofiznom grebenu) i ljuštura (teleokonk) ima veći broj navoja (2½ naspram 1½ kod *fluviatilis*-a) (Roth, 1984; Bandel, 2001).

Treba pomenuti i da su taksonomski odnosi unutar ove grupe problematični, pa tako pojedini autori smatraju da su veći broj opisanih vrsta (*jordani*, *anaticus*, *niloticus*), u stvari samo ekomorfe jedne varijabilne vrste, slično *fluviatilis* grupi u Evropi (Tchernov, 1975; Roth, 1984).

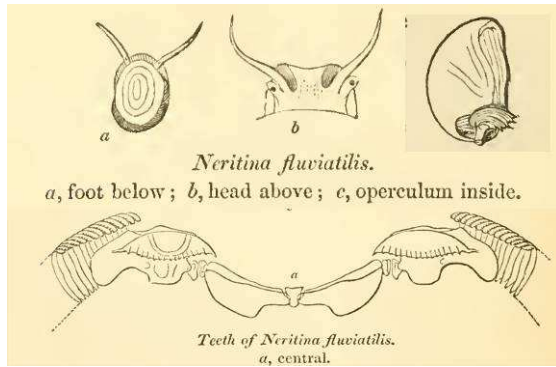


## ISTORIJAT PROUČAVANJA sa pregledom najvažnije literature

### 1.1. Evropa i svet

Karl Line (Carl Linnaeus ili Carl von Linné) je u svom najčuvenijem delu – *Systema Naturae* (Linnaeus, 1758) naveo i pužića čije su stanište evropske reke („*Europae cataractis*“) i odredio ga kao jednu od vrsta roda *Nerita* (*Nerita fluviatilis*) svrstavši ga u čuvenu grupu Vermes, podgrupa Testacea (dok su u podgrupi Mollusca bili morski crvi i meduze). Ipak u jednom ranijem radu, Fauni Švedske (Linnaeus, 1746) daje nešto precizniji opis, kao i više detalja o staništu navodeći pored reka i brakične vode Baltika (sa zelenom algom roda *Ulva*) u blizini grada Upsala. Pola veka docnije, poznati francuski moluskolog Montfort, izdvaja ovu vrstu kao poseban rod, koji naziva „*Theodoxus*“ (gr. „Božja Slava“) (Denys De Montfort, 1810). Kao pravi lokal-patriota, samu vrstu naziva „pariski teodoksus“ - *Theodoxus lutetianus* (fra. theodoxe parisien), i navodi da se može naći „u skoro svim evropskim rekama“, kao i da su „ovi sitni mekušci vrlo česti na Seni, u okolini Pariza“. Iz današnje perspektive (našeg znanja o ovoj vrsti) posebno je zanimljivo zapažanje gde kaže da „preferiraju mulj i pesak“.

Tokom XIX veka Montfortov rod *Theodoxus* nije „zaživeo“, većina današnjih vrsta svrstavana je u rod rođaka morskih *Nerita* nazvan „mala nerita“ (*Neritina*). Za ovaj rod je vezana slična kontroverza, kao i za samu familiju Neritidae, po pitanju autoriteta, odnosno autora koji su ih uveli (Lamarck, 1809 ili Rafinesque, 1815). Inače sam Rafinesku (Rafinesque, 1815) je uz naziv roda *Neritina* stavio skraćenicu „Lam.“ (Lamarck). Početkom XIX veka opisano je još nekoliko, za nas interesantnih vrsta ovog roda - *Nerita danubialis* C. Pfeiffer, 1828, *Nerita transversalis* C. Pfeiffer, 1828 i *Nerita prevostianus* C. Pfeiffer, 1828. Sve u svemu u XIX veku, na krilima prirodnjačkog elana, opisana je većina i danas prepoznatih vrsta ovog roda. Kao primer morfoloških analiza i ilustracija iz tog doba, može poslužiti slika 13, gde upada u oči prilično verna i detaljna skica ripidoglosne radule (jednog reda, naravno), za razliku od ovlaš prikazanog operkuluma, i praktično bez ikakvog prikaza same ljuštare.



Slika 13 – Prikaz osnovnih karaktera vrste *Neritina (Theodoxus) fluviatilis*, XIX vek (Turton, 1840)

\*Inače u „analizi prirode“ Rafineskua mekušci obuhvataju manje-više današnju grupu – školjki i puževa, a interesantno je da novooustanovljena grupa Neritina i rod Neritina su svrstani u grupu Spironotia (gr. *spiro* - disanje) – a u familiji Neritina su i rodovi *Valvata*, *Vivipara*, *Nerita*, *Neritina*, --bez novog roda *Theodoxus*.

I. Subfamily Neritinae.		
a. Septariae.		
	<i>Villa</i> .	<i>virginea</i> .
	<i>Neripteron</i> .	<i>Alina</i> . <i>Neripteron</i> . <i>Dostia</i> .
		<i>latissima</i> . <i>tatensis</i> . <i>violacea (crepidularia)</i> .
1. Genus <i>Neritina</i> .	<i>Vittina</i> .	<i>Vittina</i> . <i>Provitloida</i> . <i>Vitloida</i> .
		<i>roissyana</i> . <i>smithii</i> . <i>variegata</i> .
	<i>Neritina</i> . <i>Neritona</i> .	<i>Nereina</i> . <i>Neritina</i> .
		<i>punctulata (lacustris)</i> . <i>pulligera</i> . <i>labiosa</i> .
2. Genus <i>Septaria</i> .	<i>Septaria</i> . <i>Sandalium</i> . <i>Navicella</i> .	<i>borbonica</i> . <i>porcellana (picta)</i> . <i>lineata (tessellata)</i> .
3. Genus <i>Pseudonerita</i> .		<i>holoserica</i> .
4. Genus <i>Neritodryas</i> .		<i>cornea</i> .
b. Neritae.		
	<i>Clithon</i> .	<i>Clithon</i> . <i>Vittoclithon</i> . <i>Alinoclithon</i> . <i>Neritoclithon</i> .
		<i>corona (brevispina)</i> . <i>meleagris</i> . <i>cariosus</i> . <i>neglectus</i> .
5. Genus <i>Theodoxus</i> .	<i>Theodoxus</i> .	<i>Neritaea</i> . <i>Theodoxus</i> .
		<i>jordani</i> . <i>fluviatilis (lutetianus)</i> .
	<i>Puperita</i> . <i>Heminerita</i> .	<i>Puperita</i> . <i>Heminerita</i> .
		<i>pupa</i> . <i>japonica (pica)</i> .
6. Genus <i>Nerita</i> .	<i>Nerita</i> .	<i>Amphinerita</i> . <i>Theliostyla</i> . <i>Pila</i> . <i>Nerita</i> .
		<i>polita (umlaasiana)</i> . <i>albicilla</i> . <i>plicata</i> . <i>peloronta</i> .

Slika 14 – Klasifikacija grupe Neritinae sa početka XX veka (Baker, 1923)

Svojevrsna prekretnica u taksonomiji i sistematici grupe zbila se početkom XX veka, kada je nakon detaljnijih analiza radule i operkuluma pre svega (Baker, 1923; Thiele, 1929) došlo do razdvajanja dveju osnovnih grupa u okviru neritina (Slika 15). Tom prilikom revitalizovan je Montfortov pomalo zaboravljeni rod *Theodoxus*, u koji su pored *T. fluviatilis* svrstane i vrste *T. danubialis* i *T. transversalis*. Značajni autori i radovi iz tog perioda su pomenuti Bejker (Baker, 1923) koji navodi i vrstu *T. transversalis* ("Ziegler" Pfeiffer, 1828) čije je glavno stanište „Reka Dunav”. Takođe Hese (1929) prilikom istraživanja Dunava u Srbiji, navodi prisustvo i *T. danubialis* i *T. transversalis*. Treba pomenuti i Endrjuza (Andrews, 1937) koji je objavio nekoliko radova u kojima kao taksonomske karaktere sem ljušture, radule i operkuluma navodi i pojedine anatomske odlike, pre svega vezane za polni sistem. Štaviše, on zaključuje da analizirani karakteri (spermatofore) potvrđuju Bejkerovo (1923) odvajanje grupa Septariae (*Neritina*) i Neritae (*Theodoxus*). Doprinos daju i paleobiolozi i geolozi, među kojima se može istaći Kosman (Cossmann), koji je u svojim paleokonkološkim esejima (1925) između ostalog izneo i hipotezu o evoluciji evropskih slatkovodnih nerita, a takođe je i najstariji poznati fosil iz ove grupe (*Neritina fabula*) definitivno „prebacio“ u rod *Theodoxus*.

Sredinom XX veka od velikog broja autora, koji su dali doprinos ovoj tematici, teško je izdvojiti nekoliko. Četrdesetih godina, Rasel, američki malakolog, objavljuje pregled faune recentnih neritida zapadnog Atlantika (Russel, 1941). U ovom radu on dovodi u pitanje do tada uvreženo shvatanje o raduli kao izuzetno važnom taksonomskom karakteru u grupi, ukazujući na nepouzdanost pre svega lateralnih zubića. Nešto kasnije obimna paleobiološka istraživanja mekušaca Panonskog basena vrši Pap (npr. Papp, 1953), dok Numan (Neumann, 1959a, b; 1960) eksperimentišući sa *T. fluviatilis* među prvima dokazuje njegovu fiziološku i ekološku plastičnost, a ukazuje i da je varijabilnost šara periostrakuma vrlo loš taksonomski karakter kod ovih puževa. Freter i Graham objavljuju jednu od najznačajnijih knjiga o prozobranhnm mekušcima (Fretter & Graham, 1963), sa fokusom na vrlo detaljne anatomske i ekološke studije. Šot (Schütt), malakolog i paleobiolog, istražuje kako recentnu tako i fosilnu faunu centralne Evrope, Balkana (Grčke) i Bliskog istoka (Jordan). Između ostalog opisao je i specifičnu pećinsku vrstu *T. subterrelictus* iz Dalmacije (Schütt, 1963), a zalaže se i za izdvajanje forme *carinatus* prisutne u gornjem toku Save (Schütt, 1988). Sedamdesetih godina mogu se uzdvojiti

Skug (Skoog) koji vrši niz fizioloških i ekoloških ogleda na *T. fluviatilis* u Skandinaviji (Skoog, 1971; 1976, 1978; Kangas & Skoog, 1978), kao i Degan (Dagan) koji u Izraelu radi morfološke, fiziološke i taksonomske studije na *T. jordani* (Dagan, 1971; 1972).

Kraj XX i početak XXI veka, obeležilo je nekoliko događaja, pre svega u pogledu taksonomije i razlikovanja vrsta. U tom smislu važan je rad nemačkog malakologa Bandela (Bandel, 1982), kojim je konačno, ontogenetskom analizom, razdvojio rodove *Neritina* i *Theodoxus*. Ipak unutar samog roda odnosi vrsta su i dalje, krajnje diskutabilni i još uvek nedovoljno jasni. Naročito je problematična najšire rasprostranjena vrsta *T. fluviatilis*. Za njeno razdvajanje od *T. danubialis* značajan je rad Bodona i Đovanelija (Bodon & Giovanelli, 1995), koji su proučavajući populacije teodoksusa u severnoj Italiji, došli do zaključka da je pored odavno prepoznate vrste *T. fluviatilis* prisutna i vrsta *T. danubialis*. Kao važan identifikacioni karakter, pored (finijeg) oblika ljuštore su izdvojili operkulum, odnosno proširenu i pločastu apofizu kod *T. fluviatilis*, za razliku od prostog apofiznog grebena kod *T. danubialis*. Najzad Bunje je u svojoj filogeografskoj studiji (Bunje, 2004), odnosno radovima koje je na osnovu nje publikvao (Bunje, 2005; Bunje, 2007; Bunje & Lindberg, 2007) ukazao, između ostalog, da molekularna sistematika, može poslužiti kao dopuna morfologiji u pokušaju da se uredi umnogome konfuzna taksonomija unutar samog roda, grupišući dobar deo morfološke varijabilnosti u nekoliko haplotipova najrasprostranjenije vrste *T. fluviatilis*. Iz ovoga perioda treba svakako pomenuti i Rot (Roth, 1984) koja je analizirala intraspecijsku varijabilnost vrste *T. jordani*, na osnovu karaktera operkuluma i radule, i ukazala da bi više opisanih vrsta teodoksusa na Bliskom istoku, mogli biti samo ekomorfi jedne, šire rasprostranjene i plastične vrste. U Severnoj Americi Holtjus (Holthuis, 1995) analizirajući evoluciju i prelaze iz morskih u slatkovodna staništa na grupi neritopsina, ukazuje na učestanost tzv. promena staništa (eng. *habitat shift*) i kod samih neritida, analizirajući i filogenetske odnose na nivou rodova. Feher objavljuje nekolicinu značajnih radova, pre svega o retkim i ugroženim vrstama *T. prevostianus* i *T. transversalis*, uz ekološke i taksonomske analize (Feher, 2009; 2011; 2012). Cetler (Zettler) pokazuje da je razlika brakičnih i slatkovodnih varijeteta vrste *T. fluviatilis* odraz ekološke plastičnosti (Zettler et al, 2004), a daje i izuzetno kvalitetan pregled faune teodoksusa u Nemačkoj (Zettler, 2008). Anistratenko obrađuje vrste ovog roda na istoku Evrope (1999), a nemački malakolog Gluer (Glöer) pored niza opštijih knjiga i radova, stiže i da se bavi konkretno ovim rodovima, objavljujući nalaz vrste *T. fluviatilis* iz Irana (Glöer & Pešić, 2012). Filogenetsku analizu neritida zasnovanu

na mitohondrijalnim markerima radili su i kolumbijski istraživači(Quintero-Galvis & RaquelL-Castro, 2013), potvrdivši *Theodoxus* kao monofiletski rod.

## 1.2. Područje istrživanja

Početak malakoloških istraživanja na teritoriji Srbije seže na kraj XIX veka i vezan je za nemačku odnosno austro-ugarsku školu. Prvi zabeleženi podaci o slatkovodnim puževima u Srbiji su dati u radovima L. Fajfera (L. Pfeiffer, 1857) i Melendorfa (Möllendorf, 1873a) u kojima su pomenute i dve vrste teodoksusa – *T. transversalis* (kao *Neritina transversalis*) i *T. danubialis stragulatus* (kao *Neritina stragulata*). Iz tog perioda značajna je i zbirka mekušaca Lazara Dokića, sa izvesnim brojem slatkovodnih puževa, među kojima su i pomenute vrste teodoksusa. Dokić nije publikovao radove, već je nakon njegove smrti to učinio Nikolajević (1907). Od tada, dosta istraživača je dalo doprinos boljem poznavanju slatkovodnih puževa kod nas, bilo kroz studije pojedinačnih grupa (npr. Hydrobiidae, Radoman, 1977), ili kao deo manje ili više obuhvatnih malakoloških istraživanja (npr. Hesse, 1929, Jaeckel et al, 1958; Frank et al, 1990). Božana Karaman (Jovanović) je krajem XX i početkom XXI veka publikovala veći broj radova o fauni slatkovodnih puževa. Detaljniji pregled malakoloških istraživanja u Srbiji je dat u Katalogu slatkovodnih puževa (Karaman i Karaman, 2007). Ipak treba posebno istaći našeg poznatog malakologa Pavla Radomana, koji je pored radova o hidrobidama, objavio i nekoliko opštijih radova o prozobranhijama, kao što je osavremenjena klasifikacija ove grupe sa područja Balkana i Male Azije (Radoman, 1973).

U Bosni krajem XIX veka zalaganjem poznatog prirodnjaka iz Sarajeva, Viktora Apfelbeka, i osnivanjem „Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine“ formirana je, između ostalog i izuzetno bogata zbirka kopnenih (suvozemnih i slatkovodnih) puževa (prema Karaman, 2006). U tom periodu u Evropi, a i u ovom području dominira nemačka, odnosno austro-ugarska škola prirodnih nauka, a područje Balkana je svojom raznovrsnošću i brojnim retkostima privlačilo naučnike. Jedan od poznatijih je i malakolog Oto Melendorf (Otto Möllendorff), koji je i doktorirao na fauni Bosne (Möllendorff, 1873b). Takođe, još jedan poznati malakolog tog doba L. Fajfer (L.Pfeiffer 1870) je proučavao faunu mekušaca ovog podneblja. U XX veku doprinos

poznavanju puževa Bosne su dali brojni stručnjaci, između ostalih i Kuščer (Kuščer, 1933), Šot (Schütt 1959), Radoman (1973) i drugi.

U Hrvatskoj je slična situacija kao u Bosni, a treba istaći domaćeg malakologa Spiridona Brusinu, sa nizom opisanih fosilnih vrsta, među kojima i znatan broj pripadnika (današnjeg) roda *Theodoxus*. (Brusina, 1874; 1884; 1897). Šot (Schütt) takođe proučava slatkovodne nerite ovog područja (Schütt, 1963; 1988). Jurisić-Polšak (1979) daje pregled neogenskih neritida Hrvatske.

## **Područje ispitivanja**

### **1.1. Osnovne geološke i geomorfološke odlike**

Na područje ispitivanja, u odnosu na osnovne geografske, geomorfološke i hidrogeološke karakteristike, mogu se uočiti tri velike, zasebne celine. Na severu je Panonski basen, sa pretežno tercijarnim i kvartarnim sedimentima, među kojima se izdvajaju najmlađi aluvijalni nanosi velikih ravničarskih reka Dunava, Save, Tise i Drave. (Babić Mladenović, 2007). Na zapadu i jugozapadu je masiv Dinarida, građen prvenstveno od mezozojskih krečnjaka (oblast krasa; Cvijić, 1895; 1926), koji su u oblasti Bosne i zapadne Srbije često presecani i izmešani sa raznovrsnim silikatnim stenama (serpentine, škriljci, gnajsevi i peščari). Najzad, na istoku je Karpatsko-Rodopski masiv, sastavljen od mezozojskih krečnjaka prošaranih silikatnim stenama. Aluvijalni basen Morave (Velike, Zapadne i Južne) odvaja ova dva velika evropska planinska lanca. Treba pomenuti i tzv. ostrvske planine (npr. Fruška Gora i Slavonske planine) u Panonskom basenu, kao masive starih škriljaca uronjene u moru kvartarnih aluvijalnih „talasa“.

### **1.2. Makroklimatske odlike**

Područje pripada umerenom pojasu, a osnovni klimatski tipovi su raznovrsni. U severnom, panonskom delu, klima je kontinentalna i umereno kontinentalna (tzv. srednjoevropska). Odlikuju je hladne zime i topla leta, sa čestim ekstremima i kolebanjima naročito u „otvorenom“ panonskom (severnom) delu. U ostalim, brdsko-planinskim delovima, klima je kontinentalna i planinska, pri čemu se u rečnim dolinama, pretežno u centralnoj Srbiji, javlja i tzv. župska klima, sa blažim zimama. Ove rečne doline, kao i doline pritoka Save i Dunava se pružaju uglavnom u meridijanskom pravcu, i kao svojevrsni koridori, između ostalog ublažavaju i klimatske razlike između severa i juga (Milosavljević, 1990).

Pluviometrijski režim je takođe prvenstveno kontinentalni (srednjoevropski), sa kišovitim prolećem i suvom zimom. Ipak u Podunavlju je ovaj osnovni tip nešto izmenjen (tzv. podunavski tip) i karakteriše se maksimumom padavina početkom leta, sporednim maksimumom u oktobru, a minimumom u februaru (Milosavljević, 1990).

Treba pomenuti da se poslednjih godina (kraj XX i početak XXI veka) primećuju znatnija odstupanja od uobičajenih klimatskih odlika, u skladu sa globalnim trendom promene klime. Pored pomenute prirodne raznovrsnosti, to dodatno otežava pokušaje generalizacije i tipologije klimatskih analiza u ovom području.

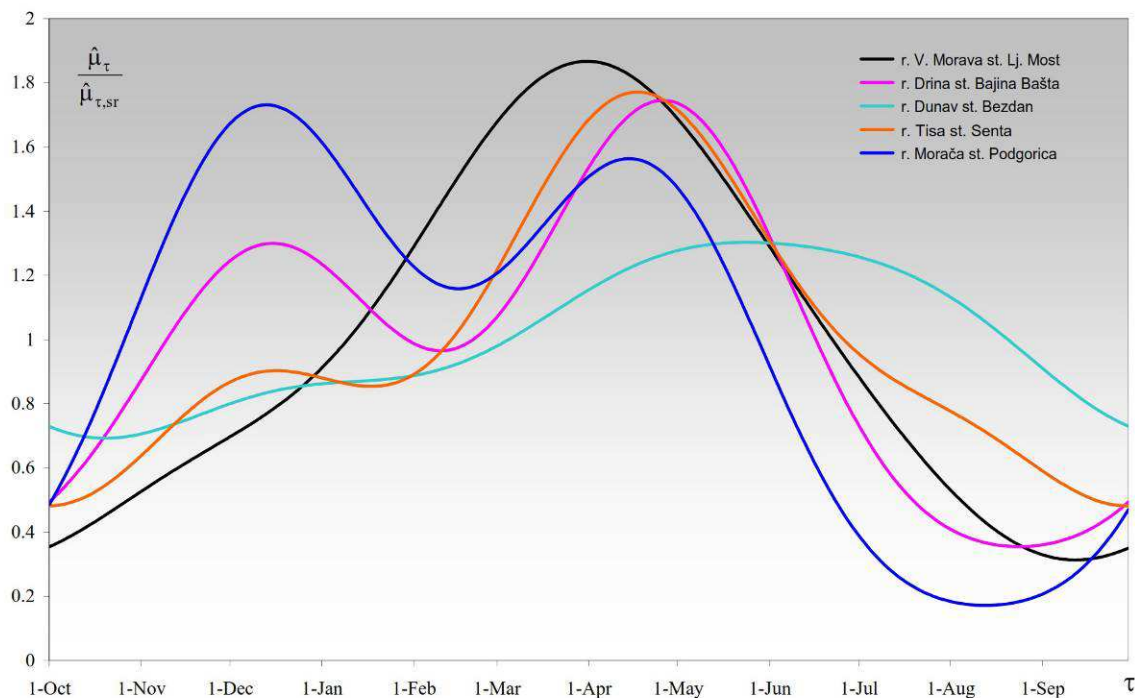
Najzad, treba pomenuti i da su tokom pleistocenskih glacijacija, pre svega zaštićene doline ovog područja, služile i kao refugijum za mnoge životinjske i biljne vrste, kako suvozemne, tako i vodene (Hewitt, 1996).

Takođe ne sme se zaboraviti, da pored osnovnih makroklimatskih odlika, postoji ogromna lokalna raznovrsnost mezo i mikroklima, slično uostalom i svim drugim odlikama.

### 1.3. Hidrološke odlike

Područje je „bogato“ sa površinskim vodama, ali usled klimatskih specifičnosti (manje količine padavina) i geoloških odlika (područja sa poroznim supstratom, tipa krečnjak, peščari i slično), ne može se okarakterisati kao područje izraženijeg vodnog potencijala, odnosno u pravom smislu „bogato“ vodom.

Prema Radiću i Mihajloviću (2006) reke sa područja Srbije (a to se verovatno može odnositi i na ostatak ispitivanog područja) se mogu podeliti u nekoliko osnovnih tipova hidroloških režima. (Slika 15). Dominantan je unimodalni tip (sa varijetetima), sa prolećnim maksimumom i letnjim, odnosno jesenjim minimumom (Velika Morava, Ljubičevo tip). Varijanta bimodalnog tipa (slično velikom broju mediteranskih reka) odlikuje reku Drinu (Drina, Bajina Bašta tip), gde se pored prolećnog, javlja i nešto manje izražen zimski pik vodostaja/proticaja. Treba pomenuti i tip Dunav (Bezdan) kao primer unimodalnog, sa najmanjim amplitudama variranja vodostaja.



Osnovni tipovi hidroloških režima reka sa teritorije Srbije. (Radi uočavanja razlika sa režimom mediteranskih slivova pridodata je i bezdimenzionalnim vremenskim funkcijama periodične srednje vrednosti za reku Moraču)

Slika 15 – Osnovni hidrološki tipovi reka u regionu (prema Radiću i Mihailoviću, 2006)

#### 1.4. Hidrografske odlike

Praktično svi vodotoci sa ovog područja pripadaju Crnomorskom, odnosno Dunavskom slivu. Izuzetak su samo neki manji vodotoci sa jugoistoka Srbije, koji pripadaju Egejskom slivu (reka Pčinja).

Kao glavni slivovi mogu se izdvojiti, pomenuti sliv Dunava (u užem smislu), te slivovi Save, Velike Morave, Drine, Tise, Drave i Velikog Timoka.

Dunav je jedna od najvećih evropskih reka i nesumnjivo najznačajniji evropski plovni put. Dužine je 2857 km od Crne šume do Crnog mora i površine sliva od 800 000 km<sup>2</sup>. Dužina srpskog dela toka Dunava iznosi 588 km i obuhvata srednji i deo donjeg toka, 220 km dug plovni put predstavlja prirodnu granicu između Srbije i Rumunije. Veliki deo „srpskog“ Dunava (358 km) pripada Panonskom basenu. Sem velikih pritoka, Drave, Tise, Save i Morave, Dunav prihvata i izvestan broj manjih vodotokova (Tamiš, Nera, Mlava, Pek, Veliki Timok i drugi).



Sava nastaje od Save Dolinke i Save Bohinjke, podno Julijskih alpa u Sloveniji. i predstavlja jedan od najznačajnijih slivova u regionu (slivno područje površine 95,419 km<sup>2</sup>). Važna je i kao svojevrsna hidrogeografska barijera, koja tradicionalno predstavlja granicu između oblasti Balkana i Panonske nizije, odnosno centralne Evrope. Najvećim delom toka pripada Hrvatskoj, od čega je dobar deo i državna granica Hrvatske i Bosne. Donji deo toka reke (dužine 206 km) protiče kroz Srbiju. Sliv Save na ovom području čine mahom desne/južne pritoke, među kojima se izdvajaju (od zapada ka istoku) Una, Vrbas, Bosna i Drina. Od severnih/levih pritoka značajnija je samo Bosut u Sremu.

Velika Morava, sa sastavnicama Zapadnom i Južnom Moravom, čini jedan od najvećih rečnih sistema na Balkanu (37 444 km<sup>2</sup> površina sliva). Nastaje spajanjem Južne Morave i Zapadne Morave i duga je 185 km, a sa svojom dužom pritokom, Zapadnom Moravom, ukupna dužina iznosi 493 km. Značajnije reke u slivu, sem pomenutih, su Ibar (desna pritoka Zapadne Morave) i Nišava (desna pritoka Južne Morave).

Reka Drina sa površinom sliva od 19 570 km<sup>2</sup> i dužinom toka od oko 487 km je najveća pritoka reke Save. Nastaje spajanjem reka Pive i Tare. Drina kao prirodna granica Bosne i Srbije, kao značajnije pritoke, takođe ima uglavnom desne pritoke, Lim u gornjem delu i Jadar u donjem delu toka.

Tisa je najduža pritoka Dunava (966 km), izvire u Ukrajini, protiče kroz Mađarsku i u Srbiji se uliva u Dunav, blizu Slankamena (1215 rkm). Na teritoriji Srbije je svega 5% slivnog područja, sa 164 km toka koji ima karakteristike tipične ravničarske reke (donja Tisa). Tisa, iako posle Dunava sa najvećim slivom (157 186 km<sup>2</sup>), u ovoj oblasti, odnosno svome donjem delu, od značajnijih pritoka ima samo Begej, kao levu pritoku.

Slično Tisi, ni Drava u svome donjem delu, praktično ne prima ni jednu značajniju pritoku.

Veliki Timok nije, po veličini sliva i količini vode (površina sliva 4630 km<sup>2</sup> i ukupna dužina toka 203 km) u ravni sa gore navedenim rekama i slivovima, ali ga ovde izdvajamo obzirom na njegovu specifičnost (Paunović, 2007). Rečni sliv svojim najvećim delom se nalazi u Srbiji (98%), a manjim delom u Bugarskoj (2%). Kao glavni vodotokovi, pored Velikog Timoka mogu se izdvojiti njegove sastavnice Beli i Crni Timok.

### 1.5. Najvažniji antropogeni uticaji i hidromorfološke promene

Ljudi su od iskona vezivali svoju sudbinu za vode. Neke od najznačajnijih civilizacija (Egipat, Mesopotamija itd.) i neki od najznačajnijih naselja, odnosno gradova (Rim, Pariz itd.) su „rasli“ uz reke. Ni ovo poručje nije izuzetak. Dva najveća grada u regionu, Beograd i Zagreb, su smešteni na najvećim rekama Dunavu i Savi, a tu je i niz drugih, manjih, urbanih centara (Novi Sad, Niš, Banja Luka, Osijek) i na ostalim većim rekama. Sem pomenutih gradova, sliv Dunava je i inače jedno od naseljenijih i urbanizovanih područja Evrope (ICPDR WFD Roof Report, 2004; Liška et al, 2008). Sa tim pojačanim prisustvom čoveka, idu i pojačani antropogeni uticaji na prirodu, živi svet, samim tim i reke. Na žalost ti uticaji se mahom mogu okarakterisati kao negativni. Brojni su načini na koji čovek zagađuje reke, počev od komunalnih i industrijskih voda, preko čvrstog i medicinskog otpada, intenzivnog saobraćaja, do hidromorfoloških promena.

Kao glavne hidromorfološke promene mogu se izdvojiti brojne hidrocentrale i hidroakumulacije. Najpoznatije su svakako Đerdap (I i II), izgrađene u drugoj polovini XX veka u Đerdapskoj klisuri na Dunavu. Na reci Drina su, u cilju što boljeg iskorišćavanja hidroenergetskog potencijala, izgrađene tri hidrocentrale (Višegrad, Bajina Bašta u Perućcu i Zvornik). Najzad i druge manje reke su sa brojnim hidrocentralama i branama (Zapadna Morava, Uvac itd). Takođe valja pomenuti, da su pojedine veće reke, iako bez brana i hidroakumulacija u delu toka na ispitivanom području, prepune istih u svome gornjem, ili srednjem toku, kao što je slučaj sa Savom, Dravom i Tisom. Kao značajnu hidromorfološku promenu treba pomenuti i veliki, ambiciozno započeti sistem kanala u Vojvodini tzv. Dunav-Tisa-Dunav (DTD), kojim je u cilju navodnjavanja i plovidbe, ispresecano područje Bačke i Banata, spajanjem Dunava i Tise, i kanalisanjem nekih od prirodnih tokova (npr. Begej i Karaš).

### 1.6. Biogeografske odlike

U regionu se susiće 5 ekogeografskih (hidroekogeografskih) regiona, prema Illies-u (1978): ER\_11 (Panonski), ER\_5 (Dinarski zapadni Balkan), ER\_7 (Istočni Balkan). ER\_6 (helenski jugoistočni Balkan; Pčinja) i ER\_10 (karpatski). Treba naglasiti da je gruba (i stara) osnovna podela po Ilijesu modifikovana, na finijoj odnosno lokalnoj skali, pa je tako reviziju i preciznije određivanje granica za područje Srbije uradio Paunović (2007; Paunović et al, 2012).

## 1.7. Invazivni koridor

Dunav i pritoke predstavljaju jedan od velikih invazivnih koridora u Evropi. Prema Panovu i saradnicima (2009) deo je tzv „južnog koridora“ koji spaja Crno More i Zapadnu Evropu (veza Dunav-Majna-Rajna), i koji je jedna od glavnih ruta za širenje ponto-kaspijskih invazivnih vrsta (sa istoka na zapad), ali i za pojedine zapadne ili daleko-istočne invazivne vrste (Bij de Vaate et al. 2002; Arbačiauskas et al. 2008).

### **Ciljevi istraživanja**

Slatkovodni i brakični rod *Theodoxus* Montfort 1810 je jedini evropski predstavnik neritida, jedne od najstarijih i biogeografski najinteresantnijih grupa puževa. Područje Balkana i oboda Panonske nizije je posebno interesantno, kao pretpostavljeno mesto postanka i evolucije ovog roda. Ipak i pored detaljnijih studija u nekim drugim oblastima, kao i studija koje obuhvataju čitav areal roda, oblast centralnog Balkana, kao i južni obod Panonske nizije, do sada nisu detaljnije istraživani. Sa tim u vezi nameće se potreba istraživanja recentne situacije – diverziteta i rasprostranjenja, kao i sistematizacije istorijskih podataka, u vezi ove grupe, što je jedan od osnovnih ciljeva ove teze.

Sem toga, obzirom da je taksonomija unutar roda prilično kontroverzna, cilj je bio i provera validnosti trenutnih odnosa na specijskom, kao i uočavanje intraspecijskih (interpopulacionih) relacija na osnovu seta morfometrijskih indeksa. Istraživani su kako predstavnici recentnih populacija, tako i određen broj muzejskih predstavnika (XIX veka).

*Theodoxus transversalis* kao retka i zaštićena vrsta je posebno interesantan. Cilj je dati ocenu trenutnog stanja ove vrste u istraživanom regionu. Pažnja će biti posvećena i odnosu široko rasprostranjene vrsta *T. fluviatilis* i dunavske *T. danubialis*.

Jedan od ciljeva će biti i utvrđivanje odnosa zabeleženih populacija ovih vrsta, i samih vrsta, prema setu fizičko-hemijskih parametra vode na lokalitetima gde su zabeleženi.

Rezultati istraživanja su osnova za dalja izučavanja vrsta teodoksusa na ovom prostoru, kao i za određivanje adekvatnog tretmana retke vrste *T. transversalis*.

## MATERIJAL I METODE

### 1. Prikupljanje i priprema materijala

#### 1.1. Prikupljanje materijala

Rad je zasnovan na obimnom setu podataka, sastavljenom od literaturnih izvora i dostupnih baza podataka. Od baza podataka su korišćene BAES (Baes *ex situ* - Simić et al., 2006), baza podataka Instituta za biološka istraživanja “Siniša Stanković” u Beogradu (IBISS), izveštaji Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) i izveštaji u okviru projekta ispitivanja kvaliteta površinskih voda na području sliva reke Save u federaciji BIH (2006-2010) i projekta definisanja referentnih uslova na slivu reke Save u federaciji BIH (2010). Deo uzoraka sa teritorije Republike Srpske je dobijen preko Instituta za vode u Bijeljini. Korišćeni su i podaci međunarodnih istraživanja Dunava (*Joint Danube Survey* - JDS1, JDS2 i JDS3; *Aqua Terra Danube Survey* - ADS), Save i Tise. Pregledana je i zbirka mekušaca u Prirodnjačkom muzeju u Beogradu, odnosno kolekcija Lazara Dokića iz 1879. godine.

Opsežna terenska istraživanja su obavljena u periodu od 2010. do 2013. godine. Tokom četvorogodišnjeg terenskog rada, sakupljeno je ukupno 638 uzoraka, sa 159 lokaliteta, čime je obuhvaćeno 87 reka, potoka, kanala kao i 5 akumulacija, odnosno jezera. Istraživanje je obuhvatilo celu teritoriju Srbije, uključujući Dunav, Tisu, Savu, Kolubaru, Veliku Moravu, Južnu Moravu, Zapadnu Moravu, Ibar, Nišavu, Mlavu, Pek i Timok između ostalih. Uzorci bentosnih makrobeskičmenjaka su uzimani standardnom ručnom mrežom (semikvantitativna tehnika), fiksirani/konzervirani 70% rastvorom etanola ili 4 % rastvorom formalina i dalje obrađivani u laboratoriji. Jedan deo materijala (onaj sa teritorije Bosne odnosno Republike

Srpske), je obezbeđen ljubaznošću kolega sa Instituta za vode u Bijeljini. Identifikacija puževa je obavljena uz pomoć adekvatnih ključeva (Pfleger, 1998; Glöer, 2002). Prikupljeni materijal je deponovan u bentološkoj sekciji, u okviru kolekcije biološkog materijala, Instituta za biološka istraživanja “Siniša Stanković” u Beogradu.

Podaci o korišćenim fizičko-hemijskim parametrima sredine, za lokalitete na teritoriji Srbije su uzeti iz godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ), odnosno Agencije za zaštitu životne sredine (Godišnji Izveštaj o kvalitetu voda (2003-2010). RHMZ; Godišnji Izveštaj o kvalitetu voda (2011-2012). Agencije za zaštitu životne sredine).

## 1.2. Priprema materijala za morfološke analize

Prikupljeni recentni materijal je sortiran, prema brojnosti uzoraka, i za potrebe morfološke analize odabrani su, kad je bilo moguće, uzorci/populacije sa brojnošću od najmanje 15 do 20 jedinki. Materijal dobijen iz Bosne je zbog generalno malog broja jedinki, kompletno pripremljen i obrađen. Sa druge strane, u slučaju pojedinih uzoraka veće brojnosti, uzeti su poduzorci veličine 15 do 20 jedinki u proseku, radi standardizacije. Ukupno je obrađeno 380 jedinki, iz 26 recentnih populacija/lokaliteta, što uz 136 muzejskih iz 9 populacija/lokaliteta, čini pul od 516 jedinki i 35 pulacija. Treba naglasiti da bez obzira na važnost reprezentativnosti uzorka, što podrazumeva velike uzorke, kako Ivanović i Kalezić (2009) navode prilikom analiza materijala prirodnih populacija (i muzejskih kolekcija) često je ograničavajući faktor veličina dostupnog uzorka. Pa čak i kada je dostupan veliki uzorak, isti je najčešće samo deo neke znatno veće populacije. Zbog toga se pomoću statističkih testova, osobine analiziranog uzorka ekstrapoliraju na velike grupe iz kojih su uzeti. Kao mera valjanosti procene, u slučaju srednje vrednosti, može da posluži standardna greška srednje vrednosti (SE) (Ivanović i Kalezić, 2009).

Materijal odabran za analizu (recentne populacije) je obrađen sa ciljem izdvajanja operkuluma sa što manjim oštećenjima. U tu svrhu je uz pomoć lupe, pinceta i igle tankog vrha, pažljivo izvučeno telo puža sa operkulumom. Fotografisana je glava (uklonjen i iskidan plašt koji je pokriva), a zatim je telo sa operkulumom stavljeno u 5-10% rastvor NaOH. Kuvano je 5 minuta, ostavljeno da se ohladi 15-20 minuta, a zatim su operkulumi i radule lako izdvajani od maceriranih ostataka tkiva stopala.

Fotografisanje celokupnog recentnog materijala je obavljeno pomoću Carl-Zeiss binokularne lupe uvećanja do 50x sa kamerom (AxioCam ERc5s) u laboratoriji odeljenja za hidroekologiju Instituta za biološka istraživanja "Siniša Stanković" u Beogradu. Muzejski materijal je fotografisan digitalnim fotoaparatom sa stativom u depozitu Prirodnjačkog muzeja. Fotografije sa razmernikom su iskorištene za merenja koja su izvršena u programu ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>). Prilikom fotografisanja praćena su uputstva o digitalnim fotografijama za potrebe morfometrijskih analiza (Ivanović i Kalezić, 2009). U slučaju recentnog materijala uzeto je više fotografija ljuštore po primerku (standardna, aperturna, apikalna i profilna), po dve fotografije operkuluma sa unutrašnje strane, fotografija izvađenog tela i samog glavenog dela posebno, kao i fotografija poprečnog preseka polomljene ljuštore. Fotografije ljuštore i tela su uzete pri uvećanju od 6,5x, dok su operkulumi i glava uglavnom slikani pod uvećanjem od 20x. Kod nekolicine primeraka fotografisane su i radule, kao i vertikalno (apofizni greben gore) postavljeni operkulumi. Kod muzejskog materijala su zbog tehničkih razloga fotografisane samo ljuštore (standardna, aperturna, apikalna ili profilna).

## 2. Obrada materijala

### 2. 1. Merenja (morfometrijski karakteri)

Za ocenu morfološke varijabilnosti primenjena je tradicionalna morfometrija. Zbog pomenute specifičnosti ove grupe puževa (uvod) i morfološka odnosno morfometrijska analiza je prilagođena, a primena modernijih metoda geometrijske morfometrije ostaje kao budući izazov. Za klasičnu analizu se koriste morfometrijski karakteri ljuštore (Anistratenko et al., 1999; Стадниченко и Тарасова Ю, 2012), morfometrijski i kvalitativni karakteri ljuštore (Шубрат, 2007), morfometrijski karakteri ljuštore i suve težine ljuštore i tela (Elkarmiand Ismail, 2006) ili kombinacije karaktera ljuštore i operkuluma i/ili radule (Bodon and Giovanelli, 1994; Zettler et al., 2004; Жалай et al., 2008). Takođe česta je kombinacija osnovnih dužinskih/morfometrijskih karaktera u indekse (Elkarmi & Ismail, 2006; Шубрат, 2007; Жалай et al, 2008; Стадниченко & Тарасова Ю, 2012). Kao osnovne mere ljuštore uzimaju se dužina, širina i visina, pri čemu se označavanje istih razlikuje u zavisnosti od autora. Kao dodatne mere rade se širina i visina aperturnog otvora, širina kolumelarne ploče, širina prvog i drugog navoja spirale. (Slika 16)

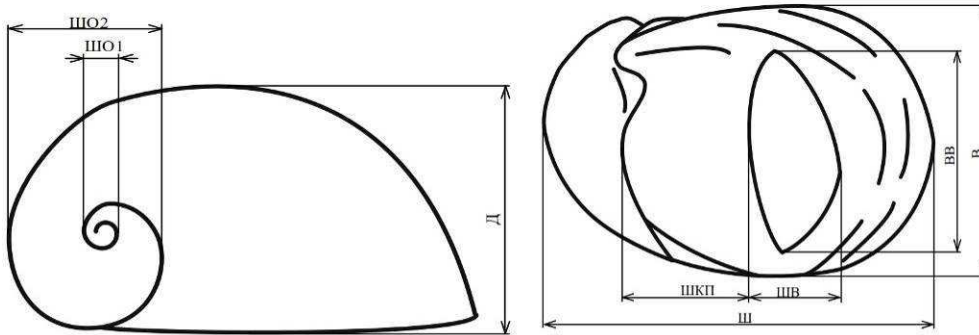
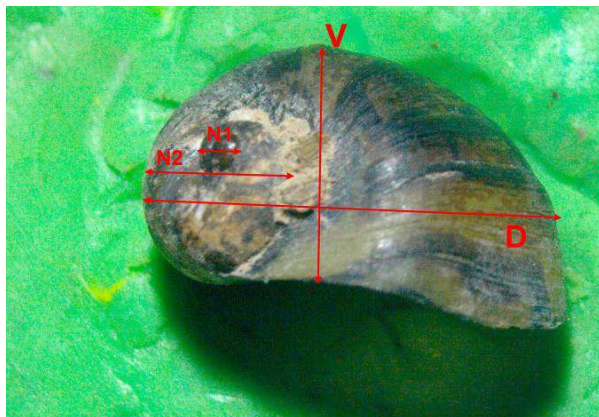
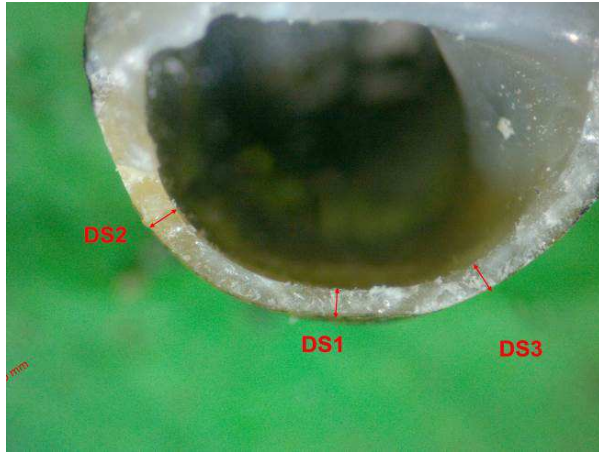


Рис. 3. Виміри черепашки лунок (схема): В – висота черепашки; Ш – ширина черепашки; Д – довжина черепашки; ВВ – висота вустя; ШВ – ширина вустя; ШКП – ширина колумелярної площадки; ШО1 – ширина першого оберту; ШО2 – ширина другого оберту.

Slika 16 –Primer najčešće analiziranih parametara ljušture (Šubrat, 2007)

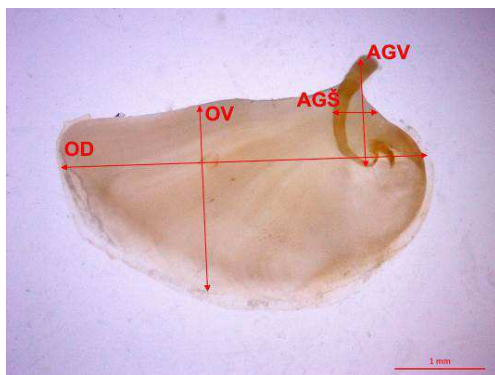
Za potrebe naše morfometrijske analize iskorišteni su parametri ljušture i operkuluma, kao i jedan parametar tela (međuočno rastojanje). Obrađena je ukupno 17 morfometrijskih karaktera (12 na ljušturi, 4 operkularna i međuočno rastojanje kao parametar tela puža). Prilikom merenja ljušture najveća dimenzija (kada se ljuštura postavi aperturno; SLIKA 17a) je označena kao dužina, najveća normalna/perpendikularna dimenzija u istoj ravni kao širina, dok je kao visina označena najveća dimenzija u ravni normalnoj na aperturnu. Sve merene dimenzije su date na slici 17 (a, b, c (debljina))





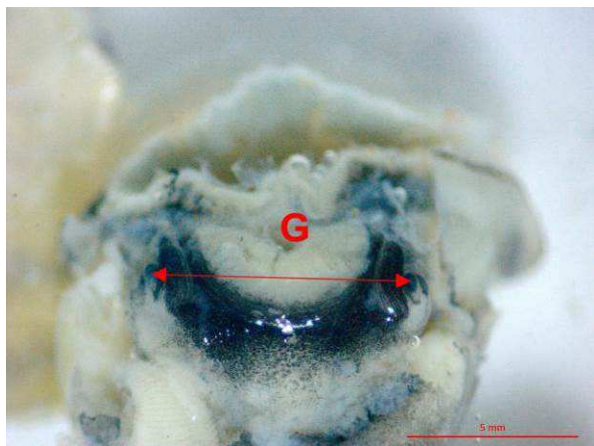
Slika 17 a, b, c – mere ljušture, aperturno i apikalno/profilno, kao i debljina svoda

Kao operkularne mere korištene su dužina (kao najveća dimenzija) i širina (najveća dimenzija normalna na dužinu), kao i visina i širina apofiznog grebena (slika 18). Korišten je, kako je pomenuto, i jedan parametar tela puža, odnosno međuočno rastojanje („širina glave“ - G; slika 19)



SLIKA 18 – operkulum





SLIKA 19 - glava

legenda za sve slike: osnovne mere ljušture: D - dužina, Š - širina, V - visina,; dodatne mere ljušture: D1- dužina „zadnjeg“ dela, D2 – dužina „kolumelarnog“ dela, D3 – dužina aperturnog dela, Š1 – širina ljušture u visini završetka kolumelarne ploče, Š2 – širina ljušture u visini početka kolumelarne ploče, ŠA – širina aperturnog otvora, N1 – širina prvog navoja, N2 – širina drugog navoja, DS (debljina svoda; kao prosek tri merenja); mere operkuluma: OD – dužina operkuluma, OV – visina operkuluma, AGŠ – širina apofiznog grebena, AGV – visina apofiznog grebena; mera tela: G – međuočno rastojanje („glava“)

Za osnovnu deskriptivne analize podataka iskorištene su sirove dužinske mere, dok je za morfometrijsku analizu urađena standardizacija (uglavnom u odnosu na dužinu) i računati su indeksi. Ukupno je analizirano 19 ovakvih karaktera (Tabela 1).

Tabela 1 Korišćeni indeksi (skraćenice i tumačenja)

parametri ljušture:

Š/D – standardizovana širina ljušture

V/D – stndardizovana visina ljušture

V/Š – odnos visine i širine ljušture

DS/D – standardizovana debljina svoda ljuštore

ŠA/D – standardizovana širina aperturnog otvora

D1/D – standardizovana dužina „zadnjeg“ dela ljuštore

D2/D – standardizovana dužina kolumelarne ploče

D3/D – standardizovana dužina aperturnog otvora

D3/ŠA – odnos dužine i visine aperturnog otvora

D1/Š1 – odnos dužine i širine „zadnjeg“ dela ljuštore

D2/Š2 – odnos dužine i širine „kolumelarnog“ dela ljuštore

D2/D3 – odnos dužina kolumelarne ploče i aperturnog otvora

N1/N2 – odnos dužina prvog i drugog navoja ljuštore (teleokonka)

Parametri operkuluma (i ljuštore):

OV/OD – odnos visine i dužine operkuluma

AGŠ/OD – odnos širine aperturnog grebena i dužine operkuluma

AGV/OV – odnos širine aperturnog grebena i visine operkuluma

AGŠ/AGV – odnos širine i visine aperturnog grebena

OD/ŠA – odnos dužine operkuluma i širine aperturnog otvora

Parametri tela puža:

G/D – standardizovana širina „glave“ („međuočno rastojanje“)

Određivanje veličinskih („uzrasnih“) klasa

Da bi se proverio uticaj almetrije i da bi se standardizovali podaci, ceo uzorak je podeljen na tri veličinske klase. Za osnovu podele je poslužila dužina kao osnovna mera, odnosno srednja vrednost i vrednost SD (standardne devijacije) a tri klase su izdvojene za svaku grupu posebno. Granične vrednosti klasa su date u tabeli 2.

Tabela 2 Granice veličinskih klasa (DAN – *T. danubialis*; FLU- *T. fluviatilis*, TRA-*T. transversalis*)

RECENTNI					
	DAN				range 5.9 do 13.93 (8.03)
KLASA B	mean+/- 1sd	11.44	8.06		
KLASA A		iznad 11.44			
KLASA C		ispod 8.06			
	FLU				range 5.28 do 11.87 (6.59)
KLASA B	mean+/- 1sd	10.04	7.9		
KLASA A		iznad 10.04			
KLASA C		ispod 7.9			
	TRA				range 7.14 do 10.37 (3.23)
KLASA B	mean+/- 1sd	9.33	7.75		
KLASA A		iznad 9.33			
KLASA C		ispod 7.75			
MUZEJSKI					
	DAN				
KLASA B	mean+/- 1sd	11.33	8.13		range od 5.76 do 12.47 (6.71)
KLASA A		11.33			
KLASA C		8.13			
	TRA				
KLASA B	mean+/- 1sd	8.84	6.9		range od 6.22 do 9.88 (3.66)
KLASA A		8.84			
KLASA C		6.9			

## 2.2. Statističke analize

### 2.2.1. Morfološke i morfometrijske analize

Morfološka varijabilnost ispitivanih vrsta kao i populacija/lokaliteta unutar istih, izdvajanje faktora/indeksa koji najviše doprinose uočenoj varijabilnosti i klasifikacija samih grupa u odnosu na najznačajnije faktore, obrađeni su primenom univarijantnih i multivarijantnih statističkih metoda: deskriptivne statistike, parametarskih i neparametarskih testova, ordinacionih i klasifikacionih metoda.

### 2.2.2. Deskriptivna statistika

Dužinske mere su predstavljene deskriptivnom statistikom, koja otkriva njihove osnovne pokazatelje (broj obrađenih jedinki, minimalnu i maksimalnu vrednost (raspon variranja), srednju vrednost i medijanu (kao centralne pokazatelje) i standardnu devijaciju (*SD – standard deviation*) i standardnu grešku (*SE - standard error*) (kao pokazatelje „raspršenosti“ podataka).

### 2.2.3. Provera tipa raspodele podataka (testovi normalnosti raspodele)

Normalna (Gausova ili „zvonasta“) raspodela je među najznačajnijim teorijskim (neprekidnim odn. kontinuiranim) raspodelama, obzirom da mnogi skupovi prirodnih podataka/slučajnih promenljivih slede njene zakonitosti (npr. visina, težina, prinos...) (Young and Young, 1998). Opisana je sa srednjom vrednošću (medianom i modom) i varijansom/standardnom devijacijom, a odlikuje je grupisanje podataka (najveća učestanost) oko srednjih vrednosti. Pretpostavka je da većina podataka (nezavisnih slučajnih promenljivih) u dovoljno velikim skupovima/uzorcima (sa

konačnom srednjom vrednošću i varijansom), u skladu sa centralnom graničnom teoremom, teži ovoj raspodeli, odnosno može se aproksimirati preko iste. Zbog toga je bitno da se podaci pre osnovne statističke obrade, koja obično podrazumeva testiranja značajnosti razlika i korelacije između grupa/promenljivih, najpre provere sa ovog aspekta. Ukoliko podaci slede ovu raspodelu za testove razlika koriste se tzv. parametarski testovi (t - test, ANOVA i ANCOVA (MANOVA I MANCOVA), Pirsonova (Pearson) korelacija), a u suprotnom koriste se neparametarski testovi (Man - Whitney, Kruskal - Wallis, Spirmanova (Spearman) korelacija).

Provera normalnosti raspodele (slučajne nezavisne promenljive) može se u osnovi izvesti na tri načina, i to grafički (histogrami, Q - Q dijagrami (eng. *plots*), p - p dijagrami (eng. *plots*)), numerički (koeficijenti asimetrije (eng. *skewness*) i spljoštenosti (eng. *kurtosis*)) i najzad testovima normalnosti (Shapiro - Wilk (SW), Kolmogorov - Smirnov (KS) itd.) (Razali and Wah, 2011) .

SW test je prvobitno namenjen za testiranje manjih uzoraka ( $n < 50$ ; (Shapiro and Wilk , 1965) i umnogome zavisi od veličine istih. Ipak nakon određenih prilagođavanja (Royston, 1982; Royston, 1995) novije provere (Razali and Wah, 2011) su pokazale da ovaj test ima najveću statističku snagu (eng. *test power*) za dati stepen značajnosti. Stoga za proveru normalnosti obrađivanih podataka, pored histograma i Q - Q i p-p dijagrama, primenjen je i SW test. Testiranja su sprovedena po vrstama, na setovima recentnih i muzejskih populacija/uzoraka, za svaki parametar odnosno indeks zasebno.

#### 2.2.4. Parametarski i neparametarski testovi (obrada podataka)

Shodno rezultatima provere normalnosti raspodele, osnovna (univarijantna) testiranja značajnosti razlika među grupama (vrstama, polovima i veličinskim klasama) kao i korelacija između parametara su izvršena odgovarajućim parametarskim (ANOVA i Pirsonova korelacija) ili neparametarskim testovima (Kruskal-Wallis; 1952). Pri ovome, polni dimorfizam je testiran na oba tipa podataka (sirovim i transformisanim/indeksima). Veličinske klase su izračunate za svaku vrstu zasebno, u skladu sa literaturnim podacima o dimenzijama ispitivanih vrsta (posebno za recentne, a posebno za muzejske podatke), a izdvojene su na osnovu obrađenih podataka. Kao osnova za razgraničenje uzete su srednje vrednosti ( $m$ ) dužine ljuštura ( $D$ ) i njihove standardne devijacije ( $SD$ ). Kao klasa A označene su jedinke čije  $D$  prelazi vrednost  $m+SD$ , klasa C su

jedinke čije D je ispod  $m-SD$ , a preostale jedinke, čije D je u rasponu  $m \pm SD$ , su svrstane u klasu B.

### 2.2.5. Multivarijantna statistika

Multivarijantne metode su postale neizostavni deo moderne biologije u celini, pa tako i morfoloških i ekoloških analiza, zahvaljujući mogućnosti istovremene obrade međusobnih efekata velikog broja podataka/promenljivih.

#### 2.2.5.1. Ordinance metode

Ordinance metode „slažu“ odnosno raspoređuju podatke odn. promenljive (ordination lat. - raspored) duž nekog gradijenta varijabilnosti. Suština je da se multidimenzionalni prostor redukuje na manji broj dimenzija (dve ili tri) koje se lako mogu predstaviti i vizuelizovati, uz zadržavanje što većeg udela početnih informacija i varijabilnosti (ref Gauch, 1982, Manly, 1994; Palmer, 2000; Ivanović i Kalezić, 2009; proveriti ikod karadžića da ubaciš, kao i kod peđe). Poželjno je da analizirani podaci/promenljive budu visoko korelisani, stoga se pre ovih analiza odbacuju nekorelisane varijable (pirsonova korelacija, u našem slučaju; prethodno poglavlje).

Analiza glavnih komponenti (Principal Components Analysis –PCA) je jedna od najjednostavnijih i najstarijih multivarijantnih ordinationih metoda. Suština je da se ortogonalnom transformacijom početni set korelisanih podataka/promenljivih pretvara u nekorelisane (ortogonalne – pod pravim uglom promenljive tzv. glavne komponente (principal components) koje mere odn. predstavljaju različite „dimenzije“ osnovnih podataka. Pri ovome podaci su tako transformisani da se najveći stepen varijabilnosti (najveća varijansa) nalazi duž prve glavne komponente/ose, i tako redom sukcesivno do poslednje komponente sa najmanjom varijansom. (Manly, 1994)

Korespondentna analiza (Correspondence analysis –CA) je u osnovi varijanta PCA prilagođena za diskretne promenljive (categorical variables) (Greenacre, 2007). Ipak za razliku od „naglašavanja“ varijabilnosti kod PCA, CA naglašava „međudnos“ (eng. *correspondence*) skorova podataka (jedinke i parametara, u našem slučaju) (Palmer, 2000).

Faktorska analiza (Factor Analysis – FA) je takođe slična PCA, ali je zasnovana na posebnom statističkom modelu, razvijenim od strane Spirmana (Spearman) za potrebe psihometrike, još

početkom prošlog veka (Thompson, 2004). Suština je da se na osnovi međuzavisnosti testiranih promenljivih može redukovati njihov broj za potrebe daljih analiza. Dva osnovna tipa su eksplorativna (Exploratory FA – EFA) i konfirmativna (Confirmatory FA – CFA). EFA je jednostavnija i pretpostavlja da bilo koja testirana promenljiva može biti povezana sa bilo kojim faktorom (tzv. Unrestricted measurement model). Jedna od najvažnijih stvari je odabir broja faktora koji se uključuju u model, pri čemu postoji opasnost od uključivanja premalog/nedovoljnog (tzv. „underfactoring“ problem) odnosno prevelikog broja faktora („overfactoring“). Da bi se ovo izbeglo, razvijen je niz modela koji pomažu u odabiru optimalnog broja faktora. Jedan od poznatijih i jednostavnijih je K1-pravilo (eigen vrednost veća od jedinice; Kaiser, 1960 iz Thompson, 2004). Iako je dosta osporavana kao „neobjektivna“ i zavisna od postuliranog/odabranog modela faktora (Manly, 1994) EFA ipak ima široku primenu zbog svoje suštinske povezanosti sa svim ostalim parametarskim metodama (Thompson, 2004).

Diskriminantna analiza (Discriminant analysis – DA) ili Kanonijska diskriminantna analiza (Discriminant Canonical Analysis – DCA) odnosno Kanonijska varijantna analiza (Canonical variate analysis – CVA) je često korišćena metoda za određivanje faktora/promenljivih koji najviše doprinose razdvajanju odnosno varijabilnosti unapred zadatih grupa (Ivanović i Kalezić, 2009). To se postiže izdvajanjem tzv. kanonijskih promenljivih (canonical variables – CV) koje sumiraju varijabilnost između grupa (za razliku od glavnih komponenti kod PCA, koje sumiraju ukupnu varijabilnost, čime se potencira međugrupna, a smanjuje unutargrupna varijabilnost (Ivanović i Kalezić, 2009).

#### 2.2.5.2. Klasifikacione metode

##### Klaster analiza (Cluster Analysis)

Iako i ordinacione metode mogu klasifikovati podatke, klaster analiza (CLA) je namenjena prvenstveno za tu svrhu („clustering“). Ipak kako navodi Palmer (2000) treba biti obazriv pri primeni ovih metoda za analize kontinuirane varijabilnosti duž nekog gradijenta. Zbog toga je poželjno kombinovati više metoda i tehnika pri analizama većine ekoloških i morfoloških podataka. Klaster analiza teži da bude hijerarhijski model, odnosno prema Palmeru (2000) svrstava grupe/podatke u „potencijalno hijerarhijske“ klase. Hijerarhijski klasifikacioni modeli u osnovi mogu biti aglomerativni („sabirajući“) i divizivni („rastavljujući“). Brojne su vrste/metode,

posebno ove prve grupe, kao i same mere distanci koje se mogu koristiti (detaljnije na primer kod Gauch, 1982; Manly, 1994). U radu je korišćen tzv. „Joining tree model“ „complete linkage“ algoritam. Kao ulazni podaci su poslužile

Računska obrada podataka je izvršena u programskom paketu STATISTICA 7 (statsoft, 2004), a jednostavniji testovi su urađeni u XLSTAT dodatku za Excel (MS Office, 2007).

### 2.3. Ekološke analize (odnos vrsta i odabranih fizičko-hemijskih faktora)

U okviru ovog ispitivanja analizirana su dva seta podataka. U prvom je analizirana zajednica teodoksusa srpskog dela Dunava u XXI veku (podaci sa JDS istraživanja, pulirano po lokalitetima), a u drugom zajednice/populacije teodoksusa na većem broju lokaliteta u Srbiji, ukupno 26). U oba slučaja data je ocena relativne brojnosti odn. abundance na osnovu sledeće tabele (Tabela 3. Pri tome je u drugom slučaju ocena data za četvorogodišnji period (2010-2013) na osnovu terenskih podataka i podataka RHMZ-a. Takođe za prvi set bioloških podataka, kao sredinske varijable su uzeti jednogodišnji proseci, a za drugi višegodišnji (desetogodišnji) proseci. Treba pomenuti da su prilikom računanja srednjih vrednosti faktora, u slučaju velike varijabilnosti ( $SD > m$ ), umesto srednjih vrednosti korištene medijane, da bi se smanjio uticaj ekstremnih vrednosti (eng. *outlayers*).

Tabela 3 Skala za ocenu relativne brojnosti

Relativna abundanca	Opis	Broj individua po uzorku
1	prisutan	1
2	niska abundanca	2-5
3	umerena abundanca	6-30
5	visoka abundanca	31-60
7	veoma visoka abundanca	61-100
9	-masovno prisustvo	>100



Za ocenu odnosa ispitivanih taksona i abiotičkih faktora u ekologiji koriste se tzv. constrained ordinatione tehnike, koje uz pomoće *a priori* multipne regresije sredinskih faktora, povezuju iste sa biološkim podacima odnosno vrstama (Palmer, 2000). Među najpoznatijim i najčešće korištenim je Kanonijska korespondentna analiza (Canonical Correspondence Analysis –CCA; ter Braak, 1986) koja je pogodna za većinu ekoloških podataka (unimodalnost), a kao rezultat daje vrlo intuitivan (i lak za interpretaciju) ordinacioni dijagram , tzv. triplot kojim se istovremeno predstavljaju uzorci/lokaliteti, vrste i sredinski faktori – obično prva dva parametra kao tačke, a sredinski faktori kao vektori koji polaze iz centra dijagrama (ter Braak, 1986; Palmer, 2000; KARADŽIĆ).

Zbog velikog broja sredinskih faktora u odnosu na broj uzoraka/lokaliteta verovatan je problem „overfitinga“ (over fitting) kao i tzv. „šumnih sredinskih faktora“ (noisy environmental variables), što je uočio McCune (1997). Zbog toga je pre same CCA izvršena odabir (eng. *Forward selection* – FS) kojim se izdvajaju faktori sa najvećim uticajem na ispitivanu zajednicu (najkorelisaniji, tzv „najbolji faktori“) (ter Braak and Verdonschot, 1995 ; Karadžić, 2013). U okviru ove analize primenjen je i Monte-Karlo permutacioni test kao provera značajnosti izbora pojedinačnih faktora (Karadžić, 2013).

Odabrani faktori kao sredinske promenljive su analizirani sa biotičkim podacima (vrstama i lokalitetima). U okviru CCA primenjen je model „ponderisanih proseka“ (eng. *Weighted Averaging* – WA) kao i ponderisani proseci skorova (eng. *WA scores*) za analizu.

Svi podaci su obrađeni uz pomoć programskog paketa FLORA (ver. 6.0; Karadžić et al, 1998 ; Karadžić, 2013).

## REZULTATI

### A) RASPROSTRANJENJE (DISTRIBUCIJA)

#### Distribucija

Staništa (reke, jezera, vrela, itd.) na ispitivanom području, u kojima su zabeleženi predstavnici roda *Theodoxus* data su u tabeli 4.

Tabela 4. Dokumentovano prisustvo vrsta roda *Theodoxus* na ispitivanom području (pregled reka, izvora i jezera/akumulacija)

		<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>	<i>Theodoxus</i> sp.
1	Danube	1	1	1	/
2	Mlava	1	/	/	/
3	Nera	1	1	/	/
4	Tamiš	/	1	/	1
5	Beli Timok	1	/	/	1
6	Crni Timok	1	1	/	/
7	Svrljiški Timok+	1*	1+	/	/
8	Sava	1	1	/	/
9	Kolubara	1	1	/	/
10	Lepenica	1	/	/	/
11	Jelenački potok+	/	/	1+	/
12	Tisa	/	1	1	/
13	Karaš+	1+	/	/	/
14	Drina	1	/	1	1
15	Lim	1	/	1	/
16	Uvac	1	1	/	/
17	Jadar	1	1	1	/
18	V.Morava	1	1	1	1
19	Crnica+	1+	1+	/	/
20	Resava+	1+	/	/	/
21	Z.Morava+	1+	1+	/	/
22	Ibar*	1*	/	/	/
23	Rasina+	1+	/	/	/
24	J.Morava	1	1	1	1
25	Nišava	1	1	1	/

26	Temska+	1+	1+	/	/
27	Crvena Reka+	1+	/	/	/
28	Toplica+	1	1	/	/
29	Moravica +	/	/	1+	/
30	Savsko jezero	1	/	/	/
31	Vrujci (?)+	1+	/	/	/
32	Krupačko vrelo*	1*	/	/	/
33	Bosna	1	1	/	/
34	Fojnička reka	1	1	/	/
35	Krivaja	1	1	/	/
36	Spreća	1	/	/	/
37	Una	1	1	/	/
38	Sana	1	1	/	/
39	Vrbas	1	/	/	1
40	Tinja	1	/	/	/

+ nalazi iz perioda 1999-2009

\* nalazi pre 1999. godine

/ takson nije zabeležen

### Istorijski podaci

Fejfer i Molendorf su, polovinom XIX veka publikovali radove u kojima su pomenute vrste današnjeg roda teodoksus, po prvi put zabeležene na ovom području. Na teritoriji Srbije nalazi vrsta *Neritina stragulata* (*T. danubialis stragulatus*) i *Neritina transversalis* (*T. transversalis*) nađene u Dunavu (lokalitet Golubac) su publikovani 1857 (L. Pfeiffer), odnosno 1873 (Möllendorf, 1873a). Na teritoriji Bosne zabeležena je današnja vrsta *T. danubialis*, u rekama Bosni i Uni. Molendorf daje i pregled rasprostranjenja ove vrste, koja je u tom periodu bila prisutna u Hrvatskoj, severnom delu Bosne (dunavski sliv), Slavoniji i Srbiji.

Literaturni podaci zasnovani na brojnim istraživanjima otkrivaju distribuciju vrsta teodoksusa u prošlosti, sa vrstom *T. danubialis* kao najčešćim i najrasprostranjenijim neritom u Srbiji. Među tim starijim nalazima izdvaja se nekoliko interesantnih, npr. Krupačko vrelo, kraško vrelo u blizini Bele Palanke (Nišava). U ovom vrelu krajem IX veka Lazar Dokić je uzorkovao dve jedinke dunavskog nerita (zbirka Lazara Dokića, 1879). Obzirom da nakon toga nema daljih nalaza, pretpostavlja se da je ta populacija, usled kaptaže izvora nestala. Sem toga *T. danubialis*,

je u tom period zabeležen na većem broju staništa (reka i izvora) na kojima danas više nije prisutan, npr. u Ibru, Crnici i u vrelu Vrujci (Karaman & Karaman, 2007).

Zbirka mekušaca Lazara Dokića u Prirodnjačkom muzeju Srbije (iz 1879 godina) takođe pokazuje rasprostranjenje ovih vrsta na prostoru tadašnje Srbije. U tom periodu *T. danubialis* je široko rasprostranjen kako u velikim ravničarski rekama (Dunav i Sava) tako i u njihovim brojnim pritokama: Drini, Ibru, Moravi, Crnici i Svrljiškom Timoku. Nalaz ove vrste se beleži i na jednom vrelu (Krupačko vrelo). Sa druge strane vrsta *T. transversalis* je prisutna, uglavnom samo u velikim rekama (Dunav i Sava).

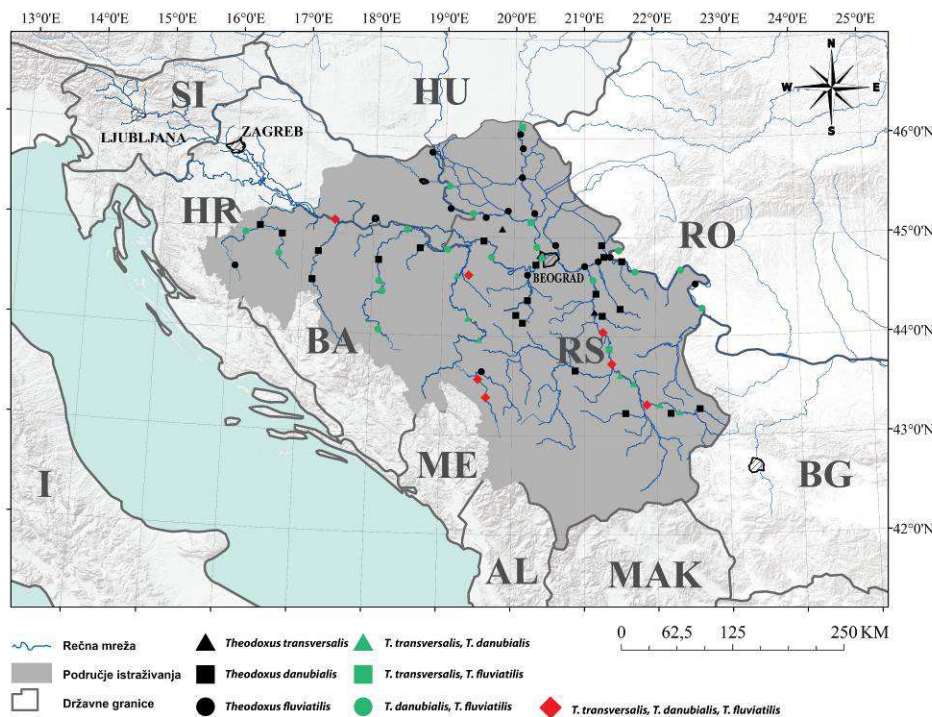
Tokom hidroekoloških ispitivanja u XX veku, potvrđivano je prisustvo ove dve vrste na ispitivanom području, pri čemu je najveći broj istraživanja sproveden na najvećoj reci tj. Dunavu.

Prisustvo *T. fluviatilis*, najrasprostranjenije evropske vrste prisutne u okolini ispitivanog područja (Beran et al, 2013) i u Makedoniji (Smiljkov et al., 2007.), nije zabeleženo sve do kraja XX veka. Prvi dokumentovani nalazi rečnog nerita u Srbiji su iz 1992. godine na Dunavu (Karaman i Karaman, 2007), na lokalitetu Karataš, u blizini Kladova, i iz 1993. godine na Svrljiškom Timoku (prema BAES; Simić i sar, 2006). Otada, prilično brzo, *T. fluviatilis* postaje dominantni nerit, i uz *Litoglyphus naticoides* dominantna gastropoda u Dunavu i nekim od njegovih većih pritoka npr. u Tisi. Ovakvo rasprostranjenje je potvrđeno, između ostalog, i sa tri velika međunaroda istraživanja Dunava u periodu 2001 – 2007 (Joint Danube Survey (JDS) 1, Aquaterra Danube Survey (ADS) and JDS 2). Prema istraživanjima (Simić i Simić, 2004) izvršenim 1994., 1995. i 2000. *T. fluviatilis* nije zabeležen u sektoru Đerdapa, dok je kako je pomenuto, samo godinu kasnije ova vrsta već uobičajena i u našem delu Dunava.

Rasprostranjenje prugastog nerita, slično dunavskom neritu, je u prošlosti takođe bilo znatno šire. Zabeleženi su nalazi sa nekoliko lokaliteta na Dunavu, od Novog Sada, preko Đerdapa do ušća Timoka. Sem toga postoje nalazi i sa nekih drugih reka (Sava, Moravica). Poslednji nalazi sa Đerdapa su publikovani 2004. (Simić i Simić, 2004). Interesantan nalaz je jedna jedinka sa Jelenačkog potoka (Živić et al, 2000), malog potoka na obroncima Fruške Gore u Sremu. Ovaj nalaz može ukazati na eventualno prisustvo izolovane populacije ovog retkog puža. Sem toga, može ukazati da ovaj i slični fruškogorski potoci, mogu poslužiti kao

svojevrsan refugijum za pojedine retke taksone, a i za ostale grupe vodenih organizama, koje naseljavaju prilično zagađeno područje Panonske nizije. Ipak, kako je u pitanju samo jedan nalaz, koji nije ponovljen, moguće je da se radi i o slučajnom nalazu.

### Savremena distribucija



Slika 20 Distribucija vrsta roda *Theodoxus* na ispitivanom području (XXI vek)

Osnova za pregled savremene distribucije ovog roda su intenzivna terenska istraživanja, sprovedena u periodu 2010-2013 na teritoriji Srbije i reci Savi u Hrvatskoj, kojima je potvrđeno prisustvo tri navedene vrste. Puževi ovog roda su nađeni u 118 uzoraka, sa 54 lokaliteta, na 17 reka i jednom jezeru/akumulaciji. Lokaliteti sa ovim nalazima su prikazani na slici (slika XX). Većina nalaza je sa Dunava (16). Rečni nerit (*T. fluviatilis*) je zabeležen na 33 lokaliteta, dunavski nerit (*T. danubialis*) na 25 i prugasti nerit (*T. transversalis*) je registrovan na 15 lokaliteta. Na 9 lokaliteta nađene su mešovite populacije (2 ili 3 vrste) teodoksusa. Juvenilni primerci u ovim mešovitim nalazima su mahom, zbog nemogućnosti precizne identifikacije, određivani kao *Theodoxus* sp. Sa druge strane na 17 lokaliteta nađena je samo po jedna vrsta

teodoksusa, u većini slučajeva *T. fluviatilis*. Retka vrsta *T. transversalis*, nađena je kao jedini predstavnik ovog roda na lokalitetu Markovački most (Velika Morava). Najzad, na 5 lokaliteta zabeležene su sve tri vrste - Bagrdan (Velika Morava), Niš (Nišava), Lešnica (Jadar), te Priboj i Prijepolje (Lim). Treba ipak naglasiti da ni u jednom uzorku istovremeno nisu nađene tri vrste.

Na mapi (slika 20) je uočljivo da je *T. fluviatilis* rasprostranjen u severnim delovima područja, mahom u velikim rekama – Dunavu, Savi i Tisi, ali da se pruža i ka jugu, preko većih reka, npr. Velika Morava – Južna Morava – Nišava, Bosna, Una – Sana. Ako isključimo nalaze sa pritoka, sa lokaliteta u neposrednoj blizini pomenutih većih reka na severu, kao što su nalazi sa Kolubare (Obrenovac) i Nere, upadljivi su relativno izolovani nalazi na Jadru i Limu na lokalitetima sa relativno stabilnim populacijama *T. danubialis*.

Dunavski nerit, *T. danubialis*, je ređi (i manje brojan) u Dunavu, odsutan iz Tise, dok je u Savi nešto prisutniji i brojniji i koegzistira sa rečnim neritom. Ipak, nalazi sugerišu da i u Savi *T. fluviatilis* postaje dominantan, prvenstveno u donjem delu toka. Zahvaljujući relativno širokom rasprostranjenju i stabilnim populacijama u južnom brdsko-planinskom delu Srbije (slika 4) ne smatra se ugroženim na nacionalnom nivou. Najbrojnije populacije su nađene u sledećim rekama: Drina, Lim, Velika Morava, Južna Morava, Nišava i Beli Timok. Nešto manje brojne populacije su zabeležene na Kolubari, Mlavi, Zapadnoj Moravi, Toplici i nekolicini manjih reka. Lokalitet na Neri i najbliži dunavski lokalitet Ram – Banatska Palanka su mesta na kojima je zabeležena umereno brojna populacija *T. danubialis*, zajedno sa *T. fluviatilis*.

Prugasti nerit, *T. transversalis*, u Dunavu je nađen samo u jednom uzorku (Stari Slankamen, 2012) i procenjen kao nisko brojan (eng. *low abundant*). Slični nalazi/brojnost su zabeleženi i na Tisi (Martonoš) i Crnom Timoku (Zaječar). Kao glavni refugijum za ovu IUCN ugroženu vrstu, izdvajaju se Drina – Lim i naročito rečni sistem Velika Morava – Južna Morava – Nišava. Najstabilnija i najbrojnija populacija je zabeležena na Nišavi (lokalitet Prosek, nizvodno od Sićevačke klisure) gde je u uzorku iz 2013. godine procenjeno masovno prisustvo. Na ovom lokalitetu je zabeležena koegzistencija dve vrste (*T. transversalis* i *T. danubialis*), dok je na lokalitetu Markovački most (Velika Morava) jedina prisutna vrsta *Theodoxus transversalis*, pri čemu je populacija procenjena kao umereno brojna.

Za teritoriju Bosne korišćeni su literaturni podaci i nalazi teodoksusa iz materijala čije je prikupljanje sproveo Institut za vode u Bijeljini, u poslednjih nekoliko godina. Na osnovu brojnosti i prisustva u uzorcima može se konstatovati da su vrste *T. danubialis* i *T. fluviatilis* podjednako zastupljene na datom području, ali zbog nepoklapanja tipa uzorkovanja sa našim terenskim istraživanjima nije moguće dati precizniju ocenu relativne brojnosti. Vrsta *T. danubialis* je nešto brojnija u reci Bosni i u donjem toku Une, dok je u gornjem delu Une i njenoj pritoci Sani nešto brojniji *T. fluviatilis*.

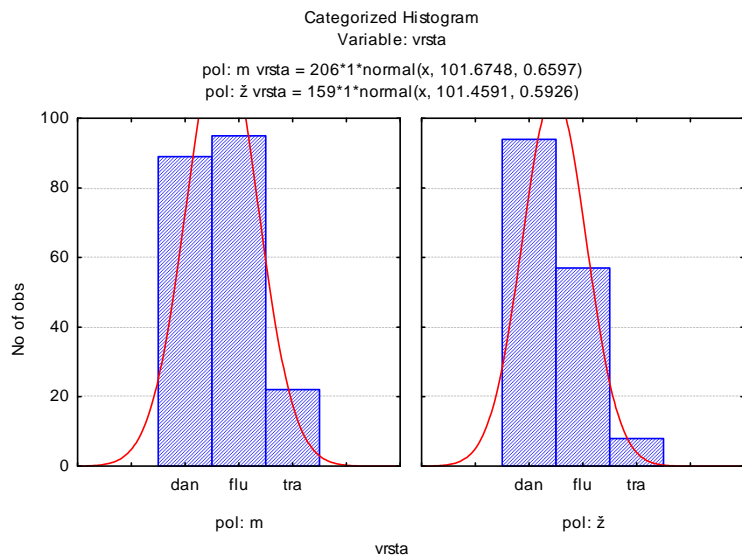
## **B) MORFOMETRIJSKA ANALIZA**

### **1. Preliminarna ispitivanja podataka, u odnosu na veličinsku klasu i pol, zavisno i nezavisno od vrsta.**

Testirana je normalnost raspodele i značajnost razlika svakog parametra u odnosu na pol, veličinske klase i vrste – za recentne, odnosno za veličinske klase i vrste za muzejske podatke.

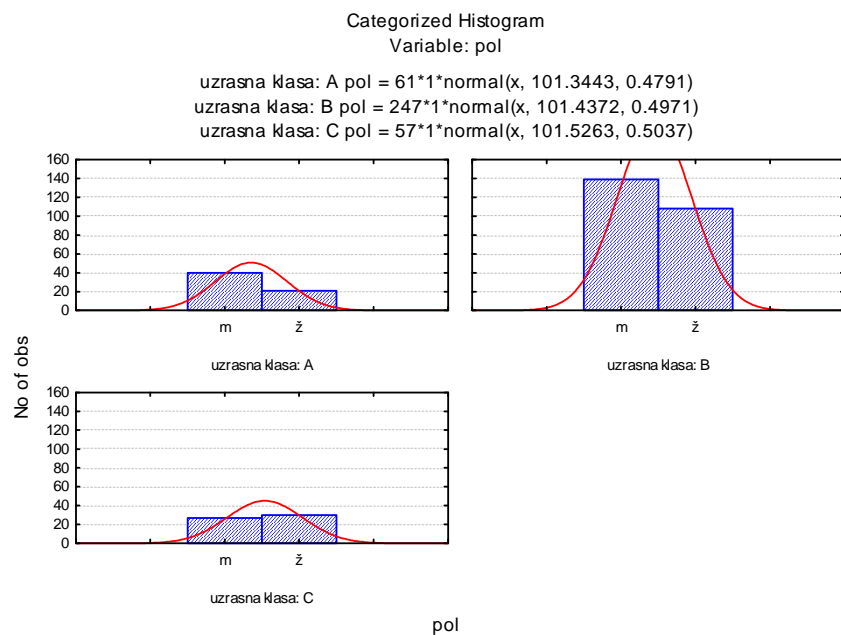
#### **1.1. RECENTNI PODACI**

Testirano je 19 indeksa/parametara, na ukupno 376 jedinki (jedinke sa nepotpunim podacima su isključene), od kojih su *T. danubialis* 190, *T. fluviatilis* 156 i *T. transversalis* 30. Što se tiče polne strukture, ukupno je bilo 206 muških, 158 ženskih, dok za 12 jedinki nije određen pol. Polna struktura po vrstama prikazana je na Slici 21 – polovi po vrstama, kod danubialisa zabeležena je ujednačana polna struktura sa 89 muških i 94 ženskih jedinki (7 neodređenih), dok je kod ostalih vrsta ravnoteža pomerena u korist muških, pa je tako kod fluviatilisa odnos 95 naspram 57 (uz 4 neodređena), dok je veći disbalans prisutan kod transversalisa sa 22 muške i samo 8 ženskih jedinki.



Slika 21. Struktura polova kod ispitivanih vrsta

Ako posmatramo veličinske klase, zabeležen je veći udeo mužjaka u klasama A i B, dok je kod klase C, odnos ujednačen, uz nešto veći broj ženki (Slika 22).



Slika 22. Struktura polova po uzrasnim klasama

### 1.1.1. Testovi normalnosti raspodele (Shapiro-Wilk Test, p-p plotovi)

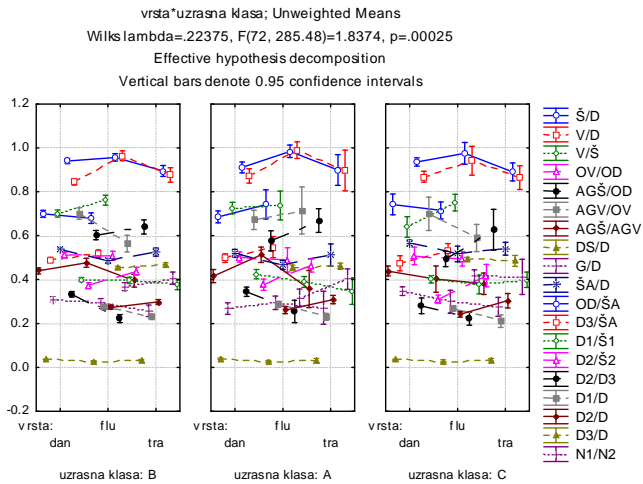


Za više od polovine testiranih podataka, potvrđena je distribucija u skladu sa normalnom (stepen značajnosti  $p= 0.05$ ). U skladu sa dobijenim rezultatima dalja testiranja (značajnosti razlika između klasa i grupa) su izvršena parametarskim testom (ANOVA/MANOVA), odnosno neparametarskim testom (Kruskal-Wallis).

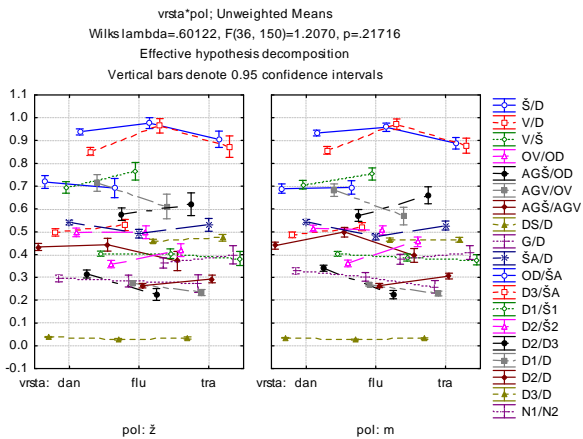
Parametri čija distribucija odstupa od normalne su Š/D ( $W= 0.918$ ,  $p < 0.0001$ ), V/D ( $W =0.688$ ,  $p < 0.0001$ ), V/Š ( $W=0.929$ ,  $p < 0.0001$ ), OV/OD ( $W= 0.968$ ,  $p=0.017$ ), AGŠ/OD ( $W=0.922$ ,  $p < 0.0001$ ), AGV/OV ( $W=0.960$ ,  $p=0.005$ ), G/D ( $W=0.854$ ,  $p < 0.0001$ ), D3/D ( $W=0.964$ ,  $p=0.009$ ) i N1/N2 ( $W=0.970$ ,  $p=0.023$ ).

### **1.1.2. Testovi značajnosti razlika**

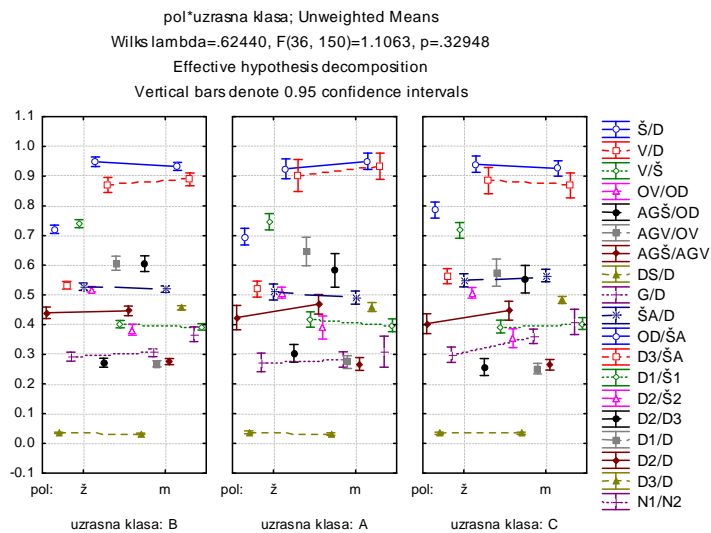
Primenjeni testovi (MANOVA) na svim podacima su ilustrovani slikama/graficima koji pokazuju odnose vrsta i veličinskih klasa (Slika 23), vrsta i polova (Slika 24) i polova i veličinskih klasa (Slika 25). Testovi za neparametarske parametre su rađeni odgovarajućim neparametarskim testovima značajnosti, pri čemu su kod oba tipa testova analizirane sve potencijalne kombinacije ispitivanih grupa (npr. prilikom testiranja polnog dimorfizma, testirane su razlike faktora u odnosu na polove na celom setu podataka, na pojedinačnim vrstama, na pojedinačnim veličinskim klasama i na pojedinačnim veličinskim klasama u okviru svake vrste). Pokazano je da za većinu testiranih parametara postoje značajne razlike u odnosu na veličinske klase, nasuprot situaciji kod polnog dimorfizma.



Slika 23 Odnos veličinskih(uzrasnih klasa) i vrsta (svi parametri)



Slika 24. Odnos polova i vrsta (svi parametri)



Slika 25. Odnos veličinskih (uzrasnih klasa) i polova (svi parametri)

Statistički značajne razlike ( $p=0.05$ ) između testiranih grupa, na pulu svih podataka su pokazane i MANOVA testovima (Tabele 4 5 i 6).

Tabela 4. Manova – Multivarijantni test značajnosti razlika vrsta i veličinskih/uzrasnih klasa.

Effect	Wilks value	F	df	error df	p
<b>vrsta</b>	0.087	9.531	36	144	<b>0.000*</b>
<b>uzrasna klasa</b>	0.491	1.711	36	144	<b>.014*</b>
<b>vrsta*uzrasna klasa</b>	0.224	1.837	72	285.5	<b>.000*</b>

Tabela 5. Manova – Multivarijantni test značajnosti razlika vrsta i polova

Effect	Wilks value	F	df	error df	p
<b>vrsta</b>	0.053	13.95	36	150	<b>0.000*</b>
pol	0.768	1.26	18	75	0.238
vrsta*pol	0.601	1.21	36	150	0.217

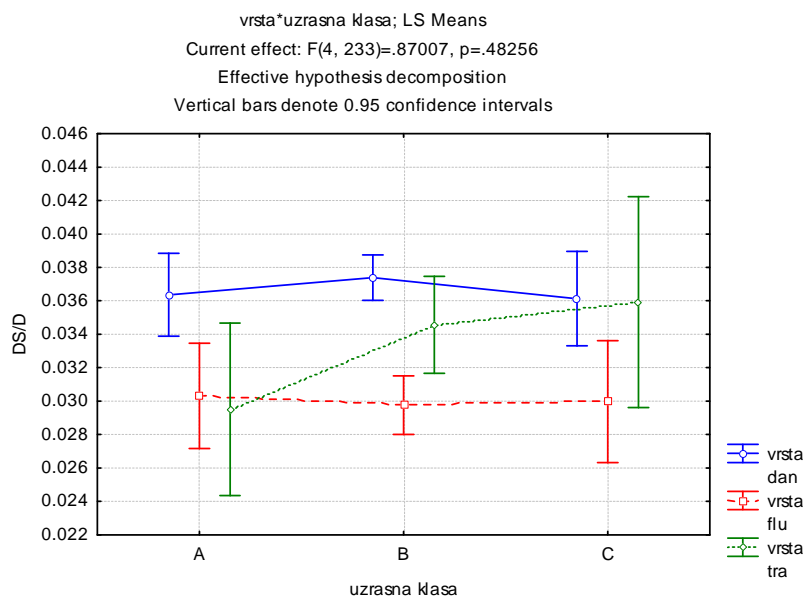
Tabela 6. Manova – Multivarijantni test značajnosti razlika polova i veličinskih/uzrasnih klasa

Effect	Wilks value	F	effectt df	error df	p
pol	0.757	1.337	18	75	0.191
<b>uzrasna klasa</b>	0.333	3.052	36	150	<b>.000*</b>
pol*uzrasna klasa	0.624	1.106	36	150	0.329

Kao najstabilniji parametar izdvojio se DS/D parametar (slike XX), čija su testiranja pokazala samo značajnu razliku u odnosu na vrstu, pre svega zahvaljujući vrsti danubialis (Slike 26 i 27 tabele 7 i 8).

Tabela 7. Manova – Multivarijantni test značajnosti razlika vrsta i veličinskih/uzrasnih klasa

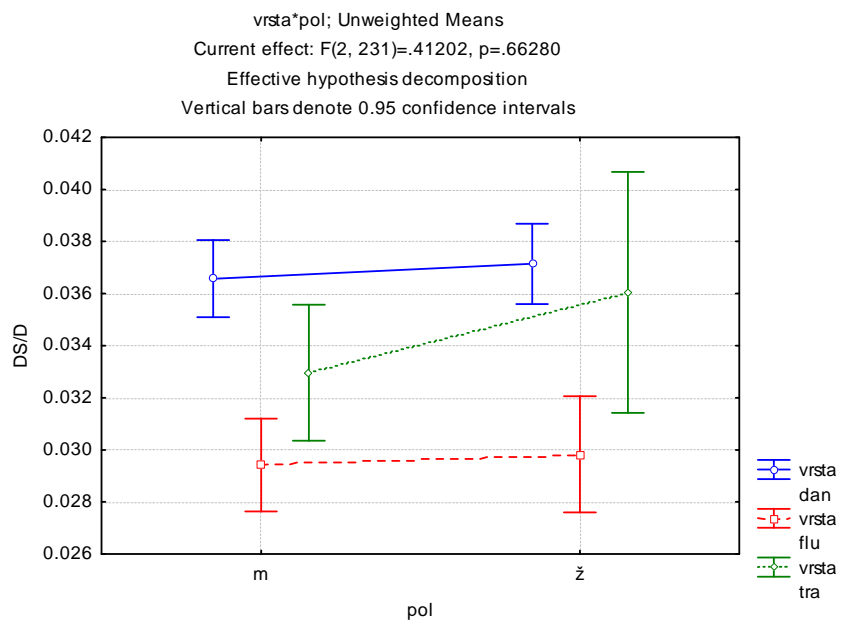
Effect	Wilks value	F	effectt df	error df	p
<b>vrsta</b>	0.001	2	0.001	18.23	<b>.000*</b>
uzrasna klasa	0	2	0	1.13	0.324
vrsta*uzrasna klasa	0	4	0	0.87	0.483



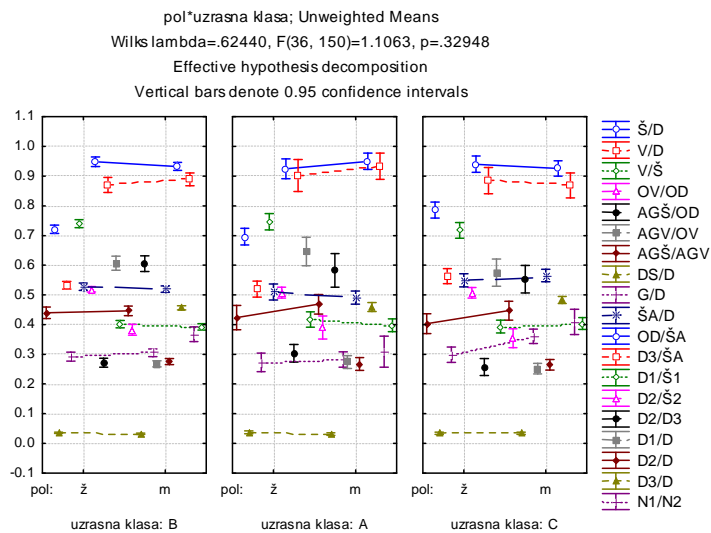
Slika 26 Odnos veličinskih (uzrasnih klasa) i vrsta (parametar DS/D)

Tabela 8. Manova – Multivarijantni test značajnosti razlika vrsta i polova

Effect	Wilks value	F	df	error df	p
<b>vrsta</b>	0.002	2	0.001	31.86	<b>.000*</b>
pol	0	1	0	1.56	0.213
vrsta*pol	0	2	0	0.41	0.663

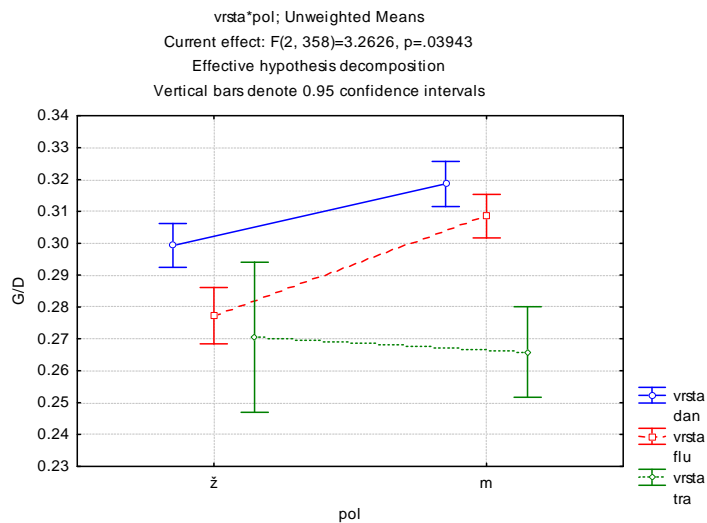


Slika 27. Odnos polova i vrsta



Slika 28. Odnos veličinskih/uzrasnih klasa i polova (svi parametri)

Prilikom testiranja jedan parametar se izdvojio kao polno dimorfan, u pitanju je G/D (Slika 29). Značajne razlike između polova ipak nisu registrovane kod svih vrsta, već samo kod vrste danubialis, kako u ukupnom uzorku ( $H(1, 184)=16.945, p<0.0001$ ), tako i kod target klase B samo ( $H(1, 126)=23.405, p<0.0001$ ) i kod vrste fluviatilis ( $H(1, 153)=38.036, p<0.0001$ ; klasa B samo -  $H(1, 102)=25.027, p<0.0001$ ). Sa druge strane, kod vrste transversalis polni dimorfizam ovog karaktera nije značajan ( $H(1, 30)=0.055, p=0.815$ ; klasa B samo -  $H(1, 19)=0.113, p=0.737$ ).



Slika 29. Parametar G/D u odnosu na polove i vrste

Za potrebe daljih analiza, a radi isključivanja efekta uočene/prisutne varijabilnosti u odnosu na veličinu (veličinske klase; alometrija), koristiće se samo centralna, najveća klasa B sa 251 jedinkom (136 jedinki danubialisa, 106 jedinki fluviatilisa i 19 jedinki transversalisa). Takođe obzirom na zabeleženi polni dimorfizam, u daljim analizama neće biti korišćen ni parametar G/D.

## 1.2. MUZEJSKI PODACI

Testirano je 11 indeksa/parametara, na 136 jedinki (danubialis 106 i transversalis 30).

### 1.2.1. Testovi normalnosti raspodele (Shapiro-Wilk Test, p-p plotovi)

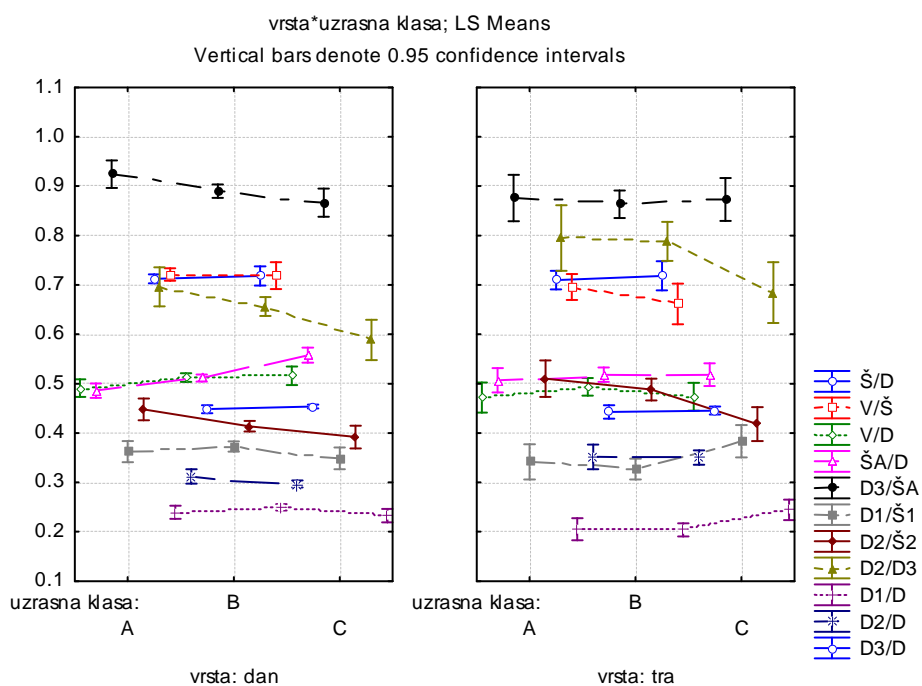
Za većinu podataka pri nivou značajnosti  $\alpha=0.05$ , podržana je nulta hipoteza da je uzorak uzet iz populacije sa normalnom distribucijom. Izuzeci su samo parametri Š/D ( $W=0.960, p=0.000$ ) i D3/ŠA ( $W=0.970, p=0.005$ ).

### 1.2.2. Testovi značajnosti razlika

Primenjeni testovi (MANOVA i Kruskal-Wallis) su slično situaciji kod recentnih podataka, pokazali statistički značajne razlike ( $\alpha=0.05$ ) u odnosu na veličinske klase i vrste (slika 30, tabela 9). Izuzetak je tek nekolicina parametara (Slika 31), za koje kod vrste transversalis nisu detektovane značajne razlike, a to su Š/D ( $H(2, 30)=3.359, p=0.186$ ) i D3/ŠA ( $H(2, 30)=1.629, p=0.443$ ).

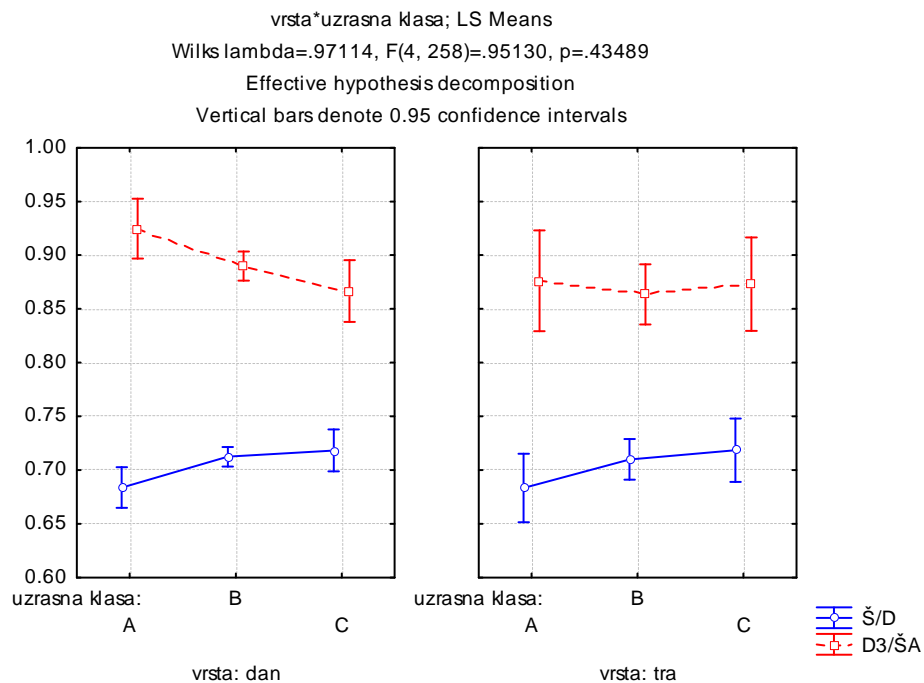
Tabela 9. Manova – Multivarijantni test značajnosti razlika vrsta i veličinskih/uzrasnih klasa.

Effect	Wilks value	F	df	error df	p
<b>vrsta</b>	0.615	9.62	8	123	<b>.000*</b>
<b>uzrasna klasa</b>	0.682	3.247	16	246	<b>.000*</b>
<b>vrsta*uzrasna klasa</b>	0.721	2.734	16	246	<b>.000*</b>



Slika 30. Odnos veličinskih/uzrasnih klasa i vrsta (svi parametri)





Slika 31. Odnos veličinskih/uzrasnih klasa i vrsta

U skladu sa ovim rezultatima, zbog isključivanja uočenog efekta veličine, za dalje analize će se koristiti samo klasa B sa 90 jedinki, od kojih su 73 jedinke danubialisa i 17 jedinki transversalisa.

### 1.3. PULIRANI PODACI

Radi komparacije savremenih i muzejskih vrsta i populacija, vršena je i analiza na zajedničkom setu parametara, koji je obuhvatio 11 indeksa i 512 jedinki.

U skladu sa rezultatima testiranja, analiza je izvršena na veličinskoj klasi B, sa ukupno 337 jedinki.

## 2. MORFOMETRIJSKE ANALIZE (na odabranom setu podataka)

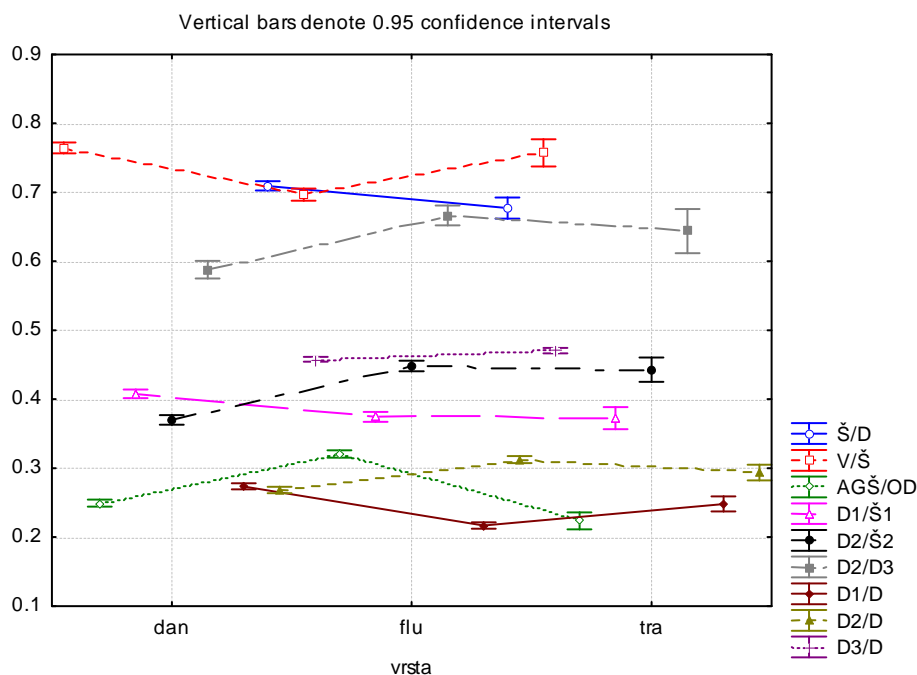
### 2.1 RECENTNE POPULACIJE

#### 2.1.1. Pulirani podaci

Odgovarajućim testovima su utvrđeni parametri čija distribucija odstupa od normalne: Š/D V/D V/Š OV/OD AGŠ/OD AGV/OV, D3/D i N1/N2.

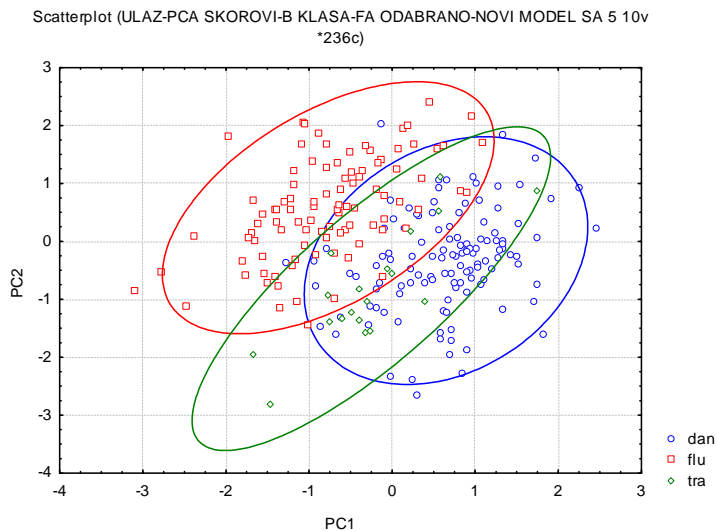
Testovi korelacija (parametrski i neparametrski) nisu otkrili prisustvo ni jednog nekorelisanog parametra, tako da se svi korišćeni u daljim analizama.

Faktorska analiza (tabela 1, prilog 2) prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) je izdvojila parametre koji najviše doprinose varijabilnosti uzorka i to sledeće (prema značaju): AGŠ/OD, D2/D, D2/D3, D2/Š2, D1/Š1, D1/D, D3/D, V/Š i Š/D (tabela2, prilog 2). Grafički prikaz datih parametara u odnosu na vrste dat je na slici 32.



Slika 32. Prikaz FA odabranih parametara u odnosu na vrste

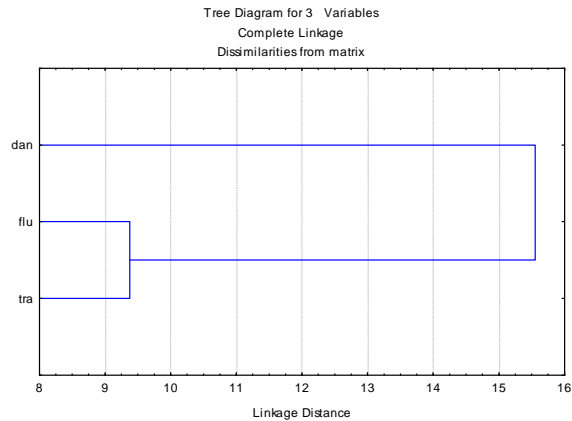
Ovi parametri su zatim analizirani metodom glavnih komponenti (PCA; model kovarijansi, varijansa  $ss/(n-1)$ ). Izračunate ejgvrednosti (Tabela 3, prilog 2) pokazuju da su prve četiri glavne komponente (PC) dovoljne da bi se prikazalo približno 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC opisuju oko 80% varijabilnosti. Iz tabele opterećenja varijabli/parametara (tabela 4, prilog 2) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi, a to su, u ovom slučaju, parametri ljušture – D2/D, D2/Š2, D2/D3, D1/D, D1/Š1, V/Š i D3/D. Odnos između parametara se može još lakše uočiti iz grafičkog prikaza prostora koji opisuju dve najvažnije glavne komponente (Slika 1, Prilog 2). Skorovi jedinki (PC skorovi) dveju najvažnijih osa prikazuju odnose ispitivanih vrsta (Slika 33).



Slika 33. Ispitivane jedinke (PC skorovi) u prostoru prve dve PC ose (elipse pokazuju 95% interval sigurnosti; važi i za sve ostale grafike ovog tipa

Parametri koje su izvedene analize izdvojile kao najvažnije su zatim obrađeni i diskriminantnom analizom (DA) da bi se utvrdio stepen razlika/odnosa između vrsta, kao i značajnost testiranih faktora za morfološku diskriminaciju između vrsta. Kao stepen različitosti između dobijenih centroida skorova („uprosečenog“ položaja grupe jedinki u multivarijantnom prostoru) primenjene su popularne Mahalanobis distance, odnosno kvadrat istih. Na tabeli 5 (Prilog 2) su prikazani odnosi ispitivanih vrsta prema ovom pokazatelju, dok je stepen značajnosti samih distanci proveren Fišerovim F testom (tabela 8, prilog 2). Najzad iz tabele 9 (prilog 2) možemo videti da je datim parametrima najslabije definisana vrsta transversalis, odnosno kod nje je najveća potencijalna greška ispravne klasifikacije.

Klaster analiza (ulaz matrica kvadratnih mahalanobis distanci iz DA) elegantno prikazuje odnose datih vrsta (slika 34).



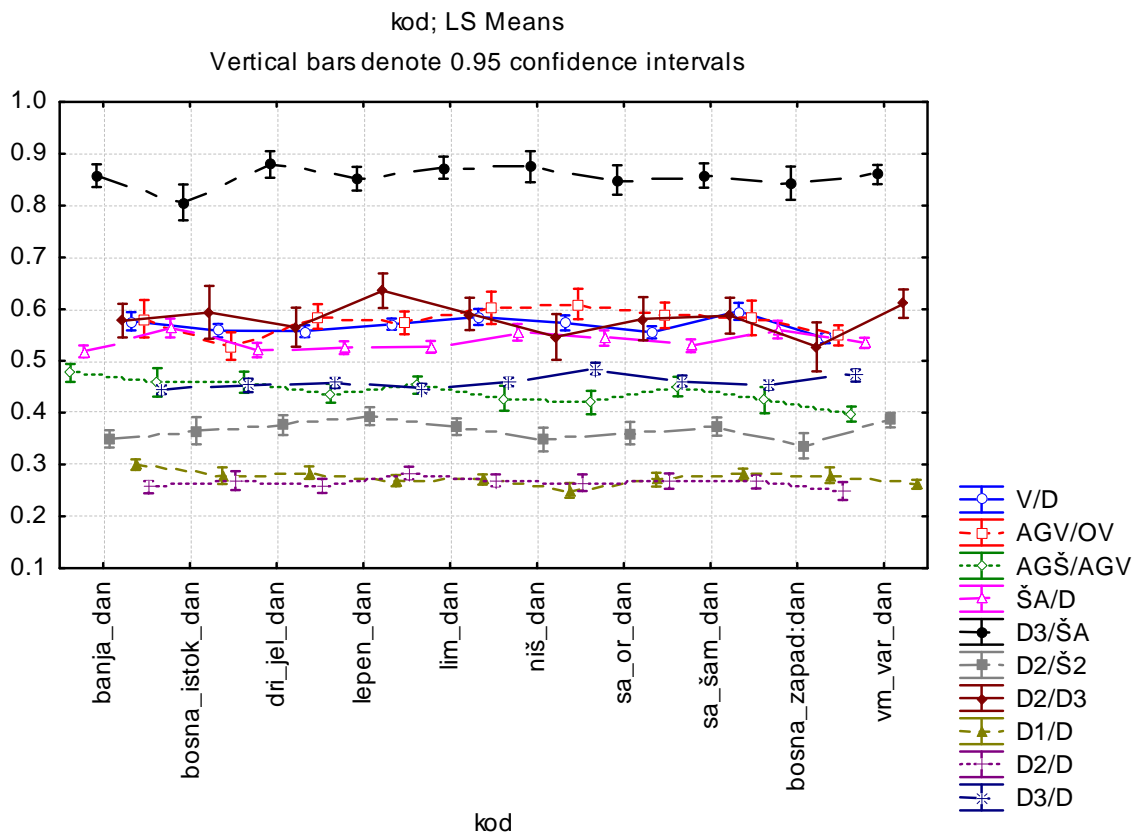
Slika 34. Klaster analiza odnosa između vrsta

### 2.1.2. *Theodoxus danubialis*

Kao parametri čija distribucija vrednosti značajno odstupa od normalne izdvojeni su Š/D ( $W=0.928$ ,  $p=0.015$ ), OV/OD ( $W=0.935$ ,  $p=0.027$ ), AGV/OV ( $W=0.930$ ,  $p=0.018$ ), ŠA/D ( $W=0.918$ ,  $p=0.007$ ), OD/ŠA ( $W=0.938$ ,  $p=0.033$ ) i D3/D ( $W=0.931$ ,  $p=0.019$ ).

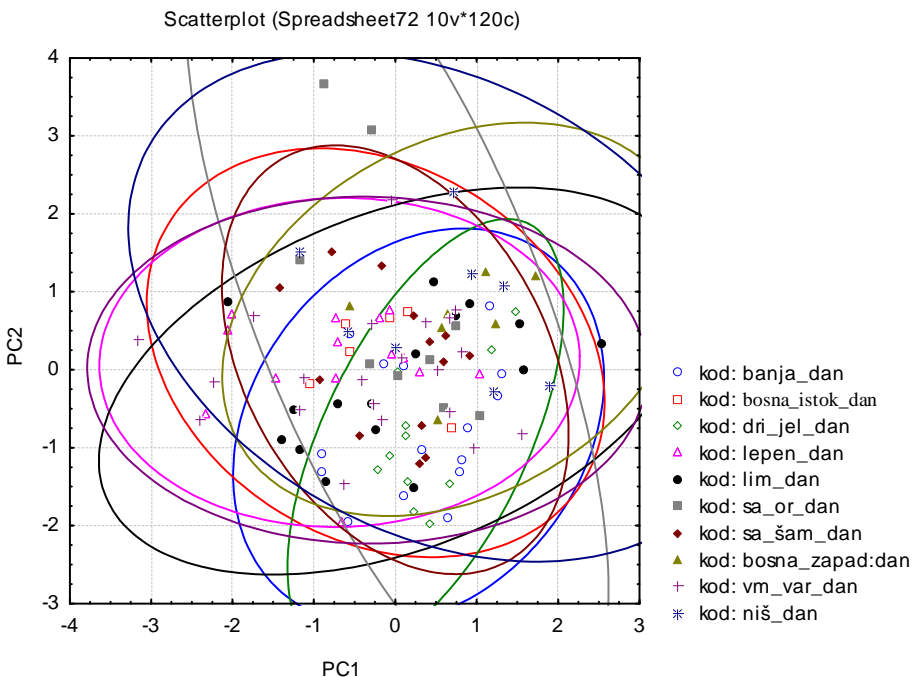
Testovi korelacija (parametraski i neparametraski) nisu otkrili prisustvo ni jednog nekorelisanog parametra, tako da su svi korišćeni u daljim analizama.

Faktorska analiza (tabela 10, prilog 2) prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) je izdvojila parametre koji najviše doprinose varijabilnosti uzorka. Kao značajni faktori izdvojeni su: AGV/OV, AGŠ/AGV, D1/D, D2/D3, D2/D, D2/Š2, D3/D, D3/ŠA, ŠA/D i V/D (tabela 11, prilog 2). Srednje vrednosti odabranih parametara u ispitivanim populacijama su dati na slici 35.



Slika 35. Prikaz odabranih parametra (faktorska analiza)

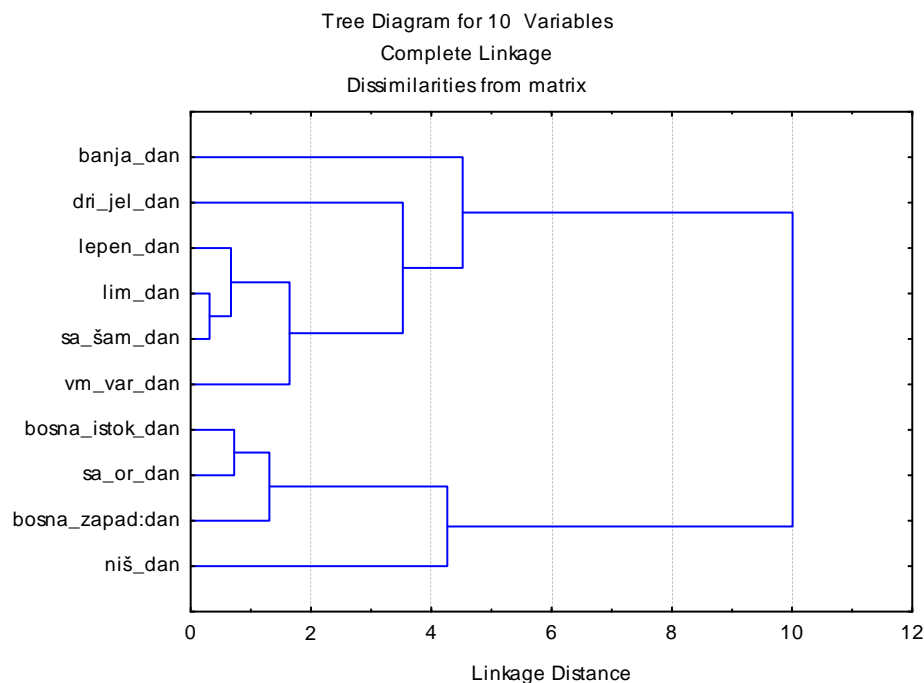
FA „preporučeni“ parametri su zatim obrađeni metodom glavnih komponenti (PCA; model kovarijansi, varijansa  $ss/(n-1)$ ). Pri ovome su iz analize isključene populacije sa malim brojem jedinki, u ovom slučaju Sava – Jarak (dve jedinke). Izračunate ejgenvrednosti (Tabela 12, prilog 2) pokazuju da prvih pet glavnih komponenti (PC) opisuje približno 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC opisuju 67% varijabilnosti. Iz tabele opterećenja varijabli/parametara (tabela 13, prilog 2) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi a to su, u ovom slučaju, – D2/D3, D2/D, D2/Š2 i AGV/OV. Odnos između parametara u prostoru dve glavne komponente je prikazan i grafički (Slika 14, Prilog 2). Položaji jedinki, odnosno odgovarajućih populacija u prostoru prve dve glavne komponente (PC skorovi) su prikazani grafički (Slika 36).



Slika 36. Jedinke i populacije u prostoru prve dve PC ose

PCA izdvojeni parametri su obrađeni diskriminantnom analizom (DA) da bi se utvrdio odnos između ispitivanih uzoraka/populacija. Kao stepen različitosti između dobijenih centroida skorova („uprosečenih“ položaja grupa jedinki u multivarijantnom prostoru) primenjene su kvadratne Mahalanobis distance.. Tabela 15 (Prilog 2 pokazuje odnose ispitivanih vrsta prema ovom pokazatelju, dok je stepen značajnosti samih distanci proveren Fišerovim F testom (tabela 16, prilog 2). Najzad iz tabele 17 (prilog 2) možemo videti da je datim parametrima najbolje definisana populacija banja\_danubialis.

Klaster analiza (ulaz matrica kvadratnih mahalanobis distanci iz DA) pregledno prikazuje odnose ispitivanih populacija (slika 37).



Slika 37. Klaster analiza odnosa između populacija

### *Theodoxus fluviatilis*

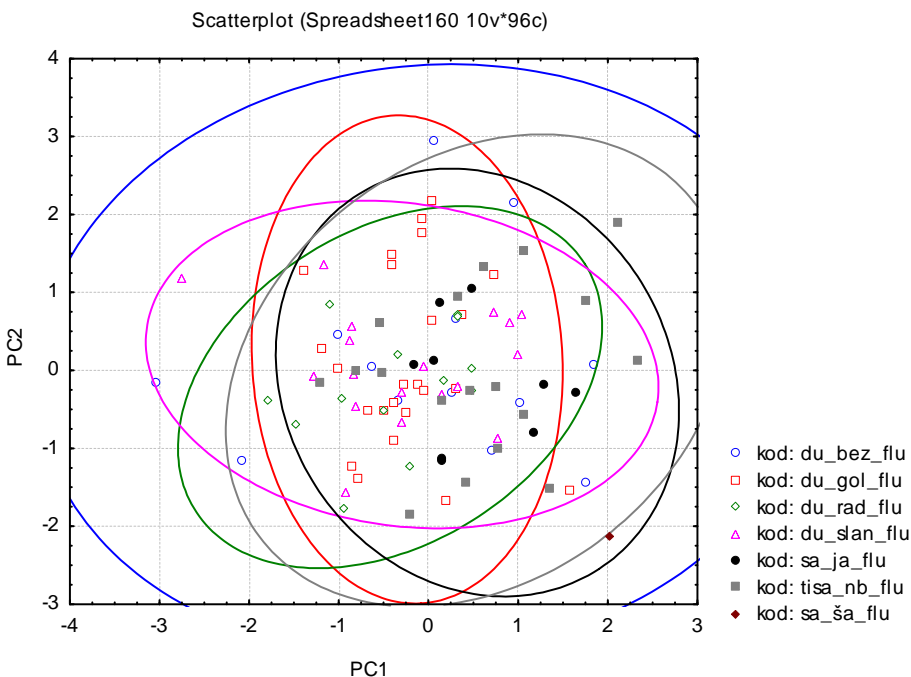
Primenjeni testovi za normalnost raspodele pokazali su da su sem AGŠ/Od ( $W=0.881$ ,  $p=0.033$ ) vrednosti svih ostalih parametara normalno raspoređene.

Na snovu izvedenih korelacija (tabela 18) kao nekorelisani isključeni su parametri OD/ŠA i N1/N2.

Faktorska analiza (tabela 19, prilog 2) prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) je izdvojila parametre koji najviše doprinose varijabilnosti uzorka. Kao značajni faktori izdvojeni su: D1/D, D2/D, D1/Š1, D2/Š2, D2/D3, V/D, V/Š, AGŠ/AGV, D3/D, ŠA/D, D3/ŠA, Š/D i AGV/OV (tabela 20, prilog 2). Prikaz testiranih faktora u prostoru prve dve ose dat je na slici 21 (Prilog 2).

Odabrani parametri su zatim analizirani metodom glavnih komponenti (PCA; model kovarijansi, varijansa  $ss/(n-1)$ ). Izračunate ejgenvrednosti (Tabela 22, prilog 2) pokazuju da prvih sedam

glavnih komponenti (PC) opisuje približno 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC opisuju 59% varijabilnosti. Iz tabele opterećenja varijabli/parametara (tabela 23, prilog 2) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi, odnosno parametri D2/D3, D2/D, D2/Š2 i D3/D i AGV/OV. Položaji jedinki, odnosno odgovarajućih populacija u prostoru prve dve glavne komponente (PC skorovi) su prikazani grafički (Slika 38).

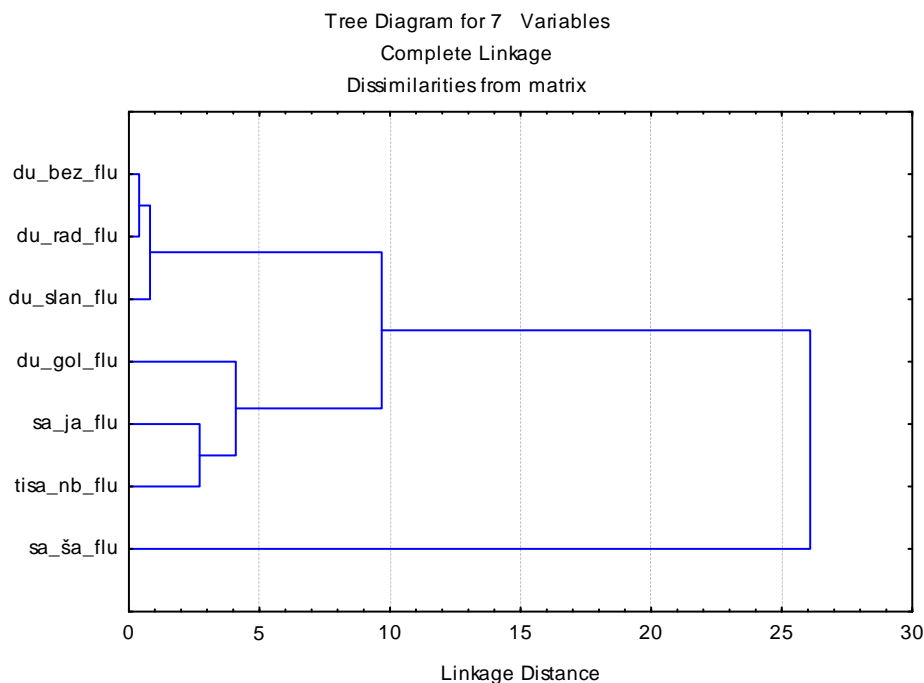


Slika 38. Ispitivane populacije (PC skorovi) u prostoru prve dve PC ose

Parametri koje je PCA izdvojila kao najvažnije, su dalje obrađeni diskriminantnom analizom. Za procenu odnosa ispitivanih grupa poslužile su Mahalanobis distance,. Tabela 24 (Prilog 2) pokazuje odnose ispitivanih vrsta prema ovom pokazatelju, dok je stepen značajnosti samih distanci proveren Fišerovim F testom (tabela 25, prilog 2). Iz tabele XX (prilog X) se može videti da su najbolje definisane populacije sava\_šamac\_flu i dunav\_gol\_flu.

Klaster analiza (ulaz matrica kvadratnih mahalanobis distanci iz DA) grafički prikazuje odnose ispitivanih populacija preko dendrograma (slika 39).





Slika 39. Klaster analiza odnosa između populacija

## 2. MUZEJSKI PODACI

### 1. Analiza odnosa vrsta i populacija

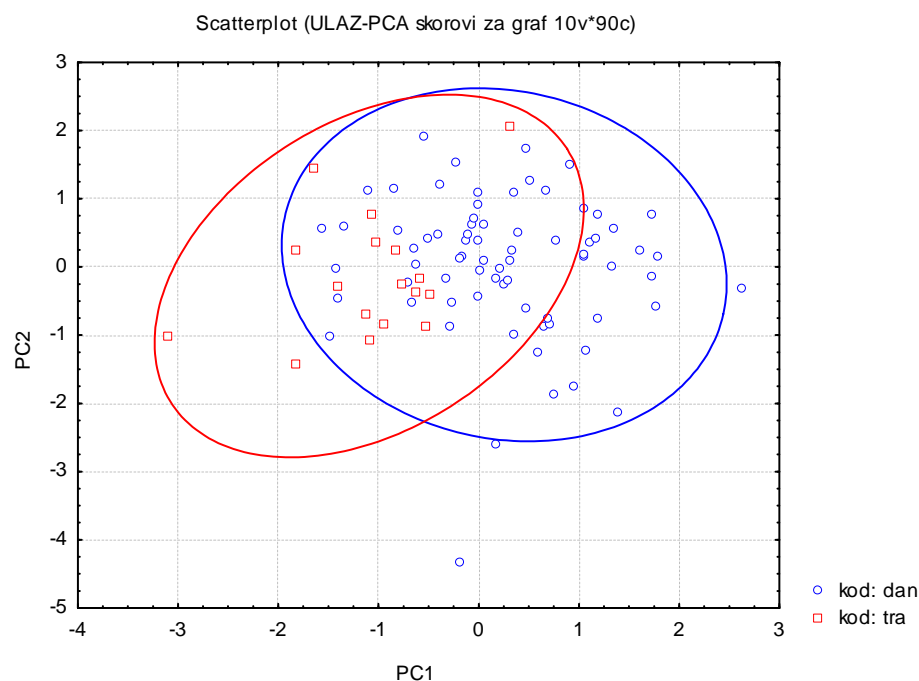
Testovima za ocenu normalnosti distribucije utvrđeno je da samo kod parametara Š/D ( $W=0.9600$ ,  $p=0.000$ ) raspodela vrednosti značajno odstupa ( $\alpha=0.05$ ) od normalne raspodele.

Ispitivanje korelisanosti parametara nije izdvojilo ni jedan nekorelisan faktor, tako da su svi korišćeni za dalje multivarijantne analize.

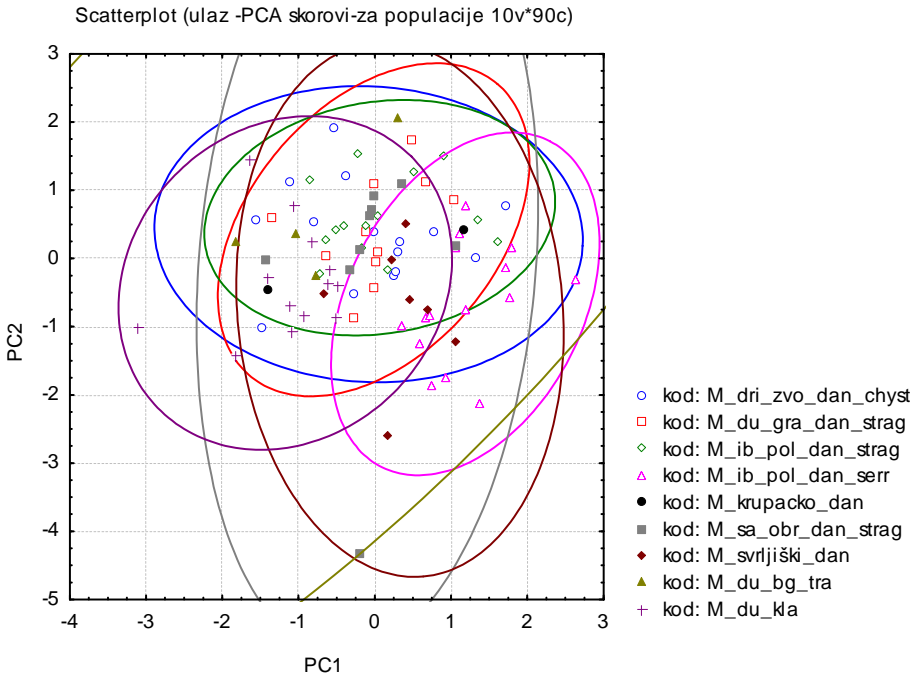
Faktorska analiza prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) pokazala je da četiri faktorske dimenzije ipunjavaju uslov (k1 pravilo) i da opisuju oko 94% varijabilnosti podataka (tabela XX, prilogX). Pregledom opterećenja faktorskih osa parametrima (Tabela XX, prilog X) utvrđeno je da se ni jedan od parametara ne može isključiti kao irelevantan. Ipak, i sa grafičkog prikaza prostora prvih dveju osa (slika XX, prilog X), uočljivo je da su najvažniji faktori, oni koji „opterećuju“ prvu osu D1/Š1, D2/Š2, D2/D3, D1/D i D2/D. Međutim zbog poznate mogućnosti greške pri ovoj analizi, za dalja

ispitivanja su korišćeni svi faktori za koje je utvrđena značajnost (opterećenje) na svim faktorskim osama datog FA modela.

Primenjena analiza metodom glavnih komponenti (PCA) pokazuje da su četiri prve komponente dovoljne za opisivanje 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC pokrivaju 78% varijabilnosti (Tabela XX, prilog X). Iz tabele opterećenja varijabli/parametara (tabela XX, prilog X) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi, u ovom slučaju – D2/D3, D2/D, D2/Š2, D1/D, D1/Š1, D3/ŠA, ŠA/D i Š/D. Odnos između parametara u prostoru dve glavne komponente je prikazan i grafički (Slika XX, Prilog X). Položaji jedinki, odnosno ispitivanih vrsta i populacija u prostoru prve dve glavne komponente (PC skorovi) su prikazani grafički (Slike 40 i 41).



Slika 40. Ispitivane jedinke (PC skorovi) u prostoru prve dve PC ose

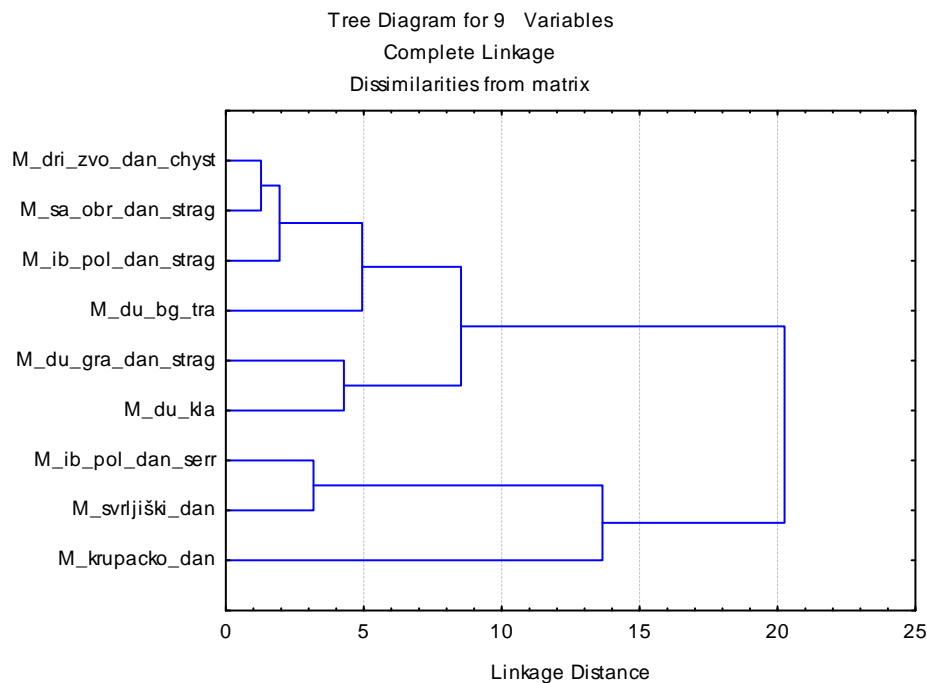


Slika 41. Ispitivane populacije (PC skorovi) u prostoru prve dve PC ose

Parametri koje je PCA izdvojila kao najvažnije, su dalje obrađeni diskriminantnom analizom. Za procenu odnosa ispitivanih vrsta poslužile su Mahalanobis distance, odnosno kvadrat istih. Tabela XX (Prilog X) pokazuje odnose ispitivanih vrsta prema ovom pokazatelju, dok je stepen značajnosti samih distanci proveren Fišerovim F testom (tabela XX, prilog X). Iz tabele XX (prilog X) se može videti i da je vrsta danubialis nešto bolje definisana datim setom parametara.

U slučaju populacija DA pokazuje najvažnije odnose(tabele XX, XX i XX; prilog X).

Grafički prikaz odnosa između populacija, zasnovan na klaster analizi kvadratnih mahalanobis distanci dat je na slici 42.



Slika 42. Klaster analiza odnosa između populacija

### 3. Populacije *Theodoxus danubialis*

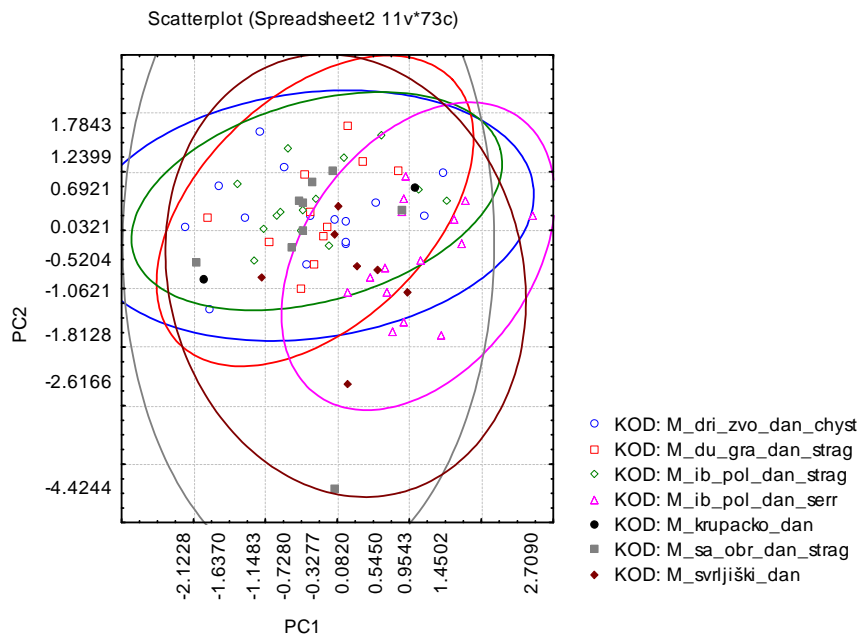
Primenjeni testovi za proveru normalnosti raspodele su pokazali da kod parametara Š/D ( $W=0.924$ ,  $p=0.000$ ) i ŠA/D ( $W=0.954$ ,  $p=0.010$ ) postoji značajnija ( $\alpha=0.05$ ) odstupanje od normalne distribucije.

Ispitivanja korelacije parametara nisu otkrila nekorelisane, tako da su svi iskorišćeni za dalje multivarijantne analize.

Faktorska analiza prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) pokazala je da četiri faktorske dimenzije ispunjavaju uslov (k1 pravilo) i da opisuju oko 94% varijabilnosti podataka (tabela XX, prilogX). U pogledu opterećenja faktorskih osa parametrima (Tabela XX, prilog X) utvrđeno je da se ni jedan od parametara ne

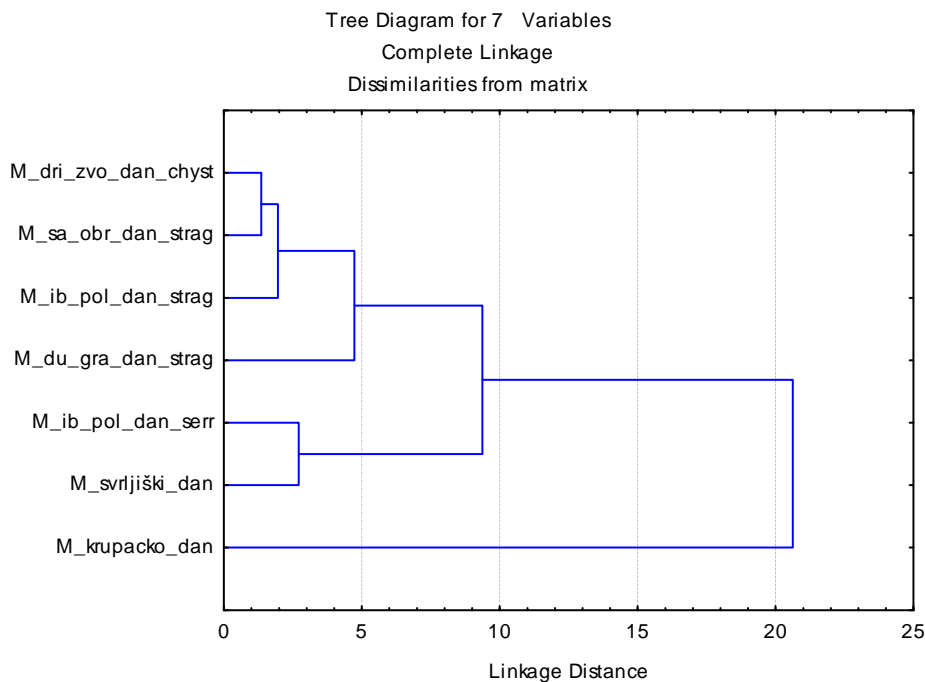
može isključiti kao irelevantan. Ipak, i sa grafičkog prikaza prostora prvih dveju osa (slika XX, prilog X), uočljivo je da su najvažniji faktori, oni koji „opterećuju“ prvu osu D1/Š1, D2/Š2, D2/D3, D1/D i D2/D, identično situaciji sa puliranim podacima. Međutim, kao i u prethodnom slučaju, zbog poznate mogućnosti greške pri ovoj analizi, za dalja ispitivanja su korišćeni svi faktori za koje je utvrđena značajnost (opterećenje) na svim faktorskim osama datog FA modela.

Primenjena analiza metodom glavnih komponenti (PCA) pokazuje da su četiri prve komponente dovoljne za opisivanje preko 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC pokrivaju 75% varijabilnosti (Tabela XX, prilog X). Iz tabele opterećenja varijabli/parametara (tabela XX, prilog X) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi, u ovom slučaju – D2/D3, D2/D, D2/Š2, D1/D, D1/Š1, D3/ŠA, ŠA/D i Š/D. Odnos između parametara u prostoru dve glavne komponente je prikazan i grafički (Slika/Grafik XX, Prilog X). Položaji jedinki, odnosno odgovarajućih populacija u prostoru prve dve glavne komponente (PC skorovi) su prikazani grafički (Slika 43).



Slika 43. Ispitivane populacije (PC skorovi) u prostoru prve dve PC ose

Parametri koje je PCA izdvojila kao najvažnije su obrađeni diskriminantnom analizom. Za procenu odnosa ispitivanih vrsta poslužile su kvadratne Mahalanobis distance,. Tabela XX (Prilog X) pokazuje odnose ispitivanih vrsta prema ovom pokazatelju, dok je stepen značajnosti samih distanci proveren Fišerovim F testom (tabela XX, prilog X). Iz tabele XX (prilog X) se može videti da su M\_ib\_pol\_dan\_serr i M\_krupacko\_dan najbolje definisane datim setom parametara. Odnosi između populacija su predstavljeni i klaster analizom (Slika 44).



Slika 44. Klaster analiza odnosa između populacija

### 3. Analiza karaktera ljušture recentnih i muzejskih primeraka

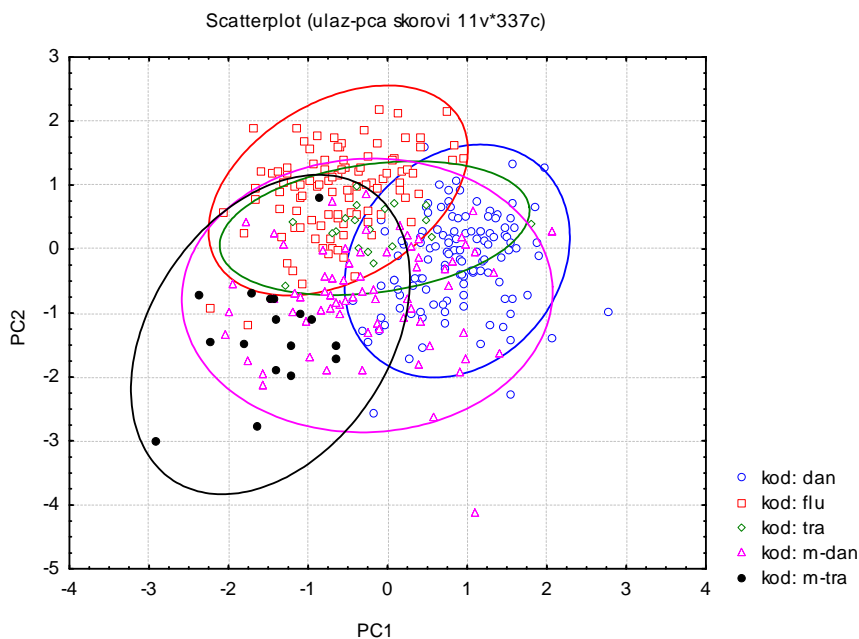
#### 1. Svi podaci

#### Testovi normalnosti raspodele

Primenjeni testovi za proveru normalnosti raspodele su pokazali da kod parametara Š/D (W=0.982, p=0.000), V/D (W=0.914, p< 0.0001), V/Š (W=0.916, p< 0.0001), ŠA/D (W=0.988, p=0.008), D2/Š2 (W=0.990, p=0.019), D2/D3 (W=0.986, p=0.002), D1/D (W=0.987 i p= 0.003) postoji značajnije odstupanje od normalne distribucije ( $\alpha=0.05$ ). U skladu sa prethodnim korišćen je neparametarski test korelacija (Spearman), kojim nije utvrđen niti jedan nekorelisani parametar.

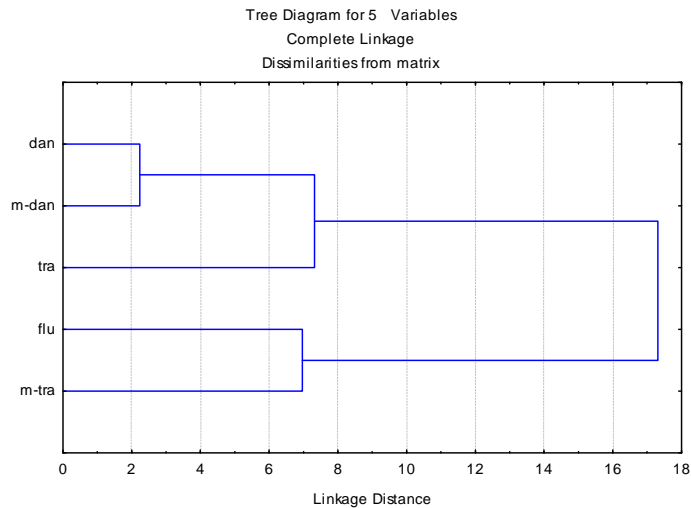
Faktorska analiza prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) pokazala je da četiri faktorske dimenzije ispunjavaju uslov (k1 pravilo) i da opisuju oko 89% ukupne varijabilnosti podataka (tabela u prilogu). Pregledom opterećenja faktorskih osa parametrima (tabela u prilogu) utvrđeno je da se ni jedan od parametara ne može isključiti kao irelevantan. Ipak, i sa grafičkog prikaza prostora prvih dveju osa (slika u prilogu), uočljivo je da su i ovom slučaju najvažniji faktori, oni koji „opterećuju“ prvu osu D1/Š1, D2/Š2, D2/D3, D1/D i D2/D. Za dalja ispitivanja su korišteni svi faktori za koje je utvrđena značajnost (opterećenje) na svim faktorskim osama datog FA modela.

Primenjena analiza metodom glavnih komponenti (PCA) pokazuje da pet prvih glavnih komponenti opisuje preko 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC pokrivaju 65% varijabilnosti (tabela u prilogu). Iz tabele opterećenja varijabli/parametara (tabela u prilogu) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi, u ovom slučaju – D2/D3, D2/D, D2/Š2, D1/D, D1/Š1 i D3/ŠA. Odnos između parametara u prostoru dve glavne komponente je prikazan i grafički (slika u prilogu). Položaji jedinki i vrsta u prostoru prve dve glavne komponente (PC skorovi) su dati na slici (Slika 45).



Slika 45. Ispitivane populacije (PC skorovi) u prostoru prve dve PC ose

Parametri koje je PCA izdvojila kao najvažnije su obrađeni diskriminantnom analizom. Za procenu odnosa ispitivanih vrsta poslužile su Mahalanobis distance, odnosno kvadrat istih. Tabela (u prilogu) pokazuje odnose ispitivanih vrsta prema ovom pokazatelju, dok je stepen značajnosti samih distanci proveren Fišerovim F testom (tabela u prilogu). Iz tabele (tabela u prilogu) se može videti da su muzejske populacije nešto slabije definisane datim setom parametara. Odnosi između populacija su predstavljeni i klaster analizom (Slika 46).

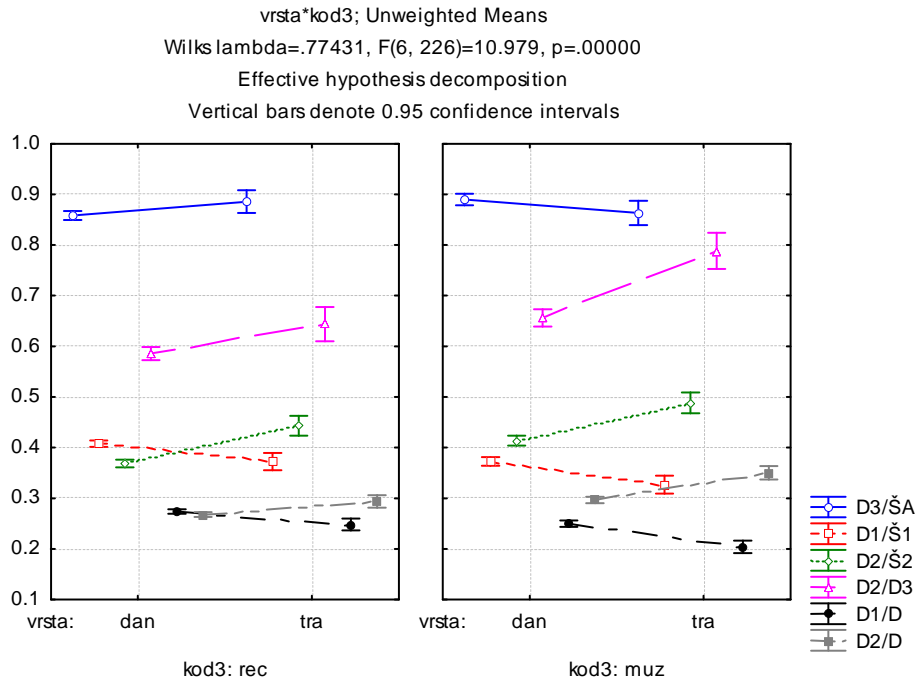


Slika 46. Klaster analiza odnos između muzejskih i recentnih populacija

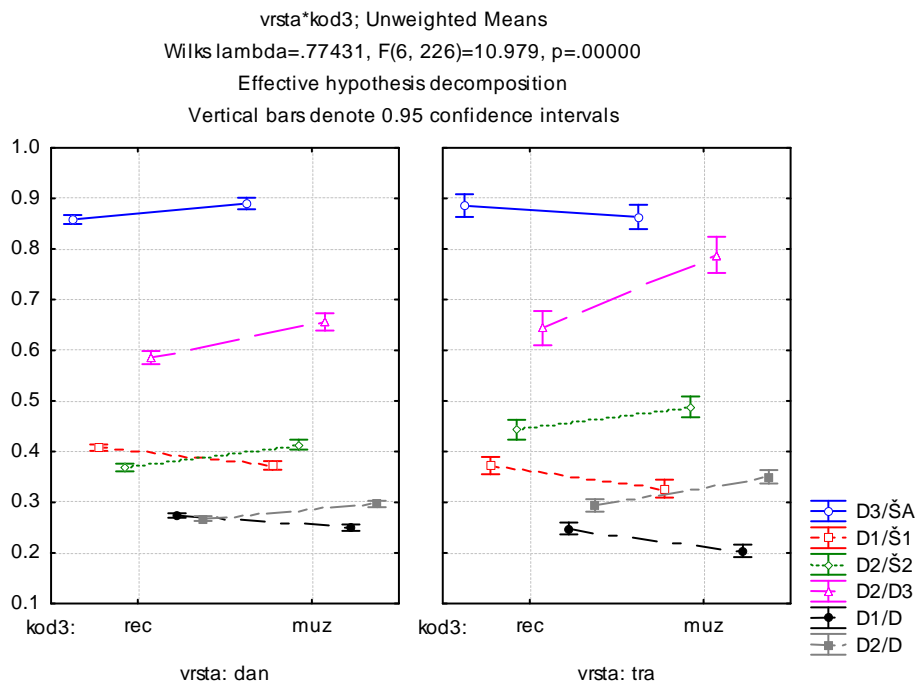
Primećene razlike muzejskih i recentnih populacija su potvrđene i testovima značajnosti razlika (MANOVA, Kruskal-Wallis) na odabranim parametrima (MANOVA, Tabela XX, Prilog).

Odnosi najvažnijih parametara vrsta danubialis i transversalis kod recentnih i muzejskih populacija su dati i na slici (Slika 47 i 48 )





Slika 47. Prikaz FA odabranih parametara recentnih i muzejskih populacija



Slika 48. Prikaz FA odabranih parametara recentnih i muzejskih primeraka

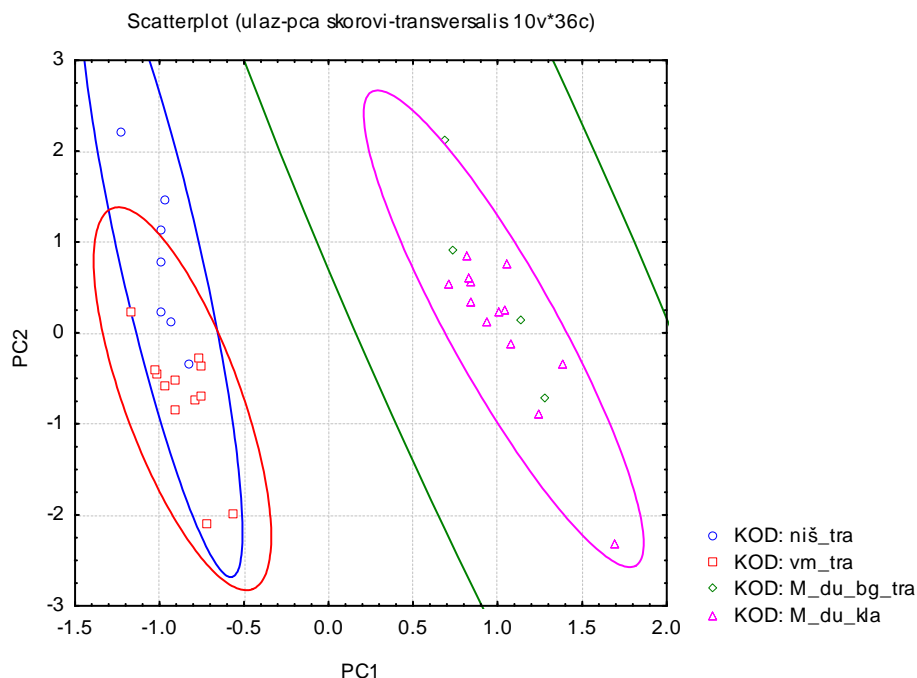
## 2. *Theodoxus transversalis* – recentne i muzejske populacije

Testovi normalnosti raspodele su pokazali da samo kod parametara V/D ( $W=0.857$ ,  $p=0.0009$ ), V/Š ( $W=0.821$ ,  $p< 0.0001$ ) i D3/ŠA ( $W=0.927$ ,  $p=0.021$ ), distribucija vrednosti značajnije odstupa od normalne raspodele.

Ispitivanje korelisanosti podataka nije otkrilo prisustvo nekoreliranih parametara, tako da su svi iskorišćeni u multivarijantnim analizama.

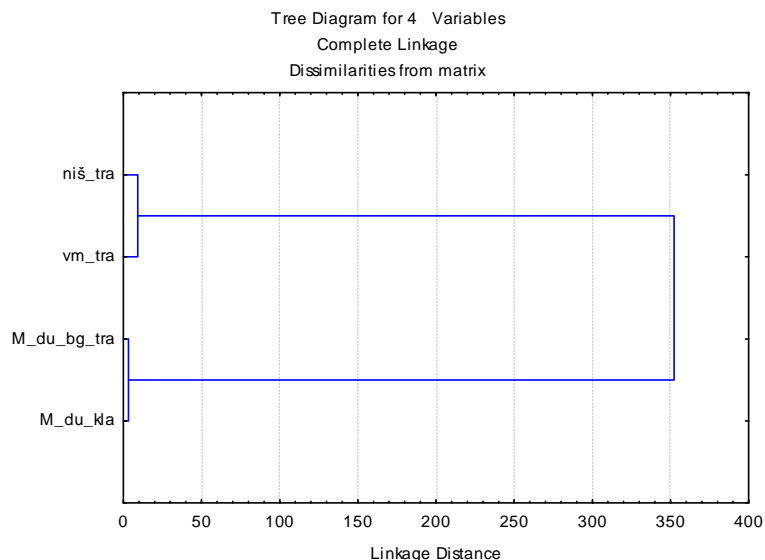
Faktorska analiza prema odabranom modelu (k1 pravilo; metod centroida i varimax normalizacija podataka) pokazala je da tri faktorske dimenzije ispunjavaju uslov (k1 pravilo) i da opisuju oko 83% ukupne varijabilnosti podataka (tabela XX, prilog X). Pregledom opterećenja faktorskih osa parametrima (Tabela XX, prilog X) utvrđeno je da se kao najvaniji faktori izdvajaju D3/D, D2/Š2, D2/D3, ŠA/D, D3/ŠA, V/Š, V/D i D1/D, što se može videti sa grafičkog prikaza prostora prvih dveju osa (slika XX, prilog X). Za dalja ispitivanja su korišćeni svi faktori za koje je utvrđena značajnost (opterećenje) na svim faktorskim osama datog FA modela.

Primenjena analiza metodom glavnih komponenti (PCA) pokazuje da su tri prve glavne komponente dovoljne da opišu preko 95% varijabilnosti podataka, pri čemu dve prve PC opisuju 89% varijabilnosti (Tabela XX, prilog X). Iz tabele opterećenja parametara (tabela XX, prilog X) mogu se izdvojiti parametri koji najviše doprinose pojedinim osama, pri čemu se kao najvažniji izdvajaju „najjači“ parametri na prvoj, odnosno drugoj osi, u ovom slučaju – V/Š, V/D, D2/D3, D1/D i D2/Š2. Odnos između parametara u prostoru dve glavne komponente je prikazan i grafički (Slika XX, Prilog X). Položaji jedinki, odnosno populacija u prostoru prve dve glavne komponente (PC skorovi) su dati na slici (Slika 49).



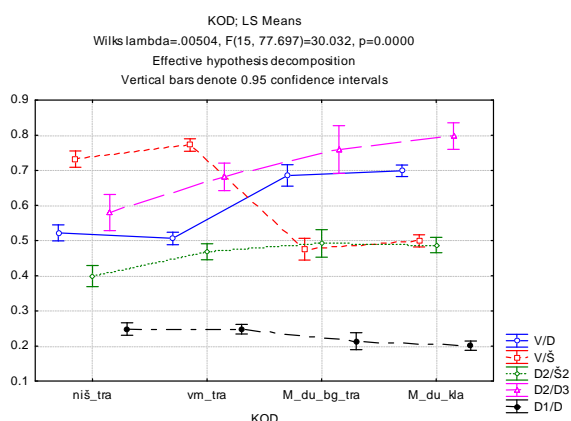
Slika 49. Skorovi jedinki/populacija u prostoru dve prve PC ose

Parametri koje je PCA izdvojila kao najvažnije su obrađeni diskriminantnom analizom. Za procenu odnosa ispitivanih vrsta poslužile su kvadratne Mahalanobis distance,. Tabela XX (Prilog X) pokazuje odnose ispitivanih populacija. Uočljiva je izražena razlika recentnih u odnosu na muzejske populacije, uz minimalnu razliku dve ispitivane muzejske populacije. Provera stepena značajnosti dobijenih distanci potvrđuje ovu razliku (tabela XX, prilog X). Iz tabele XX (prilog X) se može videti da su sve ispitivane populacije dobro definisane (>70% korektnih klasifikacija) datim setom parametara. Kao najslabije definisana izdvojena je populacija nišava\_tra, dok je najbolje definisana muzejska populacija m\_du\_kla\_tra. Odnosi između populacija su predstavljeni i klaster analizom, gde se takođe uočava jasna separacija recentnih i muzejskih populacija (Slika 50).



Slika 50. Klaster analiza odnosa recentnih i muzejskih populacija

Testovima značajnosti razlika najznačajnijih parametara (ANOVA, odnosno Kruskal Wallis za V/D i V/Š) pokazano je da su razlike između recentnih i muzejskih populacija značajne, što je najizraženije kod parametra V/Š ( $H(2, 36)=28,741, p < 0.0001$ ), a najmanje izraženo kod parametra D2/Š2 ( $F(3, 32)=8.9202, p=0.00019$ ). Srednje vrednosti analiziranih faktora u ispitivanim populacijama su predstavljene i grafički (slika XX).



Slika 51. Prikaz FA odabranih parametara populacija

## C) EKOLOŠKA ANALIZA

### 1. ODABRANI LOKALITETI

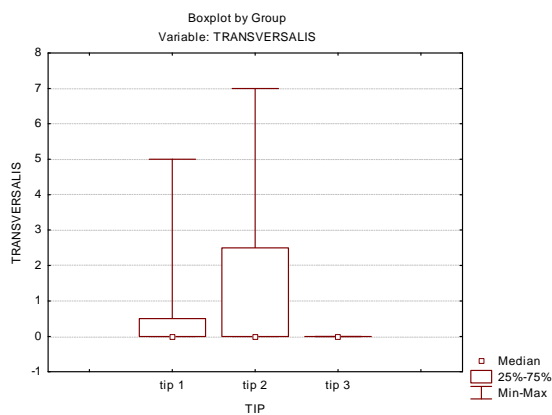
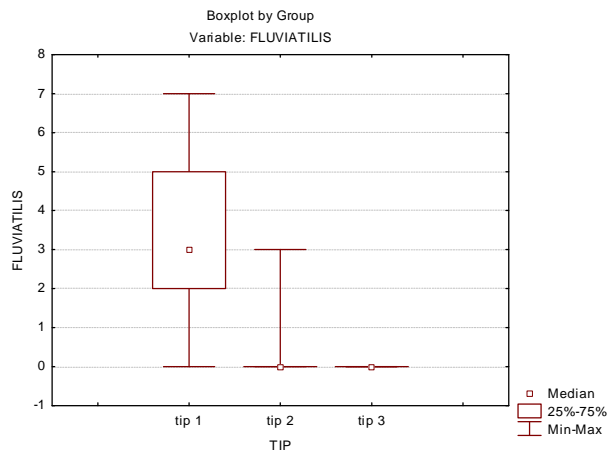
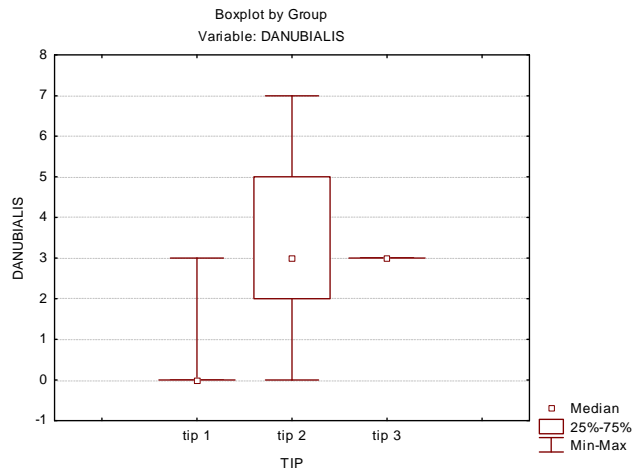
(26 lokaliteta (4 godišnje prosek abundanci) i 39 parametara (10godišnji prosek) ipak, zbog nedostajućih podataka u analizu je ušlo samo 30 faktora.

Analiziran je odnos procenjene relativne brojnosti (abundance) teodoksusa u odnosu na fizičko - hemijske parametre, kao i u odnosu na osnovne tipove vodotoka.

Test normalnosti (Shapiro-Wilk za nivo značajnosti 0.05; p-p dijagrami) – većina parametara nema normalnu raspodelu, zato neparametarski testovi korelacija (spearman rank (R) korelacije takođe ni biološki podaci, odnosno procenjene abundance vrsta ne slede normalnu raspodelu (danubialis (W =0.839, p=0.001), fluviatilis (W=0.769, p< 0.0001) i transversalis (W=0.583, p< 0.0001).

Neparametarski test korelacija između vrsta i parametara (tabela 1; prilog 3) je pokazao prisutnost korelacije za 12 faktora, što je nakon korekcije sa parametarskim testovima korelacija (tabela 2; prilog 3), korigovano, tako da je ukupno 14 faktora korelisano sa biološkim podacima, i oni su dalje analizirani.

Testirana je značajnost razlika abundanci vrsta i vrednosti parametara u odnosu na tip vodotoka (tip 1, tip 2 i tip 3), i pokazana je značajnost razlika u slučaju vrsta *danubialis* (H (2, N= 26) =14.52137 p =.0007) i *fluviatilis* (H ( 2, N= 26) =16.40147 p =.0003), dok kod vrste *transversalis* (H ( 2, N= 26) =1.914616 p =.3839) nema značajne razlike, što je ilustrovano i grafički (SLIKA 52).

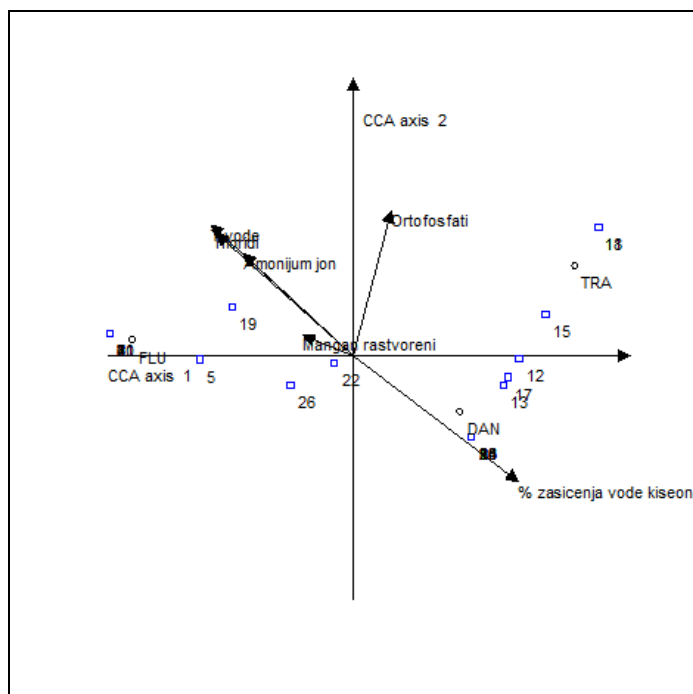


Slika 52. Vrste teodoksusa u odnosu na tip vodotoka – a) *T. danubialis* b) *T. fluviatilis* c) *T. transversalis*

Odgovarajući neparametarskim odnosno parametarskim testovima je pokazano i da se većina parametara razlikuje u odnosu na tip vodotoka, izuzev amonijum jona ( $H(2, 26) = 5.728$ ,  $p=0.057$ ), ortofosfata ( $H(2, 26) = 2.020$ ,  $p=0.364$ ), ukupnog fosfora ( $F=0.82579$ ,  $p=0.450461$ ) i nikla ( $F=0.024550$ ,  $p=0.975774$ ).

Forward selekcija, u okviru CCA analize, kao najkorelisanije faktore sa ispitivanim zajednicama teodoksusa odredila je kao najvažnije sledeće parametre: procenat zasićenja kiseonikom, ortofosfate, temperaturu vode, amonijum, mangan i hloride.

Odnosi vrsta, i lokaliteta prema tim faktorima, dati su na slici (Slika 53).



Slika 53. Odnos odabranih faktora, lokaliteta i vrsta u prostoru prve dve kanonijske ose

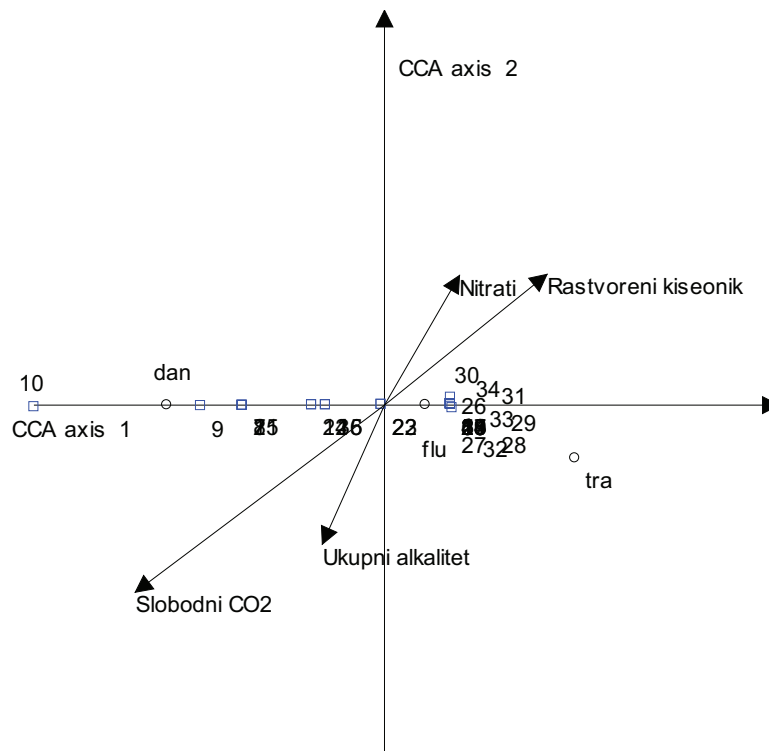
## 2. Dunav u poslednjoj dekadi

Obrađeno je ukupno 35 uzoraka sa JDS istraživanja, u kojima su zabeleženi teodoksusi, kao i 30 fizičko-hemijskih parametara. Analizirani su odnosi vrsta prema parametrima, kao i odnosi vrsta i parametara u odnosu na godine, kao i u odnosu na dunavske sektore (podela prema Tubić et al, 2013; modifikovano)

Većina analiziranih podataka nije normalno raspoređena (Shapiro - Wilk, p - p plots), izuzeci su sledeći parametri: ukupni alkalitet (W=0.982, p=0.810), rastvoreni kiseonik (W=0.975, p=0.605), procenat zasićenja vode kiseonikom (W=0.986, p=0.928), BPK5 (W=0.949, p=0.106), amonijum jon (W=0.946, p=0.088), nitrati (W=0.951, p=0.123), kalcijum (W=0.960, p=0.224), ukupna tvrdoća (W=0.947, p=0.092), natrijum (W=0.951, p=0.125) i rastvoreno gvožđe (W=0.955, p=0.163).

Prilikom provere korelisanosti fizičko-hemijskih parametara sa biološkim podacima, nađena je značajna korelacija kod ukupno 12 faktora (Tabele 3 I 4, Prilog 3), koji su dalje analizirani.

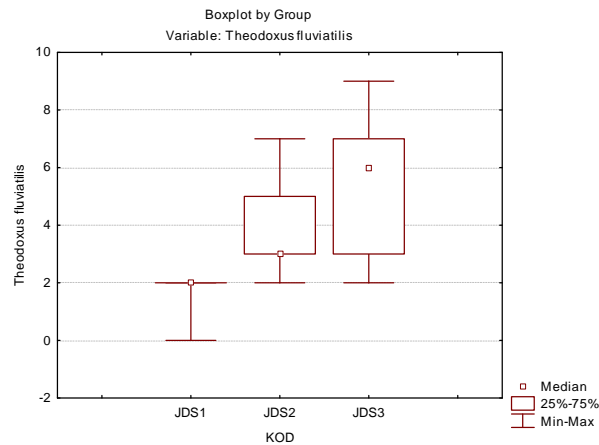
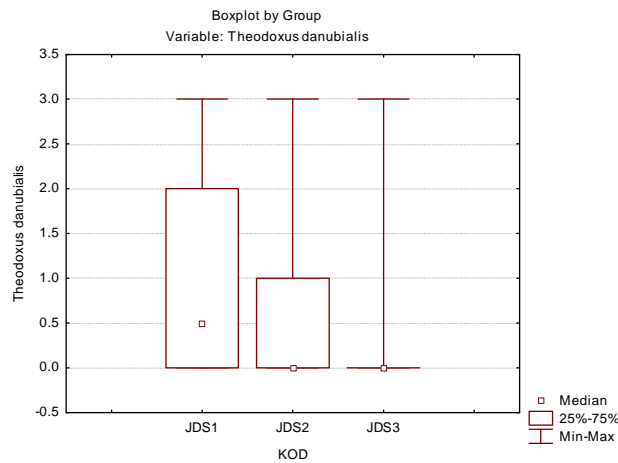
Forward selekcija je kao najvažnije faktore izdvojila sledeće: slobodni CO<sub>2</sub>, ukupni alkalitet, rastvoreni kiseonik i nirate, na kojima je izvršena CCA analiza (Slika 54).

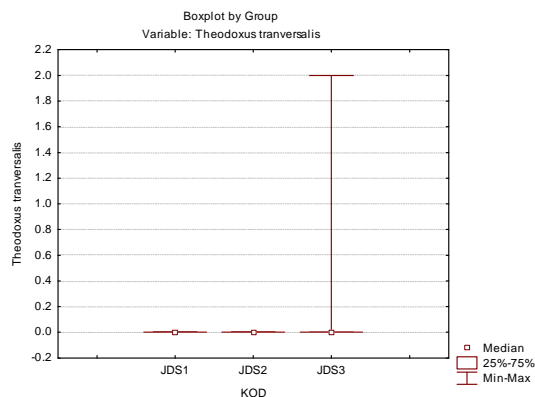


Slika 54. Odnos odabranih faktora, lokaliteta i vrsta u prostoru prve dve kanonijske ose



Analizirana je i značajnost razlika u odnosu na godine JDS ispitivanja i pokazalo se da u slučaju vrsta, značajna razlika postoji samo kod *T. fluviatilis* ( $H(2, N=35) = 19.30920$   $p = 0.0001$ ). Prikaz udela vrsta teodoksusa u različitim godinama (JDS istraživanjima) je dat na slici 55. Pri ovome je upadljiva i statistički značajna razlika u faunama teodoksusa tokom JDS1 istraživanja u odnosu na kasniji period (Tabela, 10)





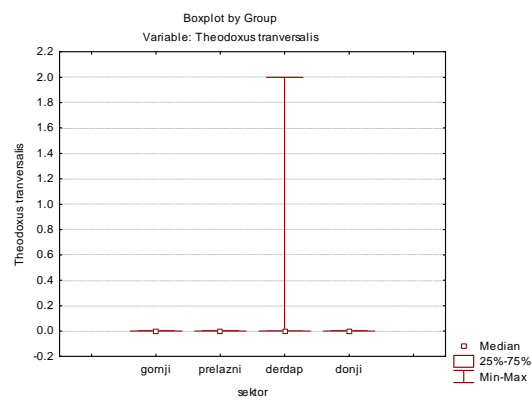
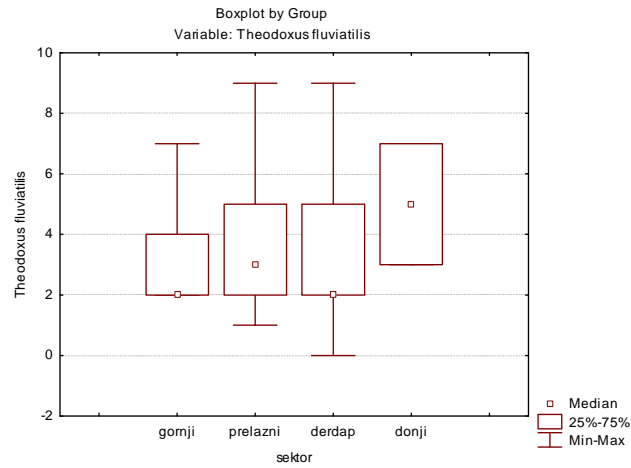
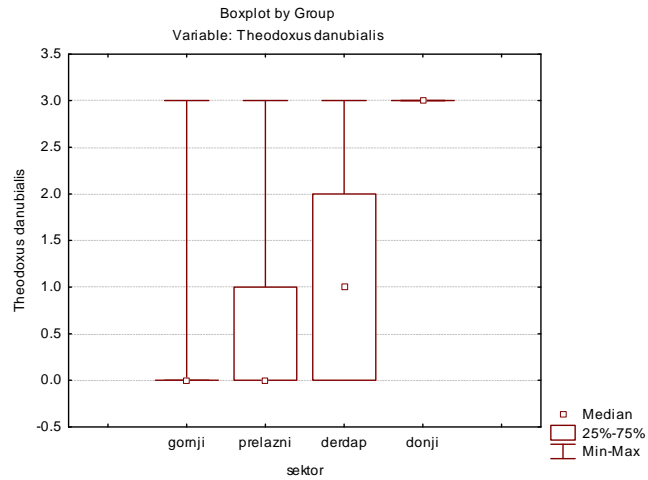
Slika 55. Odnosi vrsta teodoksusa (relativne brojnosti) po godinama JDS istraživanja a) *T. danubialis* b) *T. fluviatilis* c) *T. transversalis*

Tabela 10 – MANOVA test značajnosti razlika odabranih perioda istraživanja (JDS)

	JDS1	JDS2	JDS3
	R:8.1667	R:21.269	R:25.550
JDS1		3.194140	3.962029
<b>JDS2</b>	<b>3.194140</b>		0.993196
<b>JDS3</b>	<b>3.962029</b>	0.993196	

Što se tiče samih fizičko-hemijskih parametara, značajna razlika ( $p=0.05$ ) detektovana je u slučaju pH ( $H(2, 35) = 8.494290$ ,  $p = 0.0143$ ), slobodni  $CO_2$  ( $H(2, N = 35) = 11.21743$   $p = .0037$ ), UV ekstinkcija ( $H(2, N = 35) = 13.05468$   $p = .0015$ ), sulfati ( $H(2, N = 35) = 14.37066$   $p = .0008$ ), hloridi ( $H(2, N = 35) = 9.556325$   $p = .0084$ ), silicijum dioksid ( $H(2, N = 35) = 13.89788$   $p = .0010$ ), kadmijum ( $H(2, N = 35) = 31.62965$   $p = .0000$ ), olovo ( $H(2, N = 35) = 20.44547$   $p = .0000$ ), bakar ( $H(2, N = 35) = 17.96101$   $p = .0001$ ), mangan ( $H(2, N = 35) = 24.59156$   $p = .0000$ ) i živa ( $H(2, N = 35) = 26.05692$   $p = .0000$ ).

U odnosu na sektore Dunava istim testovima nije pokazana statistička značajnost razlika ni kod jedne vrste. Grafički prikaz vrsta po sektorima je dat na slici 56.



Slika 56. Odnosi vrsta teodoksusa (relativne brojnosti) u odnosu na sektore Dunava a) *T. danubialis* b) *T. fluviatilis* c) *T. transversalis*

## DISKUSIJA

Pregledom podataka o rasprostranjenju vrsta teodoksusa sa ovog područja, upadljive su znatne promene u veličinama areala pojedinačnih vrsta.

Nekada (XIX vek) široko rasprostranjena vrsta *Theodoxus danubialis*, danas je praktično potisnuta iz velikih nizijskih reka, kao što su Dunav i donji delovi Save i Tise, gde je svojevremeno bila uobičajena. Ovo povlačenje autohtonog dunavskog nerita svakako se može dovesti u vezu sa generalnim pogoršanjem kvaliteta staništa tokom XX i početkom XXI veka, posebno izraženim u gušće naseljenim oblastima, kakve su Panonska nizija i doline većih reka Pomoravlja u Srbiji. Ipak obzirom da je do relativno skoro ova vrsta bila dosta česta u Dunavu (Csányi & Paunovic, 2006; Martinović-Vitanović et al, 2013), čini se da samo zagađenje nije jedini razlog takve situacije, već pre kompleksan splet faktora među kojima značajno mesto zauzimaju i biološke interakcije, naročito kompeticija. Kompetitorske vrste su pre svega *Theodoxus fluviatilis* i naročito *Lithoglyphus naticoides*, koji su postali naročito brojni u poslednjoj dekadi na Dunavu (Csányi & Paunovic, 2006; Paunović et al, 2007; Martinović-Vitanović et al, 2013; Tomović et al, in press). Sa tim u vezi interesantna je procena pojedinih autora (Panov et al, 2009), koji prilikom ocene invazivnog potencijala nekolicine vrsta *T. danubialis* svrstavaju u istu kategoriju kao i poznate invazivne vrste *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer, 1828), *Potamopyrgus antipodarum* (J.E. Gray, 1853). Na osnovu dostupnih podataka koji se tiču uočene populacione dinamike ove vrste, u Dunavu naročito, smatramo da se ova vrsta ne može okarakterisati kao vrsta sa visokim invazivnim potencijalom i da je neophodna reevalucija procena, u skladu sa novijim podacima. Najzad, ne bi se smeo isključiti ni faktor, kako Dillon (Dillon, 2000) navodi, nestabilnosti populacija slatkovodnih puževa, odnosno

izraženih fluktuacija u brojnosti populacija tokom perioda vremena. U svakom slučaju, danas je ova vrsta prisutna mahom u rekama van područja Panonske nizije, među kojima se kao važniji refugijumi mogu izdvojiti Velika Morava – Južna Morava – Nišava rečni sistem, Drina – Lim rečni sistem, kao i reke iz zapadnog dela ispitivanog područja Una – Sana rečni sistem, Vrbas i Bosna. Na Dunavu, postoji trend opadanja brojnosti i učestanosti populacija ove vrste. Sa tim u vezi interesantni su lokaliteti na kojima je i dalje prisutna. Jedan od tih lokaliteta sa najstabilnijom zajednicom, i koegzistencijom vrsta *T. danubialis* i *T. fluviatilis* je Ram - Banatska Palanka, koji odlikuje, za srednji Dunav neobično velika raznovrsnost staništa (Paunović et al, 2005), usled čega i bogatija zajednica gastropoda.

Svakako treba pomenuti i reku Ibar, veliku brdsku reku u centralnoj Srbiji. Poređenjem sa sličnim vodotocima u regionu (na primer Zapadna Morava i Nišava), ova reka ispunjava glavne uslove za opstanak zajednice prozobranhijalnih puževa, koji se hrane struganjem perifitona – rečno korito ovih reka je sa dosta tvrde podloge (šljunak, kamenje), obiljem perifitona i dobro aerisanom vodom. Ipak, u našem istraživanju je nađena siromašna zajednica gastropoda, sastavljena samo od *Ancylus fluviatilis* i *Amphimelania holandrii* (neobjavljeni podaci). U neku ruku, odsustvo teodoksusa u ovakvim uslovima, kao u Ibru, je intrigantno, i može biti povezano sa intenzivnim antropogenim pritiscima u prošlosti, prvenstveno rudarstvom, usled koga i toksičnim zagađenjem – teškim metalima (detalji Miladinović, et al, 2012).

Među savremenim populacijama treba izdvojiti populaciju na Lepenici (Sanković). Godine 2011. prilikom kvantifikovanja brojnost populacije (metoda kvadrata 20x20 cm) ocenjena je izuzetno visoka brojnost (800 jedinki/m<sup>2</sup>), da bi 2013. godine brojnost drastično opala (5 jedinki/m<sup>2</sup>). Ovakva izražena fluktuacija brojnosti nije zabeležena ni na jednom drugom lokalitetu i može se povezati (sem Dilonove „nestabilnosti populacija slatkovodnih puževa“) sa samim staništem,

obzirom da je u pitanju manji vodotok koji je verovatno osetljiviji na nagle i (negativne) uticaje okruženja, nego što je slučaj sa nekim većim rekama. Druga pretpostavka može biti i negativan efekat prevelike brojnosti same populacije, obzirom da se kod roda *teodoksus* na nekim drugim ispitivanim lokalitetima populacije sa gustinom od 500 jedinki/m<sup>2</sup> već smatraju izuzetno brojnim (Skoog, 1971).

Sa druge strane, u bliskom susedstvu (Banja, Petnica) zabeležena je stabilna populacija, koja je, mada sa manjom gustinom (250 jedinki/m<sup>2</sup>), jednako brojna tokom perioda istraživanja. Razlog tome je verovatno stabilnije okruženje, obzirom da se radi o samom izvoru reke. Ovaj nalaz zaslužuje pažnju, obzirom na poznatu činjenicu o oligotrofnim uslovima u ovakvim staništima, sa čim u vezi je i siromašnija zajednica makrobescičmenjaka, tim pre što je i prema nekim ranijim istraživanjima (Marković, 1998) jedini nalaz *teodoksusa* na teritoriji Srbije u izvorskim tipovima staništa.

*Theodoxus fluviatilis* kao vrsta sa najširim arealom u celom rodu, je začudo dugo vremena bila odsutna iz velikih nizijskih reka ovog regiona. Počev od prvih nalaza 1992. na Dunavu (Karataš, u blizini Kladova; Karaman and Karaman, 2007) dosta brzo se proširila, da bi nakon dvadesetak godina već postala jedna od najčešćih i najbrojnijih puževa Dunava. Sama ekspanzija je kako izgleda vezana za početak XXI veka i može se ispratiti i preko rezultata velikih međunarodnih istraživanja Dunava (JDS1, JDS2 i JDS3). Slična ekspanzija u približno istom periodu se desila i u nemačkom delu Dunava (Hirschfelder et al, 2011), gde je 2005. godine zabeležena mala izolovana populacija *T. fluviatilis*, na rečnom potezu od par stotina metara, 2006. se već „protezala“ na par kilometara, da bi 2010. godine bila „obična“ vrsta u bavarskom Dunavu. Ovi

nalazi iz Nemačke sugerišu da se trenutno „osvajanje“ Dunava od strane ove vrste, odvija iz više polaznih tačaka, što ne čudi, obzirom na veličinu reke, i brojne potencijalne vektore. Sa druge strane, takođe upućuje i na potencijalnu kolonizaciju ovog puža i manjih vodotokova na području istraživanja, koji se već uspostavio kao dominantn u velikim ravničarskim rekama. Danas je ova vrsta dominantan nerit u potamon-tipu reka Panonske nizije ovog područja. Pojedini stariji nalazi ove vrste, u rekama van pomenutog tipa, u skladu sa rezultatima ovog istraživanja bi zahtevali proveru, obzirom na mogućnost pogrešne identifikacije. Interesantan je i odnos areala ove široko rasprostranjene vrste (odnosno prisutna „rascepanost“ u ovom regionu), koji su, kako izgleda, počeli da se spajaju. Sa tim u vezi, važni su nalazi odnosno prisusvo ove vrste u susednim oblastima, pre svega u Dalmaciji (Beran et al, 2013) odnosno Makedoniji (Smiljkov et al, 2007). Kao koridori bi mogle poslužiti bosanske reke, pre svih sistem Una-Sana, u čijem gornjem toku su registrovane vrste *T. danubialis* i *T. fluviatilis*. Ipak, za precizniju procenu bilo bi neophodno detaljnije istraživanje ovih reka.

Rasprostranjenje *T. transversalis* je pretrpelo i najveće promene, odnosno drastično smanjenje samog areala vrste. U prošlosti su zabeleženi nalazi sa nekoliko mesta na Dunavu, od Novog Sada, preko Đerdapa do ušća Timoka. Sem toga postoje nalazi i sa nekih drugih reka (Sava, Moravica). Poslednji nalazi sa Đerdapa i Dunava u uvom regionu su publikovani 2004. (Simić and Simić, 2004), mada naše istraživanje sugeriše da je i dalje prisutan, ali vrlo redak. Obzirom da je vrsta retka, i označena kao ugrožena (IUCN) svi skoriji nalazi su od posebnog interesa. Nalazi sa Dunava (Stari Slankamen, 2012) su posebno važni jer se ova vrsta smatra nestalom (eng. *extinct*)u čitavom gornjem delu Dunava (Frank, 1984; Frank et al, 1990) i izuzetno retkom u srednjem i donjem delu Dunava (Cioboiu, 2010). U prilog tome je i podatak da tokom velikih istraživanja Dunava u ovom veku (JDS1, ADS i JDS2) nije uopšte registrovana. Pavlova et al.

(2013) su nedavno izvestili o prisustvu ove vrste na dva rečna ostrva u donjem Dunavu, pretpostavivši da bi takve, relativno očuvane rečne ade, predstavljale odgovarajuće stanište za *T. transversalis*. Naši nalazi mogu da pojačaju tu pretpostavku, obzirom da se sam lokalitet (stari Slankamen) nalazi tik uzvodne ušća Tise i da su u blizini nekoliko sačuvanih i nezagađenih ada. Na taj način, Stari Slankamen može biti jedno od retkih utočišta retke vrste u ovom delu Dunava. Treba naglasiti i nalaze po jedne jedinke sa Tise (Martonoš) i Crnog Timoka (Zaječar), koji takođe mogu ukazivati na prisutne populacije ovih puževa. Naravno, ne treba ni prenebregnuti ni mogućnost slučajnih nalaza, ukoliko se ovi nalazi ne potvrde budućim ispitivanjima. Načelno, kao glavni refugijumi *T. transversalis* mogu se smatrati rečni sistemi Drina – Lim, i naročito Velika Morava – Južna Morava – Nišava. Kao tipski lokalitet ove vrste u regionu, može se izdvojiti Prosek (Nišava), na samom izlasku iz Sićevačke klisure, u kome je zabeležena najbrojnija i najstabilnija populacija (450 jedinki/m<sup>2</sup>) ove vrste, tokom sprovedenog istraživanja. Sam lokalitet je interesantan i kao primer, ne toliko česte koegzistencije više vrsta teodoksusa, odnosno *T. danubialis* i *T. transversalis* pri čemu je zabeleženo i prisustvo vrste *T. fluviatilis* (Savić, 2012).

Posebno su interesantni nalazi retkog puža vrste *Theodoxus transversalis* na lokalitetima VM2, VM3 kao i veoma brojna populacija na lokalitetu VM4. Pored ovih nalaza, *T. transversalis* je bio zabeležen i na Južnoj Moravi i Nišavi (Simić et al, 2006; Novaković, 2012). Stoga se može reći da ovaj rečni sistem predstavlja jedan od preostalih refugijuma pomenute vrste, jer je Međunarodna unija za zaštitu prirode (eng. *International Union for Conservation of Nature*, IUCN) označila ovaj takson kao ugrožen, sa manje od 20 preostalih subpopulacija i sa jakom tendencijom opadanja u broju i veličini populacija (Solymos & Feher, 2011). Prema istom izvoru, *T. transversalis* koji je stenobiont i rečni taksoni, preferira čvrstu podlogu i vodu bogatu



kiseonikom, kao takav je posebno osetljiv na narušavanje staništa i na širenje kompetativnih alohtonih vrsta (posebno *T. fluviatilis*). Stoga je veoma važno da se nastavi redovno praćenje kvaliteta vode i staništa, kao i širenja invazivnih vrsta. Kao što je pomenuto, na lokalitetu VM4 je zabeležena posebno brojna populacija ove ugrožene vrste, zbog čega treba da bude očuvan, jer može da posluži kao mogući model za njegovu obnovu. Ovaj nalaz je najsevernija tačka na kojoj je zabeležena populacija vrste *T. transversalis*. Nalazi se u donjem delu rečnog sistema Velika Morava - Južna Morava - Nišava, i kao takva je još više izložena pomenutim rizicima. Međutim, lokalitet VM4 se karakteriše veoma velikim brojem i drugih takosna, kao što je zabeleženo u reci Pčinji (Simić & Simić, 2003), Temskoj i Visočici (Živić et al, 2005). Čak su zabeležene i brojne populacije nekih invanzivnih vrsta (školjke *C. fluminea* i *S. woodiana*). Raznovrsna mikrostaništa imaju važnu ulogu u uspostavljanju diverziteta i strukture zajednica makrobescičmenjaka (Cogerino et al, 1995; Costa & Melo, 2008), upadljivo različita mikrostaništa na ovom lokalitetu (mulj, pesak, šljunak, kamen, kao i prelično očuvana obalska vegetacija) mogu biti objašnjenje za zabeleženo bogatstvo vrsta.

Interesantan je i nalaz ove vrste iz Jelenačkog potoka (Živić et al, 2000), malog potoka na obroncima Fruške Gore u Sremu. Ovaj, relativno izolovan nalaz može ukazati na eventualno prisustvo značajne populacije ovog retkog puža. Štaviše, može ukazati i na značaj ovakvih tipova vodotoka u području Panonske nizije. Sa druge strane, obzirom da nalaz nije ponovljen, niti je mogao biti potvrđen našim terenskim istraživanjem (registrovana izražena degradacija staništa pomenutog potoka, u velikom delu toka), verovatno je da je eventualna zajednica ove retke vrste sa tog područja nestala.

Rezultati analize 26 lokaliteta sa prisustvom teodokusa, potvrđuju opšte preference ovih vrsta u odnosu na tip reke, pa su tako vrste *T. danubialis* i *T. transversalis* najprisutnije u tipu 2 (velike

reke van područja Panonske nizije), dok je *T. fluviatilis* dominantan u tipu 1 (velike nizijske reke). Ispitivanje odnosa proučavanih vrsta sa sa setom fizičko-hemijskih parametara je pokazalo da se kao najvažniji parametri koji utiču na ispitivanu zajednicu teodoksusa, mogu izdvojiti zasićenje vode kiseonikom, koncentracija ortofosfata i amonijum jona, te temperatura vode. Rezultati multivarijantne kanonijske analize dalje ukazuju na očekivanu veću toleranciju vrste *T. fluviatilis* na manju količinu rastvorenog kiseonika, više temperature, kao i na povećano prisustvo amonijuma u vodi. Druge dve vrste su osetljive na pomenute uslove, naročito *T. danubialis*. Kod najređe vrste *T. transversalis*, interesantna je ipak nešto povećana toleranca na sve pomenute faktore, pogotovo na povećane koncentracije ortofosfata, koje kako izgleda najbolje podnosi od ispitivanih vrsta.

Ispitivanje populacije teodoksusa u našem delu Dunava u poslednjoj dekadi (zasnovano na JDS rezultatima) otkrivaju donekle izmenjenu sliku najznačajnijih faktora, među kojima su se izdvojili slobodni CO<sub>2</sub>, ukupni alkalitet, rastvoreni kiseonik i nitrati. Ovo je razumljivo, ako imamo u vidu da su analizirana slična staništa, koja pripadaju istom tipu (tip 1), obzirom na zabeležene razlike datih parametara u zavisnosti od tipa vodotoka. Rezultati su interesantni jer sugerišu da vrsta *T. danubialis* „traži“ veće koncentracije rastvorenog CO<sub>2</sub>, kao i da preferira vode sa povišenim alkalitetom, pri čemu podnosi i niže koncentracije rastvorenog kiseonika. Osetljivija je jedino na povećani udeo nitrata. Sa druge strane *T. transversalis* „zahteva“ vodu sa više kiseonika, odnosno sa manjim udelom rastvorenog CO<sub>2</sub>, kao i nižim alkalitetom, pri čemu podnosi povećane koncentracije nitrata. Najzad vrsta *T. fluviatilis* je gotovo indiferentna prema ovim faktorima, mada pokazuje tendenciju sličnosti preferenci sa *T. transversalis*.

Analizom udela vrsta po godinama zabeležena je statistički značajna razlika, između JDS1 sa jedne strane i JDS2 i JDS3 uzoraka, sa druge strane. Imajući u vidu godine, to ukazuje da je

period između 2001. i 2007., ključan za faunističku strukturu kod ovih puževa na ispitivanom delu Dunava. Ovu pretpostavku potvrđuje i dodatna faunistička analiza u odnosu na sektore ovog dela Dunava, pri kojoj nije zabeležena značajna razlika ni kod jedne vrste u datom periodu.

Za potrebe testiranja eventualnog polnog dimorfizma određena je i polna struktura uzorka, odnosno populacija koje su bile objekat morfometrijskih analiza. Ravnotežan odnos mužjaka i ženki je zabeležen samo u slučaju vrste *T. danubialis*. U ostalim slučajevima ravnoteža je pomerenjena u korist mužjaka. Dok se kod vrste *T. transversalis* ovakva situacija može objasniti relativno malim uzorkom, kod *T. fluviatilis* može ukazati na eventualnu disproporciju. Naravno, da bi se pretpostavka potvrdila ili odbacila, potrebno je istraživanje na većem setu podataka i u približno istim uslovima.

Prilikom analize odabranih parametara (morfometrijskih indeksa) u odnosu na pol, utvrđeno je prisustvo samo jednog polno dimorfnog karaktera – G/D (standardizovano međuočno rastojanje). U osnovi ovog parametra je tzv. „širina glave“, izražena preko rastojanja između očiju, a kod ovih puževa se polovi razlikuju po prisustvu penisa na glavi (uz desnu tentakulu) mužjaka. Opet je interesantan slučaj *T. transversalis* kod koga ovaj karakter nije polno dimorfan. Razlog može biti u malom uzorku, efektom koji je dodatno pojačan izrazito nejednakim odnosom polova (samo 8 ženskih jedinki), na šta ukazuju i velika odstupanja od srednje vrednosti karaktera kod ove vrste.

Analiza razlika parametra u odnosu na veličinske klase je pokazala značajne razlike kod većine testiranih kombinacija, što ukazuje na značajan udeo alometrije prilikom rasta ovih puževa (Ivanović i Kalezić, 2009).

Izvedene morfometrijske analize primenom seta morfometrijskih indeksa izdvojile su kao najznančajnije karaktere D2/D3, D2/D, D2/Š2, zasnovane na dimenzijama ljuštore, odnosno kolumelarne ploče pre svega.

Pri odvojenoj analizi recentnih populacija kao značajni parametri izdvojili su se i D1/D, D1/Š1, V/Š i D3/D. Multivarijantne analize ovih karaktera su pokazale i određeni stepen morfološke diskriminacije na nivou vrsta, pri čemu su na jednom polu vrste *T. fluvialis* i *T. danubialis*, dok je vrsta *T. transversalis* između. Analiza recentnih podataka vrste *T. danubialis* pokazuje preklapanje svih populacija, pri čemu se kao najbolje definisana izdvaja populacija sa lokaliteta Jelav (Drina). Sa druge strane analiza odabranih karaktera ukazuje na razdvajanje dve grupe populacija „istočne” i „zapadne”, pri čemu je interesantan položaj populacija sa Nišave, koja je svrstana u zapadnu grupu, ukazujući tako na specifičnost ove populacije.

Testiranja muzejskih populacija, nisu pokazala značajna populaciona razdvajanja unutar vrsta, dok između vrsta postoji razlika. Najzad, analiza i recentnih i muzejskih podataka zajedno ukazuje na određen stepen razdvajanja između muzejskih i recentnih populacija, prvenstveno zbog razlika kod vrste *T. transversalis*, kod koje su prisutne značajne razlike između ovih dveju grupa, zahvaljujući razlikama u parametrima V/Š i V/D, koji opisuju opšti oblik ljuštore. Ipak treba pomenuti, da usled metodoloških razlika pri obradi muzejskog i recentnog materijala, ove zabeležene razlike mogu biti i artefakt.

Rezultati ovih ispitivanja potvrđuju morfološke razlike između ispitivanih vrsta zasnovane prvenstveno na karakterima ljuštore. Razlog značaja ljuštore, može biti i u manjem broju korišćenih parametara operkuluma, što svakako ostaje kao predmet budućih analiza. Takođe, interesantno bi bilo uključiti u analizu i metode geometrijske morfometrije, konturne pre svih, radi analize kako parametara ljuštore, tako i operkuluma. Najzad, neophodno je i uključivanje

modernih metoda molekularne sistematike, kako za analize između, tako i za analize unutar vrsta.

## ZAKLJUČCI

1. U pogledu distribucije vrsta na istraživnom području zabeleženo je jasna segregacija sa vrstom *T. fluviatilis*, koja je u ekspanziji u poslednjoj dekadi, i dominira u velikim nizijskim rekama
2. Pregledom istorijskih podataka i muzejske zbirke, uočeno je znatno šire prošlo rasprostranjenje vrsta *T. danubialis* i *T. transversalis*
3. Vodotokovi tipa 2 i 3 danas služe kao refugijumi za vrste *T. danubialis* i *T. transversalis*
4. Rečni sistem Velika Morava- Južna Morava – Nišava je identifikovan kao glavni refugijum za retku vrstu *T. transversalis*
5. Testiranja morfometrijskih karaktera su izdvojila jedan polno dimorfni karakter (G/D)
6. Morfometrijska analiza je pokazala diferencijaciju kod ispitivanih vrsta, pri čemu su se kao najvažniji karakter izdvojili parametri vezani za kolumelarnu ploču (D2/D3, D2/D i D2/Š2)
7. Intraspecijske razlike u skladu sa geografskom distribucijom su najizraženije kod vrste *T. danubialis*, uz izdvajanje „zapadne“ i „istočne“ grupe populacija. Ispitivana populacija sa Nišave je specifičan slučaj, obzirom da je izvedenom analizom svrstana u prostorno udaljenu „zapadnu“ grupu.
8. Uočena je i značajna morfološka razlika (izražena preko osnovnih indeksa ljuštore) između recentnih i muzejskih populacija vrste *T. transversalis*
9. Ekološka analiza je pokazala da se kao glavni faktori koji utiču na ispitivane vrste izdvajaju rastvoreni kiseonik, temperatura vode, rastvoreni CO<sub>2</sub>, alkalitet i organski nutrijenti – amonijum i ortofosfati

10. Potvrđena je generalno veća tolerancija najšire rasprostranjene vrste *T. fluviatilis* na najvažnije fizičko-hemijske faktore
11. Uočena je povećana tolerancija retke vrste *T. transversalis* na organske nutrijente (nitrate i ortofosfate)
12. Uočena je potreba *T. danubialis* za povećanim alkalitetom i koncentracijom CO<sub>2</sub>, nauštrb količine rastvorenog kiseonika u vodi

## LITERATURA

- Andrews E. A. (1935). The egg capsules of certain Neritidae. *Journal of Morphology*, **57**: 133-264.
- Andrews E. A. (1937). Certain reproductive organs in the Neritidae. *Journal of Morphology*, **61**: 525-563.
- Andrews E. A. (1937). Secondary sex organs and taxonomy in Neritidae. *The Nautilus*, **50**: 109-113.
- Anistratenko O. Y., Starobogatov Y. I. and Anistratenko V. V. (1999). Mollusks of the genus *Theodoxus* (Gastropoda, Pectinibranchia, Neritidae) from the Black and the Azov seas basin. *Vestnik Zoologii*, **33**: 11–19.
- Arbačiauskas, K., Semenchenko, V.P., Grabowski, M., Leuven, R.S.E.W., Paunović, M., Son, M.O., Csányi, B., Gumuliauskaitė, S., Konopacka, A., Nehring, S., van der Velde, G., Vezhnovetz, V. and V.E. Panov (2008). Assessment of biocontamination of benthic macroinvertebrate communities in European inland waterways. *Aquatic Invasions*, **3**, 211-230.
- Babić Mladenović M. (2007). Režim nanosa Dunava. – Zadužbina Andrejević, Beograd, pp. 124.
- Baker H. B. (1923). Notes on the radula of the Neritidae. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **75**: 117-178.
- Bandel, K. (1982). Morphologic und Bildung der frühontogenetischen Gehäuse bei conchiferen Mollusken. *Facies*, **7**: 1-198.

- Bandel K. (2001). The history of *Theodoxus* and *Neritina* connected with description and systematic evaluation of related Neritimorpha (Gastropoda). *Mitteilungen aus dem geologisch-paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, **85**: 65-164.
- Barna P. G. (2009). Four reverse-coiled snail shells from Romania (Gastropoda: Pulmonata). *North-Western Journal of Zoology*, **5**: 357-363.
- Bij de Vaate A., Jazdzewski K., Ketelaars H. A. M., Gollasch S. and Van der Velde G. (2002). Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **59**: 1159-1174.
- Bouchet P. and Rocroi J. P. (2005). Classification and nomenclator of gastropod families. ConchBooks, Hackenheim, *Malacologia*, **47**: pp 397.
- Bremer M. and Doerge R. W. (2010). Statistics at the bench: a step-by-step handbook for biologists. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Briart A. and Cornet Fl. (1887): Description des fossiles de Calcairegrossier de Mons. Gasterropodes. *Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, Bruxelles, **47**, 1-128.
- Brown D. S. (2002). Freshwater snails of Africa and their medical importance. CRC Press, pp. 673.
- Brusina S. (1874). Fossile Binnen-Mollusken aus Dalmatien, Kroatia und Slavonien. Druck der Actienbuchdruckerei.
- Brusina S. (1878). Molluscorum fossilium species novae et emendatae in tellure tertiaria Dalmatiae, Croatiae et Slavoniae inventae. *Journal de Conchyliologie*, **21**: 347–356.
- Brusina S. (1884). Die Neritidonta Dalmatiens und Slavoniens nebst allerlei malakologischen Bemerkungen. *Jahrbücher der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, **11**.
- Brusina S. (1892) Fauna fossile terziaria di Markuševac in Croazia: Con un elenco delle Dreissensidae della Dalmazia, Croazia e Slavonia. *Glasnik hrvatskog naravoslovnog društva*, **7**: 113–210 .

- Brusina S. (1897). Matériaux pour la faune malacologique néogène de la Dalmatie, de la Croatie et de la Slavonie avec des espèces de la Bosnie, de l'Herzégovine et de la Serbie. Djela Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti; Zagreb, Imprimerie fondée par actions, **18**: 43.
- Bunje P. M. (2004). Diversification and comparative phylogeography of neritid gastropods. *Unpublished PhD Dissertation*, University of California, Berkeley, pp. 411.
- Bunje P. M. (2005). Pan-European phylogeography of the aquatic snail *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda: Neritidae). *Molecular Ecology*, **14**: 4323-4340.
- Bunje P. M. (2007). Fluvial range expansion, allopatry, and parallel evolution in a Danubian snail lineage (Neritidae: *Theodoxus*). *Biological Journal of the Linnean Society*, **90**: 603–617.
- Bunje P. M. and Lindberg D.R. (2007) Lineage divergence of a freshwater snail clade associated with post-Tethys marine basin development. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **42**: 373-387.
- Carlsson R. (2000). The distribution of the gastropods *Theodoxus fluviatilis* (L.) and *Potamopyrgus antipodarum* (Gray) in lakes on the Åland Islands, southwestern Finland. *Boreal environment research*, **5**: 187-196.
- Cazzaniga N. J. (1990). Sexual dimorphism in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Veliger*, **33**: 384-388.
- Chiu Y. W., Chen H. C., Lee S. C. and Chen C. A. (2002). Morphometric Analysis of Shell and Operculum Variations in the Viviparid Snail, *Cipangopaludina chinensis* (Mollusca: Gastropoda), in Taiwan. *Zoological Studies*, **41**: 321-331.
- Cioboiu O. (2010). Gastropoda in the Danube–Carpathian hydrographic space: possible impact of climate change. In Proceedings of the 38th IAD Conference, Dresden, 1-6.
- Collas F. P. L., Koopman K. R., Hendriks A. J., Van der Velde G., Verbrugge L. H., and Leuven A. W. (2014). Effects of desiccation on native and non-native molluscs in rivers. *Freshwater Biology*, **59**: 41-55.
- Cossmann M. (1925). Essais de Paléoconchologie comparée. *Les presses universitaires de France*, Paris, 1-345.



- Csányi B. and Paunovic M. (2006). The aquatic macroinvertebrate community of the River Danube between Klostenburg (1942 rkm) and Calafat—Vidin (795 rkm). *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung*, **14**: 91-106.
- Dagan D. (1971). Taxonomic discrimination between certain species of the genus *Theodoxus* (Gastropods; Neritidae). *Israel Journal of Zoology* **20**: 223-229.
- Dagan D. (1972). The influence of light and salinity on snails of the genus *Theodoxus* in Israel. Unpublished Dissertation of the Hebrew University, Jerusalem.
- Demian E. S. and Ibrahim A. M. (1972). Sexual dimorphism and sex ratio in the snail *Marisa cornuarietis* (L.). *Bull Zool Soc Egypt*, **24**: 52-63.
- Denys De Montfort P. (1810). Conchyliologie systématique et classification méthodique des coquilles, Schoell, Paris, **2**: pp 676.
- Dillon R. (2000). The Ecology of Freshwater Molluscs. Cambridge University Press, pp. 509.
- Dillon, R. (2000). The Ecology of Freshwater Molluscs.
- Elkarmi A. and Ismail N. (2006). Population structure and shell morphometrics of the gastropod *Theodoxus macri* (Neritidae: Prosobranchia) from Azraq Oasis, Jordan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **9**: 549-552.
- Engkvist R., Kautsky L. and Malm T. (1999). Grazing effects of two freshwater snails on juvenile *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *Marine ecology process series*, **188**: 63-71.
- Fehér Z., Majoros G. Ötvös S and Sólymos P. (2011). Proposed reintroduction of the endangered black nerite, *Theodoxus prevostianus* (Mollusca, Neritidae) in Hungary. *Tentacle*, **19**: 36-39.
- Fehér Z., Zettler M. and Szabo K. (2009). An attempt to reveal the systematic relationship between *Theodoxus prevostianus* (C. Pfeiffer, 1828) and *Theodoxus danubialis* (C. Pfeiffer, 1828) (Mollusca, Gastropoda, Neritidae). *Mollusca*, **27**: 95-107.
- Frank C. (1984). Beimge zur Molluskenfauna Ungarns I: Die Donau bei Visegrad.

Frank C., Jungbluth J. H. and Richnovszky A. (1990). Die Mollusken der Donau vom Schwarzwald bis zum Schwarzen Meer: eine monographische Darstellung. Budapest (Akaprint), pp. 142.

Frank C., Jungbluth J. H. and Richnovszky A. (1990). Die Mollusken der Donau vom Schwarzwald bis zum Schwarzen Meer: eine monographische Darstellung. Budapest, Vácrátót, pp. 142.

Fretter V. (1965). Functional studies on the anatomy of some neritid prosobranchs. *Journal of Zoology*, **147**: 46-74.

Fretter V. and Graham A. (1962). British prosobranch molluscs. Their functional anatomy and ecology. Ray Society, London, pp. 755.

Gauch H. G. (1982). Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, England, pp. 298.

Ghiselin, M. T. (1966). The adaptive significance of gastropod torsion. *Evolution*, **20**: 337-348.

Glöer P. (2002). Süßwassergastropoden Nord-und Mitteleuropas: Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung, ConchBooks, Hackenheim, **73**: 327.

Glöer P. and Meier-Brook C. (2003). Süßwassermollusken: Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. DJN, Hamburg, pp. 138.

Glöer P. and Pešić V. (2012). The freshwater snails (Gastropoda) of Iran, with descriptions of two new genera and eight new species. *ZooKeys*, **219**: 11-61.

Greenacre M. J. (2007). Correspondence Analysis in Practice (Second Edition). Chapman & Hall/CRC, London: pp. 274.

Harzhauser M., Piller W.E., and Steininger F.F. (2002). Circum-Mediterranean Oligo-Miocene biogeographic evolution - the gastropods' point of view. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **183**: 103-133.

Heller J. (1979). Visual versus non-visual selection of shell colour in an Israeli freshwater snail. *Oecologia*, **44**, 98-104.

- Hesse P. (1929). Schnecken aus dem nördlichen Serbien. *Archiv für Molluskenkunde*, **61**: 230-240.
- Hewitt G.M. (1996) Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, **58**: 247-276.
- Hirschfelder H. J., Salewski V., Nerb W. and Korb J. (2011). Schnelle Ausbreitung einer Schwarzmeerform der Gemeinen Kahnschnecke *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus 1758) in der bayerischen Donau. *Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, **85**: 1-10.
- Holthuis B. V. (1995). Evolution between marine and freshwater habitats: a case study of the gastropod Neritopsina. *PhD thesis, University of Washington, DC*, pp 249.
- ICPDR WFD Roof Report (2004). *The Danube River Basin. Part A – Basin-wide overview*. International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) in cooperation with the countries of the Danube River Basin District. Edited by Dr. Ursula Schmedtje.
- Ivanović A. i Kalezić M. (2009). Evolucionarna morfologija: Teorijske postavke i geometrijska morfometrija. Biološki fakultet, Beograd, str. 216 .
- Jaeckel S. V., Klemm W. and Meise W. (1958). Die Land und Süßwasser-Mollusken der nördlichen Balkanhalbinsel. *Abhandlungen und Berichte aus dem staatlichen Museum für Tierkunde Dresden*, **23**: 141-205.
- Jungbluth J. H. and Von Knorre D. (2009). Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. 6. revidierte und erweiterte Fassung 2008. *Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, **81**: 1-28.
- Jurisić-Polšak Z. (1979). Miocenske i pliocenske neritide u Hrvatskoj. *Palaeontologia jugoslavica*, Zagreb, **22**: 1-50.
- Kangas P. and Skoog G. (1978). Salinity tolerance of *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca, Gastropoda) from freshwater and from different salinity regimes in the Baltic Sea. *Estuarine and coastal marine science*, **6**: 409-416.

- Karadžić B. (2013). FLORA. A Software Package for Statistical Analysis of Ecological Data. *Water Research and Management*, **3**: 45-54.
- Karadžić B., Saso-Jovanović V., Jovanović Z., Popović R. (1998). "Flora" A Database and Software for Floristic and Vegetation Analyzes. *Progress in Botanical Research*: 69-72.
- Karaman B. J. (2006). Former investigations of the fauna of snails (Mollusca, Gastropoda) in Bosnia and Herzegovina. *Natura Montenegrina*, **5**: 55-66.
- Kebapçı U. and Van Damme D. (2012). *Theodoxus fluviatilis*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.
- Kowalke T. (2002). Systematic revision of Palaeocene brackish water Gastropoda from Mons, Belgium, based on their early ontogenetic shells. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la terre*, **72**: 111-134.
- Kristensen T. K. (1986): Species of the family Neritidae in North West Africa (Gastropoda: Prosobranchia). *Revue de Zoologie Africaine*, **100**: 329-335.
- Kruskal W. H. and Wallis W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, **47**: 583-621.
- Kuščer Lj. (1933). Prispjev k poznavanju podzemskih gastropodov Dalmacije in Hercegovine. *Prir. istr. Kralj. Jug.*, JAZU Zagreb, **18**: 59-67.
- Liess A. and Haglund A. L. (2007). Periphyton responds differentially to nutrients recycled in dissolved or faecal pellet form by the snail grazer *Theodoxus fluviatilis*. *Freshwater Biology*, **52**: 1997-2008.
- Linnaeus C. (1746). Fauna Svecica, sistens animalia Sveciae regni: Quadrupedia, Aves, Amphibia, Pisces, Insecta, Vermes, distributa per classes & ordines, genera & species, cum differentiis specierum, synonymis autorum, nominibus incolarum, locis habitationum, descriptionibus insectorum, pp 411.

Linnaeus C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tomus I, editio decima, reformata. Holmia, pp 824.

Liška I., F.Wagner and J. Slobodnik 2008. Joint Danube Survey - Final Report ICPDR - International Commission for the Protection of The Danube River, pp. 235.

Lucey J., McGarrigle M. L. and Clabby K. J. (1992) The distribution of *Theodoxus fluviatilis* (L.) in Ireland. *Journal of Conchology*, **34**: 91–101.

Magyar I., Geary D. H. and Müller P. (1999): Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, **147**: 151-167.

Manly B. F. J. (1994). *Multivariate statistical methods. A primer*. Second edition, Chapman & Hall, 2–6 Boundary Row, London: pp. 215.

Marković, Z. (1998). Izvori brdsko-planinskih područja Srbije: ekološka studija makrozoobentosa. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 1-318.

Martinovic-Vitanovic M. V., Rakovic J. M., Popovic Z. N. and Kalafatic I. V. (2013). Qualitative study of Mollusca communities in the Serbian Danube stretch (river km 1260–863.4). *Biologia*, **68**: 112-130.

McCune B. (1997). Influence of noisy environmental data on canonical correspondence analysis. *Ecology*, **78**: 2617-2623.

McShane P. E., Schiel D. R., Mercer S. F and Murray T. (1994). Morphometric variation in *Haliothis iris* (Mollusca: Gastropoda): analysis of 61 populations. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **28**: 357-364.

Miladinovic B., Papic P. and Mandic M. (2012). Groundwater pollution with heavy metals in the Ibar alluvium near Raška (Serbia). *Geoloski anali Balkanskoga poluostrva*, **73**: 125-130.

Milosavljević M. (1990). *Klimatologija*, X izdanje. Naučna knjiga, Beograd, str. 261.

Minton R. L. and Wang L. L. (2011). Evidence of sexual shape dimorphism in *Viviparus* (Gastropoda: Viviparidae). *Journal of Molluscan Studies*, **77**: 315-317.

Möllendorff O. (1873). Beiträge zur Fauna Bosniens. Dissertation Philosoph. Rostochiensis. Görlitz: Hoffman & Reiber, Tzschaschel, 1-73.

Möllendorff O. (1873). Zur Molluskenfauna von Serbien. *Malakozoologische Blätter*, **21**: 129-149.

Moneva C. S., Torres M. A. J. and Demayo C. G. (2012). Sexual dimorphism in the shell shape of the golden apple snail, *Pomacea canaliculata* (Lamarck) using geometric morphometric analysis. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences B Zoology*, **4**: 39-46.

Morton, J. E. (1958). Torsion and the adult snail; a re-evaluation. *Journal of Molluscan Studies*, **33**: 2-10.

Mouthon, J. and Charvet, S. (1999). Compared sensitivity of species, genera and families of Molluscs to biodegradable pollution. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, Cambridge University Press, **35**: 31-39.

Nesemann H., Graf W. and Schmidt-Kloiber A. (1997). Bemerkenswerte Gastropodenfunde aus dem österreichisch-ungarischen Draugebiet. *Nachrichtenbl. Vorarlberger malakol. Ges.* **5**: 28-32.

.....  
Neumann D. (1959). Experimentelle Untersuchungen des Farbmusters der Schale von *Theodoxus fluviatilis* L. *Zoologischer Anzeiger. Suppl.*, **23**: 152-156.

Neumann D. (1959). Morphologische und experimentelle Untersuchungen über die Variabilität der Farbmuster auf der Schale von *Theodoxus fluviatilis* L. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, **48**: 349- 411.

Neumann D. (1959): Morphologische und experimentelle Untersuchungen über die Variabilität der Farbmuster auf der Schale von *Theodoxus fluviatilis* L. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, Berlin, **48**: 349-411.

Neumann D. (1960). Osmotische Resistenz und Osmoregulation der Flusssdeckelschnecke *Theodoxus fluviatilis* L. *Biologisches Zentralblatt*, **79**: 585-605.

Nikolajević (1907). Priložak za poznavanje gastropodske faune u Srbiji. Radovi iz Zoološkog Instituta Univerzitetu, Beograd, **I**: 16-22.

Nuttall, C.P. (1990): A review of the Tertiary non-marine molluscan faunas of the Pebasin and other inland basins of north-western South America. *Bulletin British Museum Natural History*, **45**: 165-371.

Orton R. A. and Sibly R.M. (1990). Egg size and growth rate in *Theodoxus fluviatilis* (L). *Functional Ecology*, **4**: 91-94.

Palmer M. (2000). Ordination methods for ecologists. Oklahoma State University, Botany Departmen.

Panov V. E., Alexandrov B., Arbačiauskas K., Binimelis R., Copp G. H., Grabowski M., Lucy F., Leuven R. S., Nehrig S., Paunović M., Semenchenko V. and Son M. O. (2009). Assessing the risks of aquatic species invasions via European inland waterways: from concepts to environmental indicators. *Integrated Environmental Assessment and Management*, **5**: 110-126.

Panov V.E., Alexandrov B.G., Arbaciauskas K., Binimelis R., Copp G.H., Grabowski M., Lucy F., Leuven R.S.E.W., Nehring S., Paunović M., Semenchenko V. and Son M.O. (2009). Assessing the Risks of Aquatic Species Invasions via European Inland Waterways: from Concepts to Environmental Indicators, **5**: 110–126.

Papp A. (1953). Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. *Mitteilungen der geologischen Gesellschaft in Wien*, **44**: 85-222.

Paunovic M., Jakovcev-Todorovic D., Simic V. Stojanovic B. and Cakic P. (2007). Macroinvertebrates along the Serbian section of the Danube River (stream km 1429–925). *Biologia, Bratislava*, **62**: 214—221.

Paunović M. (2007). Sastav zajednica makroinvertebrata kao indikator tipova tekućih voda Srbije (eng. Composition of macro-invertebrate communities as indicator of running waters types in Serbia). PhD thesis, Faculty of Biology, University of Belgrade, Belgrade, Serbia.

- Paunović M., Tubić B., Kračun M., Marković V., Simić V., Zorić K. and Atanacković A. (2012). Ecoregions delineation for the territory of Serbia. *Water Research and Management*, **2**: 65-74.
- Pavlova M., Ihtimanska M., Dedov I., Biserkov V., Uzunov Y. and Pehlivanov L. (2013). New Localities of *Theodoxus transversalis* (C. Pfeiffer, 1828) within European Natura 2000 Network on the Islands of the Lower Danube River. *Acta Zoologica Bulgarica*, **65**: 121-123.
- Pavlović N., Čolić D., i Dimitrović D. (2012). Zoobentos i dnevne oscilacije Vrbasa iznad Banja Luke (eng. Zoobenthos and daily oscillations of Vrbas upward Banja Luka). Međunarodni naučni skup „Struktura i dinamika ekosistema dinarida –Stanje, mogućnosti i perspektive“, 15-16. juni/June 2011, Sarajevo, Zbornik radova/Proceedings **23**: 113-125.
- Pfeiffer L. (1857). Bericht über weitere Mittheilungen des Herrn Zelebor. *Malakozoologische Blätter*, **3**: 175–186.
- Pfeiffer L. (1870). Diagnosen neuer Landschnecken. *Malakozoologische Blätter*, 141-145.
- Pfenninger M., Cordellier M. And Streit B. (2006). Comparing the efficacy of morphologic and DNA-based taxonomy in the freshwater gastropod genus *Radix* (Basommatophora, Pulmonata). *BMC Evolutionary Biology*, **6**: 100.
- Pfleger V. 1999. A field guide in colour to Molluscs. *Blitz Editions, Leicester, United Kingdom*, pp. 216.
- Pilsbry, H. A. (1932). A Jamaican fluviatile Nerita. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, pp. 11-13.
- Ponder W. F. and Lindberg D. R. (1997). Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **119**: 83-265.
- Quintero-Galvis, J. and L. RaquelL-Castro (2013). Molecular Phylogeny of the Neritidae (Gastropoda: Neritimorpha) based on the mitochondrial genes cytochrome oxidase I (COI) and 16S RNA; Filogenia molecular de la familia Neritidae (Gastropoda: Neritimorpha) con base en los genes mitocondriales citocromo oxidasa I (COI) y 16S rRNA. *Acta Biológica Colombiana*, **18**: 307-318.



Radić Z. M. i Mihailović V. (2006). Teorijske osnove i proširenje oblasti primene strukturne analize dnevnih hidroloških serija (eng. Theory and new applications of structural analysis of daily hydrologic series). *Vodoprivreda*, **38**: 3-22.

Radoman P. (1973). Contribution a la connaissance des Gasteropodes des eaux douces de Bosnie et d'Herzegovine. *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle de Marseille*, **33**: 227-237.

Radoman P. (1973). New classification of fresh and brackish water Prosobranchia from the Balkans and Asia Minor. *Prirodnjački muzej Beograd, Posebna izdanja*, **32**: 1-30.

Radoman P. (1977). Hydrobiidae auf der Balkanhalbinsel und Kleinasien. *Archiv für Molluskenkunde*, **107**: 203-223.

Rafinesque C. S. (1815). Analyse de la nature, ou tableau de l'univers et des corps organisés. Palermo, pp. 223.

Razali N. M. and Wah Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, **2**: 21-33.

Reischütz A. and Reischütz P. L. (2007). Rote Liste der Weichtiere (Mollusca) Österreichs, pp. 150.

.....

Roger E. J. (1934). Observations sur les Variations de la Dent Laterale de la Radula des "Theodoxia" Mollusques Gastropodes Neritides. *Journal de Conchyliologie*, **78**: 78-79.

Roth, G. (1984): Intraspezifische Variabilität von Gehäuse, Operculum und Radula bei *Theodoxus (Neritaea) jordani* in den Levanteländern (Gastropoda: Neritidae). *Mitteilungen der deutschen malakologischen Gesellschaft*, **37**: 217-222.

Royston J. (1982). An Extension of Shapiro and Wilk's W Tests for Normality to Large Samples. *Applied Statistics*, **31**: 115-124.

Royston P. (1995). Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS181: The W-test for Normality. *Journal of the Royal Statistical Society*, **44**: 547-551.

Russell H. D. (1941). The recent mollusks of the family Neritidae of the Western Atlantic. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, **88**: 347-404.

- Schilthuzen M. (2003). Sexual selection on land snail shell ornamentation: a hypothesis that may explain shell diversity. *BMC Evolutionary Biology*, **3**: 13.
- Schütt H. (1959). Zur Höhlenschneckenfauna Montenegros. *Archiv für Molluskenkunde*, **88**: 185-190.
- Schütt H. (1963). Vier bemerkenswerte Huhlschnecken. *Archiv für Molluskenkunde*, **92**: 205-213.
- Schütt H. (1963): Vier bemerkenswerte Höhlenschnecken. *Archiv für Molluskenkunde*, Frankfurt, **92**: 205- 213.
- Schütt H. (1987). The dissemination of *Theodoxus* species in Greece, including the islands (Mollusca: Prosobranchia). *Biologia Gallo-Hellenica* **12**: 283–290.
- Schütt H. (1988). Über die gekielte Variante von *Theodoxus danubialis* (C. Pfeiffer). *Mitteilungender deutschen malakozoologischen Gesellschaft*, Frankfurt, **42**: 25-27.
- Schütt H. (1988). Über eine gekielte Variante von *Theodoxus danubialis* (C. Pfeiffer). *Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*. **42**: 25-27
- .....
- Shapiro S. S. and Wilk M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, **52**: 591-611.
- Simić V., Simić S., Petrović A., Paunović M., Šorić V. and Dimitrijević V. (2006). Biodiversity in aquatic ecosystems in Serbia, ex situ conservation (BAES ex situ). <http://baes.pmf.kg.ac.rs>.
- Simonović P. D. (2004). Principi zoološke sistematike. Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, pp. 165.
- Sîrbu I. and Benedek A. M. (2005). The genus *Theodoxus* Monfort 1810 (Mollusca, Gastropoda, Neritidae) in the Romanian Inner Carpathian Basin. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute*, **11**: 92-98.
- Skoog G. (1971). Variations in the distribution of *Theodoxus fluviatilis* on stony localities in the northern Baltic proper. *Thalassia Jugoslavica*, **7**: 363-372.

- Skoog G. (1976). Effects of acclimatization and physiological state on the tolerance to high temperatures and reactions to desiccation of *Theodoxus fluviatilis* and *Lymnaea peregra*. *Oikos*, 50-56.
- Skoog G. (1978). Influence of natural food items on growth and egg production in brackish water populations of *Lymnaea peregra* and *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca). *Oikos*, 340-348.
- Solymos P. and Feher Z. (2011). *Theodoxus transversalis*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. Available via [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Cited 03 December 2013.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Strong E.E., Gargominy O., Ponder W. F. and Bouchet P. (2008). Global Diversity of Gastropods (Gastropoda; Mollusca) in Freshwater. *Hydrobiologia*, **595**: 149-166.
- Tchernov E. (1975). The molluscs of the Sea of Galilee. *Malacologia*, **15**: 147-184.
- Ter Braak CJF (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, **67**: 1167-1179.
- Ter Braak CJF and Verdonschot PF (1995). Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic sciences*, **57**: 255-289.
- Thiele J. (1929). Handbuch der systematischen Weichtierkunde. Teil 1-2, G. Fischer Verlag, Jena, pp 778.
- Thompson B. (2004). Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding Concepts and Applications. American Psychological Association.
- Turton W. (1840). A manual of the land and fresh-water shells of the British Islands. Longman, Orme, Brown, Green, and Longmans, pp 335.
- Van Damme D. (2014). *Theodoxus jordani*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 15 July 2014.

Van Damme D. and Seddon M.B. (2014). *Theodoxus anatolicus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 15 July 2014.

Yildirim M. Z. (1999). The Prosobranchia (Gastropoda: Mollusca) species of Turkey and their zoogeographic distribution. 1. Fresh and brackish water. (Türkiye Prosobranchia (Gastropoda: Mollusca) Türleri ve Zoocoğrafik Yayılışları. 1. Tatlı ve Acı Sular). *Turkish Journal of Zoology*, **23**: 877-900.

Young L. J. and Young J. H. (1998). Statistical ecology: a population perspective. Boston. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 565.

Zettler M. and Van Damme D. (2010). *Theodoxus meridionalis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 15 July 2014.

Zettler M. L., Frankowski J., Bochert R. and Rohner M. (2004). Morphological and ecological features of *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758) from Baltic brackish water and German freshwater populations. *Journal of Conchology*, **38**: 305-316.

Zettler, M. L. (2008). Zur Taxonomie und Verbreitung der Gattung *Theodoxus* Montfort, 1810 in Deutschland. Darstellung historischer und rezenter Daten einschließlich einer Bibliographie. *Mollusca*, **26**: 13-72.

Zhalay E. I., Mezhzherin S. V., Shubrat Y. V. and Garber A. V. (2008). On species composition of aquatic snail *Theodoxus* genus (Gastropoda, Neritidae) in the lower Danube: solution of the problem with allozymes analysis. *Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. Series Biology* (In Ukrainian, English summary), **23**: 205-208.

Жалай Е.И., Межжерин С.В., Шубрат Ю.В., Гарбар А.В. (2008). Про видовий склад молюсків роду *Theodoxus* (Gastropoda, Neritidae) басейну Нижнього Дунаю: рішення проблеми шляхом аналізу алозимів. *Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія, Випуск*, **23**: 205-208

Стадниченко А. П., Тарасова Ю. В. (2012). *Theodoxus jordani* (Mollusca, Gastropoda, Retinibranchia, Neritidae) із постійних водойм Ізраїля. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки, **19**: 64-70.

Шубрат Ю. В. (2007). Комплексний аналіз конхіологічних ознак видів роду *Theodoxus* України. Вісник Львівського університету. Серія біологічна, **45**: 154-159.

#### Biografija autora

Vanja M. Marković je rođen 05.09.1975. u Virovitici, SR Hrvatska, SFRJ. Osnovnu školu je završio u Indiji, a gimnaziju u Beogradu. Školske 1996/97. upisuje Biološki fakultet, smer opšta biologija na Beogradskom Univerzitetu. Diplomirao je 2005. god., stekavši zvanje diplomiranog biologa. Doktorske studije je upisao školske 2008/09. na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. U decembru 2009. god. počinje da radi na odeljenju Hidroekologije i zaštite voda, Instituta za biološka istraživanja „dr. Siniša Stanković“, Univerziteta u Beogradu, prvo kao pripravnik, a potom kao stručni saradnik. Tokom dosadašnjeg rada učestvovao je na nekoliko domaćih i međunarodnih kongresa, i učestvovao na domaćim i međunarodnim projektima.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а ВАЊА МАРКОВИЋ

број уписа \_\_\_\_\_

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

МОРФОЛОШКА ВАРИЈАБИЛНОСТ И УЧЕСТУЈУЋИНА РОДА  
THEODOXUS MONTFORT 1810 (HEPTOMERNA, GASTROPODA)  
У СЕНТРАЛНОМ ДЕЛУ БАЛКАНСКОГ ПОЛУОСТРВА  
И НА СЈЕЧНОМ ОДВОДУ РАЧУНСКЕ НИЗИНЕ

- 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, \_\_\_\_\_

Ванја

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора ВАЏА МАРКОВИЋ

Број уписа \_\_\_\_\_

Студијски програм МОРФОЛОГИЈА СИСТЕМАТИКА И ФИЛОГЕНЕТИКА <sup>НИКОЛИЋА</sup>

Наслов рада МОРФ. ДАТИЈАБ. И ГИСТРИБУЦИЈА ПОДАТКА ОД *THEOPHILUS* ...

Ментор ДР. ВЕРА НИКОЛИЋ ДР. МОМИР ПАЧУБИЋ

Потписани ВАЏА МАРКОВИЋ

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, \_\_\_\_\_

Wts

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

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

Морфолошка варијабилност и учешће у саставу речи THEODOXUS  
МОНТГОМЕРИ, 1890 (НЕВТОМОНЕРИ, СТОМОНА) У ЦЕНТРАЛНОМ ДЕЛУ  
БАЛКАНСКОГ ПОЛУОСТРВА И НАЈУЖЊИМ ОБЛАСТИМА ИТАЛИЈЕ  
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).

У Београду, \_\_\_\_\_

Потпис докторанда





1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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.

## Prilog 2

### Tabele i Grafici – Morfometrijske analize

#### A) RECENTNI PODACI

##### 1. PULIRANI PODACI

ulaz -236 jedinki sa kompletnim setom podataka za multivarijantne analize

Tabela 1 – Ejen vrednosti faktorske analize (k1, centrid, varimax normalizacija)

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	6.271888	34.84382	6.27189	34.84382
2	3.054976	16.97209	9.32686	51.81591
3	1.749960	9.72200	11.07682	61.53791
4	1.405500	7.80833	12.48232	69.34624
5	0.899305	4.99614	13.38163	74.34238

Tabela 2 Opterećenja odabranih faktora morfometrijskim parametrima (označena su opterećenja veća od 0.7 i odgovarajući parametri)

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>	<b>Factor 5</b>
Š/D	-0.023903	0.231856	0.000352	<b>-0.920648</b>	0.050294
V/D	-0.282231	0.263978	-0.535435	-0.681073	-0.014797
V/Š	-0.373305	0.092534	<b>-0.769168</b>	0.036218	-0.067357
OV/OD	-0.209510	-0.038311	-0.260721	-0.015426	0.442468
AGŠ/OD	<b>0.927980</b>	-0.134687	0.230846	0.190796	0.025071
AGV/OV	0.690577	-0.143024	0.354418	0.168212	0.012854
AGŠ/AGV	0.554979	0.010460	-0.051960	0.076794	0.049206
DS/D	-0.167248	0.268481	-0.463553	-0.274409	-0.116579
ŠA/D	-0.312239	0.275402	-0.149576	-0.537932	-0.678817
OD/ŠA	0.154710	-0.000409	0.074744	-0.050439	0.584167
D3/ŠA	0.331942	-0.078324	0.614213	0.474705	0.451367
D1/Š1	0.221491	<b>0.752907</b>	-0.344965	0.092013	0.302487
D2/Š2	0.105141	<b>-0.832032</b>	0.000119	0.487669	0.134633
D2/D3	0.077010	<b>-0.895257</b>	-0.302705	0.133571	0.184061
D1/D	-0.135661	<b>0.725495</b>	-0.623998	-0.206634	0.038178
D2/D	0.114560	<b>-0.958555</b>	0.018458	0.187584	0.119434
D3/D	0.037538	0.257539	<b>0.881659</b>	0.047310	-0.221796

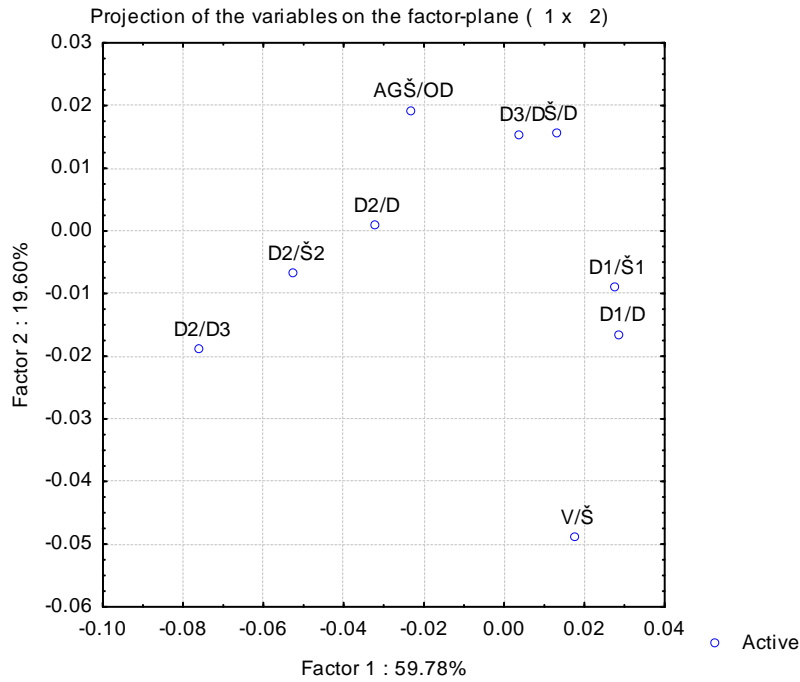
N1/N2	0.471408	0.052124	0.271385	-0.135370	0.134634
Expl.Var	2.490313	3.901086	3.199304	2.338736	1.452189
Prp.Totl	0.138351	0.216727	0.177739	0.129930	0.080677
	Prp.Totl	0.130860	0.228107	0.129258	0.191576

tabela 3 – Eigenrednosti PCA

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	<b>0.012194</b>	<b>59.77912</b>	<b>0.012194</b>	<b>59.7791</b>
2	<b>0.003999</b>	<b>19.60185</b>	<b>0.016193</b>	<b>79.3810</b>
3	<b>0.001826</b>	<b>8.95123</b>	<b>0.018019</b>	<b>88.3322</b>
4	<b>0.001318</b>	<b>6.46225</b>	<b>0.019337</b>	<b>94.7944</b>
5	0.000833	4.08568	0.020170	98.8801
6	0.000181	0.88883	0.020352	99.7689
7	0.000045	0.22057	0.020397	99.9895
8	0.000002	0.01049	0.020399	100.0000

Tabela 4– Opterećenja glavnih PC osa

	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>	<b>PC 4</b>
Š/D	0.33720	0.39658	-0.69255	-0.45272
V/Š	0.32061	<b>-0.89456</b>	0.03655	-0.01914
AGŠ/OD	-0.50687	0.41736	0.55940	-0.42566
<b>D1/Š1</b>	<b>0.70751</b>	-0.22832	0.35970	-0.34688
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.95775</b>	-0.12381	0.15669	0.16581
<b>D2/D3</b>	<b>-0.94703</b>	-0.23570	-0.13660	-0.15200
<b>D1/D</b>	<b>0.79494</b>	-0.45610	0.04229	-0.28537
<b>D2/D</b>	<b>-0.98916</b>	0.02991	-0.10713	0.02137
<b>D3/D</b>	0.18801	<b>0.76785</b>	0.09879	0.47609



Slika 1 Ispitivani parametri u prostoru prve dve PC ose

#### DA analiza

Tabela 5 –Kvadratne Mahalanobis distance između grupa/vrsta

	dan	flu	tra
Dan	0.00000	15.55355	10.60819
Flu	15.55355	0.00000	9.37601
Tra	10.60819	9.37601	0.00000

Tabela 6 F test značajnosti razlika mahalanobis distanci (F (6, 239))

	dan F	dan p	flu F	flu p	tra F	tra p
Dan			143.1272	0.00	28.59264	0.00
flu	143.1272	0.00			24.51565	0.00
tra	28.5926	0.00	24.5157	0.00		

Tabela 7 DA klasifikaciona matrica ispitivanih vrsta (udeo tačnih klasifikacija za date grupe)

	<b>Percent Correct</b>	<b>dan p=.5101</b>	<b>flu p=.4130</b>	<b>tra p=.0769</b>
<b>Dan</b>	98.41270	124.0000	2.0000	0.00000
<b>Flu</b>	98.03922	1.0000	100.0000	1.00000
<b>Tra</b>	73.68421	4.0000	1.0000	14.00000
<b>Total</b>	96.35628	129.0000	103.0000	15.00000

## 2. *Theodoxus danubialis*

Tabela 8 Eigenvrednosti faktorske analize

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	3.296490	18.31383	3.29649	18.31383
2	3.115206	17.30670	6.41170	35.62053
3	3.044721	16.91512	9.45642	52.53565
4	1.385374	7.69652	10.84179	60.23217
5	1.468652	8.15918	12.31044	68.39135

Tabela 9 Opterećenja faktorima odabranih faktorskih osa

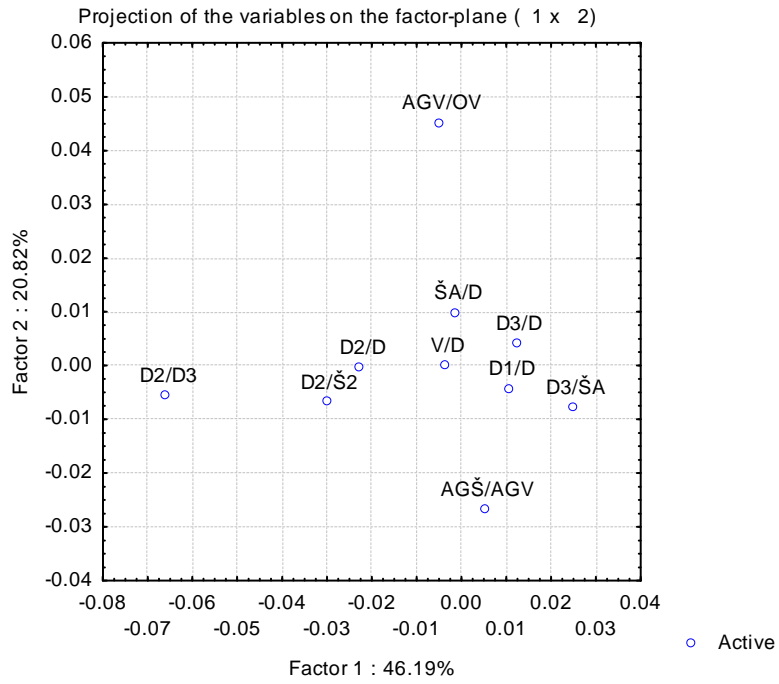
	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>	<b>Factor 5</b>
Š/D	0.205889	-0.147306	-0.124637	-0.541596	0.567713
V/D	0.139707	0.395759	0.011381	-0.234210	<b>0.718014</b>
V/Š	-0.074757	0.682144	0.256466	0.404937	0.149455
OV/OD	-0.667763	0.076294	0.182507	0.165367	0.164435
AGŠ/OD	0.153746	0.093821	-0.138899	-0.229986	-0.660246
AGV/OV	<b>0.862839</b>	0.011125	0.107692	-0.184052	-0.124253
AGŠ/AGV	<b>-0.730879</b>	0.105223	-0.186973	0.020233	-0.375570
DS/D	0.198168	0.356523	-0.143561	0.075605	0.019876
ŠA/D	0.201766	-0.155418	-0.418249	<b>-0.768387</b>	-0.131453
OD/ŠA	-0.122202	0.078526	0.154283	0.241915	0.310511
D3/ŠA	-0.115339	-0.202755	-0.152994	<b>0.888802</b>	0.022988
D1/Š1	-0.348231	0.626325	-0.240670	-0.246232	-0.029762
D2/Š2	0.016090	-0.211782	<b>0.842007</b>	0.354230	-0.003248
D2/D3	0.047430	-0.098308	<b>0.958282</b>	0.004472	0.117084
D1/D	-0.239571	<b>0.811822</b>	-0.249393	-0.326027	0.020093
D2/D	0.114178	-0.357619	<b>0.882207</b>	0.115395	0.085769
D3/D	0.129063	-0.487626	<b>-0.769360</b>	0.227612	-0.126120
N1/N2	0.002005	-0.481902	0.011917	-0.037224	-0.005552
Expl.Var	2.134799	2.571757	3.541094	2.430237	1.632556
Prp.Totl	0.118600	0.142875	0.196727	0.135013	0.090698

Tabela 10 Eigen vrednosti PCA

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	<b>0.006719</b>	<b>46.19337</b>	<b>0.006719</b>	<b>46.1934</b>
2	<b>0.003029</b>	<b>20.82418</b>	<b>0.009747</b>	<b>67.0175</b>
3	<b>0.002311</b>	<b>15.88924</b>	<b>0.012058</b>	<b>82.9068</b>
4	<b>0.001119</b>	<b>7.69100</b>	<b>0.013177</b>	<b>90.5978</b>
5	<b>0.000735</b>	<b>5.05597</b>	<b>0.013912</b>	<b>95.6538</b>
6	0.000531	3.65204	0.014444	99.3058
7	0.000097	0.66697	0.014541	99.9728
8	0.000003	0.01797	0.014543	99.9907
9	0.000001	0.00926	0.014545	100.0000

Tabela 11 Opterećenja najvažnijih PC osa

	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>	<b>PC5</b>
V/D	-0.144542	0.006787	-0.468225	-0.179726	0.247252
<b>AGV/OV</b>	-0.100697	<b>0.920747</b>	-0.012483	-0.364938	-0.089922
AGŠ/AGV	0.125721	-0.644409	-0.491812	-0.471553	-0.320870
ŠA/D	-0.053903	0.387993	-0.674651	0.509718	-0.355989
D3/ŠA	0.564374	-0.175345	0.766688	-0.194461	-0.098075
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.852815</b>	-0.188108	0.410882	-0.048726	-0.090634
<b>D2/D3</b>	<b>-0.991445</b>	-0.081722	0.057814	-0.054986	0.021305
D1/D	0.455187	-0.177538	-0.305080	-0.387649	0.675847
<b>D2/D</b>	<b>-0.950813</b>	-0.006052	0.157251	0.096481	-0.225247
D3/D	0.655333	0.230974	0.180468	0.362708	-0.558730



Slika 2 Položaj faktora u prostoru prve dve PC ose



Tabela 12 Kvadratne mahanalobis distance

	<b>banja_dan</b>	<b>bosna_istok_dan</b>	<b>dri_jel_dan</b>	<b>lepen_dan</b>	<b>lim_dan</b>	<b>niš_dan</b>	<b>sa_or_dan</b>	<b>sa_šam_dan</b>	<b>bosna_zapad:dan</b>	<b>vm_var_dan</b>
banja_dan	0.00000	1.893384	4.521694	3.909935	2.894192	10.00606	4.536775	3.244089	3.500300	4.084701
bosna_istok_dan	1.89338	0.000000	3.693971	0.825586	0.361156	4.26790	0.721564	0.680545	1.309118	1.352789
dri_jel_dan	4.52169	3.693971	0.000000	3.528296	2.157019	9.76763	5.884372	2.303195	4.610271	2.255148
lepen_dan	3.90994	0.825586	3.528296	0.000000	0.599789	6.03261	1.629498	0.669564	3.562075	1.174071
lim_dan	2.89419	0.361156	2.157019	0.599789	0.000000	4.13023	1.049810	0.315516	1.489736	0.607982
niš_dan	10.00606	4.267896	9.767628	6.032608	4.130233	0.00000	2.175326	5.441769	2.331788	4.558682
sa_or_dan	4.53678	0.721564	5.884372	1.629498	1.049810	2.17533	0.000000	1.250546	1.077310	2.460729
sa_šam_dan	3.24409	0.680545	2.303195	0.669564	0.315516	5.44177	1.250546	0.000000	1.961232	1.644898
bosna_zapad:dan	3.50030	1.309118	4.610271	3.562075	1.489736	2.33179	1.077310	1.961232	0.000000	2.887783
vm_var_dan	4.08470	1.352789	2.255148	1.174071	0.607982	4.55868	2.460729	1.644898	2.887783	0.000000

Tabela 13 Značajnost određenih kvadratnih mahalanobis distanci (F (4, 108))

	banja_dan	bosna_istok_dan	dri_jel_dan	lepen_dan	lim_dan	niš_dan	sa_or_dan	sa_šam_dan	bosna_zapad:dan	vm_var_dan
banja_dan F		2.00968	7.16953	7.10129	5.63194	12.98083	6.35639	5.65977	4.14607	9.02274
banja_dan p		0.098216	0.000037	0.000041	0.000372	0	0.000124	0.000357	0.003656	0.000003
bosna_istok_dan F	2.009685		3.488424	0.843436	0.38334	3.559326	0.631856	0.679577	1.028787	1.535598
bosna_istok_dan p	0.098216		0.010148	0.500632	0.820141	0.00909	0.640828	0.607579	0.395846	0.197002
dri_jel_dan F	7.16953	3.48842		5.28672	3.42014	11.00421	7.0851	3.33808	4.79717	3.95984
dri_jel_dan p	0.000037	0.010148		0.00063	0.011283	0	0.000042	0.012816	0.001336	0.004881
lepen_dan F	7.101288	0.843436	5.286722		1.089346	7.470354	2.171388	1.097843	4.043437	2.398913
lepen_dan p	0.000041	0.500632	0.00063		0.365547	0.000024	0.077023	0.36145	0.004287	0.054533
lim_dan F	5.631941	0.38334	3.420139	1.089346		5.35814	1.470869	0.550462	1.764575	1.342977
lim_dan p	0.000372	0.820141	0.011283	0.365547		0.000565	0.216081	0.699073	0.141272	0.258748
niš_dan F	12.98083	3.55933	11.00421	7.47035	5.35814		2.24104	6.55534	2.11752	6.42379
niš_dan p	0	0.00909	0	0.000024	0.000565		0.069323	0.000092	0.08354	0.000112
sa_or_dan F	6.35639	0.631856	7.085102	2.171388	1.470869	2.241035		1.617721	1.031815	3.770901
sa_or_dan p	0.000124	0.640828	0.000042	0.077023	0.216081	0.069323		0.175016	0.394285	0.006545
sa_šam_dan F	5.659771	0.679577	3.338076	1.097843	0.550462	6.555336	1.617721		2.170607	3.21265
sa_šam_dan p	0.000357	0.607579	0.012816	0.36145	0.699073	0.000092	0.175016		0.077114	0.015568
bosna_zapad:dan F	4.146066	1.028787	4.797174	4.043437	1.764575	2.117516	1.031815	2.170607		3.687778
bosna_zapad:dan p	0.003656	0.395846	0.001336	0.004287	0.141272	0.08354	0.394285	0.077114		0.007446
vm_var_dan F	9.022743	1.535598	3.959842	2.398913	1.342977	6.42379	3.770901	3.21265	3.687778	
vm_var_dan p	0.000003	0.197002	0.004881	0.054533	0.258748	0.000112	0.006545	0.015568	0.007446	

Tabela 14 Klasifikaciona matrica DA

	<b>Percent Correct</b>	<b>banja_dan p=.1322</b>	<b>bosna_istok_dan p=.0496</b>	<b>dri_jel_dan p=.0909</b>	<b>lepen_dan p=.1157</b>	<b>lim_dan p=.1322</b>	<b>niš_dan p=.0661</b>	<b>sa_or_dan p=.0744</b>	<b>sa_šam_dan p=.1074</b>	<b>bosna_zapad:dan p=.0579</b>	<b>vm_var_dan p=.1736</b>
banja_dan	87.50000	14.00000	0.000000	1.00000	0.00000	0.000000	0.00000	0.000000	0.00000	0.000000	1.00000
bosna_istok_dan	0.00000	3.00000	0.000000	0.00000	0.00000	1.000000	0.00000	0.000000	1.00000	0.000000	1.00000
dri_jel_dan	45.45455	1.00000	0.000000	5.00000	0.00000	0.000000	0.00000	0.000000	3.00000	0.000000	2.00000
lepen_dan	28.57143	2.00000	0.000000	0.00000	4.00000	3.000000	1.00000	0.000000	0.00000	0.000000	4.00000
lim_dan	0.00000	2.00000	0.000000	2.00000	3.00000	0.000000	4.00000	0.000000	1.00000	2.000000	2.00000
niš_dan	75.00000	0.00000	0.000000	0.00000	0.00000	0.000000	6.00000	1.000000	0.00000	1.000000	0.00000
sa_or_dan	33.33333	0.00000	0.000000	0.00000	0.00000	1.000000	1.00000	3.000000	0.00000	0.000000	4.00000
sa_šam_dan	23.07692	2.00000	0.000000	2.00000	3.00000	0.000000	0.00000	1.000000	3.00000	0.000000	2.00000
bosna_zapad:dan	0.00000	1.00000	0.000000	0.00000	0.00000	1.000000	0.00000	1.000000	1.00000	0.000000	3.00000
vm_var_dan	57.14286	3.00000	0.000000	2.00000	1.00000	1.000000	0.00000	1.000000	1.00000	0.000000	12.00000
<b>Total</b>	<b>38.84298</b>	<b>28.00000</b>	<b>0.000000</b>	<b>12.00000</b>	<b>11.00000</b>	<b>7.000000</b>	<b>12.00000</b>	<b>7.000000</b>	<b>10.00000</b>	<b>3.000000</b>	<b>31.00000</b>

### 3. *Theodoxus fluviatilis*

Tabela 15 - korelacije

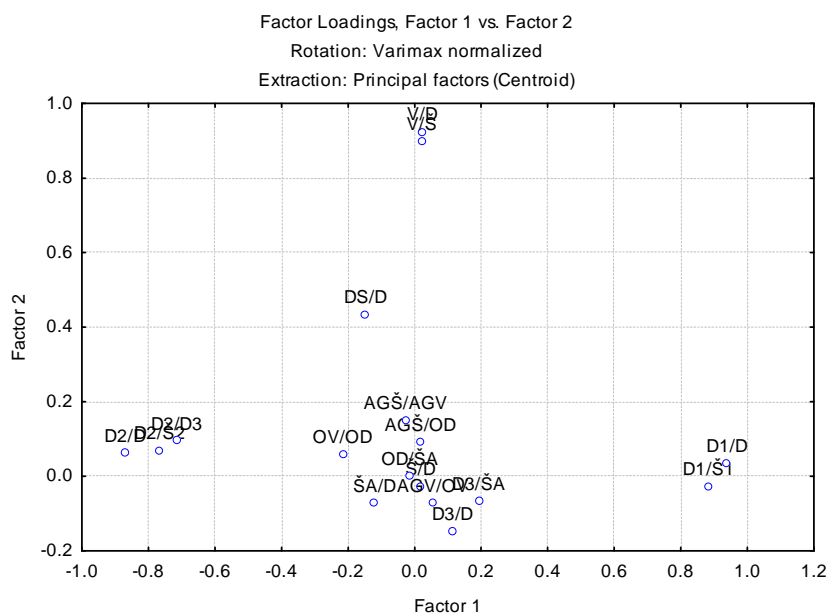
	D	Š/D	V/D	V/Š	OV/OD	AGŠ/OD	AGV/OV	AGŠ/AGV	DS/D	ŠA/D	OD/ŠA	D3/ŠA	D1/Š1	D2/Š2	D2/D3	D1/D	D2/D	D3/D	N1/N2
D	1.00	-0.51	0.25	0.49	0.24	-0.11	-0.31	0.10	0.45	-0.19	-0.39	-0.32	0.26	0.22	0.21	0.34	0.07	-0.50	0.12
Š/D	-0.51	1.00	-0.02	-0.58	-0.50	-0.33	0.14	-0.43	0.05	0.07	0.45	0.60	0.15	-0.74	-0.61	0.08	-0.52	0.69	0.26
V/D	0.25	-0.02	1.00	0.83	-0.10	-0.12	-0.06	-0.11	0.39	-0.15	0.07	-0.10	0.53	-0.24	-0.19	0.63	-0.34	-0.24	0.11
V/Š	0.49	-0.58	0.83	1.00	0.19	0.08	-0.11	0.13	0.30	-0.17	-0.18	-0.41	0.35	0.22	0.19	0.47	0.01	-0.58	-0.06
OV/OD	0.24	-0.50	-0.10	0.19	1.00	-0.20	-0.55	0.24	-0.16	-0.20	-0.21	-0.40	0.00	0.39	0.41	0.15	0.27	-0.59	-0.22
AGŠ/OD	-0.11	-0.33	-0.12	0.08	-0.20	1.00	0.45	0.67	-0.06	-0.12	-0.36	0.03	-0.19	0.34	0.21	-0.27	0.26	-0.06	0.42
AGV/OV	-0.31	0.14	-0.06	-0.11	-0.55	0.45	1.00	-0.35	-0.33	0.23	-0.02	0.23	0.05	-0.15	-0.27	-0.17	-0.17	0.45	0.36
AGŠ/AGV	0.10	-0.43	-0.11	0.13	0.24	0.67	-0.35	1.00	0.23	-0.38	-0.28	-0.09	-0.26	0.46	0.42	-0.16	0.40	-0.41	0.14
DS/D	0.45	0.05	0.39	0.30	-0.16	-0.06	-0.33	0.23	1.00	-0.54	0.26	0.02	0.18	0.07	0.20	0.25	0.09	-0.43	0.07
ŠA/D	-0.19	0.07	-0.15	-0.17	-0.20	-0.12	0.23	-0.38	-0.54	1.00	-0.42	-0.45	-0.24	-0.04	-0.09	-0.37	0.05	0.36	-0.09
OD/ŠA	-0.39	0.45	0.07	-0.18	-0.21	-0.36	-0.02	-0.28	0.26	-0.42	1.00	0.48	0.03	-0.30	-0.17	0.10	-0.18	0.16	-0.28
D3/ŠA	-0.32	0.60	-0.10	-0.41	-0.40	0.03	0.23	-0.09	0.02	-0.45	0.48	1.00	0.29	-0.67	-0.69	0.24	-0.63	0.66	0.35
D1/Š1	0.26	0.15	0.53	0.35	0.00	-0.19	0.05	-0.26	0.18	-0.24	0.03	0.29	1.00	-0.65	-0.65	0.94	-0.81	0.11	0.36
D2/Š2	0.22	-0.74	-0.24	0.22	0.39	0.34	-0.15	0.46	0.07	-0.04	-0.30	-0.67	-0.65	1.00	0.97	-0.59	0.95	-0.73	-0.37
D2/D3	0.21	-0.61	-0.19	0.19	0.41	0.21	-0.27	0.42	0.20	-0.09	-0.17	-0.69	-0.65	0.97	1.00	-0.56	0.97	-0.80	-0.41
D1/D	0.34	0.08	0.63	0.47	0.15	-0.27	-0.17	-0.16	0.25	-0.37	0.10	0.24	0.94	-0.59	-0.56	1.00	-0.75	-0.05	0.27
D2/D	0.07	-0.52	-0.34	0.01	0.27	0.26	-0.17	0.40	0.09	0.05	-0.18	-0.63	-0.81	0.95	0.97	-0.75	1.00	-0.62	-0.40
D3/D	-0.50	0.69	-0.24	-0.58	-0.59	-0.06	0.45	-0.41	-0.43	0.36	0.16	0.66	0.11	-0.73	-0.80	-0.05	-0.62	1.00	0.29
N1/N2	0.12	0.26	0.11	-0.06	-0.22	0.42	0.36	0.14	0.07	-0.09	-0.28	0.35	0.36	-0.37	-0.41	0.27	-0.40	0.29	1.00

Tabela 16 eigenvrednosti FA

	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	4.506874	26.51102	4.50687	26.51102
2	2.791821	16.42248	7.29870	42.93350
3	1.516718	8.92187	8.81541	51.85537
4	1.663647	9.78616	10.47906	61.64153
5	1.313109	7.72417	11.79217	69.36570
6	1.231551	7.24442	13.02372	76.61012

Tabela 17 Opterećenja odabranih faktorskih osa

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
Š/D	0.017369	-0.026663	-0.101951	-0.141191	<b>0.855141</b>	-0.125638
V/D	0.022937	<b>0.925890</b>	0.038561	-0.089160	0.150600	-0.121923
V/Š	0.021258	<b>0.899543</b>	0.073889	0.014157	-0.413789	-0.037548
OV/OD	-0.217084	0.059653	0.100631	0.024274	-0.022789	-0.439749
AGŠ/OD	0.016782	0.091571	0.636774	0.083486	-0.058771	0.662811
<b>AGV/OV</b>	0.055049	-0.070050	-0.145849	0.062756	-0.134185	<b>0.897986</b>
<b>AGŠ/AGV</b>	-0.026777	0.152388	<b>0.811859</b>	0.066855	0.097008	-0.123693
DS/D	-0.148075	0.435730	0.259705	0.106731	0.043147	0.032330
Š/A/D	-0.120813	-0.071142	-0.227596	<b>-0.863779</b>	0.240637	0.005895
OD/ŠA	-0.013983	0.002149	0.089237	0.340828	0.383403	-0.046442
<b>D3/ŠA</b>	0.192917	-0.066721	-0.412360	<b>0.802136</b>	0.200504	0.147053
<b>D1/Š1</b>	<b>0.884305</b>	-0.026436	0.151777	-0.005187	-0.132489	0.086317
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.766189</b>	0.069981	0.319170	-0.078897	-0.488635	-0.075783
<b>D2/D3</b>	<b>-0.714681</b>	0.096361	0.477483	-0.140080	-0.249380	-0.190451
<b>D1/D</b>	<b>0.938755</b>	0.035036	0.175866	0.086229	-0.186459	0.053587
<b>D2/D</b>	<b>-0.870119</b>	0.062226	0.304996	-0.140529	-0.137736	-0.166911
<b>D3/D</b>	0.113526	-0.146761	<b>-0.702237</b>	0.101882	0.458593	0.188224
Expl.Var	3.657435	1.948132	2.380571	1.624581	1.786080	1.626922
Prp.Totl	0.215143	0.114596	0.140034	0.095564	0.105064	0.095701



Slika 3 Parametri u prostoru prve dve faktorske ose PCA

Tabela 18 Eigenvrednosti PCA (96 jedinki obrađeno)

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	<b>0.009545</b>	<b>41.05214</b>	<b>0.009545</b>	<b>41.0521</b>
2	<b>0.004094</b>	<b>17.60885</b>	<b>0.013639</b>	<b>58.6610</b>
3	<b>0.002740</b>	<b>11.78638</b>	<b>0.016379</b>	<b>70.4474</b>
4	<b>0.002584</b>	<b>11.11613</b>	<b>0.018963</b>	<b>81.5635</b>
5	<b>0.001604</b>	<b>6.89927</b>	<b>0.020567</b>	<b>88.4628</b>
6	<b>0.001226</b>	<b>5.27225</b>	<b>0.021793</b>	<b>93.7350</b>
7	<b>0.000991</b>	<b>4.26172</b>	<b>0.022784</b>	<b>97.9967</b>
8	0.000318	1.36874	0.023102	99.3655
9	0.000127	0.54684	0.023229	99.9123
10	0.000018	0.07635	0.023247	99.9886
11	0.000002	0.00833	0.023249	99.9970
12	0.000001	0.00303	0.023250	100.0000

Tabela 19 Opterećenja odabranih PCA osa

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
Š/D	0.237380	0.095814	0.544384	-0.290087	-0.246023	-0.278026	0.574122
V/D	-0.326114	0.069197	-0.594668	0.070921	0.001974	-0.492188	0.518050
V/Š	-0.413411	-0.006813	-0.824057	0.233161	0.151007	-0.246916	0.089588
<b>AGV/OV</b>	0.013458	<b>-0.962999</b>	-0.037723	0.120929	-0.131380	0.139649	0.137893
AGŠ/AGV	-0.241579	0.575900	-0.282188	-0.002849	-0.099503	0.625247	0.357815
OD/ŠA	0.024766	0.309864	0.145965	0.619190	-0.677600	-0.157844	-0.007625
D3/ŠA	0.482951	0.036003	-0.025557	0.799912	0.214087	0.146823	-0.082896
D1/Š1	0.555677	-0.061715	-0.502872	-0.353450	-0.422255	0.083923	-0.269678
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.933103</b>	-0.071216	-0.005084	0.187597	0.138059	0.107933	-0.197640
<b>D2/D3</b>	<b>-0.987436</b>	-0.027186	0.060635	-0.016887	-0.098077	0.011631	-0.044997
D1/D	0.472987	-0.018247	-0.641095	-0.285467	-0.356740	0.103387	-0.235832
<b>D2/D</b>	<b>-0.948440</b>	-0.013900	0.274674	0.092332	0.055969	-0.024555	0.039894
<b>D3/D</b>	<b>0.728712</b>	0.041212	0.400253	0.219381	0.355736	-0.091653	0.231195

Tabela 20 – Kvadratne mahalanobis distance

	du_bez_flu	du_gol_flu	du_rad_flu	du_slan_flu	sa_ja_flu	sa_ša_flu	tisa_nb_flu
du_bez_flu	0.00000	3.66921	0.40473	0.63843	6.96884	20.60333	2.01207
du_gol_flu	3.66921	0.00000	4.69083	5.08252	3.54202	21.04589	4.09978
du_rad_flu	0.40473	4.69083	0.00000	0.81142	9.68289	26.08548	3.40958
du_slan_flu	0.63843	5.08252	0.81142	0.00000	6.81641	21.31317	1.32326
sa_ja_flu	6.96884	3.54202	9.68289	6.81641	0.00000	10.93261	2.71424
sa_ša_flu	20.60333	21.04589	26.08548	21.31317	10.93261	0.00000	14.97830
tisa_nb_flu	2.01207	4.09978	3.40958	1.32326	2.71424	14.97830	0.00000

Tabela 21 F test značajnosti mahalanobis distanci

	du_bez _flu F	du_bez _flu p	du_gol _flu F	du_gol _flu p	du_rad _flu F	du_rad _flu p	du_slan _flu F	du_slan _flu p	sa_ja _flu F	sa_ja _flu p	sa_ša _flu F	sa_ša _flu p	tisa_nb _flu F	tisa_nb _flu p
du_bez_flu			5.909954	0.000098	0.502501	0.773574	0.920499	0.471839	7.079178	0.000014	3.654362	0.004822	2.901049	0.018182
du_gol_flu	5.909954	0.000098			7.555472	0.000007	9.985553	0.000000	4.428433	0.001241	3.859201	0.003362	8.054781	0.000003
du_rad_flu	0.502501	0.773574	7.555472	0.000007			1.169926	0.330717	9.836192	0.000000	4.626718	0.000879	4.916025	0.000533
du_slan_flu	0.920499	0.471839	9.985553	0.000000	1.169926	0.330717			7.812069	0.000004	3.856789	0.003377	2.274824	0.054228
sa_ja_flu	7.079178	0.000014	4.428433	0.001241	9.836192	0.000000	7.812069	0.000004			1.879426	0.106386	3.110699	0.012571
sa_ša_flu	3.654362	0.004822	3.859201	0.003362	4.626718	0.000879	3.856789	0.003377	1.879426	0.106386			2.710444	0.025406
tisa_nb_flu	2.901049	0.018182	8.054781	0.000003	4.916025	0.000533	2.274824	0.054228	3.110699	0.012571	2.710444	0.025406		



Tabela 22 Klasifikaciona matrica

	Percent Correct	du_bez_flu p=.1354	du_gol_flu p=.2500	du_rad_flu p=.1354	du_slan_flu p=.1875	sa_ja_flu p=.0937	sa_ša_flu p=.0104	tisa_nb_flu p=.1875
du_bez_flu	0.0000	0.000000	1.00000	5.00000	4.00000	0.000000	0.000000	3.00000
du_gol_flu	79.1667	0.000000	19.00000	0.00000	1.00000	1.000000	1.000000	2.00000
du_rad_flu	30.7692	0.000000	5.00000	4.00000	4.00000	0.000000	0.000000	0.00000
du_slan_flu	27.7778	1.000000	1.00000	4.00000	5.00000	1.000000	0.000000	6.00000
sa_ja_flu	44.4444	0.000000	3.00000	0.00000	0.00000	4.000000	0.000000	2.00000
sa_ša_flu	100.0000	0.000000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000000	1.000000	0.00000
tisa_nb_flu	55.5556	1.000000	4.00000	0.00000	3.00000	0.000000	0.000000	10.00000
Total	44.7917	2.000000	33.00000	13.00000	17.00000	6.000000	2.000000	23.00000

B) MUZEJSKI PODACI n-90 jedinki obrađeno (kompletni podaci)

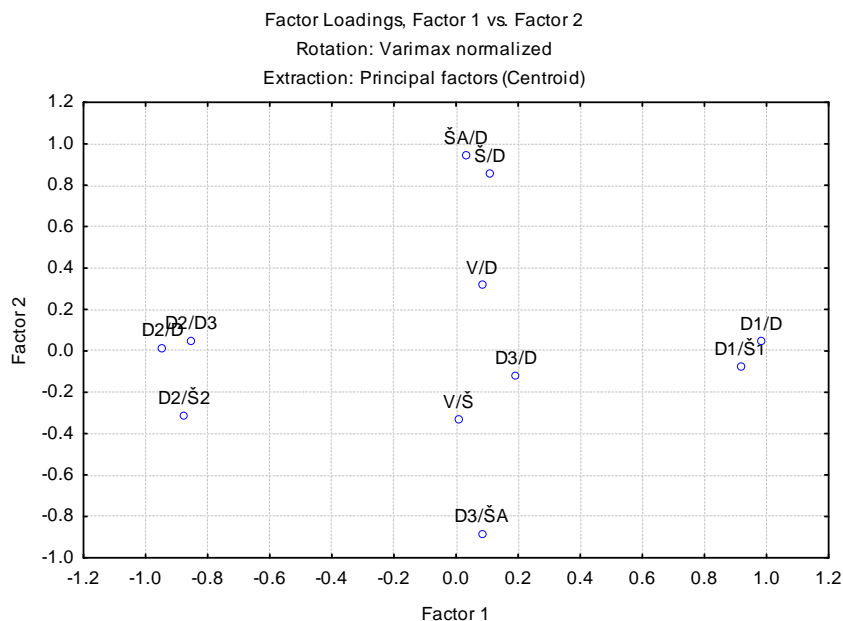
	D	Š/D	V/Š	V/D	ŠA/D	D3/ŠA	D1/Š1	D2/Š2	D2/D3	D1/D	D2/D	D3/D
D	1.00	-0.48	0.43	0.08	-0.54	0.48	0.18	-0.01	-0.20	0.24	-0.22	0.02
Š/D	-0.48	1.00	-0.40	0.33	0.70	-0.66	-0.01	-0.40	-0.03	0.14	-0.07	-0.12
V/Š	0.43	-0.40	1.00	0.73	-0.29	0.16	0.06	0.12	0.02	0.09	-0.01	-0.15
V/D	0.08	0.33	0.73	1.00	0.22	-0.31	0.05	-0.17	0.01	0.18	-0.06	-0.23
ŠA/D	-0.54	0.70	-0.29	0.22	1.00	-0.86	-0.02	-0.33	-0.05	0.05	-0.06	0.03
D3/ŠA	0.48	-0.66	0.16	-0.31	-0.86	1.00	0.08	0.06	-0.30	-0.01	-0.20	0.48
D1/Š1	0.18	-0.01	0.06	0.05	-0.02	0.08	1.00	-0.72	-0.73	0.90	-0.83	0.11
D2/Š2	-0.01	-0.40	0.12	-0.17	-0.33	0.06	-0.72	1.00	0.89	-0.84	0.92	-0.42
D2/D3	-0.20	-0.03	0.02	0.01	-0.05	-0.30	-0.73	0.89	1.00	-0.78	0.97	-0.67
D1/D	0.24	0.14	0.09	0.18	0.05	-0.01	0.90	-0.84	-0.78	1.00	-0.90	0.05
D2/D	-0.22	-0.07	-0.01	-0.06	-0.06	-0.20	-0.83	0.92	0.97	-0.90	1.00	-0.49
D3/D	0.02	-0.12	-0.15	-0.23	0.03	0.48	0.11	-0.42	-0.67	0.05	-0.49	1.00

Tabela 23 –Pirsonove korelacije FA

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	3.880381	35.27619	3.88038	35.27619
2	3.262433	29.65848	7.14281	64.93467
3	1.998484	18.16804	9.14130	83.10271
4	1.164175	10.58341	10.30547	93.68612

Tabela 24 Opterećenja faktorskih osa parametrima

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
<b>Š/D</b>	0.108311	<b>0.859918</b>	-0.066756	0.049433
<b>V/Š</b>	0.008656	-0.332437	<b>0.937619</b>	0.059285
<b>V/D</b>	0.082387	0.317086	<b>0.904845</b>	0.098517
<b>ŠA/D</b>	0.031030	<b>0.946535</b>	0.001323	-0.143826
<b>D3/ŠA</b>	0.082418	<b>-0.883858</b>	-0.083175	-0.357216
<b>D1/Š1</b>	<b>0.916367</b>	-0.076568	0.015219	0.097328
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.875092</b>	-0.310595	-0.005051	0.310536
<b>D2/D3</b>	<b>-0.852644</b>	0.049517	0.015523	0.514700
<b>D1/D</b>	<b>0.982600</b>	0.045464	0.093212	0.111349
<b>D2/D</b>	<b>-0.945236</b>	0.015751	-0.019590	0.319384
<b>D3/D</b>	0.192565	-0.119672	-0.135901	<b>-0.956564</b>
Expl.Var	4.254920	2.749071	1.737288	1.564194
Prp.Totl	0.386811	0.249916	0.157935	0.142199



Slika 4 Parametri u prostoru prve dve fktorske ose

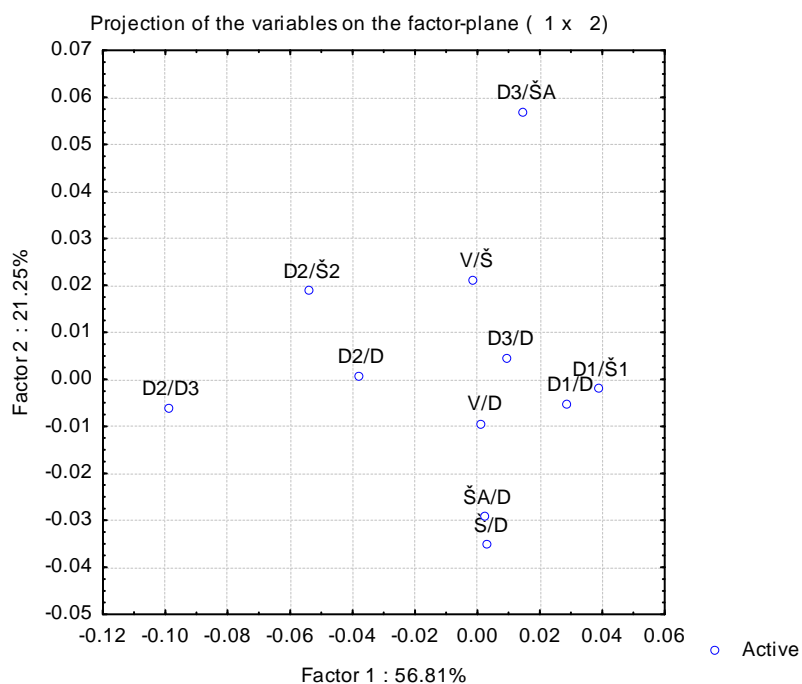
	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	<b>0.016858</b>	<b>56.80746</b>	<b>0.016858</b>	<b>56.8075</b>
2	<b>0.006307</b>	<b>21.25186</b>	<b>0.023164</b>	<b>78.0593</b>
3	<b>0.004082</b>	<b>13.75693</b>	<b>0.027247</b>	<b>91.8163</b>
4	<b>0.001378</b>	<b>4.64491</b>	<b>0.028625</b>	<b>96.4612</b>
5	0.000765	2.57675	0.029390	99.0379
6	0.000204	0.68669	0.029593	99.7246
7	0.000070	0.23680	0.029664	99.9614
8	0.000008	0.02552	0.029671	99.9869
9	0.000002	0.00792	0.029674	99.9949
10	0.000002	0.00514	0.029675	100.0000

Tabela 25 Ejen vrednosti PCA

	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>
<b>Š/D</b>	0.080611	<b>-0.862455</b>	0.045186	-0.284115
V/Š	-0.021676	0.381515	-0.919002	-0.040224
V/D	0.034120	-0.244133	-0.907740	-0.263681
<b>ŠA/D</b>	0.064128	<b>-0.903659</b>	-0.021047	-0.182412
<b>D3/ŠA</b>	0.240550	<b>0.923991</b>	0.188464	-0.139807

<b>D1/Š1</b>	<b>0.807289</b>	-0.042207	-0.138800	0.534605
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.926444</b>	0.324445	0.031255	0.074043
<b>D2/D3</b>	<b>-0.989331</b>	-0.060514	-0.039010	0.094573
<b>D1/D</b>	<b>0.852110</b>	-0.155831	-0.212683	0.370962
<b>D2/D</b>	<b>-0.993665</b>	0.017034	0.046467	-0.068422
D3/D	0.563430	0.270596	0.316637	-0.580929

Tabela 26 Opterećenja PC osa



Slika 5 Parametri u prostoru prve dve PC ose DA-vrste

Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (ulaz-PCA ODABRANI za DA)

Sigma-restricted parameterization

	<b>Eigenvalue</b>	<b>Canonical R</b>	<b>Wilk's Lambda</b>	<b>Chi-Sqr.</b>	<b>df</b>	<b>p-level</b>
0	0.686144	0.637911	0.593069	43.88533	8.000000	0.000001

Tabela 27

	<b>dan</b>	<b>tra</b>
<b>dan</b>	0.000000	4.378938

<b>tra</b>	4.378938	0.000000
------------	----------	----------

Tabela 28 Distance F tests with 8 and 81. degrees of freedom Sigma-restricted parameterization

	<b>dan F</b>	<b>dan p</b>	<b>tra F</b>	<b>tra p</b>
<b>dan</b>			6.947211	0.000001
<b>tra</b>	6.947211	0.000001		

Tabela 29 test značajnosti distanci Classification Matrix (ulaz-PCA ODABRANI za DA) Rows: Observed classifications Columns: Predicted classifications

	<b>Percent Correct</b>	<b>dan p=.8111</b>	<b>tra p=.1889</b>
dan	95.89041	70.00000	3.00000
tra	70.58824	5.00000	12.00000
Total	91.11111	75.00000	15.00000

Tabela 30 DA - Populacije

	<b>Eigenvalue</b>	<b>Canonici R</b>	<b>Wilk's Lambda</b>	<b>Chi-Sqr.</b>	<b>df</b>	<b>p-level</b>
0	1.681600	0.791889	0.104636	181.7102	64.00000	0.000000
1	0.672599	0.634136	0.280591	102.3039	49.00000	0.000013
2	0.423114	0.545266	0.469317	60.8964	36.00000	0.005887
3	0.256535	0.451841	0.667891	32.4922	25.00000	0.144258
4	0.141483	0.352060	0.839229	14.1094	16.00000	0.590564
5	0.030424	0.171831	0.957965	3.4570	9.00000	0.943398
6	0.012672	0.111862	0.987110	1.0444	4.00000	0.902998
7	0.000381	0.019522	0.999619	0.0307	1.00000	0.860945

Slika 6

	M_dri_zvo_dan_chyst	M_du_gra_dan_strag	M_ib_pol_dan_strag	M_ib_pol_dan_serr	M_krupacko_dan	M_sa_obr_dan_strag	M_svrliški_dan	M_du_bg_tra	M_du_kla
M_dri_zvo_dan_chyst	0.00000	5.43826	1.42870	6.57384	11.16797	1.28174	3.13706	4.93865	8.52001
M_du_gra_dan_strag	5.43826	0.00000	2.48831	10.26802	18.08338	4.10947	7.46663	5.39503	4.28508
M_ib_pol_dan_strag	1.42870	2.48831	0.00000	6.91588	15.05126	1.94995	4.61717	4.00348	8.31445
M_ib_pol_dan_serr	6.57384	10.26802	6.91588	0.00000	11.79529	6.09964	3.18081	15.14060	16.39156
M_krupacko_dan	11.16797	18.08338	15.05126	11.79529	0.00000	15.05620	13.64889	20.25126	14.85611
M_sa_obr_dan_strag	1.28174	4.10947	1.94995	6.09964	15.05620	0.00000	2.43908	4.39221	6.82793
M_svrliški_dan	3.13706	7.46663	4.61717	3.18081	13.64889	2.43908	0.00000	11.46557	10.45304
M_du_bg_tra	4.93865	5.39503	4.00348	15.14060	20.25126	4.39221	11.46557	0.00000	7.06858
M_du_Kla	8.52001	4.28508	8.31445	16.39156	14.85611	6.82793	10.45304	7.06858	0.00000

Tabela 31 Distance Tests of Significance of Squared Mahalanobis Distances (ulaz-PCA ODABRANI za DA) F tests with 8 and 74. degrees of freedom Sigma-restricted parameterization

	M_dri_zvo_dan_chyst	M_du_gra_dan_strag	M_ib_pol_dan_strag	M_ib_pol_dan_serr	M_krupacko_dan	M_sa_obr_dan_strag	M_svrliški_dan	M_du_bg_tra	M_du_kla_tra
M_dri_zvo_dan_chyst F		3.941187	1.181459	5.63037	2.250626	0.823338	1.709804	1.780993	6.776001
M_dri_zvo_dan_chyst p		0.000631	0.321802	0.000014	0.03282	0.584639	0.110231	0.09442	0.000001

M_du_gra_dan_strag F	3.941187		1.750417	7.441392	3.494747	2.322991	3.647538	1.807225	2.915681
M_du_gra_dan_strag p	0.000631		0.100935	0	0.001787	0.027781	0.00125	0.089145	0.006964
M_ib_pol_dan_strag F	1.181459	1.750417		5.71907	3.007929	1.219897	2.460591	1.422361	6.400262
M_ib_pol_dan_strag p	0.321802	0.100935		0.000012	0.005606	0.299501	0.020198	0.201482	0.000003
M_ib_pol_dan_serr F	5.63037	7.44139	5.71907		2.37705	3.91817	1.73365	5.46006	13.03628
M_ib_pol_dan_serr p	0.000014	0	0.000012		0.024518	0.000665	0.104682	0.00002	0
M_krupacko_dan F	2.250626	3.494747	3.007929	2.377046		2.813533	2.424598	3.083525	2.940653
M_krupacko_dan p	0.03282	0.001787	0.005606	0.024518		0.008852	0.021959	0.004694	0.006567
M_sa_obr_dan_strag F	0.823338	2.322991	1.219897	3.918172	2.813533		1.096738	1.388988	4.146759
M_sa_obr_dan_strag p	0.584639	0.027781	0.299501	0.000665	0.008852		0.375278	0.215493	0.000392
M_svrliški_dan F	1.709804	3.647538	2.460591	1.733648	2.424598	1.096738		3.332866	5.431388
M_svrliški_dan p	0.110231	0.00125	0.020198	0.104682	0.021959	0.375278		0.002612	0.000022
M_du_bg_tra F	1.780993	1.807225	1.422361	5.460059	3.083525	1.388988	3.332866		2.469128
M_du_bg_tra p	0.09442	0.089145	0.201482	0.00002	0.004694	0.215493	0.002612		0.019801
M_du_kla F	6.776	2.91568	6.40026	13.03628	2.94065	4.14676	5.43139	2.46913	
M_du_kla p	0.000001	0.006964	0.000003	0	0.006567	0.000392	0.000022	0.019801	

Tabela 32 Test značajnosti



Danubialis

Correlations (ulaz-MORFO-INDEKSI-MUZEJSKI\_B klasa\_DANUBIALIS)

Marked correlations are significant at  $p < .05000$   $N=73$  (Casewise deletion of missing data)

	Š/D	V/Š	V/D	ŠA/D	D3/ŠA	D1/Š1	D2/Š2	D2/D3	D1/D	D2/D	D3/D
Š/D	1.00	-0.43	0.30	0.71	-0.71	0.04	-0.46	-0.01	0.24	-0.09	-0.23
V/Š	-0.43	1.00	0.73	-0.29	0.14	-0.04	0.27	0.15	-0.03	0.12	-0.19
V/D	0.30	0.73	1.00	0.22	-0.38	-0.03	-0.06	0.15	0.13	0.06	-0.36
ŠA/D	0.71	-0.29	0.22	1.00	-0.85	0.16	-0.50	-0.19	0.27	-0.24	0.00
D3/ŠA	-0.71	0.14	-0.38	-0.85	1.00	-0.09	0.24	-0.19	-0.24	-0.05	0.51
D1/Š1	0.04	-0.04	-0.03	0.16	-0.09	1.00	-0.70	-0.71	0.89	-0.82	0.09
D2/Š2	-0.46	0.27	-0.06	-0.50	0.24	-0.70	1.00	0.85	-0.83	0.91	-0.35
D2/D3	-0.01	0.15	0.15	-0.19	-0.19	-0.71	0.85	1.00	-0.72	0.97	-0.68
D1/D	0.24	-0.03	0.13	0.27	-0.24	0.89	-0.83	-0.72	1.00	-0.87	-0.02
D2/D	-0.09	0.12	0.06	-0.24	-0.05	-0.82	0.91	0.97	-0.87	1.00	-0.48
D3/D	-0.23	-0.19	-0.36	0.00	0.51	0.09	-0.35	-0.68	-0.02	-0.48	1.00

FA

Eigenvalues (ulaz-MORFO-INDEKSI-MUZEJSKI\_B klasa\_DANUBIALIS)

Extraction: Principal factors (Centroid)

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	3.708058	33.70962	3.70806	33.70962
2	3.795565	34.50513	7.50362	68.21476
3	1.799172	16.35611	9.30280	84.57086
4	1.006237	9.14761	10.30903	93.71847

Tabela 33 Ejenvrednosti

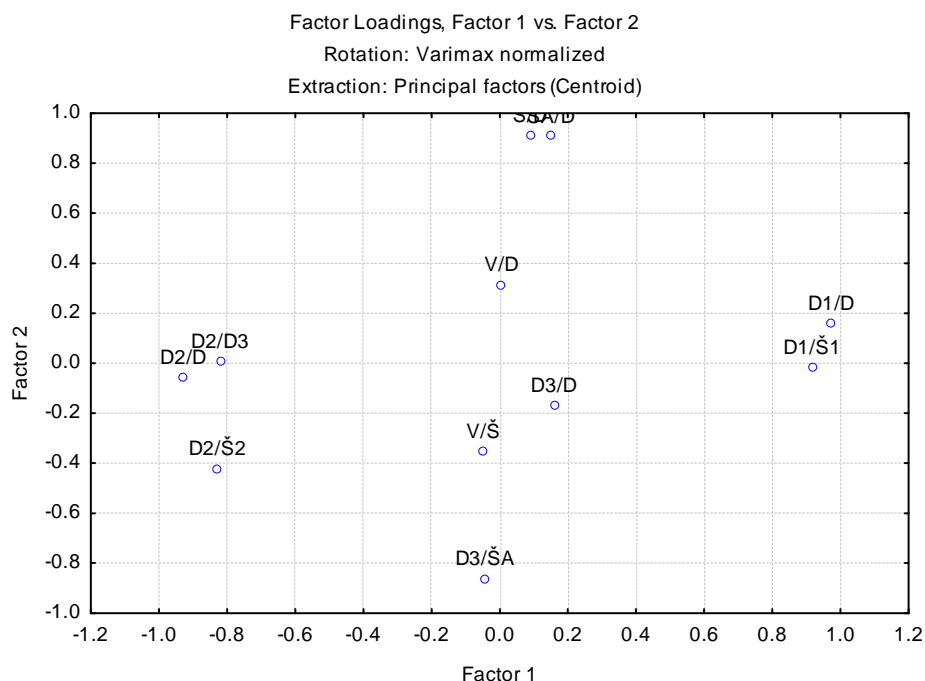
Factor Loadings (Varimax normalized) (ulaz-MORFO-INDEKSI-MUZEJSKI\_B klasa\_DANUBIALIS)

Extraction: Principal factors (Centroid)

(Marked loadings are  $>.700000$ )

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Š/D	0.088473	<b>0.914008</b>	-0.035284	0.040932
V/Š	-0.048326	-0.353021	<b>0.907163</b>	0.107725
V/D	0.004651	0.316343	<b>0.931499</b>	0.122528
Š/A/D	0.149211	<b>0.910256</b>	-0.028864	-0.068801
D3/ŠA	<b>-0.043078</b>	-0.859525	-0.086352	-0.423249
D1/Š1	<b>0.917419</b>	-0.016097	-0.032326	0.097408
D2/Š2	<b>-0.828121</b>	-0.419723	0.043051	0.326210
D2/D3	<b>-0.820496</b>	0.010409	0.085327	0.552792
D1/D	<b>0.972455</b>	0.160073	0.067324	0.129824
D2/D	<b>-0.928633</b>	-0.054791	0.039542	0.352800
D3/D	0.158751	-0.168754	-0.183530	<b>-0.924475</b>
Expl.Var	4.068189	2.861093	1.750127	1.629623
Prp.Totl	0.369835	0.260099	0.159102	0.148148

Tabela 34 Opterećenja faktora



Slika 7 Parametri u FA prostoru PCA

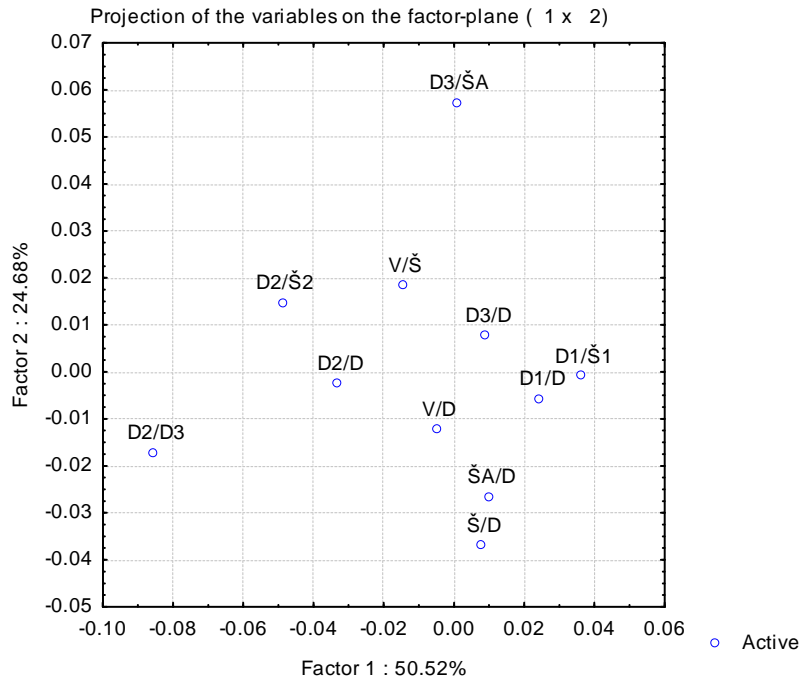
	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	<b>0.013203</b>	<b>50.52407</b>	<b>0.013203</b>	<b>50.5241</b>
2	<b>0.006449</b>	<b>24.67810</b>	<b>0.019652</b>	<b>75.2022</b>

<b>3</b>	<b>0.004296</b>	<b>16.43791</b>	<b>0.023947</b>	<b>91.6401</b>
<b>4</b>	<b>0.001222</b>	<b>4.67458</b>	<b>0.025169</b>	<b>96.3147</b>
5	0.000719	2.75285	0.025888	99.0675
6	0.000183	0.70068	0.026071	99.7682
7	0.000051	0.19362	0.026122	99.9618
8	0.000007	0.02709	0.026129	99.9889
9	0.000002	0.00640	0.026131	99.9953
10	0.000001	0.00468	0.026132	100.0000

Tabela 35 Eigenvrednosti

	PC1	PC2	PC3	PC4
<b>Š/D</b>	0.180267	<b>-0.868014</b>	0.101924	-0.290286
V/Š	-0.254163	0.319313	-0.910056	-0.029764
V/D	-0.132202	-0.310074	-0.880787	-0.268655
<b>Š/A/D</b>	0.314351	<b>-0.843167</b>	-0.029734	-0.147947
<b>D3/ŠA</b>	0.010898	<b>0.956094</b>	0.174352	-0.137409
<b>D1/Š1</b>	<b>0.794471</b>	-0.016914	-0.207267	0.529517
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.932872</b>	0.284441	0.061751	0.111930
<b>D2/D3</b>	<b>-0.971924</b>	-0.193517	0.025188	0.098360
<b>D1/D</b>	<b>0.822835</b>	-0.187408	-0.282042	0.341805
<b>D2/D</b>	<b>-0.986881</b>	-0.067807	0.116776	-0.047544
D3/D	0.531923	0.463563	0.260331	-0.503305

Tabela 36 Opterećenja



Slika 8 PCA DA Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (ULAz-PCA odabrani za DA) Sigma-restricted parameterization

	Eigenvalue	Canonical R	Wilk's Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.288934	0.750410	0.162706	117.1198	48.00000	0.000000
1	0.486653	0.572143	0.372423	63.7083	35.00000	0.002130
2	0.359043	0.513992	0.553664	38.1323	24.00000	0.033606
3	0.197548	0.406153	0.752453	18.3449	15.00000	0.244967
4	0.090137	0.287549	0.901098	6.7171	8.00000	0.567439
5	0.017998	0.132965	0.982320	1.1505	3.00000	0.764891

Tabela 37

Squared Mahalanobis Distances (ULAz-PCA odabrani za DA)

Sigma-restricted parameterization

	M_dri_zvo_ dan_chyst	M_du_gra_ dan_strag	M_ib_pol_ dan_strag	M_ib_pol_ dan_serr	M_krupacko_ dan	M_sa_obr_ dan_strag	M_svrlijski_ dan
M_dri_zvo_dan_chyst	0.00000	4.73157	1.53205	6.16187	13.63221	1.35403	3.41994
M_du_gra_dan_strag	4.73157	0.00000	2.25524	9.37227	20.63038	3.60440	7.18991
M_ib_pol_dan_strag	1.53205	2.25524	0.00000	6.98102	18.88051	1.95779	5.39666
M_ib_pol_dan_serr	6.16187	9.37227	6.98102	0.00000	13.40401	6.27657	2.71929
M_krupacko_dan	13.63221	20.63038	18.88051	13.40401	0.00000	18.06936	15.21852
M_sa_obr_dan_strag	1.35403	3.60440	1.95779	6.27657	18.06936	0.00000	3.43082
M_svrlijski_dan	3.41994	7.18991	5.39666	2.71929	15.21852	3.43082	0.00000

Tabela 38 – kvadratne mahalanobis distance

Tests of Significance of Squared Mahalanobis Distances (ULAz-PCA odabrani za DA)

F tests with 8 and 59. degrees of freedom

Sigma-restricted parameterization

	M_dri_zvo_ dan_chyst	M_du_gra_ dan_strag	M_ib_pol_ dan_strag	M_ib_pol_ dan_serr	M_krupacko_ dan	M_sa_obr_ dan_strag	M_svrlijski_ dan
M_dri_zvo_dan_chyst F		3.355321	1.239686	5.164067	2.688171	0.851077	1.823909
M_dri_zvo_dan_chyst p		0.003119	0.292656	0.000066	0.013666	0.562314	0.090491
M_du_gra_dan_strag F	3.355321		1.552358	6.646204	3.901258	1.993683	3.436845
M_du_gra_dan_strag p	0.003119		0.159105	0.000004	0.000947	0.062922	0.002607

M_ib_pol_dan_strag F	1.239686	1.552358		5.648826	3.692069	1.198467	2.814165
M_ib_pol_dan_strag p	0.292656	0.159105		0.000025	0.001491	0.315706	0.010332
M_ib_pol_dan_serr F	5.164067	6.646204	5.648826		2.64317	3.945146	1.450243
M_ib_pol_dan_serr p	0.000066	0.000004	0.000025		0.015102	0.000861	0.19527
M_krupacko_dan F	2.688171	3.901258	3.692069	2.64317		3.304006	2.645306
M_krupacko_dan p	0.013666	0.000947	0.001491	0.015102		0.003492	0.01503
M_sa_obr_dan_strag F	0.851077	1.993683	1.198467	3.945146	3.304006		1.509512
M_sa_obr_dan_strag p	0.562314	0.062922	0.315706	0.000861	0.003492		0.173485
M_svrliški_dan F	1.823909	3.436845	2.814165	1.450243	2.645306	1.509512	
M_svrliški_dan p	0.090491	0.002607	0.010332	0.19527	0.01503	0.173485	

Tabela 39 - Test značajnosti

	Percent Correct	M_dri_zvo_dan_chyst p=.2055	M_du_gra_dan_strag p=.1507	M_ib_pol_dan_strag p=.1918	M_ib_pol_dan_serr p=.2055	M_krupacko_dan p=.0274	M_sa_obr_dan_strag p=.1233	M_svrliški_dan p=.0959
M_dri_zvo_dan_chyst	73.3333	11.00000	1.00000	2.00000	1.00000	0.000000	0.000000	0.000000
M_du_gra_dan_strag	81.8182	0.00000	9.00000	1.00000	0.00000	0.000000	0.000000	1.000000
M_ib_pol_dan_strag	57.1429	3.00000	2.00000	8.00000	1.00000	0.000000	0.000000	0.000000
M_ib_pol_dan_serr	86.6667	0.00000	1.00000	0.00000	13.00000	0.000000	0.000000	1.000000
M_krupacko_dan	100.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	2.000000	0.000000	0.000000
M_sa_obr_dan_strag	22.2222	1.00000	1.00000	3.00000	1.00000	0.000000	2.000000	1.000000
M_svrliški_dan	57.1429	0.00000	0.00000	1.00000	1.00000	0.000000	1.000000	4.000000
Total	67.1233	15.00000	14.00000	15.00000	17.00000	2.000000	3.000000	7.000000

Tabela 40

### 3.PULIRANI PODACI (MUZEJSKI I RECENTNI)

#### Korelacije

	Š/D	V/D	V/Š	ŠA/D	D3/ŠA	D1/Š1	D2/Š2	D2/D3	D1/D	D2/D	D3/D
Š/D	1.000000	0.098712	0.029396	0.646510	-0.465051	0.066442	-0.551580	-0.292378	0.171396	-0.275571	0.171315
V/D	0.098712	1.000000	-0.270656	0.254778	-0.461854	-0.008925	-0.197588	0.030145	0.323167	-0.115148	-0.419541
V/Š	0.029396	-0.270656	1.000000	0.139941	-0.207744	0.385977	-0.249628	-0.269599	0.423657	-0.352789	-0.114846
ŠA/D	0.646510	0.254778	0.139941	1.000000	-0.794802	0.116486	-0.549077	-0.348870	0.319162	-0.372772	0.083570
D3/ŠA	-0.465051	-0.461854	-0.207744	-0.794802	1.000000	-0.136146	0.330766	0.002191	-0.441221	0.180153	0.497882
D1/Š1	0.066442	-0.008925	0.385977	0.116486	-0.136146	1.000000	-0.660084	-0.649076	0.816652	-0.774663	-0.080393
D2/Š2	-0.551580	-0.197588	-0.249628	-0.549077	0.330766	-0.660084	1.000000	0.888383	-0.782348	0.931754	-0.230736
D2/D3	-0.292378	0.030145	-0.269599	-0.348870	0.002191	-0.649076	0.888383	1.000000	-0.639175	0.949308	-0.505532
D1/D	0.171396	0.323167	0.423657	0.319162	-0.441221	0.816652	-0.782348	-0.639175	1.000000	-0.841764	-0.292422
D2/D	-0.275571	-0.115148	-0.352789	-0.372772	0.180153	-0.774663	0.931754	0.949308	-0.841764	1.000000	-0.229708
D3/D	0.171315	-0.419541	-0.114846	0.083570	0.497882	-0.080393	-0.230736	-0.505532	-0.292422	-0.229708	1.000000

FA

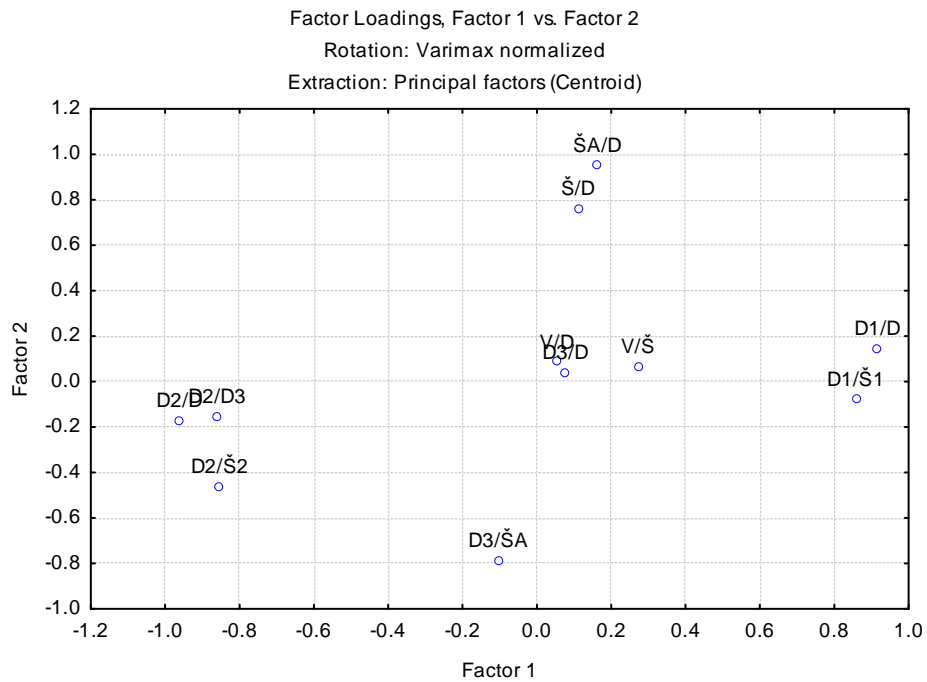
	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
1	4.397180	39.97436	4.397180	39.97436
2	2.542662	23.11511	6.939842	63.08947
3	1.488190	13.52900	8.428032	76.61848
4	1.363325	12.39387	9.791358	89.01234

Tabela 41 - Factor Loadings (Varimax normalized) (ulaz) Extraction: Principal factors (Centroid) (Marked loadings are >.700000)

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
<b>Š/D</b>	0.109782	<b>0.763420</b>	-0.129843	0.017749
<b>V/D</b>	0.053432	0.088135	0.283743	<b>-0.858402</b>
<b>V/Š</b>	0.271789	0.068485	0.096807	<b>0.785773</b>
<b>ŠA/D</b>	0.162107	<b>0.952626</b>	-0.003944	0.000924
<b>D3/ŠA</b>	-0.103675	<b>-0.784938</b>	-0.576493	0.077735
<b>D1/Š1</b>	<b>0.858348</b>	-0.076986	0.164981	0.211631
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.853129</b>	-0.460110	0.207442	0.019107
<b>D2/D3</b>	<b>-0.859844</b>	-0.150760	0.460490	-0.113956
<b>D1/D</b>	<b>0.915567</b>	0.145783	0.367204	0.008771
<b>D2/D</b>	<b>-0.962029</b>	-0.168033	0.178128	-0.080675
<b>D3/D</b>	0.076166	0.040674	<b>-0.976783</b>	0.119263
Expl.Var	4.099290	2.410392	1.842075	1.439601
Prp.Totl	0.372663	0.219127	0.167461	0.130873

Tabela 42 – opterećanja faktorskih





Slika 9 PCA

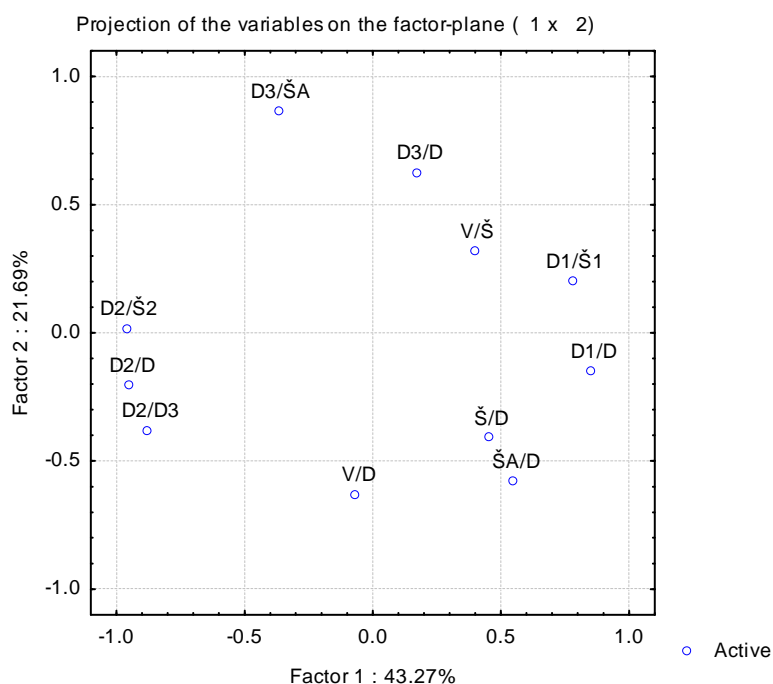
	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
<b>1</b>	<b>4.759784</b>	<b>43.27076</b>	<b>4.75978</b>	<b>43.2708</b>
<b>2</b>	<b>2.385526</b>	<b>21.68660</b>	<b>7.14531</b>	<b>64.9574</b>
<b>3</b>	<b>1.659879</b>	<b>15.08981</b>	<b>8.80519</b>	<b>80.0472</b>
<b>4</b>	<b>1.354847</b>	<b>12.31679</b>	<b>10.16004</b>	<b>92.3640</b>
<b>5</b>	<b>0.420844</b>	<b>3.82585</b>	<b>10.58088</b>	<b>96.1898</b>
6	0.271687	2.46988	10.85257	98.6597
7	0.125195	1.13814	10.97776	99.7978
8	0.017745	0.16132	10.99551	99.9592
9	0.003106	0.02824	10.99861	99.9874
10	0.001387	0.01260	11.00000	100.0000

Tabela 43 Ejenvrednosti PCA

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Š/D	0.450311	-0.408769	0.617697	0.086980	0.478459
V/D	-0.066620	-0.628102	-0.312000	-0.631030	-0.076032
V/Š	0.396310	0.319667	-0.016190	0.786521	-0.131903
ŠA/D	0.546503	-0.576442	0.516849	0.083430	-0.276434
<b>D3/ŠA</b>	-0.370506	<b>0.864530</b>	-0.043913	-0.271873	0.167608
<b>D1/Š1</b>	<b>0.778277</b>	0.204163	-0.456473	0.075573	0.153554

<b>D2/Š2</b>	<b>-0.962536</b>	0.018243	-0.106451	0.185526	-0.075345
<b>D2/D3</b>	<b>-0.877894</b>	-0.379514	-0.092325	0.250258	0.099046
<b>D1/D</b>	<b>0.850146</b>	-0.147162	-0.488358	0.023408	0.023625
<b>D2/D</b>	<b>-0.950970</b>	-0.203665	0.123123	0.168947	0.058012
D3/D	0.171994	0.626782	0.655580	-0.343135	-0.145754

Tabela 44 Opterećenja glavnih osa parametrima (označeni faktori sa doprinosom preko 0.7)



Slika 10 Parametri u prostoru prve dve PC ose DA Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (ulaz za DA-pca odabrano) Sigma-restricted parameterization

	<b>Eigenvalue</b>	<b>Canonical R</b>	<b>Wilk's Lambda</b>	<b>Chi-Sqr.</b>	<b>df</b>	<b>p-level</b>
0	2.600420	0.849856	0.143045	642.6901	24.00000	0.000000
1	0.399663	0.534361	0.515020	219.3028	15.00000	0.000000
2	0.270291	0.461280	0.720855	108.1784	8.00000	0.000000
3	0.092066	0.290352	0.915696	29.1075	3.00000	0.000002

Tabela 45 distance

	<b>dan</b>	<b>flu</b>	<b>tra</b>	<b>m-dan</b>	<b>m-tra</b>
<b>dan</b>	0.00000	14.24379	7.23778	2.236795	11.61582
<b>flu</b>	14.24379	0.00000	17.30771	8.542181	6.96602
<b>tra</b>	7.23778	17.30771	0.00000	7.322648	12.05430
<b>m-dan</b>	2.23679	8.54218	7.32265	0.000000	5.70758
<b>m-tra</b>	11.61582	6.96602	12.05430	5.707580	0.00000

Tabela 46 - značajnost distanci Tests of Significance of Squared Mahalanobis Distances (ulaz za DA-pca odabrano)

F tests with 6 and 327. degrees of freedom Sigma-restricted parameterization

	<b>dan F</b>	<b>dan p</b>	<b>flu F</b>	<b>flu p</b>	<b>tra F</b>	<b>tra p</b>	<b>m-dan F</b>	<b>m-dan p</b>	<b>m-tra F</b>	<b>m-tra p</b>
<b>dan</b>			131.8014	0.000000	19.61643	0.00	16.97168	0.000000	28.56222	0.000000
<b>flu</b>	131.8014	0.00			45.50576	0.00	59.66398	0.000000	16.66270	0.000000
<b>tra</b>	19.6164	0.00	45.5058	0.000000			18.12238	0.000000	17.75417	0.000000
<b>m-dan</b>	16.9717	0.00	59.6640	0.000000	18.12238	0.00			12.91932	0.000000
<b>m-tra</b>	28.5622	0.00	16.6627	0.000000	17.75417	0.00	12.91932	0.000000		

Tabela 47 - Classification Matrix (ulaz za DA-pca odabrano) Rows: Observed classifications Columns: Predicted classifications

	Percent Correct	dan p=.3739	flu p=.3027	tra p=.0564	m-dan p=.2166	m-tra p=.0504
dan	91.26984	115.0000	3.0000	0.00000	7.00000	1.00000
flu	96.07843	0.0000	98.0000	0.00000	2.00000	2.00000
tra	78.94737	3.0000	0.0000	15.00000	1.00000	0.00000
m-dan	39.72603	25.0000	12.0000	2.00000	29.00000	5.00000
m-tra	41.17647	0.0000	7.0000	2.00000	1.00000	7.00000
Total	78.33828	143.0000	120.0000	19.00000	40.00000	15.00000

Tabela 48 MANOVA TEST –recentni naspram muzejskih uzoraka (vrste)

Effect	Wilks value	F	Effect df	Error df	p
vrsta	0.657	19.67	6	226	0.000*
kod3	0.6	25.08	6	226	0.000*
vrsta*kod3	0.774	10.98	6	226	.000*

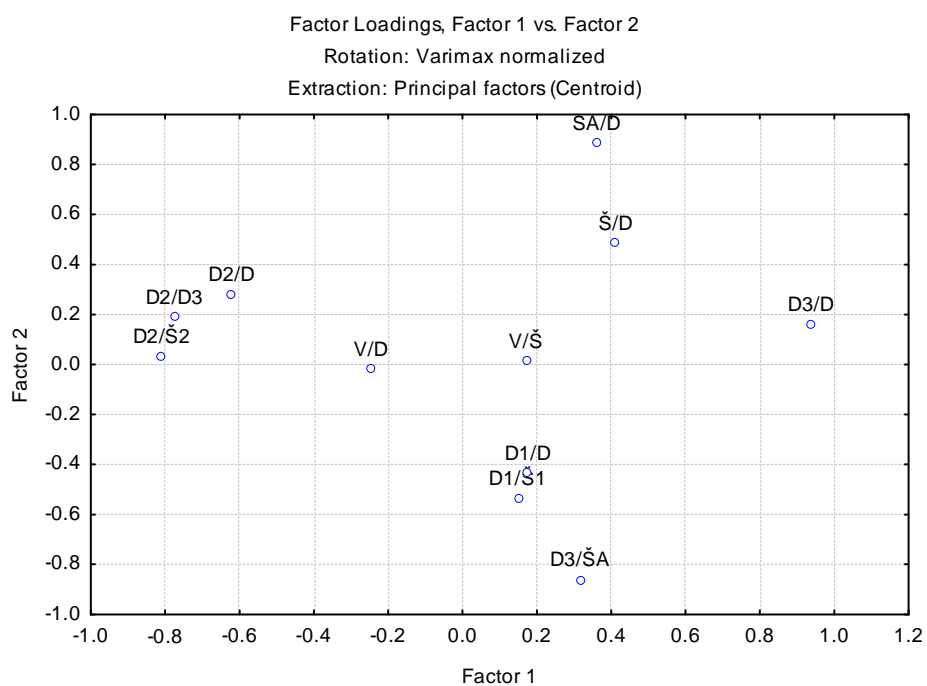
Tabela 49 3b. *T. transversalis* – recentne i muzejske populacije FA

	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5.283671	48.03337	5.283671	48.03337
2	2.588957	23.53598	7.872628	71.56935
3	1.231585	11.19623	9.104213	82.76557

Tabela 50 Faktorska opterećenja

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Š/D	0.411205	0.487958	-0.511395
V/D	-0.247248	-0.017505	<b>-0.860160</b>
V/Š	0.170009	0.014962	<b>0.871432</b>
Š/A/D	0.359676	<b>0.888975</b>	-0.074261
D3/ŠA	0.316216	<b>-0.860102</b>	0.071536

D1/Š1	0.148828	-0.533113	0.632065
<b>D2/Š2</b>	<b>-0.809273</b>	0.035316	-0.345029
<b>D2/D3</b>	<b>-0.774628</b>	0.189281	-0.551943
<b>D1/D</b>	0.174969	-0.432373	<b>0.784598</b>
D2/D	-0.621746	0.281324	-0.671796
<b>D3/D</b>	<b>0.936457</b>	0.161868	0.026301
Expl.Var	3.059738	2.382260	3.662215
Prp.Totl	0.278158	0.216569	0.332929

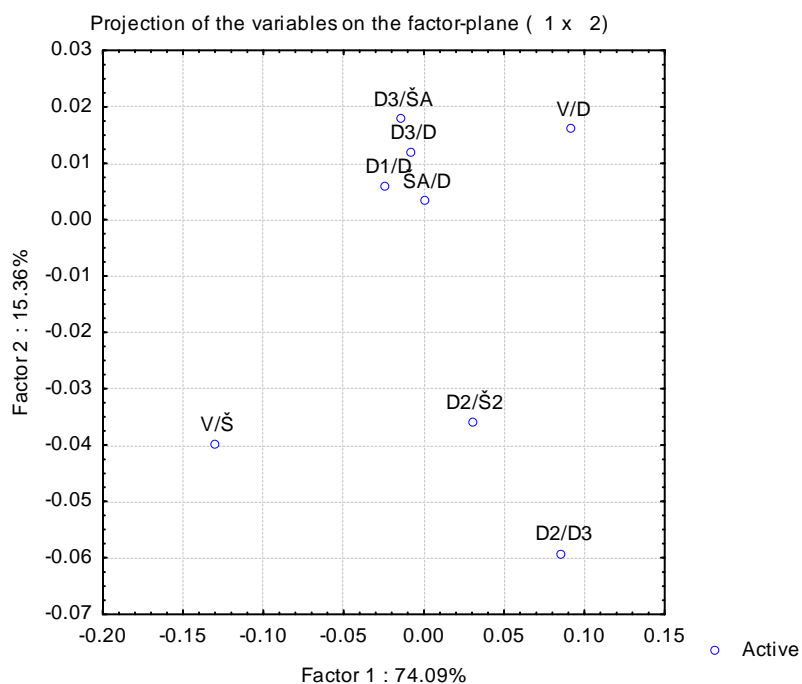


Slika 11 - Parametri u faktorskom prostoru prve dve ose PCA (klasično kovarijanse)

	<b>Eigenvalue</b>	<b>% Total variance</b>	<b>Cumulative Eigenvalue</b>	<b>Cumulative %</b>
<b>1</b>	<b>0.034397</b>	<b>74.09478</b>	<b>0.034397</b>	<b>74.0948</b>
<b>2</b>	<b>0.007129</b>	<b>15.35648</b>	<b>0.041526</b>	<b>89.4513</b>
<b>3</b>	<b>0.002852</b>	<b>6.14256</b>	<b>0.044378</b>	<b>95.5938</b>
4	0.001293	2.78475	0.045671	98.3786
5	0.000646	1.39087	0.046316	99.7694
6	0.000102	0.22075	0.046419	99.9902
7	0.000004	0.00812	0.046423	99.9983
8	0.000001	0.00170	0.046423	100.0000

Tabela 51- Eigenvrednosti PCA loadings

	PC1	PC2	PC3
<b>V/D</b>	<b>0.936096</b>	0.164813	0.013678
<b>V/Š</b>	<b>-0.947608</b>	-0.288405	0.001042
ŠA/D	-0.002592	0.107548	-0.959263
D3/ŠA	-0.301595	0.370995	0.859968
<b>D2/Š2</b>	0.600209	<b>-0.716238</b>	0.273370
<b>D2/D3</b>	<b>0.820930</b>	-0.568148	0.024160
<b>D1/D</b>	<b>-0.754863</b>	0.190203	0.227190
D3/D	-0.439253	0.622648	-0.265392



Slika 12 – Parametri u prostoru prve 2 PC ose DA

Tabela 52

	Eigenvalue	Canonical R	Wilk's Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	90.91810	0.994545	0.005037	161.3743	15.00000	0.000000
1	0.66564	0.632164	0.462984	23.4869	8.00000	0.002792
2	0.29674	0.478366	0.771166	7.9255	3.00000	0.047577

Tabela 53 - Distance

	niš_tra	vm_tra	M_du_bg_tra	M_du_kla
niš_tra	0.0000	9.2429	279.2492	277.4293
vm_tra	9.2429	0.0000	352.1919	352.0842
M_du_bg_tra	279.2492	352.1919	0.0000	3.3559
M_du_kla	277.4293	352.0842	3.3559	0.0000

Tabela 54 - Tests of Significance of Squared Mahalanobis Distances (ULAZ za analizu transversalisa\_FA odabrani)

F tests with 5 and 28. degrees of freedom

Sigma-restricted parameterization

	niš_tra	vm_tra	M_du_bg_tra	M_du_kla
niš_tra F		7.1511	124.3928	220.9031
niš_tra p		0.000202	0	0
vm_tra F	7.1511		184.9007	384.476
vm_tra p	0.000202		0	0
M_du_bg_tra F	124.3928	184.9007		1.7964
M_du_bg_tra p	0	0		0.146079
M_du_kla F	220.9031	384.476	1.7964	
M_du_kla p	0	0	0.146079	

Tabela 55 Značajnost distanci Classification Matrix (ULAZ za analizu transversalisa\_FA odabrani) Rows: Observed classifications Columns: Predicted classifications

	Percent Correct	niš_tra p=.1944	vm_tra p=.3333	M_du_bg_tra p=.1111	M_du_kla p=.3611
niš_tra	71.42857	5.000000	2.00000	0.000000	0.00000
vm_tra	91.66667	1.000000	11.00000	0.000000	0.00000
M_du_bg_tra	75.00000	0.000000	0.00000	3.000000	1.00000
M_du_kla	92.30769	0.000000	0.00000	1.000000	12.00000
Total	86.11111	6.000000	13.00000	4.000000	13.00000



## Prilog 3

Tabela 1 Neparametarske korelacije vrsta i fizičko-hemijskih faktora

	<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>
<i>Theodoxus danubialis</i>	1.000000	<b>-0.606716</b>	0.243809
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<b>-0.606716</b>	1.000000	-0.340230
<i>Theodoxus transversalis</i>	0.243809	-0.340230	1.000000

	<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>
<b>T vode*</b>	<b>-0.539599</b>	<b>0.640889</b>	0.055256
<b>pH vrednost*</b>	0.375997	<b>-0.529966</b>	0.126838
Elektroprovodljivost	-0.247196	0.320444	0.198421
Slobodni CO2*	-0.185160	-0.120281	0.045427
Ukupni alkalitet*	0.184411	-0.378334	0.089582
<b>Rastvoreni kiseonik*</b>	<b>0.589827</b>	<b>-0.704754</b>	0.034745
<b>% zasićenja vode kiseonikom*</b>	<b>0.567224</b>	<b>-0.692429</b>	0.024279
BPK-5*	-0.318593	0.305132	0.294282
HPK iz KMnO4*	-0.251861	0.526604	0.283398
Ukupni organski ugljenik TOC	-0.050946	-0.038842	0.297212
Suspendovane materije	-0.083954	0.156487	0.346190
<b>UV ekstinkcija*</b>	<b>-0.394317</b>	<b>0.608148</b>	0.102612
<b>Amonijum jon</b>	-0.327315	<b>0.602813</b>	0.155357
Nitrati*	-0.150353	0.220203	0.352738
Nitriti	-0.374440	0.352931	0.313175
Organski azot	-0.185128	0.053407	0.263305
Ukupni azot*	-0.259754	0.304758	0.252003
<b>Sulfati*</b>	-0.328997	<b>0.512786</b>	0.281305
<b>Hloridi</b>	<b>-0.566148</b>	<b>0.739114</b>	0.134792
<b>Ortofosfati</b>	-0.109483	0.057545	<b>0.472014</b>
<b>Ukupni fosfor*</b>	-0.251861	0.171427	<b>0.419027</b>
Kalcijum*	0.000718	-0.085900	0.015489
Magnezijum*	-0.194815	0.042203	0.137304
Ukupna tvrdoća*	0.133465	-0.293927	0.121815
<b>Natrijum</b>	<b>-0.430890</b>	<b>0.588602</b>	0.291352
Kalijum*	-0.312494	0.370491	0.376329
Silicijum dioksid	0.291326	-0.178896	0.232747
Cink rastvoreni	-0.151045	0.230436	0.011721

Kadmijum rastvoreni	-0.049177	0.041104	-0.279984
Olovo rastvoreno	-0.234639	0.172920	0.236514
Bakar rastvoreni	0.185487	0.220726	0.101722
Gvozdje rastvoreno	0.178670	0.222593	-0.160327
<b>Mangan rastvoreni</b>	-0.315364	<b>0.417175</b>	-0.183769
Živa rastvorena	0.374934	-0.197111	0.269094
<b>Nikl rastvoreni</b>	-0.321463	<b>0.562832</b>	-0.057349
Arsen rastvoreni	-0.136335	0.093743	0.382190
Atreazin	0.130098	0.317939	0.034059
Simazin	0.246213	0.191800	0.045930
Propazin	0.304336	0.167858	-0.049955

\* parametri čije vrednosti su u skladu sa normalnom distribucijom (normalno raspoređeni)

Tabela 2 - Pirsonove (Pearson) korelacije, vrsta sa normalno distribuiranim parametrima

	<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>
<b>T vode</b>	<b>-0.47</b>	<b>0.61</b>	-0.10
<b>pH - vrednost</b>	<b>0.43</b>	<b>-0.49</b>	0.17
Slobodni CO2	-0.18	-0.08	0.06
Ukupni alkalitet	0.25	-0.33	0.22
<b>Rastvoreni kiseonik</b>	<b>0.54</b>	<b>-0.69</b>	0.11
<b>% zasićenja vode kiseonikom</b>	<b>0.56</b>	<b>-0.69</b>	0.15
BPK-5	-0.14	0.37	0.35
<b>HPK iz KMnO4**</b>	-0.23	<b>0.53</b>	0.12
<b>UV ekstinkcija</b>	-0.27	<b>0.59</b>	0.03
Nitrati	-0.11	0.28	0.28
Ukupni azot	-0.20	0.33	0.24
<b>Sulfati</b>	-0.24	<b>0.57</b>	0.14
<b>Ukupni fosfor</b>	-0.13	0.06	<b>0.41</b>
Kalcijum	0.26	-0.18	0.18
Magnezijum	-0.03	-0.09	0.16
Ukupna tvrdoća	0.18	-0.20	0.25
<b>Kalijum**</b>	-0.14	<b>0.40</b>	0.37

Tabela 3 – Neparametrške (Spearman) korelacije JDS teodoksusa i fizičko-hemijskih parametara

	<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>
<i>Theodoxus danubialis</i>	1.000000	-0.155017	-0.120849
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	-0.155017	1.000000	0.291798

<i>Theodoxus transversalis</i>	-0.120849	0.291798	1.000000
--------------------------------	-----------	----------	----------

	<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>
<b>T vode</b>	<b>0.500650</b>	-0.121657	0.067928
<b>pH - vrednost</b>	<b>-0.674559</b>	0.253323	0.050950
Elektroprovodljivost	0.127916	0.125878	0.203771
<b>Slobodni CO2</b>	<b>0.611755</b>	<b>-0.365725</b>	0.084916
Ukupni alkalitet*	0.148847	-0.074243	0.288675
Rastvoreni kiseonik*	-0.470962	0.056594	-0.101885
% zasićenja vode kiseonikom*	-0.340745	-0.074030	-0.135857
BPK-5*	-0.262808	-0.180430	-0.084904
HPK iz KMnO4	-0.289554	-0.093934	-0.152828
Suspendovane materije	<b>-0.436076</b>	0.029756	-0.152828
UV ekstinkcija	-0.289554	0.322499	-0.050943
Amonijum jon*	0.204665	-0.251610	-0.016981
Nitrati*	-0.443053	-0.194433	-0.271694
Nitriti	-0.018606	0.073514	-0.101885
Sulfati	-0.190711	0.051197	0.050943
Hloridi	-0.288392	0.134046	0.067924
<b>Ortofosfati</b>	<b>0.400027</b>	-0.025672	0.016981
Ukupni fosfor	-0.200014	0.199829	-0.254713
Kalcijum*	0.111635	0.113334	0.203771
Magnezijum	0.181408	-0.125295	0.237732
Ukupna tvrdoća*	0.322115	-0.090871	0.203771
Natrijum*	-0.130250	0.007294	-0.050946
Kalijum	-0.116287	0.333584	0.186790
Silicijum dioksid	0.095362	0.164761	0.169821
<b>Kadmijum rastvoreni</b>	-0.069117	<b>0.523009</b>	0.034803
Olovo rastvoreno	0.091136	-0.054060	-0.188891
<b>Bakar rastvoreni</b>	0.020932	<b>-0.518098</b>	-0.169809
Gvozdje rastvoreno*	0.163965	-0.649665	-0.101885
<b>Mangan rastvoreni</b>	0.229198	<b>-0.617951</b>	0.008495
<b>Živa rastvorena</b>	-0.162307	<b>0.441646</b>	0.008650

\* podaci sa normalnom distribucijom

Tabela 4 – Parametarske (Pearson) korelacije JDS teodoksusa i normalno distribuiranih fizičko-hemijskih parametara

	<i>Theodoxus danubialis</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Theodoxus transversalis</i>
<b>Ukupni alkalitet</b>	0.14	-0.04	<b>0.37</b>
<b>Rastvoreni kiseonik</b>	<b>-0.42</b>	0.01	-0.09
% zasićenja vode kiseonikom	-0.33	-0.08	-0.11
BPK-5	-0.26	-0.26	-0.09
Amonijum jon	0.12	-0.27	-0.04
<b>Nitrati</b>	<b>-0.36</b>	-0.26	-0.32
Kalcijum	0.14	0.01	0.17
Ukupna tvrdoća	0.30	-0.11	0.23
Natrijum	-0.18	-0.08	-0.06
<b>Gvožđe rastvoreno</b>	0.15	<b>-0.60</b>	-0.10