

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Ana D. Atanacković

**Akvatične oligohete (Annelida, Clitellata,  
Oligochaeta) u različitim tipovima  
tekućih voda u Srbiji**

doktorska disertacija

Beograd, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Ana D. Atanacković

**Aquatic oligochaetes (Annelida,  
Clitellata, Oligochaeta) in different types  
of running waters in Serbia**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

## **MENTORI:**

**Dr Momir Paunović**, viši naučni saradnik,

Univerzitet u Beogradu – Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković"

**Dr Jasmina Krpo-Četković**, vanredni profesor,

Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

## **ČLANOVI KOMISIJE ZA PREGLED, OCENU I ODBRANU:**

**Dr Momir Paunović**, viši naučni saradnik,

Univerzitet u Beogradu – Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković"

**Dr Jasmina Krpo-Četković**, vanredni profesor,

Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

**Dr Branko Miljanović**, vanredni profesor,

Univerzitet u Novom Sadu – Departman za biologiju i ekologiju PMF-a

**Dr Ivana Živić**, vanredni profesor,

Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

**Dr Zoran Gačić**, naučni savetnik,

Univerzitet u Beogradu – Institut za multidisciplinarna istraživanja

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

## *Zahvalnica*

Istraživanja sprovedena tokom izrade ove doktorske disertacije započeta su u okviru projekta „Tekuće vode Srbije – istraživanje biodiverziteta i korišćenje podataka u tipologiji, izradi ekološkog indeksa i monitoringu ekološkog statusa“ OI 142330 od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, pod rukovodstvom *dr Predraga Cakića*, kome bih ovom prilikom želela posebno da se zahvalim jer me je primio na svoj projekat i pružio mi zaštitu i podršku kada mi je bila neophodna.

Dalja istraživanja uspešno su nastavljenja zahvaljujući projektima „Merenje i modeliranje fizičkih, hemijskih, bioloških i morfodinamičkih parametara reka i vodnih akumulacija“ TR37009 i „Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima“ III43002 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Takođe realizaciju ovog rada pomogao je i projekat „ Biološki elementi u procesu primene Direktive o vodama EU za područje Srbije – tipologija, referentni uslovi i granice klasa ekološkog statusa (2009-2012)“ u saradnji sa Institutom za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ iz Beograda.

Materijal i podatke korišćene u ovom radu upotpunili su kolega *Boris Novaković* iz Republičkog hidrometeorološkog zavoda, odnosno Agencije za zaštitu prirode i kolege sa Instituta za biologiju i ekologiju Prirodno matematičkog fakulteta iz Kragujevca.

Želim da se zahvalim mentoru *dr Momiru Paunoviću* na nesebičnoj pomoći u svim fazama izrade ovog rada, od terenskih istraživanja, preko planiranja i oblikovanja same teze, do korisnih sugestija i kritika tokom pisanja.

Veliku zahvalnost dugujem i mentorki, *dr Jasmini Krpo-Četković* za iskrenu i neprekidnu saradnju tokom izrade disertacije.

Mojim mentorima veliko hvala na strpljenju koje su mi ukazali tokom ovih godina.

Iskreno se zahvaljujem i članovima komisije profesoru *dr Branku Miljanoviću*, sa Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu i profesorki *dr Ivani Živić* sa

Biološkog fakulteta u Beogradu, koji su prihvatili da daju ocenu teze, i svojim izuzetno korisnim savetima doprineli finalnom izgledu ovog rada.

Posebnu zahvalnost dugujem *dr Zoranu Gačiću* sa Instituta za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu na pomoći pri statističkoj obradi podataka, velikom interesovanju za moj rad, dragocenim savetima i podsticaju kada mi je bilo potrebno.

Ovom prilikom želim da se zahvalim *mr Dunji Jakovčev-Todorović* koja mi je pružila dragocenu pomoć u determinaciji na samom početku mog istraživanja, prilikom upoznavanja sa oligohetama.

Takođe se zahvaljujem *dr Ferdinandu Šporki* sa Instituta za zoologiju slovačke akademije nauka, na stručnoj pomoći pri determinaciji materijala i *dr Tarmo Timmu*, iz Centra za limnologiju estonskog univerziteta prirodnih nauka, na nesebičnoj pomoći u literaturi i rešavanju taksonomskih nedoumica vezanih za grupu Oligochaeta.

Zahvalna sam svojim kolegicama *Bojani, Vesni, Nataši, Maji, Jeleni, Mariji, Margareti* i *Jeleni*, i kolegama *Vanji, Nikoli* i *Stefanu*, na lepoj saradnji i veseloj atmosferi koja doprinosi uspešnom radu našeg odeljenja.

Veliko hvala mojim divnim kolegicama, dragim prijateljicama *Jeleni, Katarini* i *Božici* na nesebičnoj podršci tokom svih lepih i manje lepih trenutaka koje sam sa njima delila, i velikom požrtvovanju u trenucima kada mi je bilo najteže.

Najtoplije se zahvaljujem mojoj porodici.

Majci, na razumevanju i podršci tokom celog mog školovanja. *Draga mama*, hvala ti što me bodriš i dalje i što si mi omogućila da ovaj rad privedem kraju. Bez tebe bi bilo zaista teško.

Mom divnom *Igoru* na ljubavi i strpljenju, ali i velikoj pomoći oko finalnog izgleda ovog rada.

*Mojoj Mili*, što je ušetala u moj život i dunula mi vetar u leđa.

*Ana*

*Mom tati*

Akvatične oligohete (Annelida, Clitellata, Oligochaeta) u različitim tipovima tekućih  
voda u Srbiji

REZIME

Proučavanje akvatičnih oligoheta u tekućicama Srbije predstavlja doprinos izradi popisa celokupne faune Oligochaeta Srbije. Istraživanjem je obuhvaćeno deset rečnih slivova koji se prostiru na području južno od Dunava, uključujući i glavni tok Dunava koji protiče kroz Srbiju.

Analizom materijala zabeležen je 61 takson iz 9 porodica, pri čemu je do nivoa vrste determinisano 56 taksona. Jedan rod i 11 vrsta konstatovano je po prvi put u tekućim vodama Srbije: *Achaeta* sp., *Bothrioneurum vej dovskyanum*, *Chaetogaster langi*, *Cognettia sphagnetorum*, *Enchytraeus buchholzi*, *E. christenseni*, *Henlea ventriculosa*, *Marionina argentea*, *Potamothrix danubialis*, *P. heuscheri*, *P. moldaviensis* i *Vej dovskyella intermedia*.

Većina zabeleženih vrsta su česte i sa kosmopolitskim rasprostranjenjem. Tubificidae i Naididae su najznačajnije porodice u pogledu raznovrsnosti i uočene su u svim slivovima. U neposrednom slivu Dunava zabeležena je najveća raznovrsnost zajednice oligoheta (37 vrsta), zatim slede slivovi Zapadne Morave, Ibra i Kolubare sa po 27, 24 i 23 vrste, dok je najmanja raznovrsnost konstatovana u kanalima beogradskog regiona (10 vrsta). Diverzitet oligohetne faune pokazao je jasan obrazac – manja raznovrsnost uočena je u pritokama, a veća u glavnom toku.

Najrasprostranjenija vrsta jeste *Limnodrilus hoffmeisteri* sa učestalošću pojavljivanja u uzorcima  $F=0,51$ , a značajnu zastupljenost ima i *Stilodrilus heringianus* ( $F=0,33$ ). Dva roda i deset vrsta konstatovano je samo na po jednom lokalitetu (*Acheta* sp., *Fridericia* sp., *Chaetogaster diaphanus*, *Ch. limnaei*, *Dero dorsalis*, *Nais simplex*, *Uncinaiis uncinata*, *Vej dovskyella intermedia*, *Potamothrix heuscheri*, *Spirosperma ferox*, *Cognettia sphagnetorum* i *Rhynchelmis limosella*) sa frekvencijom  $F=0,004$ .

Ekološkom analizom zajednica oligoheta u tekućicama Srbije uočeno je da je najviše zabeleženo potamalnih vrsta, većina je adaptirana finom supstratu – mulj, glina i

sitan pesak, i većina vrsta su tolerantne na povećano organsko opterećenje (alfa-mezosaprobna i beta-mezosaprobna grupa).

Razmatranje faune oligoheta u odnosu na abiotičke tipološke deskriptore (nadmorska visina, geološka podloga, površina sliva i tip dna) pokazalo je pravilnost u distribuciji oligoheta. Najveća raznovrsnost konstatovana je u velikim nizijskim rekama sa dominacijom finog nanosa (vodna tela tip 1), dok je najmanja u veštačkim vodnim telima (vodna tela tip 8).

Veza oligohetne faune i tri najznačajnije grupe faktora okruženja u vodenoj sredini (nivo hidromorfoloških izmena, tip podloge i osnovni fizičko-hemijski parametri vode i sedimenta) analizirana je na materijalu prikupljenom tokom Drugog zajedničkog ispitivanja Dunava (JDS 2) i utvrđeno je da nema značajnog izdvajanja definisanih sektora Dunava na osnovu sastava zajednica oligoheta. Ovakav rezultat ukazuje na veliku heterogenost staništa duž celog toka, kao posledicu hidromorfoloških izmena, izmena vodnog režima i sastava podloge.

**Ključne reči:** akvatične Oligochaeta, rasprostranjenje, tipologija, bioindikatori, tekuće vode, Srbija

**Naučna oblast:** Ekologija

**Uža naučna oblast:** Hidroekologija

**UDK:** 574.587:595.142.3:[556.53:57.047](497.11)(043.3)



Aquatic oligochaetes (Annelida, Clitellata, Oligochaeta) in different types of running waters in Serbia

ABSTRACT

The study of aquatic Oligochaeta in freshwaters in Serbia represents a contribution to the development of the entire oligochaetan fauna inventory of Serbia. The investigation included ten river basins that cover the area south of the Danube River, including the stretch of the Danube that flows through Serbia.

In total, 61 taxa from nine families were recorded and 56 taxa were identified to the species level. One genus and eleven species were noted for the first time in the running waters of Serbia: *Achaeta* sp., *Bothrioneurum vej dovsky anum*, *Chaetogaster langi*, *Cognettia sphagnetorum*, *Enchytraeus buchholzi*, *E. christenseni*, *Henlea ventriculosa*, *Marionina argentea*, *Potamothr ix danubialis*, *P. heuscheri*, *P. moldaviensis*, and *Vej dovskyella intermedia*.

The majority of the identified species are frequent and cosmopolitan. In terms of the species richness, the most dominant families were Tubificidae and Naidiae and they were recorded in all investigated river basins. The highest species richness was observed in the Danube catchment area (37 species), followed by the Zapadna Morava, Ibar, and Kolubara basins (27, 24, and 23 species, respectively), while the lowest was recorded in the channels of the Belgrade region (10 species). The composition of the oligochaetan community showed a clear pattern – lower diversity in tributaries, higher diversity in the main flow.

The most frequent species in Oligochaeta assemblages was *Limnodrilus hoffmeisteri* (F=0,51), but *Stilodrilus heringianus* also showed a significant occurrence (F=0,33). Two genus and ten species were recorded at only one locality each with frequency of F=0,004 (*Acheta* sp., *Fridericia* sp., *Chaetogaster diaphanus*, *Ch. limnaei*, *Dero dorsalis*, *Nais simplex*, *Uncinai s uncinata*, *Vej dovskyella intermedia*, *Potamothr ix heuscheri*, *Spirosperma ferox*, *Cognettia sphagnetorum* and *Rhynchelmis limosella*).

The ecological analysis of Oligochaeta communities in running waters of Serbia showed that the majority of the recorded species are classified as the potamal species, adapted to the fine substrate – mud, clay, and fine sand, and that most of the identified species are tolerant to a high organic load (alpha-mesosaprobic and beta-mesosaprobic group).

Analyses of the oligochaetan fauna in relation to the abiotic typology descriptors (altitude, geological substrates, catchment area, and substrate type) showed regularity in their distribution. The highest diversity was recorded in large lowland rivers with the dominance of the fine sediment (water bodies type 1), while the lowest was in artificial water bodies (type 8).

Based on the material collected during the Joint Danube Survey 2 (JDS 2), the relationship between the oligochaetan fauna and the three most important abiotic factors in the aquatic environment (hydromorphological changes, substrate type, and physical-chemical parameters in water and sediment) was analyzed and it was found that there is no significant separation of the defined sectors of the Danube River according to the oligochaetes community composition. This result indicates that there is a great heterogeneity of habitats along the entire water course as a result of hydromorphological changes, changes in water regime, and bottom composition.

**Key words:** aquatic Oligochaeta, distribution, typology, biondicators, running waters, Serbia

**Scientific field:** Ecology

**Specific scientific field:** Aquatic Ecology

**UDC:** 574.587:595.142.3:[556.53:57.047](497.11)(043.3)

## Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
1.1. Anatomija i fiziologija.....	3
1.2. Rasprostranjenje i ekologija .....	8
1.3. Fauna oligoheta u tekućicama u Srbiji - prethodna istraživanja.....	10
<b>2. Ciljevi istraživanja .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Materijal i metode .....</b>	<b>14</b>
3. 1. Područje istraživanja i lokaliteti uzorkovanja .....	15
3.1.1. Neposredni sliv Dunava .....	15
3.1.2. Sliv Save.....	16
3.1.3. Sliv Kolubare.....	16
3.1.4. Sliv Velike Morave.....	17
3.1.5. Sliv Zapadne Morave .....	17
3.1.6. Sliv Ibra .....	17
3.1.7. Sliv Južne Morave .....	18
3.1.8. Sliv Timoka .....	18
3.1.9. Sliv Drine.....	19
3.1.10. Sliv Lima .....	19
3.1.11. Kanali beogradskog regiona .....	20
3.2. Materijal i metode uzorkovanja.....	20
3.3. Analiza podataka .....	25
3.4. Zajedničko istraživanje Dunava 2 (JDS 2), lokaliteti uzorkovanja .....	27
<b>4. Rezultati.....</b>	<b>33</b>
4.1. Rezultati istraživanja zajednice akvatičnih oligoheta Srbije – kvalitativan sastav .....	34
4.2. Diverzitet oligoheta ispitivanih slivova.....	38
4.2.1. Neposredni sliv Dunava .....	55
4.2.2. Sliv Save.....	56
4.2.3. Sliv Kolubare.....	57
4.2.4. Sliv Velike Morave.....	57

4.2.5. Sliv Ibra .....	58
4.2.6. Sliv Lima .....	58
4.2.7. Sliv Zapadne Morave .....	59
4.2.8. Sliv Južne Morave .....	60
4.2.9. Sliv Timoka .....	60
4.2.10. Sliv Drine.....	60
4.2.11. Kanali beogradskog regiona .....	61
4. 3. Sličnost zajednica oligoheta ispitivanih slivova .....	65
4.4. Ekološka analiza zajednice oligoheta u ispitivanim vodotokovima.....	68
4.4.1. Procentualno učešće oligoheta u ispitivanim vodotokovima .....	68
4.4.2. Horizontalna distribucija oligoheta .....	70
4.4.3. Analiza oligohetne faune u odnosu na brzinu rečnog toka.....	70
4.4.4. Analiza oligohetne faune u odnosu na tip supstrata .....	71
4.4.5. Analiza oligohetne faune u odnosu na način ishrane .....	72
4.4.6. Analiza zajednice u odnosu na saprobnu valencu .....	73
4.5. Ocena ekološkog statusa i ekološkog potencijala ispitivanih vodnih tela na osnovu zajednice oligoheta.....	74
4.6. Analiza zajednice oligoheta u odnosu na tip vodnog tela .....	76
4.7. Uticaj različitih faktora okruženja u vodenoj sredini na zajednicu oligoheta (primer reke Dunava - ceo tok).....	81
<b>5. Diskusija .....</b>	<b>90</b>
5.1. Uticaj različitih faktora u vodenoj sredini na kvalitativno-kvantitativni sastav zajednice oligoheta u Dunavu.....	105
5.1.1. Uticaj hidromorfoloških promena na zajednicu Oligochaeta .....	107
5.1.2. Uticaj fizičko-hemijskih parametara na zajednicu Oligochaeta .....	109
5.1.3. Uticaj teških metala na zajednicu Oligochaeta.....	110
<b>6. Zaključci .....</b>	<b>112</b>
<b>7. Literatura .....</b>	<b>117</b>
<b>8. Prilozi.....</b>	<b>134</b>

# **1. UVOD**

Oligochaeta (maločekinjasti crvi) se smatraju potomcima marinskih Polychaeta (mnogočekinjasti crvi) iz filuma Annelida, koje su se prilagodile slatkovodnom i terestričnom načinu života, razvijajući klitelum i hermafroditizam, a gubeći parapodije, ciri i nuhalne organe (Timm & Martin 2015).

Prema autorima Timm & Martin (2015) Oligochaeta predstavljaju parafiletsku grupu, u tradicionalnoj klasifikaciji označenu kao potklasa klase Clitellata koja je izdvojena od ostalih, evolutivno mlađih klitelata: Hirudinea, Acanthobdellida i Branchiobdellida.

Kako je Timm (2009) naveo, oligohete se mogu podeliti u dve grupe: Megadrili, koju uglavnom čine krupnije terestrične i amfibijske vrste, i Microdrili gde su svrstane sitnije akvatične i terestrične oligohete, veličine od 1mm do nekoliko santimetara. Međutim ova podela nema taksonomski, već samo praktični značaj.

Potklasa Oligochaeta uključuje oko 5000 vrsta svrstanih u oko 30 porodica (Martin *et al.* 2008), a od tog broja više od 1100 vrsta (13 porodica) naseljava slatkovodne ekosisteme.

Klasifikacija porodica je otežana i problematična, naročito kod akvatičnih oligoheta, jer do danas nije postignut konsenzus po tom pitanju, naročito po pitanju statusa porodica Naididae i Tubificidae. Zbog toga konačna klasifikacija Annelida još uvek nije usaglašena. Izbor sistema klasifikacije zavisi od istraživača i predstavlja filozofsko pitanje kako su to opisali van Haaren & Soors (2013). Oni su u svom ključu za determinaciju veoma praktično svrstali sve porodice u dve grupe: Microdrile i Megadrile. Ovi odomaćeni nazivi nemaju taksonomski status. Debata o filogenetskim i taksonomskim odnosima u okviru Clitellata vodi se dugi niz godina. Prema Timm (2005) klasifikacija živog sveta ima dva glavna zadatka, treba da odražava filogeniju, ali i da služi kao "oruđe" za organizaciju i definisanje taksona u naučnoj, predavačkoj i praktičnoj delatnosti. Schmelz & Timm (2007) se zalažu za zadržavanje parafiletske izvorne grupe Oligochaeta i Tubificidae sa svojim tradicionalnim formalnim Lineovskim nazivima. Dalje, Timm (2005, 2012) ističe da je mnogim granama biologije, poput one koja proučava biodiverzitet, neophodan tačan sistem naučnih imena za sve taksone, sistem koji je stabilan, jednostavan i jasan. U tom smislu striktan filogenetski pristup nije zadovoljavajući, jer je filogenija u brzom progresu, produkujući

veliki broj evolutivnih stabala i Timm smatra da nema dovoljno odgovarajućih sveobuhvatnih nivoa (klasa, redova) na raspolaganju koji bi označili svako koleno filogenetskog stabla. On objašnjava svoje neslaganje sa zamenom taksona Oligochaeta kolokvijalnim nazivom "oligohetne klitelate" koji je predložio Martin *et al.* (2008), kao i sa spajanjem porodice Tubificidae sa porodicom Naididae pod nazivom "tubificidne naidide" kako predlažu Erséus *et al.* (2008).

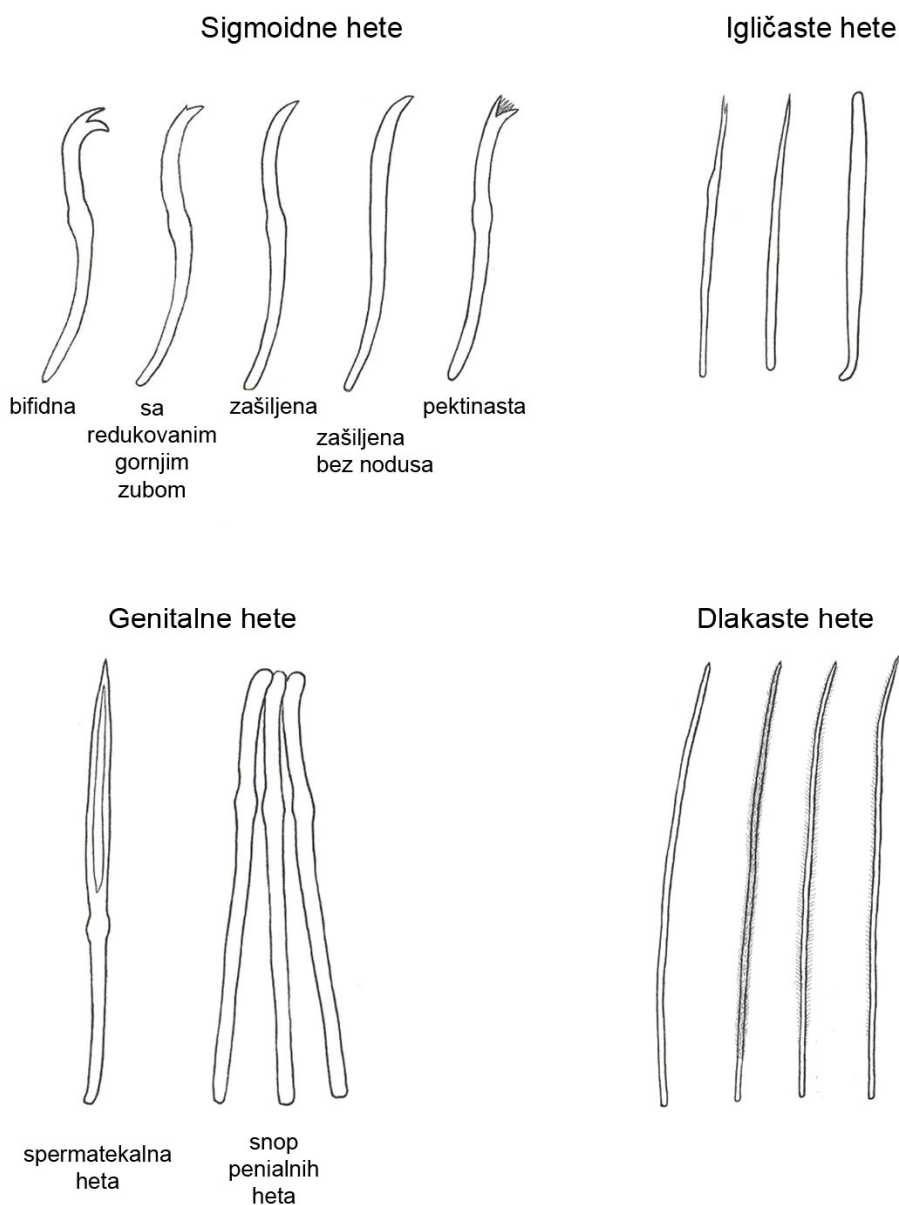
Oslanjajući se najviše na ključeve za determinaciju Timm-a (1999, 2009) u našem radu primenili smo klasifikaciju koju i on podržava, kako bismo što jednostavnije analizirali dobijene rezultate, naročito imajući u vidu da je akcenat ovog istraživanja kvalitativno-kvantitativni sastav zajednice oligoheta i ekologija vrsta, a ne taksonomija. Spisak vrsta predstavljen je starom klasifikacijom (Lineovog tipa), kako bi smo bili usklađeni sa korišćenim ključevima za determinaciju, ali i sa "Faunom Evrope" (Fauna Europea, verzija 2.6.2) (Timm 2013). Naididae, Pristinidae i Tubificidae u ovom radu tretirali smo kao posebne porodice reda Tubificida kako je predložio Timm (2009). Nomenklatura i klasifikacija takođe odgovaraju i onoj koju prepoznaje Asterics softverski paket korišćen za analizu dobijenih podataka, a prema AQEM (2002) i AQEM-STAR taxa-list (Schmidt-Kloiber *et al.* 2006).

## 1.1. Anatomija i fiziologija

Oligohete su maločekinjasti crvi, bilateralno simetrične, segmentisane celomate. Na svakom segmentu poseduju po četiri snopa heta (po dva dorzalno i ventralno) osim na prvom i poslednjem. Telo je diferencirano na glavu, trup i pigidijum. Prvi segment glave je *peristomijum* na čijoj se ventralnoj strani nalazi usni otvor, a neposredno ispred njega je mesnati režanj označen kao *prostomijum* koji ponekad može biti izdužen u kraći ili duži *proboscis* (kod nekih predstavnika porodica Naididae, Propappidae i Lumbriculidae). Takođe na prvom segmentu nalaze se i očne mrlje, kod onih predstavnika koji ih poseduju (među naididama). Poslednji, tj. kaudalni deo tela naziva se *pigidijum* i na njemu se nalazi analni otvor.

Telesni zid oligoheta je višeslojan, na samoj površini nalazi se kutikula, ispod nje je jednoslojni epidermis, bazalna membrana, a zatim dva sloja mišićnog tkiva - kružni i uzdužni, i na kraju se nalazi peritoneum koji oblaže celomsku duplju.

Izraz hete (chaetae) ili sete (setae) koristi se za dlakaste ili igličaste hitinozne strukture prisutne u dorzalnim snopovima, kao i bifidne (dvokrake) u ventralnim snopovima, i razlikujemo nekoliko tipova: kratke sigmoidne, duge dlakaste, igličaste i genitalne (Slika 1). Hete mogu odsustvovati iz pojedinih segmenata ili iz svih kao kod nekih izuzetaka (vrsta *Achaeta* sp.). Oblik heta, kao i njihov broj predstavlja taksonomsku odrednicu.



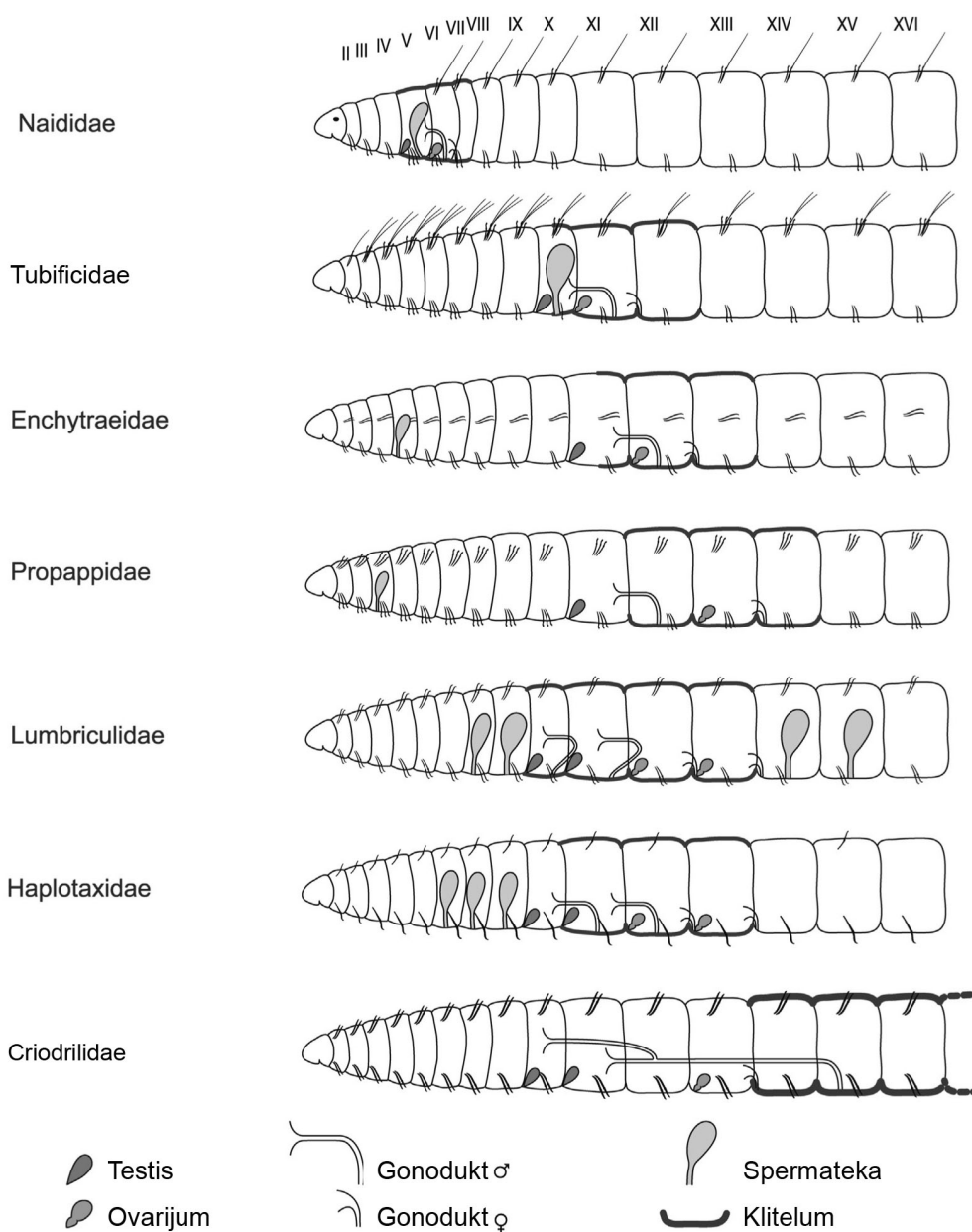
Slika 1. Razni tipovi heta (Timm 2009, modifikovano).



Oligohete su hermafroditi. Genitalni organi su značajni taksonomski karakteri jer se mnoge vrste ne mogu identifikovati čak ni do nivoa roda ukoliko nisu polno zrele (Timm 2009). Genitalni organi su parni i prostiru se kroz svega nekoliko segmenata, najčešće u prednjem delu (V-VII segment) kod porodice Naididae ili su pomereni nazad (X-XIII segment) kod Tubificidae, Lumbriculidae, Enchytraeidae. Sastoje se od para testisa, ovarijuma, genitalnih odvoda (gonodukta) i spermateke. Kako objašnjava Timm (2009), muški odvodni kanali su veoma složeni i takson-specifični (Slika 2), a sam penis može biti ponekad prekriven hitinoznim penialnim hetama. Ženski odvodni kanali su obično redukovani na kanale za prenos jaja. Spermateka sa spermom nalazi se ispred segmenta na kom su smešteni površinski otvori – muške pore (kod Naididae i Tubificidae na početku kliteluma, dok su kod Enchytraeidae i Propappidae mnogo ispred njega - na V segmentu).

Klitelum je jednoslojan i nalazi se u genitalnom regionu. Predstavlja tanak, žlezdani epitel koji okružuje nekoliko segmenata kod polno zrelih jedinki. Kod akvatičnih oligoheta nalazi se u prednjem delu tela obuhvatajući često i muške pore, dok se kod Lumbriculidae nalazi više kaudalno. Služi za spajanje jedinki pri kopulaciji i obrazovanje kokona oko izleženih jaja.

Kod nekih vrsta preovlađuje aseksualno razmnožavanje, posebno kada sredinski uslovi zahtevaju ubrzan rast populacije (nestabilni životni uslovi, hrana dostupna u kratkom vremenskom periodu ili je pritisak predatorstva povećan, što se dešava među submerznom vegetacijom) (van Haaren & Soors 2013). Postoje tri tipa aseksualne reprodukcije kod oligoheta. Fragmentacija ili autotomija podrazumeva kidanje tela na delove, pri čemu svaki deo može ponovo izrasti u celu jedinku. Najpoznatiji primer je *Lumbriculus variegatus*, ali se javlja i kod mnogih tubificida koje odbacuju svoje repne delove. Paratomija podrazumeva da jedinka obrazuje lanac mladih jedinki - zooide, pri čemu svaki poseduje već razvijen prednji i zadnji deo tela i predstavlja pupoljak koji može da se odvoji. Ovakav način razmnožavanja uočen je jedino kod naidida (rodovi *Paranais*, *Chaetogaster*, *Stylaria*). Kod partenogeneze, jaja se razvijaju bez prethodnog oplodjenja.



Slika 2. Prikaz genitalnog sistema kod nekoliko porodica (Timm & Martin 2015, modifikovano).

Digestivni sistem oligohaeta se sastoji od usnog otvora, koji se nastavlja u mišićno ždrelo, zatim se jednjak prostire kroz nekoliko segmenata. Jednjak prelazi u proširenje tankih zidova-voljku, a zatim se voljka nastavlja u mišićno proširenje debelih zidova-želudac. Iza želudca se nastavlja endodermalno srednje crevo i produžava skoro do zadnjeg kraja tela. To je široka i prava cev, koja sa dorzalne strane ima udubljenje

tiflozolis (typhlosolis) po čijem se prisustvu dugo srednje crevo razlikuje od veoma kratkog zadnjeg creva, koje se završava terminalno na poslednjem telesnom segmentu. Tiflozolis je ispunjen tzv. hloragogenim ćelijama koje čine hloragogeno tkivo.

Nervni sistem je lestvičastog tipa i građen je od nadždrelne ganglije, okoloždrelnog prstena i ventralnog nervnog stabla. Ventralno nervno stablo je sa parom ganglija u svakom segmentu, osim u prvih nekoliko. Nadždrelna (moždana) ganglija je dorzalno postavljena i nalazi se nešto iza prostomijuma (I-III segment). Okoloždrelni nervni prsten je povezan sa glavnim nervnim stablom-lestvicom i moždanom ganglijom.

Krvni sistem sastoji se od dva glavna krvna suda koji se prostiru duž tela, dorzalni i ventralni, i oni su u nekoliko ili u svim segmentima spojeni poprečnim, transverzalnim krvnim sudovima. Od poprečnih krvnih sudova najbolje je razvijeno pet pari tzv. bočna srca koja se nalaze od VII do XI segmenta. Ovi sudovi imaju mišićne zidove i mogu da pulsiraju.

Ekskrecija se obavlja preko metanefridija koje su segmentirano raspoređene (izuzev u prednja tri segmenta) i u paru su poput genitalnih odvoda.

Površina tela kod Oligochaeta, pored toga što je važan taksonomski karakter jer može biti glatka ili prekrivena papilama (rodovi *Spirosperma*, *Embolocephalus*), važna je i jer se preko nje obavlja respiracija. Akvatične oligohete u principu ne poseduju škrge, ali kada ih imaju one takođe predstavljaju izuzetno važan taksonomski karakter. Mogu biti filiformne (zadnji segmenti kod *Branchiura*) ili listolike (smeštene oko anusa kod rodova *Dero* i *Aulophorus*).

Osnovni način kretanja oligoheta jeste sporo peristaltičko puzanje po podlozi. Većina Naididae i neke vrste Lumbriculidae (rodovi *Rhynchelmis* i *Lumbriculus*) koje naseljavaju akvatičnu vegetaciju mogu preplivati kraće relacije spiralnim pokretanjem ili uvrtnjem.

Oligohete poseduju ćelije osetljive na svetlost raspoređene po čitavoj površini tela i većina vrsta je negativno fototaktična, samo kod nekih vrsta naidida postoje parne primitivne očne mrlje koje služe za orijentaciju.

## 1.2. Rasprostranjenje i ekologija

U regionu Palearktika zastupljena je najbrojnija i najraznovrsnija slatkovodna oligohetna fauna (Martin *et al.* 2008) sa 80% endemičnih vrsta. Kosmopolitskim rasprostranjenjem odlikuje se jedino porodica Tubificidae čiji su predstavnici prisutni u svim regionima, uključujući i Antarktiku. Naidide su takođe zabeležene na svim kontinentima ali za razliku od tubificida koje su zastupljenije u Holarktiku (189 vrsta nasuprot 44 u svim ostalim delovima sveta), distribucija naidida je homogenija (143 i 156 vrsta u Holarktiku, odnosno ostalim regionima).

Iako su akvatične oligohete većinom široko rasprostranjene, Brinkhurst & Gelder (2001) su zapazili da one ipak pokazuju određene obrasce u distribuciji. Tako se npr. rodovi *Stylaria*, *Ripistes* i *Vejdovskyella* češće nalaze u severnim krajevima Amerike, dok su vrste iz roda *Dero* zastupljenije u subtropskim i tropskim predelima. Mnoge vrste koje naseljavaju pećine i podzemne vode imaju i ograničenu distribuciju (rod *Trichodrilus*). Naravno, na rasprostranjenje oligoheta danas znatno utiče i introdukcija kao posledica ljudskog delovanja. Najpoznatiji primer jeste rasprostranjenje tropske vrste *Branchiura sowerbyi* koja je u Evropi prvi put uočena u botaničkoj bašti u Londonu 1892. godine i najverovatnije je introdukovana pri transportu biljaka sa jednog dela sveta u drugi. Kasnije je uočena i u drugim delovima Evrope, dok je u Srbiji prvi put konstatovana 1972. godine u ribnjacima u blizini Futoga (Pujin & Đukić 1978; Đukić 1983; Paunović *et al.* 2005). Ova introdukcija je dovedena u vezu sa unosom riba u ribnjake. Od tada se veoma brzo raširila u Srbiji i danas se može naći u mnogim barama, kanalima, akumulacijama i nekim rekama potamon-tipa. Takođe, mnogi eurivalentni makroinvertebrati ponto-kaspijskog porekla (iz Crnog, Kaspijskog i Azovskog mora) ubrzano šire svoje areale jer je veoma složena geološka istorija ovog područja dovela do fluktuacije nivoa vode i saliniteta što je omogućilo evolutivne adaptacije kod ovih vrsta da tolerišu ovakve ekstremne izmene životne sredine (Milbrink & Timm 2001). Širenje areala se prevashodno obavlja na područje Evrope zbog dobro razvijene mreže plovnih puteva, tj. invazivnih koridora (Bij de Vaate *et al.* 2002). Među organizmima koji su proširili svoje rasprostranjenje kroz Evropu tokom 19. veka nalaze se i tubificidne oligohete, a neke su dospеле i do Severne

Amerike zahvaljujući ljudskom faktoru. Kokoni se lako prenose zahvaljujući čamcima i opremi za sportski ribolov, ali i uz pomoć ptica i sisara. Smatra se da je balastna voda glavni faktor u širenju oligoheta, ali i izgradnja plovidbenih kanala koji povezuju rečne sisteme. Prepostavlja se da su npr. ptice glavni vektor širenja vrsta *Potamothrix heuscheri* i *P. moldaviensis* (Milbrink & Timm 2001).

Razlikovanje niša, koje oligohete zauzimaju, manje je očigledno nego zoogeografski obrazac njihove distribucije (Brinkhurst & Gelder 2001). Većina naseljava muljevit i peskovit sediment nizijskih reka, jezera i bara, ali se mogu naći i u vodotocima ili delovima toka sa kamenitim dnom. Kada govorimo o razlikovanju ekoloških niša oligoheta, jedino bi se mogla preciznije utvrditi količina organske materije u sedimentu i vodi, kao i mikroflore, koje bi mogle uzrokovati pojavu ili odsustvo pojedinih vrsta. Upravo se i značaj ishrane u ekološkoj specijalizaciji oligoheta ogleda u tome da li vrste nastanjuju delove rečnih tokova opterećene polutantima ili eutrofna jezera, što naročito važi za tubificidne vrste. Lumbriculidae su karakteristične za tokove neopterećene organskim materijama, takođe i neke vrste naidida (*Pristina*, *Pristinella*), ali i neke tubificide (*Rhyacodrilus*, *Bothrioneurum*). Umereno zagađenje podnose *Potamothrix*, *Aulodrilus*, *Tubifex*.

S obzirom da slatkovodne oligohete naseljavaju različite tipove vodnih tela, njihov način ishrane je raznovrstan. Većina su detritivorne jer većinom žive u bentosu, a zakopavajući se u sediment konzumiraju velike količine čestica (tubificidne vrste) (van Haaren & Soors, 2013). Planktonom se hrane uglavnom naidide, naročito fitoplanktonom, ali i fitobentosom. Među predatorske vrste spadaju *Chaetogaster* sp. i *Haplotaxis* sp. Tubificidae koje se hrane bakterijama pretežno su species-specifične, dok Enchytraeidae preferiraju gljive u vlažnoj zemlji. Fitofilne Naididae se često hrane epifitskim algama, bakterijama i protistama stružući ih sa površine.

Oligohete predstavljaju plen predatorskim larvama insekata (Chironomidae), pijavicama i ostalim makroinvertebratama (Timm & Martin 2015), a značajan su izvor hrane za bentofagne ribe.

### 1.3. Fauna oligoheta u tekućicama u Srbiji - prethodna istraživanja

Za razliku od jezerskih ekosistema poput Skadarskog, Ohridskog i Dojranskog, koji su detaljno istraženi i poseduju veliki broj retkih i endemičnih vrsta oligoheta (Đorđević 1949; Šapkarev 1956, 1959, 1961, 1962, 1964a,b; Karaman 1973; Janković & Jakovčev 1986; Smiljkov *et al.* 2005; Šundić 2007), rečni ekosistemi na području zemalja bivše Jugoslavije istraživani su sporadično, izuzev Crne Gore čija je kompletna oligohetna fauna detaljno istražena (Šundić 2011a,b). O zajednicama akvatičnih oligoheta u Bosni i Hercegovini nalazimo podatke zahvaljujući radovima Vagnera (1982, 1983, 1987, 1988, 1991) i Meštova (Vagner & Meštrov 1982, 1985, 1988, 1990), a ispitane su reke Una, Vrbas, Krivaja, Spreča, Bosna, Neretva i Trebišnjica. U Makedoniji zajednica oligoheta ispitana je u rekama Bregalnica i Bošava (Šapkarev & Vagner 1990, Slavevska-Stamenković 2013), u Hrvatskoj reka Sava i sliv Une (Kerovec & Meštrov 1979; Kerovec 1981a,b, 2005) u Sloveniji reke Sava, Krka, Kupa (Kerovec, 1985) i vodeni sistem karstnog tipa: Pivka i Unica (Karaman 1978). U Hrvatskoj i Sloveniji pretežno su istraživane terestrične oligohete (Mršić 1977, 1979, 1985, 1991).

Prethodna istraživanja oligohetne faune u Srbiji razmatrana su kod Kerovec & Mršić (1981), Jakovčev *et al.* (1995) i Miljanović (2006). Zajednica oligoheta stajaćih voda i rečnih ekosistema na teritoriji Vojvodine, koja obuhvata ravničarsku oblast severno od Dunava, detaljno je istraživana. Ispitane su oligohetne zajednice reka Begeja i Tamiša (Đukić & Stanojević 1979; Miljanović & Đukić 1989; Đukić *et al.* 1998), zatim Tise i Vrbasa (Miljanović *et al.* 2003; Miljanović *et al.* 2004), Čerevičkog potoka (Miljanović *et al.* 2005), kanala Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (Đukić *et al.* 1986; Đukić & Miljanović 1998) i Bajskog kanala (Đukić 1982; Đukić *et al.* 1988, 1997).

Tok Dunava koji protiče kroz Srbiju takođe je veoma detaljno istražen. Obavljena su višegodišnja ispitivanja zajednice oligoheta ovog značajnog rečnog ekosistema (Jakovčev 1987; Đukić 1990; Đukić & Karaman 1994; Đukić *et al.* 1996a, 1997; Miljanović *et al.* 1999; Paunović *et al.* 2005, 2007; Martinović-Vitanović *et al.* 2006).

Oligohete Save, još jedne značajne reke u regionu, čiji donji deo toka protiče kroz Srbiju, ispitivali su Jakovčev (1985), Paunović *et al.* (2008), Martinović-Vitanović *et al.* (2008).

Predeo brdsko-planinskog regiona koji se prostire južno od Dunava ispitivan je sporadično i podatke o oligohetnoj fauni objavljivali su različiti autori. Tako smo upoznati sa oligohetnim zajednicama reka: Južna Morava (Jakovčev 1983, 1984), Veliki Timok (Jakovčev 1986), Đetina (Jakovčev & Marković 1989; Đukić *et al.* 1992) i Vlasina (Paunović *et al.* 1998, 2003). O oligohetama saznajemo i kroz analizu čitave zajednice makroinvertebrata Kriveljske reke (Marković & Miljanović 1995), Crnog Timoka (Đukić *et al.* 1996b), Obnice ( Marković *et al.* 1997), Jablanice ( Marković *et al.* 1998; Stefanović *et al.* 2009; Popović *et al.* 2015), Kolubare (Marković *et al.* 1999; Atanacković *et al.* 2010) i Golijske Moravice (Đikanović *et al.* 2008).

## **2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA**



S obzirom na to da je oligohetna fauna pojedinih oblasti Republike Srbije veoma detaljno istražena, naročito pojedini rečni ekosistemi na kojima su obavljena višedecenijska istraživanja, a da sa druge strane postoje mnogi vodotoci o čijim se zajednicama Oligochaeta u literaturi mogu naći samo oskudni podaci ili podataka nema, ekološka analiza akvatičnih oligoheta u različitim tipovima tekućih voda u Srbiji realizovana je sa sledećim ciljevima:

- izrada spiska vrsta akvatičnih oligoheta ispitivanih vodotoka, kao doprinos popisu celokupne faune Oligochaeta Srbije;
- razmatranje biogeografskih karakteristika zabeleženih zajednica oligoheta;
- razmatranje ekoloških karakteristika zabeleženih vrsta;
- izbor ekoloških karakteristika koje doprinose karakterističnoj distribuciji akvatičnih oligoheta;
- analiza zajednica zastupljenih u različitim tipovima tekućih voda;
- analiza zavisnosti zajednice akvatičnih oligoheta od izabranih karakteristika vodenog ekosistema, sa akcentom na tipološke parametre;
- definisanje mesta akvatičnih oligoheta u sistemu procene ekološkog statusa vodnih tela za područje Srbije.

## **3. MATERIJAL I METODE**

### **3. 1. Područje istraživanja i lokaliteti uzorkovanja**

Sve reke Srbije pripadaju slivovima Jadranskog, Egejskog ili Crnog mora (Gavrilović & Dukić 2002). Najveću površinu u Srbiji pokriva crnomorski sliv (92% vodene teritorije Srbije) i sve veće reke pripadaju ovom basenu, a preko Dunava se ulivaju u Crno more. Jadranski sliv zahvata  $\approx 5\%$  površine Srbije – zapadni deo Kosova i Metohije, i on nije obuhvaćen ovim istraživanjem. Najmanji od tri sliva je Egejski sliv ( $\approx 3\%$  teritorije) koji se prostire u južnom delu Srbije, obuhvatajući slivove tri reke: Lepenac, Pčinja i Dragovištica. Dragovištica je jedina reka Egejskog sliva obuhvaćena našim istraživanjem.

U ovom radu razmatrano je područje Srbije južno od Dunava, uključujući i glavni tok Dunava koji protiče kroz Srbiju, kao i tri lokaliteta na glavnom toku reke Tise. Pored neposrednog dunavskog sliva (pritoke Dunava I, II i V reda), razmatrani su slivovi Save, Kolubare, Velike, Zapadne i Južne Morave, Ibra, Lima, Drine i Timoka, a kao posebna grupa vodotoka istraženi su kanali na području Beograda.

#### **3.1.1. Neposredni sliv Dunava**

S obzirom na svoju dužinu, geografski položaj i istoriju, dunavski sliv predstavlja "vruću tačku" (hot spot) slatkovodnog biodiverziteta u Evropi (Sommerwerk *et al.* 2009). U svom srednjem toku Dunav protiče teritorijom Srbije u dužini od 588 km, što predstavlja 20,6% ukupne dužine ove reke (Simonović *et al.* 2010). Panonski Dunav, koji se prostire od mađarske granice do Golupca, ima karakteristike aluvijalnog vodotoka sa peščanim dnom. Đerdapski sektor čini Đerdapska klisura, dok "donji Dunav", koji se prostire nizvodno od Kladova, ima odlike tipične nizijske reke. U svom toku kroz Srbiju, Dunav prima veliki broj pritoka, a najznačajnije od njih Sava, Velika Morava i Timok, razmatrane su u daljem tekstu zasebno kao slivna područja. Na hidrološke karakteristike Dunava značajno utiču njegove velike pritoke (Simonović *et al.* 2010). Dok Drava ne remeti mnogo vodni režim (srednji višegodišnji protok iznosi 2355 m<sup>3</sup>/s), sa prijemom voda Tise razlike između vodnijeg (prolećni-letnji meseci) i

sušnijeg (jesenji-zimski meseci) perioda godine postaju izraženije, sa srednjim višegodišnjim protokom od 3690 m<sup>3</sup>/s. Najveći uticaj na režim voda ima reka Sava, pa srednji višegodišnji protok nizvodno od ove reke iznosi 5310 m<sup>3</sup>/s. Velika Morava nema bitnog uticaja na protok Dunava. Hidromorfološke izmene toka Dunava su velike i ogledaju se kroz regulaciju rečnog toka, prosecanja meandara, izgradnje odbrambenih nasipa i rečnih građevina, eksploatacije materijala iz rečnog korita i priobalja, a posebno izgradnja brana HE "Đerdap 1" i HE "Đerdap 2" koje uzrokuju konstantno taloženje nanosa na delu akumulacije u Đerdapskoj klisuri.

### **3.1.2. Sliv Save**

Reka Sava nastaje spajanjem Save Dolinke i Save Bohinjke u Sloveniji. Svojom dužinom od 940 km i brojnim pritokama predstavlja najznačajniji basen u regionu (zahvata površinu od 95419 km<sup>2</sup>) (Gavrilović & Dukić 2002; Atanacković *et al.* 2011). Kroz Srbiju protiče njen donji deo toka (206 km) koji ima tipičan nizijski karakter sa dominacijom sitnog peska i mulja na dnu rečnog korita. Prosečni godišnji protok (kod Sremske Mitrovice) je skoro 1500 m<sup>3</sup>/s. Sava se uliva u Dunav u Beogradu (rkm 1170). Slivno područje Save je heterogeno imajući u vidu sve sredinske faktore (Paunović *et al.* 2012), oko 8,8 miliona ljudi naseljava ovo područje, više od 50% rečnog toka je plovno, poljoprivredne aktivnosti i komunalne vode (nutrijenti i organsko zagađenje) doprinose zagađenju vode i pogoršanju njenog kvaliteta, naročito u oblasti donjeg dela rečnog toka.

### **3.1.3. Sliv Kolubare**

Kolubara nastaje spajanjem reka Obnice i Jablanice uzvodno od Valjeva i utiče u Savu u Obrenovcu. Ukupna površina kolubarskog basena iznosi oko 3640 km<sup>2</sup>. Glavne leve pritoke jesu Kladnica, Ub i Tamnava, a desne Gradac, Lepenica, Ribnica, Toplica, Ljig, Peštan i Turija sa Beljanicom. Grad Obrenovac prostire se duž obala Save, ali se otpadne i komunalne vode ispuštaju u Kolubaru bez prethodne obrade (RBC report,

2007). Takođe, velika površina kolubarskog basena gusto je naseljena, u malim naseljima ne postoji kanalizaciona mreža, pa se upotrebljavaju septičke jame. U ovoj oblasti smešteni su i važni industrijski i energetske centri kao i značajna transportna infrastruktura, a važno je pomenuti da je razvijena i poljoprivreda (RBC report, 2007).

#### **3.1.4. Sliv Velike Morave**

Velika Morava nastaje spajanjem Zapadne i Južne Morave i dužine je 175 km. Slivno područje obuhvata površinu od 38000 km<sup>2</sup> sa srednjim godišnjim protokom od 230 m<sup>3</sup>/s (kod Ljubičeva u blizini ušća u Dunav) (Gavrilović & Dukić 2002). Gusto je naseljena oblast, pa je reka pod uticajem različitih tipova zagađenja – organsko zagađenje, zagađenje nutrijentima, zagađenje industrijskim i komunalnim otpadom, kao i pod uticajem hidromorfoloških izmena (prosecanja meandara, izgradnje kanala, eksploatacije šljunka i peska) (Marković *et al.* 2011, 2014).

#### **3.1.5. Sliv Zapadne Morave**

Zapadna Morava nastaje spajanjem reka Golijske Moravice i Đetinje, a severno od Stalaća spaja se sa Južnom Moravom formirajući reku Veliku Moravu. Obuhvata slivno područje od 15567 km<sup>2</sup>, što čini 42,3% celokupnog sliva Velike Morave (Gavrilović & Dukić 2002; Paunović *et al.* 2010). Prosečan godišnji protok iznosi 120 m<sup>3</sup>/s i nije plovna reka. Na njenom toku izgrađene su brane i formirane akumulacije Parmenac, Međuvršje i Ovčar. Ukupno prima vodu iz 85 pritoka, a Ibar predstavlja njenu najveću i najznačajniju pritoku. Pored njega značajne su i Gruža, Rasina, Kamenica i Čemernica.

#### **3.1.6. Sliv Ibra**

Reka Ibar nastaje u istočnom delu Crne Gore i sa ukupnom dužinom toka od 280 km predstavlja najveću pritoku Zapadne Morave (Gavrilović & Dukić 2002; Tubić

*et al.* 2012). Veličina slivne površine iznosi 8.059 km<sup>2</sup>, sa prosečnim protokom kod Kraljeva od oko 65,7 m<sup>3</sup>/s. Slivna površina je geološki i geomorfološki raznolika. U svom gornjem toku reka ima tipično planinski karakter, dok izlazeći iz kanjona Lopatnica Lakat, Ibar postaje tipično ravničarska reka, odakle slobodno meandrira kroz dolinu. Najznačajnije pritoke Ibra jesu reke Sitnica, koja drenira vodu sa istočnog dela sliva, i Raška i Studenica, koje dolaze sa zapada. Odnos velikih i malih voda ujednačeniji je u poređenju sa drugim rekama u Republici Srbiji (Idejni projekat i Studija opravdanosti izgradnje HE na Ibru, 2011). Trećina sliva je pokrivena šumom, a trećina pašnjacima, dok je ostatak pod obradivim zemljištem i urbanim površinama.

### **3.1.7. Sliv Južne Morave**

Južna Morava nastaje na Skopskoj Crnoj Gori, u današnjoj republici Makedoniji, a dužina njenog toka kroz Srbiju iznosi 246 km (Gavrilović & Dukić 2002; Milošević 2013). Površina njenog sliva je 15.469 km<sup>2</sup> od kojih se 92,91% nalazi u Srbiji. Južna Morava ima složenu dolinu, tj. čini je naizmenično smenjivanje klisura i kotlina. Ima 157 pritoka od kojih su najvažnije leve pritoke Jablanica, Veternica, Pusta reka, Toplica, Turija i Ribarska reka, a desne Vrla, Džepska reka, Predejanska reka, Kozaračka reka, Vlasina, Nišava (najduža) i Sokobanjska Moravica. Južna Morava ima značajan potencijal za proizvodnju električne energije, ali se ona uopšte ne koristi. Veliki energetska sistem sagrađen je u njenom slivu, na Vlasini (elektrane Vrla I-IV). U izvesnoj meri, njena voda se koristi za navodnjavanje.

### **3.1.8. Sliv Timoka**

Sliv reke Timok svojim većim delom nalazi se na teritoriji Srbije, u istočnoj regiji (4.607 km<sup>2</sup>, 98%), dok se manjim delom prostire na teritoriji Bugarske (93 km<sup>2</sup>, 2%). Reka Timok (poznata i kao Veliki Timok) je poslednja pritoka Dunava u Srbiji, nastaje spajanjem Belog (koji nastaje spajanjem Svrljiškog i Trgoviškog Timoka) i Crnog Timoka nizvodno od grada Zaječara i dužine je 85 km (Gavrilović & Dukić

2002). Najznačajnija pritoka Timoka jeste Borska (Bela) reka. Vodotoci ovog sliva se, načelno, odlikuju sporim tokom i nestabilnim nivoom vode i ovaj region se ne odlikuje visokim hidro-potencijalom, ali poljoprivredno zemljište zauzima značajan deo površine sliva Timoka (Paunović *et al.* 2008). Takođe je i rudarski kompleks "Bor" jedan od osnovnih faktora koji utiče na ekonomiju i životno okruženje ove oblasti. Situacija koja se tiče otpadnih voda u slivnom području jeste složena, zahvaljujući uticaju nekoliko većih naselja i brojnih sela, kao i ispusta otpadne vode iz tri rudnika i metalurškog kompleksa, u kombinaciji sa sanitarnim otpadom grada Bora i nekoliko sela. Ceo kompleks značajno utiče na vodene ekosisteme.

### **3.1.9. Sliv Drine**

Drina nastaje kod Šćepan Polja spajanjem reka Tare i Pive. Dugačka je 346 km. Kod Bosanske Rače Drina se uliva u Savu i predstavlja njenu najveću pritoku (Blagojević *et al.* 2005). Slivno područje Drine obuhvata jugozapadni i zapadni deo Srbije, severni deo Crne Gore i istočni deo Bosne i Hercegovine, ukupne površine oko 19.926 km<sup>2</sup>. Veće pritoke sa leve strane jesu Sutjeska, Bistrica, Drinjača i Janja, a sa desne Čehotina, Lim, Rzav, Ljuboviđa i Jadar.

### **3.1.10. Sliv Lima**

Lim izvire iz Plavskog jezera u Crnoj Gori i svojom dužinom od oko 220 km protiče kroz Crnu Goru, Srbiju, i Bosnu i Hercegovinu i uliva se u Drinu predstavljajući njenu najveću pritoku (Studija uticaja izgradnje hidroelektrana "Brodarevo 1 i 2" na životnu sredinu, 2011). Površina sliva obuhvata 5.784 km<sup>2</sup>. Kod Brodareva, odnosno Gostuna, u blizini ušća reke Bistrice, Lim ulazi na teritoriju Srbije. Dužina toka kroz Srbiju iznosi oko 110 kilometara. Naizmenično protiče kroz klisure i kotline, najvećim delom svog toka kroz Srbiju teče Prijepoljskim poljem, da bi posle ušća Uvca Lim ušao u dolinu koja nizvodno postaje sve dublja i na 5 km od ušća prelazi u kanjon dubok 530 m. Izgradnjom hidroelektrana u dolini Lima ("Potpeć" i "Bistrica" koja koristi vodu

Uvca) i Uvca ("Kokin Brod" i "Sjenica") stvorena su četiri veštačka jezera. Analizirano područje je veoma heterogeno, što je uslovljeno raznolikom geološkom podlogom, različitom vegetacijom, orografijom i antropogenim uticajem. Najznačajnija pritoka je Uvac sa Vapom.

### **3.1.11. Kanali beogradskog regiona**

Tokom redovnog monitoringa koji svake godine obavlja Gradski zavod za javno zdravlje (GZZZ) u Beogradu utvrđeno je da su različita vodna tela beogradskog regiona pod stalnim pritiskom različitih zagađenja, pre svega organskog (Kračun *et al.* 2013). Ovo se naročito odnosi na kanale - veštačka vodna tela od kojih je naše ispitivanje obuhvatilo sedam: Kanale Pančevačkog rita – Sibnicu i Vizelj, zatim Galovicu, Progarsku jarčinu, Karaš, kanal pekarskog kombinata Beograd (PKB), kao i Obrenovački kanal.

U slivovima ovih kanala nalaze se brojna naselja, farme, industrijski, zanatski i skladišni objekti, a prisutno je i intenzivno obrađivanje poljoprivrednih površina. U kanale povremeno dospeva i velika količina sanitarnih i tehnoloških otpadnih voda, što dodatno pogoršava kvalitet voda. Značajan broj ovih vodotokova hidromorfološki je degradiran, te ne postoje uslovi za održavanje strukture i funkcije vodenih ekosistema.

## **3.2. Materijal i metode uzorkovanja**

Materijal koji je korišćen u ovom istraživanju prikupljen je u periodu 2004-2012. godine i obuhvata uzorke sa 186 lokaliteta koji su prikupljeni na osnovu istraživanja realizovanih u Odeljenju za hidroekologiju i zaštitu voda Instituta za biološka istraživanja "Siniša Stanković" Univerziteta u Beogradu, zatim uzorke sa 41 lokaliteta prikupljenih u okviru realizovanih projekata Odeljenja za hidroekologiju i zaštitu voda Instituta za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta



Univerziteta u Kragujevcu, kao i uzorke sa 62 lokaliteta ispitanih tokom redovnog monitoringa koji obavlja Hidrometeorološki zavod Republike Srbije.

Ukupno je pregledano 383 uzorka prikupljenih sa 115 reka. Prikaz lokaliteta uzorkovanja predstavljen je na karti (Slika 3), dok se spisak analiziranih reka i lokaliteta sa koordinatama nalazi u prilogu (Prilozi 1 i 2).

*Neposredni sliv Dunava* – istraživanje je obuhvatilo glavni rečni tok kroz Srbiju i pet pritoka (pritoke I reda - Tisa, Mlava i Pek; II reda - Ralja; V reda - Sopotska reka). Prikupljanje materijala izvršeno je na 49 lokaliteta, 42 na Dunavu i 12 na pritokama. Treba naglasiti da sliv Tise nije posebno analiziran, pošto je ispitivanje izvršeno samo na glavnom toku (tri lokaliteta). Pored toga, i prirodne karakteristike sliva znatno su izmenjene hidrotehničkim radovima, pre svega izgradnjom sistema kanala Dunav-Tisa-Dunav.

*Sliv Save* – pored deset lokaliteta na glavnom toku, uzorkovanje je izvršeno i na četiri pritoke (Barička, Železnička, Topčiderska i Barajevska reka).

*Sliv Kolubare* – prikupljeni su uzorci sa osam lokaliteta na glavnom toku i sa 35 lokaliteta na pritokama: Obnica, Jablanica, Tamnava, Lepenica, Ribnica, Beljanica, Turija, Peštan, Kačer, Dragobilj, Ljig, Darusavica, Bistrička i Trbušnička reka. Ispitano je ukupno 15 vodotoka.

*Sliv Velike Morave* – ispitivanje je obuhvatilo šest vodotoka: Veliku Moravu i pet pritoka (Jasenica, Resava, Lugomir, Crnica i Grza). Uzorkovano je na 12 lokaliteta, šest na glavnom rečnom toku, dva lokaliteta na Resavi i po jedan na ostalim pritokama.

*Sliv Ibra* – istraživanje je obuhvatilo glavni rečni tok i deset pritoka (Studenica, Brvenica, Jošanica, Dršnica, Lopatnica, Gokčanica, Kolanj, Brevina, Ljudska i Braduljička reka). Prikupljanje materijala izvršeno je na 29 lokaliteta, osam na Ibru i 21 na pritokama.

*Sliv Lima* – u ovom slivu prikupljeni su uzorci sa 16 lokaliteta na glavnom toku i sa 30 lokaliteta na pritokama: Uvac, Vapa, Mileševka, Šupljica, Zložnica, Gračanica, Sopotnica, Kruševica, Jasikovac, Dubočica, Boljanski potok, Goračanska r., Trudovačka r., Slatinska r., Komaranska r., Bučjevska i Kaluđerovića reka.

*Sliv Zapadne Morave* – uzorkovanje je izvršeno na četiri lokaliteta Zapadne Morave i na 36 lokaliteta sa ukupno 20 pritoka (Bjelica, Čemernica, Đetinja, Dičina, Godljevača, Grabovačka r., Gruža, Kamenica, Katušnica, Krivaja, Ljubišnica, Lučka

reka, Mali Rzav, Moravica (Golijaska), Rasina, Rzav, Sečica, Skrapež, Sušica i Veliki Rzav).

*Sliv Južne Morave* – ispitan je glavni tok i ukupno 11 reka koje pripadaju ovom slivu - Nišava, Jelovička reka, Visočica, Veternica, Toplica, Gaberska r., Jerma, Rastovnička r., Moravica (Sokobanjska), Dojkinačka i Golema reka; ukupno 25 lokaliteta, od toga su tri lokaliteta na glavnom toku Južne Morave.

*Sliv Timoka* – istraživanje ovog sliva obuhvatilo je šest reka: Beli Timok, Crni Timok, Trgoviški Timok, Lenovačka reka, Belorečka i Crnovrški potok. Prikupljen je materijal sa osam lokaliteta.

*Sliv Drine* – pored glavnog toka Drine, uzorkovanje je izvršeno i na četiri pritoke (Trešnjica, Jokićev potok, Derventa i Crni Rzav), ukupno devet lokaliteta je ispitano (pet na glavnom toku i po jedan na pritokama).

*Kanali beogradskog regiona* – ispitano je sedam kanala beogradskog regiona: Sibnica, Vizelj, Karaš, Pkb kanal, Galovica, Obrenovački kanal i Progarska jarčina.

Materijal je prikupljan upotrebom ručnih bentoloških mreža promera okca od 950, 500 i 250  $\mu\text{m}$ , Sürber-ovim mrežama zahvatnih površina od 0,1 i 0,04  $\text{m}^2$  i promera okca od 250  $\mu\text{m}$ , bentološkom dredžom promera okca od 250  $\mu\text{m}$ , kao i bagerima tipa Eckmann i Van-Veen, zahvatnih površina od 0,04 i 0,03  $\text{m}^2$ . Uzorkovanje ručnim bentološkim mrežama vršeno je kombinovanom tehnikom podizanja materijala trzajima nogama sa podloge i njegovim sakupljanjem u mrežu koja je orijentisana u pravcu vodenog toka i ručnim sakupljanjem sa podloge (*kick & sweep* tehnika – EN 27828:1994), semi-kvantitativnim uzorkovanjem u definisanom vremenskom intervalu, pri čemu je prikupljano sa svih dostupnih staništa, proporcionalno zastupljenosti staništa (Paunović 2007)

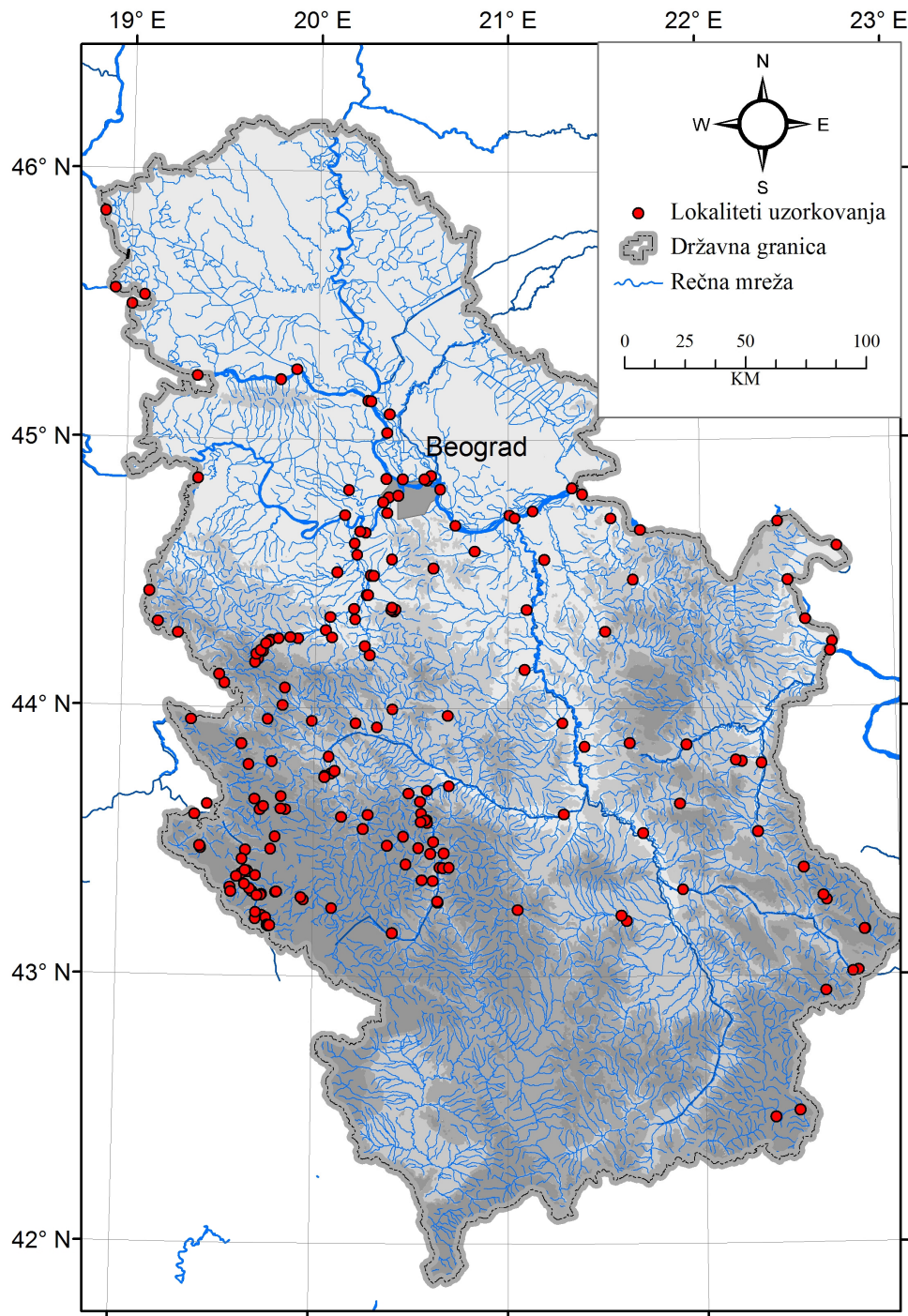
Uzorci bentosa u okviru međunarodnog istraživanja na reci Dunav sakupljeni su kombinacijom različitih tehnika kako bi se prikupio reprezentativan materijal: *air-lift* i *multicorer* tehnike uzorkovanja, zatim *kick & sweep* tehnika, kao i upotreba bentološke dredže. Detaljna metodologija uzorkovanja opisana je u Liška *et al.* (2008).

Materijal je na terenu fiksiran u 4 % formaldehidu i transportovan u laboratoriju. Za očuvanje uzoraka, prikupljenih tokom 2004-2011. godine kao fiksativ je korišćen 4

% formaldehid, dok se za čuvanje uzoraka prikupljenih 2012. godine kao fiksativ koristi 70 % etil-alkohol.

Odvajanje i brojanje oligoheta u laboratoriji vršeno je na binokularnoj lupi Krüss, Nemačka, i Olympus, Nemačka, uveličanja do 40x, dok je identifikacija do najnižeg mogućeg taksonomskog nivoa obavljana na mikroskopu Krüss, Nemačka, i BTC, Mađarska, uveličanja 10, 40 i 100x.

Za determinaciju taksona korišćeni su ključevi: Sperber (1952); Brinkhurst & Jamieson (1971); Brinkhurst (1971); Timm (1999, 2009); Pinder (2010); van Haaren & Soors (2013).



Slika 3. Prikaz ispitanih lokaliteta.

### 3.3. Analiza podataka

Učestalost pojavljivanja vrsta u zajednici oligoheta, odnosno frekvencija ( $0 < F < 1$ ), izračunata je po formuli:

$$F = n / N$$

gde je  $n$  broj uzoraka u kojima je zabeležena određena vrsta, a  $N$  ukupan broj uzoraka.

Za numeričko izražavanje učestalosti vrsta korišćena je modifikovana skala prema Nijboer *et al.* (2004), koja sadrži pet distribucionih klasa i opisuje koliko često, odnosno retko se neka vrsta pojavljuje u uzorcima:

<b>Distribuciona klasa</b>	<b>Učestalost (% ukupnog broja lokaliteta na kojima je takson prikupljen)</b>
Veoma česta, masovna	>12
Umereno česta	>4–12
Česta	>1.5–4
Umereno retka	>0.5–1.5
Retka	0–0.5

Udeo određene vrste u uzorku (%) – procentualno učešće PU (%) na istraživanim lokalitetima računat je po formuli:

$$PU = n / N \times 100$$

gde  $n$  predstavlja broj jedinki određene vrste u uzorku, dok  $N$  predstavlja ukupan broj jedinki u uzorku.

Ekološka analiza zajednica oligoheta na istraživanim lokalitetima izvršena je na osnovu parametara koji su izračunati korišćenjem softverskog paketa ASTERICS 3.1.1. (AQEM 2002). Primenjena je klasifikacija oligoheta prema Hörner *et al.* (2002) kako bi se vrste kategorisale u odnosu na zonaciju duž rečnog toka, brzinu rečnog toka, tip supstrata, način ishrane i u odnosu na saprobnu valencu. Primenjena je indikatorska lista

koju je sačinio Moog (2002), a za procenu ekološkog statusa korišćen je indeks saprobnosti (SI) (Zelinka–Marvan 1961).

Na osnovu zajednice oligoheta izvršena je ocena ekološkog statusa i ekološkog potencijala ispitivanih vodnih tela koja su razvrstana u tipove od 1 do 6, a prema Pravilniku "Parametri ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametri hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda" (Sl. glasnik RS, br. 74/2011).

Tipovi vodnih tela jesu:

- tip 1 – velike nizijske reke, dominacija finog nanosa;
- tip 2 – velike reke, dominacija srednjeg nanosa, izuzev reka područja Panonske nizije;
- tip 3 – mali i srednji vodotoci, nadmorska visina do 500 m, dominacija krupne podloge;
- tip 4 – mali i srednji vodotoci, nadmorska visina preko 500 m, dominacija krupne podloge;
- tip 5 – vodotoci područja Panonske nizije, izuzev vodotoka svrstanih u tip 1;
- tip 6 – mali vodotoci izvan područja Panonske nizije koji nisu obuhvaćeni tipom 3 i 4;
- jezera;
- značajno izmenjena vodna tela (akumulacije);
- veštačka vodna tela.

Ovom podelom vodnih tela na tipove obuhvaćeni su deskriptori tipologije poput nadmorske visine, geološke podloge, površine sliva i tipa dna pa je zajednica oligoheta analizirana i u odnosu na tipologiju površinskih voda, koja je predstavljena pomenutim pravilnikom.

Za statističku analizu podataka korišćeni su programski paketi „Statistica for Windows 6.0“ (StatSoft Inc., 2001) i „FLORA“ verzija 2013 (Karadžić, 2013).

Sličnosti i razlike u zajednicama oligoheta istraživanih rečnih slivova u Srbiji utvrđene su upotrebom Pirsonovog koeficijenta korelacije, uz korišćenje metode najudaljenih suseda (*complete linkage*), pri čemu je kao mera udaljenosti na osnovu koje se obrazuju klasteri korišćen procenat različitosti (*percent disagreement*), a rezultati su grafički prikazani dendrogramom. Analiza je izvršena na svim slivovima

zajedno, kako na kvantitativnim podacima, tako i na kvalitativnim podacima – prisustvo/odsustvo vrsta.

Korespondentnom analizom (CA) pokazana je distribucija oligoheta u odnosu na načelne vodne tipove definisane navedenim Pravilnikom, a prikazane su i glavne faunističke odlike koje karakterišu ispitivane tipove vodotoka. Analizirana su 234 uzorka i rezultati su predstavljeni na CA ordinacijskom dijagramu.

Takođe, korespondentnom analizom (CA) oligohetne faune u odnosu na longitudinalni profil rečnog toka Dunava, utvrđivana je sličnost ispitanih sektora Dunava. Analiza je urađena na 159 uzoraka (prikupljenih metodama K&S i airlift), pri čemu sektor 1, zbog svoje specifičnosti, nije uzet u obzir.

Dalje, metodom multivarijantne analize direktnih gradijenata (kanonijska korespondentna analiza – CCA) utvrđen je uticaj fizičko-hemijskih karakteristika vode i sedimenta, kao i hidromorfoloških odlika, na zajednicu oligoheta na istraživanim lokalitetima, odnosno sektorima duž Dunava. Ovom metodom sve promenljive (faktori) prethodno su selektovane analizom poznatom kao "prethodni izbor" ili "izbor unapred" (forward selection). Analiza je vršena posebno za grupe faktora i konstruisana su tri dijagrama koji predstavljaju odnos oligohetne faune i hidro-morfoloških uticaja, odnos oligohetne faune i fizičko-hemijskih parametara i odnos oligohetne faune i uticaja teških metala.

### **3.4. Zajedničko istraživanje Dunava 2 (JDS 2), lokaliteti uzorkovanja**

Dunav je veliki vodni resurs značajan za preko 80 miliona ljudi. Druga po veličini evropska reka važan je faktor u konzervaciji biološkog diverziteta, zbog čega je važno prikupljati pouzdane podatke i saznati više o funkcionisanju ovako velike reke. S obzirom na to, odgovarajući opis veze sredinskih faktora i sastava zajednice, kao i određivanje precizne tipologije, predstavlja osnovu za vodni menadžment i monitoring ekološkog statusa koji se predlaže Direktivom o vodama (Water Framework Directive – WFD, 2000).

Kako bi se pokazao uticaj sredinskih faktora na rasprostranjenje oligoheta, analiziran je materijal prikupljen tokom Zajedničkog istraživanja Dunava 2 (Joint Danube Survey 2) realizovanog 2007. godine. Tom prilikom ispitano je 96 lokaliteta, od kojih je 24 pozicionirano na ušću glavnih pritoka i rukavaca (Slika 4). Spisak lokaliteta nalazi se u prilogu (Prilog 3).

Imajući u vidu veličinu ispitivanog rečnog toka, kao i značajan broj parametara, analiza rezultata vršena je u odnosu na *a priori* klasifikaciju sektora/lokaliteta, koja je preuzeta iz Robert *et al.* (2003):

Sektor 1 – Gornji tok Dunava (lokalitet 1)

Sektor 2 – Zapadno-alpsko podnožje Dunava (lokaliteti 2-5)

Sektor 3 – Istočno-alpsko podnožje Dunava (lokaliteti 6-10)

Sektor 4 – Donji tok alpskog podnožja Dunava (lokaliteti 11-19)

Sektor 5 – Mađarski deo toka Dunava (lokaliteti 20-37)

Sektor 6 – Panonijski Dunav (lokaliteti 38-58)

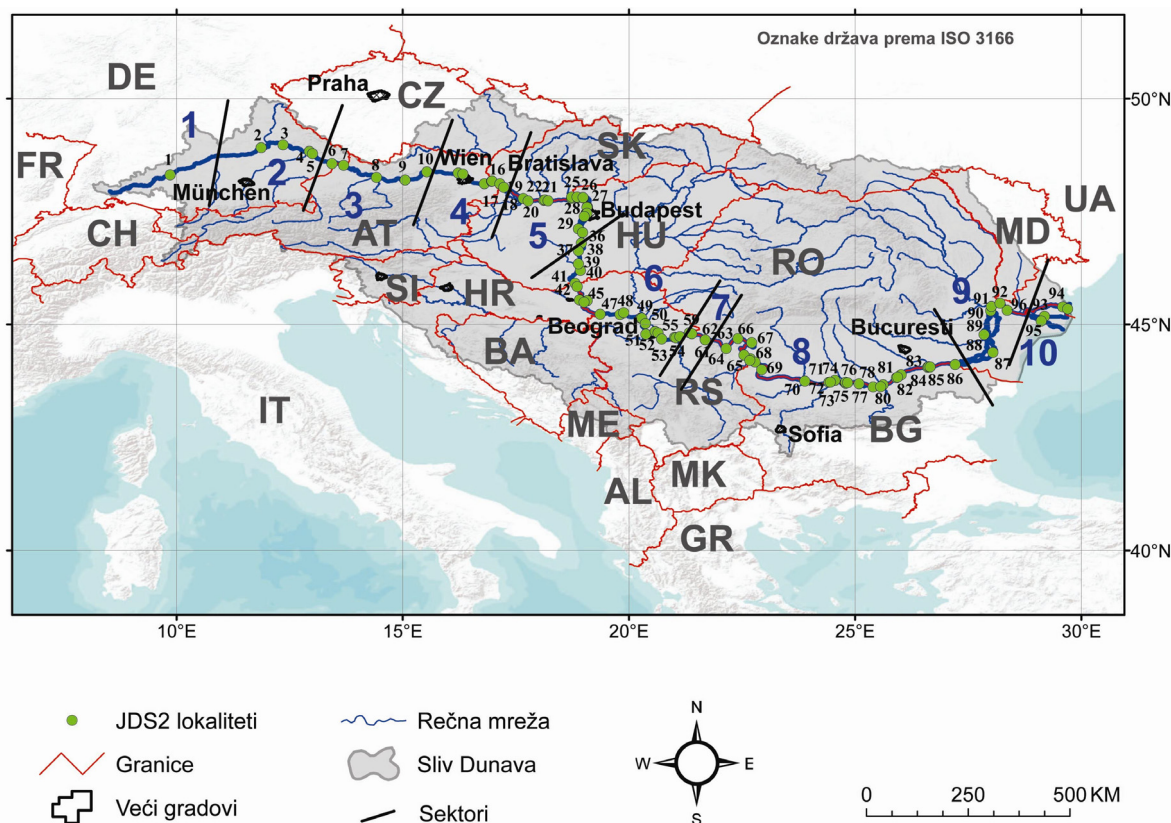
Sektor 7 – Đerdapski Dunav (lokaliteti 59-62)

Sektor 8 – Zapadno-pontijski Dunav (lokaliteti 63-86)

Sektor 9 – Istočni vlaškonizijski Dunav (lokaliteti 87-93)

Sektor 10 –Delta Dunava (lokaliteti 94-96)





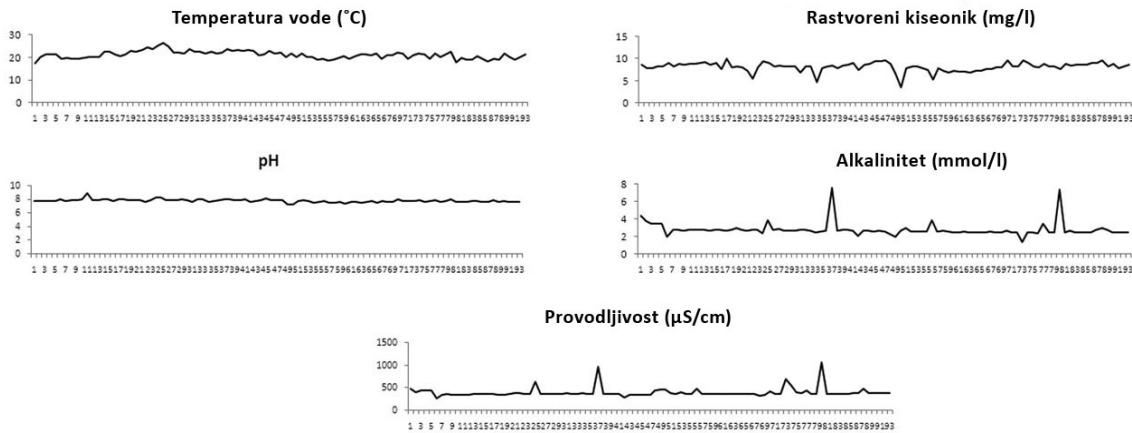
Slika 4. Prikaz lokaliteta u okviru ispitanih sektora Dunava tokom JDS 2.

Podaci o karakteristikama lokaliteta kao i fizičko-hemijskim parametrima vode i sedimenta preuzeti su iz Finalnog izveštaja (Liška *et al.* 2008).

Rečno korito značajno je izmenjeno duž čitavog toka Dunava zbog potreba plovidbe i izgradnje hidroelektrana, veoma malo toka još uvek ima prirodne obale (6,45% ispitanih lokaliteta), dok su obale totalno izmenjene samo u gradskim područjima (1,08% lokaliteta). Znatan deo rečnog toka (21,28%) pod uticajem je hidromorfoloških izmena (uspore koji nastaju zbog pregrađivanja), naročito u gornjem delu toka, u Nemačkoj i Austriji. Oko 77% rečnog toka pripada "dobroj" hidromorfološkoj klasi (slobodni tok). Značajno redukovan vodeni tok konstatovan je na 1% ispitanih lokaliteta (sektor 1).

Podloga rečnog korita uglavnom se sastoji od finog sedimenta (mulj, glina i sitan pesak – 57,44%). Sitniji, srednji i krupan šljunak zastupljen je sa 31,92% udela, dok je samo 6% rečnog dna prekriveno krupnim kamenom. Pojedine oblasti (9,57% lokaliteta) imaju priliv povećane količine organske materije, a takođe i makrofitska vegetacija sporadično prekriva dno (oko 34% litoralne zone).

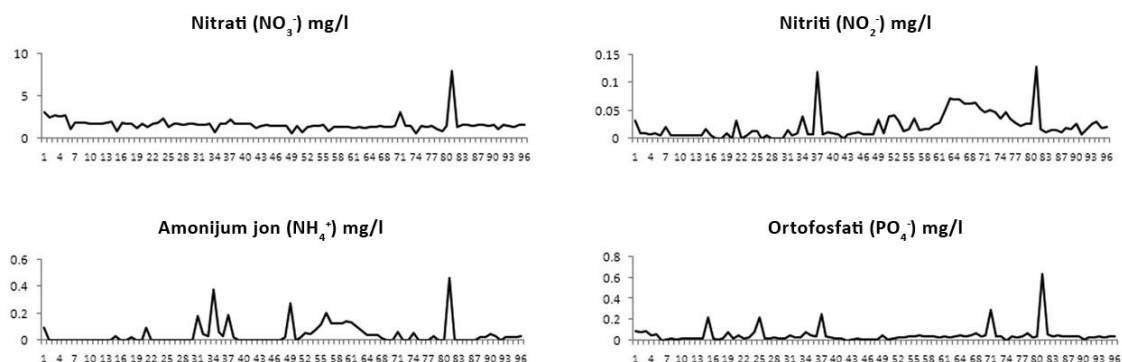
Variranje fizičkih parametara duž Dunava predstavljeno je na slici 5. Temperatura vode kretala se od 17,4 do 26,6 °C, i na dijagramu se može videti da je relativno ujednačena, sa nešto većim vrednostima pri ušću pojedinih pritoka.



Slika 5. Grafički prikaz fizičko-hemijskih parametara.

U gornjem delu toka uočava se malo povećanje pH sa najvišom vrednošću od 8,89 uzvodno od brane Greifenstein (blago alkalna sredina). Što se tiče koncentracije rastvorenog kiseonika ona se kretala u širokom rasponu od 3,49 do 10,1 mg/l sa rastućom linijom u gornjem delu toka Dunava poput pH profila (Slika 5). Alkalinitet je duž Dunava varirao između 1,4 mmol/l i 7,6 mmol/l. Konduktivitet pokazuje relativnu konstantnost duž glavnog rečnog toka sa nekoliko izdvojenih profila (Slika 5).

Ukupna prostorna variranja nutrijenata u uzorcima vode prikazana su na slici 6.



Slika 6. Grafički prikaz variranja koncentracije nutrijenata duž rečnog toka.

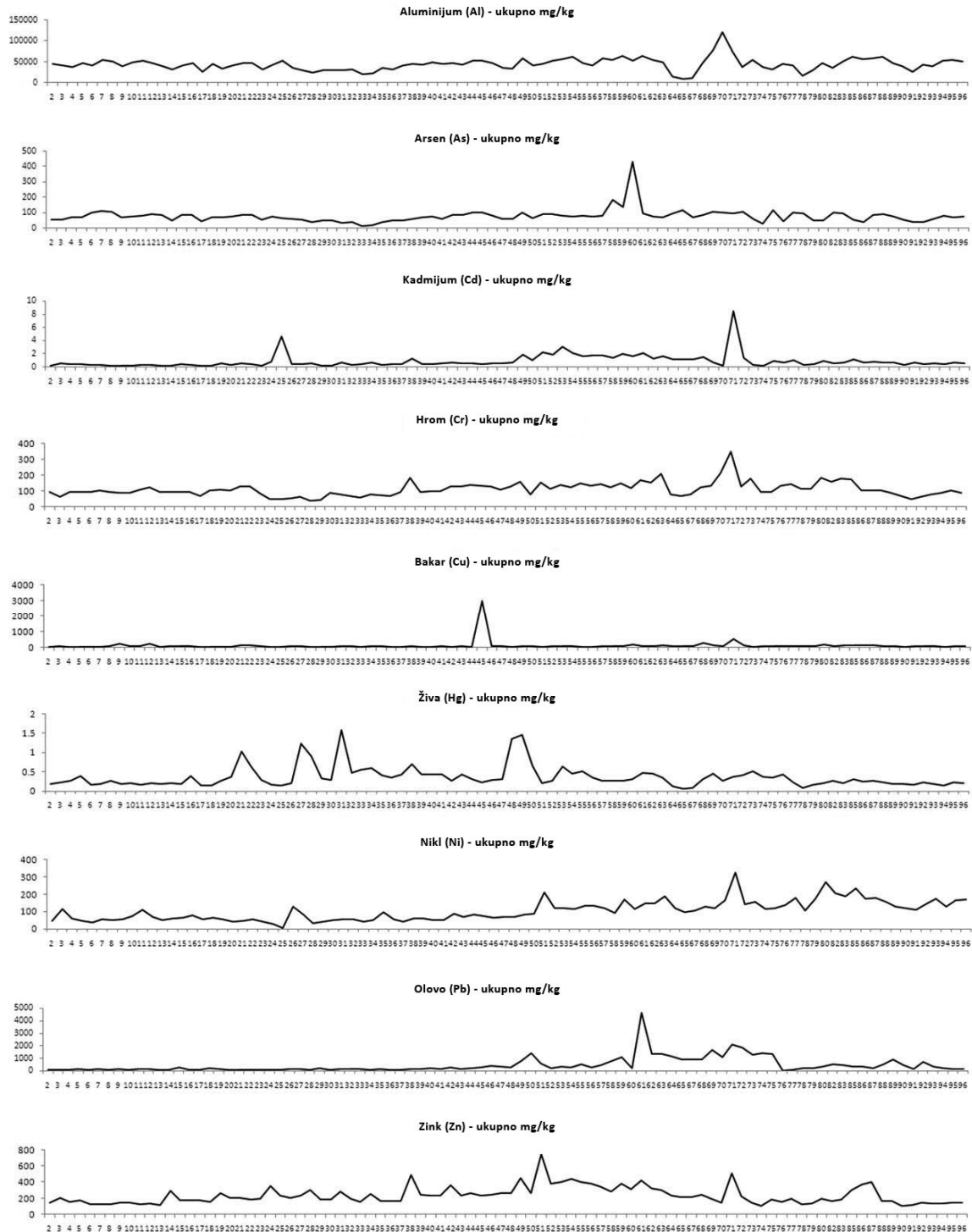
Koncentracija amonijum jona ( $\text{NH}_4^+$ ) kretala se od granice detekcije ( $<0,02$  mg/l) do  $0,462$  mg/l. U gornjem delu toka primećuje se značajan opadajući profil: na prvom lokalitetu (JDS1) je izmerena vrednost  $0,095$  mg/l, a zatim je koncentracija amonijuma nizvodno opadala do granice detekcije (Slika 6). Prva zabeležena vrednost u srednjem delu toka je kod Budimpešte (JDS32), iza koje je nizvodno usledilo povećanje koncentracije amonijuma. Nekoliko značajnih pikova se uočava između lokaliteta JDS34 i JDS81. Koncentracija nitrita ( $\text{NO}_3^-$ ) kretala se od granice detekcije ( $0,005$  mg/l) do  $0,129$  mg/l pokazujući opadajući profil u gornjim delovima toka i najveće vrednosti u srednjim i donjim delovima toka gde se pikovi mogu uočiti u Đerdapskoj klisuri i kod ušća reke Russenski Lom (JDS81), slično koncentraciji amonijuma. Koncentracija nitrata pokazuje značajan opadajući profil u gornjim i srednjim delovima toka Dunava, dok nizvodno od Đerdapa dolazi do povećanja koncentracije. Koncentracija ortofosfata ( $\text{PO}_4^-$ ) kretala se od  $0,010$  mg/l do  $0,635$  mg/l. Opadajuća linija je uočena u gornjem delu toka, dok se u srednjem delu toka primećuje blago povećanje koncentracije, naročito u delovima uspora kod Đerdapa.

Longitudinalni profili koncentracija teških metala prikazani su na slici 7.

U našem istraživanju izmerene koncentracije teških metala procenjivali smo korišćenjem holandskog standarda (van Lynden *et al.* 2004) za kvalitet sedimenta, koji određuje tzv. target-vrednosti, odnosno maksimalne dozvoljene nivoe koncentracije elemenata u nekontaminiranom sedimentu.

Za kadmijum su uočena značajna variranja nizvodno od ušća Save i Tise i veliki je broj lokaliteta na kojima je prekoračena target-vrednost ( $0,8$  mg/kg). U slučaju bakra, uzdužni profil pokazuje nisku koncentraciju u gornjem toku Dunava, dok postoje velika variranja nizvodno od Save i Tise. Takođe je u relativno velikom broju uzoraka pređena target-vrednost ( $85$  mg/kg). Kada je u pitanju živa, primećen je znatan priliv zagađenja duž srednjeg dela toka, ali je standardna vrednost od  $0,8$  mg/kg prekoračena samo na malom broju lokaliteta. Koncentracija nikla u sedimentu prevazilazi target-vrednost od  $50$  mg/kg na najvećem broju lokaliteta, pokazujući značajno povećanje nizvodno od ušća Save i Tise. Većina izmerenih koncentracija arsenika varira između  $50$  i  $100$  mg/kg (target-vrednost iznosi  $29$  mg/kg), međutim veoma velika koncentracija uočena je na lokalitetu Đerdapska akumulacija (JDS60)  $432,27$  mg/kg. Za bakar, hrom i cink,

uzdužni profil koncentracija sličan je kao za nikal, bez značajnijih visokih izmerenih vrednosti.



Slika 7. Grafički prikaz koncentracija teških metala duž rečnog toka.

## **4. REZULTATI**

#### 4.1. Rezultati istraživanja zajednice akvatičnih oligoheta Srbije – kvalitativan sastav

Tokom istraživanja 2004-2012. godine zabeležen je ukupno 61 takson akvatičnih oligoheta (Tabela 1), svrstanih u devet porodica, odnosno 33 roda. Od ovog broja taksona, do nivoa vrste determinisano je 56. Dvanaest vrsta, nađeno je po prvi put u tekućim vodama Srbije.

Tabela 1. Spisak zabeleženih taksona.

<b>Classis CLITELLATA</b>	<i>Potamothrix danubialis</i> (Hrabě, 1941) *
Subclassis OLIGOCHAETA	<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelsen, 1901)
<b>Ordo TUBIFICIDA</b>	<i>Potamothrix heuscheri</i> (Bretscheri, 1900) *
<b>Fam. NAIDIDAE</b>	<i>Potamothrix isochaetus</i> (Hrabe, 1941)
<i>Aulophorus furcatus</i> (Oken, 1815)	<i>Potamothrix moldaviensis</i> Vejdovsky & Mrázek, 1902 *
<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Gruithuisen, 1828)	<i>Potamothrix vejdovskyi</i> (Hrabe, 1941)
<i>Chaetogaster langi</i> Bretscher, 1896 *	<i>Potamothrix bavaricus</i> (Oschman, 1913)
<i>Chaetogaster limnaei</i> (von Baer 1827)	<i>Psammoryctides albicola</i> (Michaelsen, 1901)
<i>Dero dorsalis</i> Ferroniere, 1899	<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube, 1861)
<i>Dero obtusa</i> d'Udekem, 1835	<i>Psammoryctides moravicus</i> (Hrabe, 1934)
<i>Nais barbata</i> (Müller, 1773)	<i>Spirosperma ferox</i> Eisen, 1879
<i>Nais behningi</i> Michaelsen, 1923	<i>Tubifex tubifex</i> Muller 1774
<i>Nais bretscheri</i> Michaelsen, 1899	<b>Ordo ENCHYTRAEIDA</b>
<i>Nais communis</i> Piguët, 1906	<b>Fam. PROPAPPIDAE</b>
<i>Nais elinguis</i> Muller 1773	<i>Proppapus volki</i> Michaelsen, 1905
<i>Nais pardalis</i> Piguët, 1906	<b>Fam. ENCHYTRAEIDAE</b>
<i>Nais pseudooptusa</i> Piguët, 1906	<i>Achaeta</i> sp. *
<i>Nais simplex</i> Piguët 1906	<i>Cognettia sphagnetorum</i> (Vejdovsky 1877) *
<i>Nais variabilis</i> Piguët, 1906	<i>Enchytraeus albidus</i> Henle, 1837
<i>Ophidonais serpentina</i> (Müller, 1773)	<i>Enchytraeus buchholzii</i> Vejdovsky, 1879 *
<i>Paranais frici</i> (Hrabe, 1941)	<i>Enchytraeus christenseni</i> Dozsa-Farkas, 1992 *
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Fridericia</i> sp.
<i>Uncinails uncinata</i> (Ørsted, 1842)	<i>Henlea ventriculosa</i> (Udekem, 1854) *
<i>Vejdovskyella comata</i> (Vejdovsky, 1883)	<i>Marionina argentea</i> (Michaelsen, 1889) *
<i>Vejdovskyella intermedia</i> Bretscher, 1896 *	<b>Ordo HAPLOTAXIDA</b>

**Fam. PRISTINIDAE***Pristina rosea* (Piguet, 1906)**Fam. TUBIFICIDAE****Subfamilia Rhyacodrilinae***Bothrioneurum vej dovskyanum* Stolc, 1888 \**Branchyura sowerby* Beddard, 1892**Subfamilia Tubificinae***Aulodrilus limnobius* (Bretscher, 1899)*Embolocephalus velutinus* (Grube, 1879)*Isochaetides michaelseni* (Lastockin, 1937)*Limnodrilus claparedeanus* Ratzel 1868*Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862*Limnodrilus profundicola* (Verrill, 1871)*Limnodrilus udekemianus* Claparede, 1862**Fam. HAPLOTAXIDAE***Haplotaxis gordioides* Hartmann, 1821**Ordo LUMBRICULIDA****Fam. LUMBRICULIDAE***Lumbriculus variegatus* (Muller 1774)*Rhynchelmis limosella* Hoffmeister, 1843*Stylo-drilus heringianus* Claparede, 1862**Ordo CRASSICLITELLATA****Subordo LUMBRICINA****Fam. LUMBRICIDAE***Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826)**Fam. CRIODRILIDAE***Criodrilus lacuum* Hoffmeister, 1845

\* vrste konstatovane po prvi put u rekama Srbije

Raznovrsnost oligohetne faune ispitivanih slivova, uključujući i kanale beogradskog regiona prikazana je u tabeli 2.

Tabela 2. Broj vrsta i rodova oligoheta u tekućim vodama Srbije.

Porodica \ Slivovi	Dunav		Sava		Kolubara		Velika Morava		Zapadna Morava		Južna Morava		Timok		Lim		Ibar		Drina		Kanali	
Naididae	11	7	8	7	8	4	6	3	9	3	6	4	4	3	3	1	7	3	2	2	4	4
Pristinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Tubificidae	20	9	9	5	9	5	7	5	10	5	6	5	3	3	8	6	9	6	6	4	5	3
Propappidae	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-
Enchytraeidae	3	3	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	4	4	4	4	1	1	-	-
Haplotaxidae	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-
Lumbriculidae	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	-	-
Lumbricidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Criodrilidae	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ukupno</b>	<b>37</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

□ broj vrsta; □ broj rodova

Samo su porodice Naididae i Tubificidae zastupljene u vodama svih slivova i najznačajnije su u pogledu raznovrsnosti (Tabela 3). Slede Enchytraeidae, Lumbriculidae, Lumbricidae i Pristinidae, zastupljene sa znatno manjim brojem vrsta

(8, 3, odnosno 1). Konstatovane su i porodice Propappidae, Haplotaxidae i Criodrilidae koje su u Evropi zastupljene samo sa po jednom vrstom.

Tabela 3. Broj zabeleženih taksona prema porodicama.

Porodica	broj taksona
Naididae	21
Pristinidae	1
Tubificidae	21
Propappidae	1
Enchytraeidae	9
Haplotaxidae	1
Lumbriculidae	4
Lumbricidae	2
Criodrilidae	1

Analizirajući prisustvo vrsta, rodova i porodica slatkovodnih oligoheta, utvrđeno je da od ukupno 61 taksona, najviše njih je zabeleženo u neposrednom slivu Dunava (glavni tok Dunava i manje pritoke: Sopotska reka, Ralja, kao i donji tokovi Peka i Mlave), čak 37 (21 rod iz 6 porodica), dok je najmanji broj taksona konstatovan u slivu Drine i kanalima beogradskog regiona.

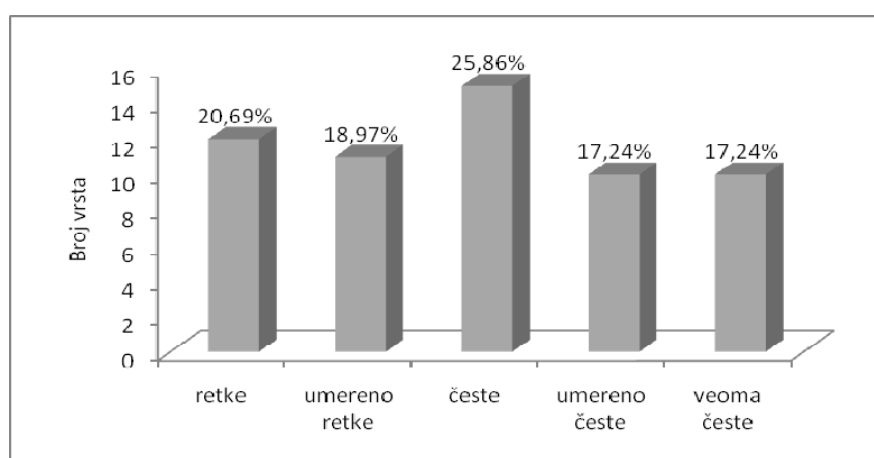
Na slici 8 prikazan je odnos distribucionih klasa koje opisuju učestalost vrsta u tekućim vodama Srbije i može se videti da je najveći broj vrsta klasifikovan kao "čest". Oko 40% vrsta smatra se "retkim" i "umereno retkim", dok je oko 35% vrsta okarakterisano kao "umereno često" nalažena i "veoma često" nalažena i konstatovane su na više od 4%, odnosno 12% lokaliteta.

Najrasprostranjenija vrsta, *Limnodrilus hoffmeisteri*, konstatovana je u 121 od ukupno 236 uzoraka (F=0,51), a zatim *Stilodrilus heringianus*, uočena u 78 uzoraka (F=0,33). Dva roda i deset vrsta je konstatovano samo na po jednom lokalitetu (*Acheta* sp., *Fridericia* sp., *Chaetogaster diaphanus*, *Ch. limnaei*, *Dero dorsalis*, *Nais simplex*, *Uncinaiis uncinata*, *Vejdovskyella intermedia*, *Potamothrix heuscheri*, *Spirosperma ferox*, *Cognettia sphagnetorum* i *Rhynchelmis limosella*) sa frekvencijom F=0,004, dok su 3 vrste konstatovane na po dva lokaliteta (*Aulophorus furcatus*, *N. pardalis* i



*Enchytraeus christenseni*), sa učestalošću pojavljivanja u uzorcima  $F=0,008$ . Frekvencije nalaza vrsta prikazane su u tabeli 5.

Najčešće nalažene vrste u dunavskom i savskom slivu jesu tubificide *L. hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *L. udekemianus* i *Branchiura sowerbyi*, slede *T. tubifex* i *P. hammoniensis*. U slivu Kolubare, pored frekventnog *L. hoffmeisteri*, često se pojavljuju vrste iz porodice Naididae *N. bretscheri* i *N. elinguis*, kao i *S. heringianus* (Lumbriculidae). U slivu Velike Morave pomenute vrste porodice Naidide pokazuju znatnu učestalost, kao i u slivovima Južne Morave, Timoka, Lima i Ibra.



Slika 8. Grafički prikaz odnosa distribucionih klasa koje opisuju učestalost vrsta u tekućim vodama Srbije.

## 4.2. Diverzitet oligoheta ispitivanih slivova

Tokom istraživanja vodotokova Srbije, najveća raznovrsnost zajednice oligoheta uočena je u neposrednom slivu Dunava, gde je pronađeno 40 taksona, odnosno 37 vrsta što se može videti u tabelama 4 i 5. Slede slivovi Zapadne Morave, Ibra i Kolubare sa po 29, 26, i 25 taksona, odnosno, 27, 24 i 23 vrste. U ostalim ispitivanim slivovima uočena je manja raznovrsnost, dok je najmanja (10 vrsta) utvrđena u kanalima beogradskog regiona, koji predstavljaju posebnu grupu voda – veštačka vodna tela. Dragovištica je jedina reka Egejskog sliva obuhvaćena ovim istraživanjem i u njoj je nađena samo jedna vrsta. Treba napomenuti da je, u skoro svim slivovima, u pogledu raznovrsnosti dominantna porodica Tubificidae (broj vrsta kreće se od 20 u dunavskom slivu, do pet u kanalima beogradskog regiona) . U slivu zapadne Morave je podjednak broj vrsta koje pripadaju porodicama Tubificidae i Naididae (po deset vrsta), dok u slivu Timoka dominira porodica Naididae (pet vrsta). Pored ovih porodica, u svim slivovima prisutne su porodice Enchytraeidae i Lumbriculidae, ali sa manjim brojem vrsta (Tabele 4 i 5).

Tabela 4. Ispitivani vodotokovi i konstatovane vrste sa procentualnim učešćem (%) u vodotoku.

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Sliv Zapadne Morave</b>			
<b>Zapadna Morava</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	6,90
	LUMBRICULIDAE	2. <i>Stylo-drilus heringianus</i>	3,45
<b>Bjelica</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus</i> sp.	100,00
<b>Čemernica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	15,38
		2. <i>Nais elinguis</i>	53,85
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	7,69
		4. <i>Potamo-thrix hammoniensis</i>	23,08

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Đetinja</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais communis</i>	14,47
		2. <i>Nais elinguis</i>	75,26
		3. <i>Nais pseudobtusa</i>	1,58
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	1,05
		5. <i>Psamoryctides albicola</i>	0,53
		6. <i>Tubifex tubifex</i>	0,53
	ENCHYTRAEIDAE	7. <i>Enchytraeus albidus</i>	1,58
	LUMBRICIDAE	8. <i>Eiseniella tetraedra</i>	1,05
	CRIODRILIDAE	9. <i>Criodrilus lacuum</i>	0,53
<b>Dičina</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	32,43
		2. <i>Nais elinguis</i>	24,32
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2,70
		4. <i>Tubifex tubifex</i>	2,70
	LUMBRICULIDAE	5. <i>Stylodrilus heringianus</i>	35,14
	LUMBRICIDAE	6. <i>Eiseniella tetraedra</i>	2,70
<b>Godljevača</b>	LUMBRICULIDAE	1. <i>Stylodrilus heringianus</i>	100,00
<b>Gruža</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	13,33
		2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	13,33
		3. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	6,67
	ENCHYTRAEIDAE	4. <i>Enchytraeus bucholzi</i>	13,33
<b>Kamenica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	3,60
		2. <i>Nais elinguis</i>	96,40
<b>Katušnica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	2,34
		2. <i>Nais bretscheri</i>	80,47
		3. <i>Nais pseudobtusa</i>	2,34
		4. <i>Nais simplex</i>	3,91
		5. <i>Nais variabilis</i>	3,13
	TUBIFICIDAE	6. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	0,78
	LUMBRICULIDAE	7. <i>Stylodrilus. heringianus</i>	1,56

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Krivaja</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	16,67
		2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	25,00
		3. <i>Limnodrilus profundicola</i>	50,00
		4. <i>Potamothrix isochaetus</i>	8,33
<b>Ljubišnica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais</i> sp.	60,00
	TUBIFICIDAE	2. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	20,00
	LUMBRICIDAE	3. <i>Eiseniella tetraedra</i>	20,00
<b>Lučka reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	36,36
		2. <i>Nais elinguis</i>	27,27
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Stylodrilus heringianus</i>	36,36
<b>Mali Rzav</b>	LUMBRICULIDAE	1. <i>Lumbriculus variegatus</i>	57,14
	LUMBRICIDAE	2. <i>Eiseniella tetraedra</i>	42,86
<b>Moravica (Golijška)</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	14,29
	PROPAPPIDAE	2. <i>Propappus volki</i>	14,29
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Stylodrilus heringianus</i>	28,57
<b>Rasina</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	55,56
	PRISTINIDAE	2. <i>Pristina rosea</i>	5,56
	TUBIFICIDAE	3. <i>Branchiura sowerbyi</i>	5,56
		4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	5,56
	LUMBRICIDAE	5. <i>Eiseniella tetraedra</i>	16,67
<b>Rzav</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	100,00
<b>Skrapež</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	23,53
		2. <i>Ophidonais serpentina</i>	23,53
		3. <i>Vejdovskyella comata</i>	11,76
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	5,88
		5. <i>Psammoryctides barbatus</i>	23,53
		6. <i>Tubifex tubifex</i>	5,88
<b>Veliki Rzav</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	4,76
	PROPAPPIDAE	2. <i>Propappus volki</i>	9,52
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Lumbriculus variegatus</i>	4,76
		4. <i>Stylodrilus heringianus</i>	45,24

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Veliki Rzav</b>	LUMBRICIDAE	5. <i>Eiseniella tetraedra</i>	2,38
<b>Sliv Lima</b>			
<b>Lim</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	21,66
		2. <i>Nais elinguis</i>	13,13
	PRISTINIDAE	3. <i>Pristina rosea</i>	1,84
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	4,61
		5. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	4,61
	6. <i>Psammoryctides albicola</i>	7,60	
	PROPAPPIDAE	7. <i>Propappus volki</i>	0,23
	ENCHYTRAEIDAE	8. <i>Henlea ventriculosa</i>	1,38
		9. <i>Marionina argentea</i>	0,23
	LUMBRICULIDAE	10. <i>Stylodrilus heringianus</i>	38,94
	LUMBRICIDAE	11. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,46
<b>Goračanska reka</b>	LUMBRICULIDAE	1. <i>Lumbriculus variegatus</i>	85,71
		2. <i>Stylodrilus heringianus</i>	14,29
<b>Uvac</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	3,53
		2. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	2,35
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	18,82
		4. <i>Limnodrilus profundicola</i>	2,35
		5. <i>Spirosperma ferox</i>	1,18
		6. <i>Embolocephalus velutinus</i>	5,88
		7. <i>Tubifex tubifex</i>	50,59
	ENCHYTRAEIDAE	8. <i>Enchytraeus buchholzi</i>	5,88
		9. <i>Henlea ventriculosa</i>	3,53
	LUMBRICULIDAE	10. <i>Stylodrilus heringianus</i>	5,88
<b>Mileševka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	4,09
		2. <i>Nais bretscheri</i>	2,45
		3. <i>Nais elinguis</i>	4,36
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	9,26

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
Mileševka	TUBIFICIDAE	5. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	68,66
	LUMBRICULIDAE	6. <i>Stylodrilus heringianus</i>	9,54
	LUMBRICIDAE	7. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,54
Šupljica	LUMBRICULIDAE	1. <i>Stylodrilus heringianus</i>	50,00
	LUMBRICIDAE	2. <i>Eiseniella tetraedra</i>	30,00
Trudovačka reka	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	57,14
	LUMBRICULIDAE	2. <i>Lumbriculus variegatus</i>	42,86
Gračanica	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	89,29
	LUMBRICULIDAE	2. <i>Stylodrilus heringianus</i>	3,57
Sopotnica	ENCHYTRAEIDAE	1. <i>Fridericia spp.</i>	2,56
		2. <i>Henlea ventriculosa</i>	7,69
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Stylodrilus heringianus</i>	74,36
	LUMBRICIDAE	4. <i>Eiseniella tetraedra</i>	10,26
Slatinska reka	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	1,52
	ENCHYTRAEIDAE	2. <i>Henlea ventriculosa</i>	1,52
		3. <i>Marionina argentea</i>	1,52
	LUMBRICULIDAE	4. <i>Stylodrilus heringianus</i>	90,91
	LUMBRICIDAE	5. <i>Eiseniella tetraedra</i>	4,55
Komaranska reka	LUMBRICULIDAE	1. <i>Stylodrilus heringianus</i>	75,00
Kruševica	LUMBRICULIDAE	1. <i>Stylodrilus heringianus</i>	83,33
Bučjevska reka	NAIDIDAE	1. <i>Nais sp.</i>	13,33
	ENCHYTRAEIDAE	2. <i>Henlea ventriculosa</i>	6,67
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Stylodrilus heringianus</i>	73,33
	LUMBRICIDAE	4. <i>Eiseniella tetraedra</i>	6,67
Jasikovac	NAIDIDAE	1. <i>Nais sp.</i>	33,33
	LUMBRICULIDAE	2. <i>Stylodrilus heringianus</i>	33,33
Kaluderovića reka	LUMBRICULIDAE	1. <i>Stylodrilus heringianus</i>	66,67
	LUMBRICIDAE	2. <i>Eiseniella tetraedra</i>	33,33

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Sliv Drine</b>			
<b>Drina</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	3,57
		2. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	3,57
		3. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	10,71
		4. <i>Psammoryctides albicola</i>	21,43
		5. <i>Psammoryctides barbatus</i>	3,57
		6. <i>Tubifex tubifex</i>	25,00
	ENCHYTRAEIDAE	7. <i>Enchytraeus albidus</i>	17,86
	LUMBRICIDAE	8. <i>Eiseniella tetraedra</i>	3,57
<b>Trešnjica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	25,00
		2. <i>Ophidonais serpentina</i>	25,00
	LUMBRICIDAE	3. <i>Eiseniella tetraedra</i>	50,00
<b>Derventa</b>	LUMBRICIDAE	1. <i>Eiseniella. tetraedra</i>	100,00
<b>Crni Rzav</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	88,24
		2. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	11,76
<b>Sliv Save</b>			
<b>Sava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Chaetogaster diaphanus</i>	0,53
		2. <i>Nais bretscheri</i>	1,38
		3. <i>Nais elinguis</i>	0,03
		4. <i>Paranais frici</i>	0,10
		5. <i>Stylaria lacustris</i>	0,79
		6. <i>Uncinaiis uncinata</i>	0,03
		7. <i>Vejdovskyella comata</i>	0,16
	TUBIFICIDAE	8. <i>Branchiura sowerbyi</i>	6,70
		9. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	5,32
		10. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	67,30
		11. <i>Limnodrilus profundicola</i>	0,07
		12. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	4,96
		13. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	6,64

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Sava</b>	TUBIFICIDAE	14. <i>Psammoryctides albicola</i>	0,36
		15. <i>Pammoryctides barbatus</i>	0,13
		16. <i>Tubifex tubifex</i>	5,06
	ENCHYTRAEIDAE	17. <i>Enchytraeus christenseni</i>	0,03
		18. <i>Henlea ventriculosa</i>	0,03
	LUMBRICULIDAE	19. <i>Stylodrilus heringianus</i>	0,03
	LUMBRICIDAE	20. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,07
<b>Barička reka</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	100,00
<b>Železnička reka</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	95,24
		2. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	4,76
<b>Topčiderska reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Aulophorus furcatus</i>	24,40
		2. <i>Nais bretscheri</i>	2,26
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	62,14
		4. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	2,26
		5. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	8,93
<b>Barajevska reka</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	4,75
		2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	73,88
		3. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	2,37
		4. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	19,00
<b>Neposredni sliv Dunava</b>			
<b>Dunav</b>	NAIDIDAE	1. <i>Aulophorus furcatus</i>	0,11
		2. <i>Dero obtusa</i>	0,25
		3. <i>Nais barbata</i>	0,01
		4. <i>Nais bretscheri</i>	0,56
		5. <i>Nais communis</i>	0,21
		6. <i>Nais elinguis</i>	1,16
		7. <i>Nais pardalis</i>	0,67
		8. <i>Ophidonais serpentina</i>	1,31
		9. <i>Paranais frici</i>	1,01
		10. <i>Stylaria lacustris</i>	2,95



Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Dunav</b>	NAIDIDAE	11. <i>Vejdovskyella intermedia</i>	0,05
	TUBIFICIDAE	12. <i>Aulodrilus limnobius</i>	0,89
		13. <i>Bothrioneurum vejvodskyanum</i>	0,07
		14. <i>Branchiura sowerbyi</i>	8,39
		15. <i>Emblocephalus velutinus</i>	0,30
		16. <i>Isochaetides michaelsoni</i>	9,96
		17. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	13,05
		18. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	18,07
		19. <i>Limnodrilus profundicola</i>	1,23
		20. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	4,06
		21. <i>Pothamotheix bavaricus</i>	0,11
		22. <i>Pothamotheix danubialis</i>	0,35
		23. <i>Pothamotheix hammoniensis</i>	2,58
		24. <i>Pothamotheix heuscheri</i>	0,02
		25. <i>Pothamotheix isochaetus</i>	1,49
		26. <i>Pothamotheix moldaviensis</i>	3,81
		27. <i>Pothamotheix vejdovskyi</i>	1,00
		28. <i>Psammoryctides albicola</i>	1,43
		29. <i>Psammoryctides barbatus</i>	2,81
		30. <i>Psammoryctides moravicus</i>	0,96
		31. <i>Tubifex tubifex</i>	0,86
ENCHYTRAEIDAE	32. <i>Henlea ventriculosa</i>	0,03	
LUMBRICULIDAE	33. <i>Stylodrilus heringianus</i>	0,06	
LUMBRICIDAE	34. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,02	
CRIODRILIDAE	35. <i>Criodrilus lacuum</i>	0,68	
<b>Mlava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	5,00
		2. <i>Nais elinguis</i>	0,83
		3. <i>Ophidonais serpentina</i>	1,67
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	5,83
		5. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	59,17

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Mlava</b>	ENCHYTRAEIDAE	6. <i>Tubifex tubifex</i>	17,50
		7. <i>Enchytraeus albidus</i>	0,83
	LUMBRICULIDAE	8. <i>Styiodrilus heringianus</i>	1,67
<b>Tisa</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Branchiura sowerbyi</i>	6,51
		2. <i>Isochaetides michaelsoni</i>	5,42
		3. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	7,79
		4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	54,83
		5. <i>Limnodrilus profundicola</i>	1,28
		6. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	11,54
		7. <i>Potamothenix bavaricus</i>	8,38
		8. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	1,78
		9. <i>Psammoryctides barbatus</i>	0,69
		10. <i>Tubifex tubifex</i>	0,69
<b>Pek</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	16,67
	ENCHYTRAEIDAE	2. <i>Enchytraeus buchholzi</i>	16,67
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Styiodrilus heringianus</i>	66,67
<b>Ralja</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	100,00
<b>Sliv Kolubare</b>			
<b>Kolubara</b>	NAIDIDAE	1. <i>Chaetogaster</i> sp.	0,76
		2. <i>Nais bretscheri</i>	1,15
		3. <i>Nais elinguis</i>	11,45
	TUBIFICIDAE	4. <i>Ophidonais serpentina</i>	0,76
		5. <i>Branchiura sowerbyi</i>	7,63
		6. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	16,41
		7. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	45,04
		8. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	1,15
		9. <i>Potamothenix danubialis</i>	0,38
		10. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	1,15
		11. <i>Tubifex tubifex</i>	4,58
		LUMBRICULIDAE	12. <i>Styiodrilus heringianus</i>

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Obnica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Paranais frici</i>	4,08
	TUBIFICIDAE	2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	32,65
		3. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	24,49
		4. <i>Tubifex tubifex</i>	28,57
	LUMBRICULIDAE	5. <i>Styiodrilus heringianus</i>	10,20
<b>Jablanica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	1,03
		2. <i>Nais elinguis</i>	0,34
		3. <i>Nais pseudobtusa</i>	0,34
		4. <i>Embolocephalus velutinus</i>	1,03
	TUBIFICIDAE	5. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	11,38
		6. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	3,10
		7. <i>Tubifex tubifex</i>	1,03
	ENCHYTRAEIDAE	8. <i>Henlea ventriculosa</i>	0,34
	HAPLOTAXIDAE	9. <i>Haplotaxis gordioides</i>	0,34
	LUMBRICULIDAE	10. <i>Styiodrilus heringianus</i>	71,72
	LUMBRICIDAE	11. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,69
<b>Tamnava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	30,00
	TUBIFICIDAE	2. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	5,00
		3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	10,00
		4. <i>Limnodrilus profundicola</i>	15,00
		5. <i>Embolocephalus velutinus</i>	5,00
		6. <i>Tubifex tubifex</i>	5,00
		7. <i>Henlea ventriculosa</i>	10,00
	LUMBRICULIDAE	8. <i>Styiodrilus heringianus</i>	5,00
	LUMBRICIDAE	9. <i>Eiseniella tetraedra</i>	5,00
<b>Lepenica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	3,50
		2. <i>Ophidonais serpentina</i>	0,50
	TUBIFICIDAE	3. <i>Embolocephalus velutinus</i>	0,50
		4. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	5,50
		5. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	46,00
		6. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	8,00

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Lepenica</b>	ENCHYTRAEIDAE LUMBRICULIDAE	7. <i>Tubifex tubifex</i>	6,50
		8. <i>Henlea ventriculosa</i>	4,50
		9. <i>Lumbriculus variegatus</i>	0,50
		10. <i>Styiodrilus heringianus</i>	19,50
<b>Ribnica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	3,88
		2. <i>Nais elinguis</i>	77,52
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	1,55
		4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	13,95
		5. <i>Tubifex tubifex</i>	1,55
	LUMBRICULIDAE LUMBRICIDAE	6. <i>Styiodrilus heringianus</i>	0,78
		7. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,78
<b>Beljanica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Chaetogaster limnaei</i>	3,15
		2. <i>Nais bretscheri</i>	37,80
		3. <i>Ophidonais serpentina</i>	5,51
		4. <i>Paranais frici</i>	38,58
	TUBIFICIDAE ENCHYTRAEIDAE LUMBRICULIDAE	5. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	5,51
		6. <i>Henlea ventriculosa</i>	1,57
		7. <i>Styiodrilus heringianus</i>	7,87
<b>Turija</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	54,55
	TUBIFICIDAE	2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	36,36
		3. <i>Tubifex tubifex</i>	9,09
<b>Peštan</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais barbata</i>	3,16
		2. <i>Nais bretscheri</i>	2,17
		3. <i>Nais elinguis</i>	90,32
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2,77
		5. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	0,59
<b>Kačer</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	33,33
		2. <i>Tubifex tubifex</i>	26,67
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Styiodrilus heringianus</i>	40,00
<b>Dragobilj</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	100,00

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Ljig</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	55,56
	ENCHYTRAEIDAE	2. <i>Enchytraeus buchholzi</i>	44,44
<b>Bistrička reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais barbata</i>	6,67
		2. <i>Nais bretscheri</i>	40,00
		3. <i>Nais elinguis</i>	46,67
		4. <i>Ophidonais serpentina</i>	6,67
<b>Trbušnička reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	63,16
		2. <i>Nais elinguis</i>	10,53
		3. <i>Nais variabilis</i>	10,53
<b>Darusavica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	8,33
		2. <i>Nais elinguis</i>	83,33
<b>Sliv Velike Morave</b>			
<b>Velika Morava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	0,06
		2. <i>Nais bretscheri</i>	3,87
		3. <i>Nais communis</i>	0,12
		4. <i>Nais elinguis</i>	1,25
		5. <i>Stylaria lacustris</i>	1,01
	TUBIFICIDAE	6. <i>Branchiura sowerbyi</i>	16,51
		7. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	8,88
		8. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	58,94
		9. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	1,91
		10. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	0,06
		11. <i>Psammoryctides albicola</i>	2,68
		12. <i>Tubifex tubifex</i>	1,61
	PROPAPPIDAE	13. <i>Propappus volki</i>	0,12
	ENCHYTRAEIDAE	14. <i>Henlea ventriculosa</i>	0,89
	LUMBRICULIDAE	15. <i>Rhynchelmis limosella</i>	0,06
		16. <i>Stylodrilus heringianus</i>	0,48
	LUMBRICIDAE	17. <i>Eiseniella tetraedra</i>	0,18

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Jasenica</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	100,00
<b>Resava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	14,29
		2. <i>Nais elinguis</i>	28,57
		3. <i>Stylaria lacustris</i>	14,29
	TUBIFICIDAE LUMBRICULIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	28,57
		5. <i>Stylodrilus heringianus</i>	14,29
<b>Lugomir</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	38,71
		2. <i>Nais elinguis</i>	41,94
		3. <i>Ophidonais serpentina</i>	1,61
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	14,52
		5. <i>Tubifex tubifex</i>	1,61
<b>Crnica</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	84,92
		2. <i>Tubifex tubifex</i>	15,08
<b>Grza</b>	LUMBRICIDAE	1. <i>Eiseniella tetraedra</i>	100,00
<b>Sliv Južne Morave</b>			
<b>Južna Morava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	69,35
		2. <i>Nais elinguis</i>	20,97
		3. <i>Ophidonais serpentina</i>	3,23
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	1,08
		5. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	1,08
		6. <i>Marionina argentea</i>	1,08
<b>Nišava</b>	NAIDIDAE	1. <i>Chaetogaster langi</i>	2,01
		2. <i>Nais barbata</i>	4,02
		3. <i>Nais bretscheri</i>	74,70
		4. <i>Nais elinguis</i>	16,47
		5. <i>Stylaria lacustris</i>	2,01
	TUBIFICIDAE	6. <i>Limnodrilus sp.</i>	0,80
<b>Toplica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Chaetogaster langi</i>	2,22
		2. <i>Nais bretscheri</i>	28,89
		3. <i>Nais elinguis</i>	11,11

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Toplica</b>	TUBIFICIDAE	4. <i>Embolocephalus velutinus</i>	2,22
		5. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	8,89
		6. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2,22
		7. <i>Tubifex tubifex</i>	15,56
	PROPAPPIDAE	8. <i>Propappus volki</i>	17,78
	ENCHYTRAEIDAE	9. <i>Enchytraeus buchholzi</i>	2,22
	LUMBRICULIDAE	10. <i>Stylodrilus heringianus</i>	4,44
<b>Gaberska reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	100,00
<b>Moravica (Sokobanjska)</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	20,00
	PRISTINIDAE	2. <i>Pristina rosea</i>	58,82
	TUBIFICIDAE	3. <i>Branchiura sowerbyi</i>	10,59
		4. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	1,18
		5. <i>Tubifex tubifex</i>	2,35
<b>Sliv Ibra</b>			
<b>Ibar</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	0,98
		2. <i>Paranasi frici</i>	0,39
		3. <i>Stylaria lacustris</i>	0,20
	TUBIFICIDAE	4. <i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i>	6,30
		5. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	1,57
		6. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	50,39
		7. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	0,79
		8. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	9,25
		9. <i>Potamothrix vej dovskyi</i>	0,20
		10. <i>Psammoryctides albicola</i>	1,18
	ENCHYTRAEIDAE	11. <i>Cognettia sphagnetorum</i>	0,20
		12. <i>Enchytraeus</i> sp.	3,94
		13. <i>Henlea ventriculosa</i>	12,80
	LUMBRICULIDAE	14. <i>Stylodrilus heringianus</i>	10,63

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Studenica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	27,08
		2. <i>Nais elinguis</i>	6,25
		3. <i>Nais variabilis</i>	4,17
	TUBIFICIDAE	4. <i>Embolocephalus velutinus</i>	6,25
		5. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2,08
	ENCHYTRAEIDAE	6. <i>Henlea ventriculosa</i>	10,42
		7. <i>Marionina argentea</i>	8,33
	HAPLOTAXIDAE	8. <i>Haplotaxis gordioides</i>	8,33
	LUMBRICULIDAE	9. <i>Stylodrilus heringianus</i>	20,83
	LUMBRICIDAE	10. <i>Eiseniella tetraedra</i>	4,17
<b>Ljudska</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais barbata</i>	100,00
<b>Brvenica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	1,05
		2. <i>Nais bretscheri</i>	17,37
		3. <i>Nais elinguis</i>	48,42
	TUBIFICIDAE	4. <i>Embolocephalus velutinus</i>	1,05
		5. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	0,53
	PROPAPPIDAE	6. <i>Propappus volki</i>	19,47
	LUMBRICULIDAE	7. <i>Stylodrilus heringianus</i>	12,11
<b>Jošanica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	21,11
		2. <i>Nais elinguis</i>	57,78
	PROPAPPIDAE	3. <i>Propappus volki</i>	4,44
	ENCHYTRAEIDAE	4. <i>Marionina argentea</i>	2,22
	LUMBRICULIDAE	5. <i>Stylodrilus heringianus</i>	7,78
<b>Dršnica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais behningi</i>	6,25
		2. <i>Nais bretscheri</i>	8,33
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Stylodrilus heringianus</i>	60,42
		LUMBRICIDAE	4. <i>Eiseniella tetraedra</i>
<b>Lopatnica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	16,07
	TUBIFICIDAE	2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	1,79
	PROPAPPIDAE	3. <i>Propappus volki</i>	29,46



Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Lopatnica</b>	LUMBRICULIDAE	4. <i>Styiodrilus heringianus</i>	50,00
	LUMBRICIDAE	5. <i>Eiseniella tetraedra</i>	1,79
<b>Gokčanica</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	6,32
		2. <i>Nais elinguis</i>	77,89
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	6,32
		4. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	1,05
	PROPAPPIDAE	5. <i>Propappus volki</i>	2,11
	LUMBRICULIDAE	6. <i>Styiodrilus heringianus</i>	4,21
	LUMBRICIDAE	7. <i>Eiseniella tetraedra</i>	1,05
<b>Kolanj</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	1,45
		2. <i>Nais elinguis</i>	10,14
	TUBIFICIDAE	3. <i>Tubifex tubifex</i>	1,45
	LUMBRICULIDAE	4. <i>Styiodrilus heringianus</i>	81,16
	LUMBRICIDAE	5. <i>Eiseniella tetraedra</i>	4,35
<b>Braduljička reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	15,38
		2. <i>Nais elinguis</i>	23,08
	ENCHYTRAEIDAE	3. <i>Henlea ventriculosa</i>	38,46
	LUMBRICIDAE	4. <i>Eiseniella tetraedra</i>	23,08
<b>Sliv Timok</b>			
<b>Beli Timok</b>	NAIDIDAE	1. <i>Chaetogaster langi</i>	4,03
		2. <i>Nais bretscheri</i>	86,29
		3. <i>Nais elinguis</i>	1,21
		4. <i>Stylaria lacustris</i>	8,47
<b>Crni Timok</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	17,50
		2. <i>Nais elinguis</i>	30,00
	PRISTINIDAE	3. <i>Pristina rosea</i>	2,50
	TUBIFICIDAE	4. <i>Embolocephalus velutinus</i>	5,00
		5. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2,50
		6. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	2,50

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
<b>Crni Timok</b>	ENCHYTRAEIDAE	7. <i>Achaeta</i> sp.	30,00
		8. <i>Henlea ventriculosa</i>	2,50
	HAPLOTAXIDAE	9. <i>Haplotaxis gordioides</i>	5,00
<b>Lenovačka reka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	20,00
		2. <i>Nais elinguis</i>	40,00
	TUBIFICIDAE	3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	20,00
		4. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	20,00
<b>Belorečka</b>	NAIDIDAE	1. <i>Nais elinguis</i>	15,79
	ENCHYTRAEIDAE	2. <i>Henlea ventriculosa</i>	31,58
	LUMBRICULIDAE	3. <i>Stylodrilus heringianus</i>	52,63
<b>Kanali beogradskog regiona</b>			
<b>Sibnica</b>	NAIDIDAE TUBIFICIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	17,29
		2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2,26
		3. <i>Limnodrilus udekemianus</i>	2,26
		4. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	41,35
		5. <i>Tubifex tubifex</i>	36,84
<b>Vizelj</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	27,78
		2. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	55,56
		3. <i>Tubifex tubifex</i>	11,11
	LUMBRICIDAE	4. <i>Eiseniella tetraedra</i>	5,56
<b>Karaš</b>	NAIDIDAE	1. <i>Dero dorsalis</i>	10,48
		2. <i>Nais bretscheri</i>	4,76
		3. <i>Stylaria lacustris</i>	1,90
	TUBIFICIDAE	4. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	54,29
		5. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	23,81
		6. <i>Tubifex tubifex</i>	4,76
<b>Pkb</b>	TUBIFICIDAE	1. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	9,09
		2. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	72,73
		3. <i>Potamothenix hammoniensis</i>	18,18

Tabela 4. Nastavak

Reka	Porodica	Vrsta	%
Galovica	NAIDIDAE TUBIFICIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	9,09
		2. <i>Limnodrilus claparedeanus</i>	9,09
		3. <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	72,73
		4. <i>Potamothrix hammoniensis</i>	9,09
Progarska jarčina	NAIDIDAE	1. <i>Stylaria lacustris</i>	86,67
		2. <i>Vejdovskyella comata</i>	13,33
<b>Sliv Egejskog mora</b>			
Dragovištica	NAIDIDAE	1. <i>Nais bretscheri</i>	100,00

\*u tabeli se nalaze samo taksoni determinisani do nivoa vrste i roda

#### 4.2.1. Neposredni sliv Dunava

Na lokalitetima ispitivanog područja zabeleženo je ukupno 40 taksona (37 vrsta) svrstanih u 6 porodica, što ukazuje da je zajednica oligoheta ovog sliva značajno bogatija vrstama od ostalih (Tabela 5).

Od ukupnog broja vrsta, u glavnom toku konstatovano je 35. Na dva lokaliteta, Belegiš i ušće Timoka, oligohete nisu nađene. Najveća raznovrsnost je uočena na lokalitetu nizvodno od ušća Save (17 taksona), dok je najmanja (samo po jedna vrsta) zabeležena na lokalitetima uzvodno od ušća Drave i Tekija.

Iz tabele 5 može se videti da su najčešće vrste pripadnici porodice tubificida: *Limnodrilus hoffmeisteri* (F=0,79) i *L. claparedeanus* (F=0,72). Veliku učestalost pojavljivanja u uzorcima pokazale su i vrste *Branchiura sowerbyi* (F=0,54) i *L. udekemianus* (F=0,51).

U pritokama je nađeno 11 taksona (devet vrsta) od kojih najveću učestalost takođe ima *Limnodrilus hoffmeisteri* (F=0,50). Slede *Tubifex tubifex* i *Stylodrilus heringianus* sa frekvencijom F=0,38. Najveći broj vrsta (šest) konstatovan je u Mlavi, na lokalitetu kod ušća, dok je najmanji u Ralji, samo jedna vrsta. U Sopotskoj reci oligohete nisu nađene.

Prisustvo devet vrsta oligoheta utvrđeno je jedino u neposrednom dunavskom slivu: *Dero obtusa*, *Nais pardalis*, *Vejdovskyella intermedia*, *Aulodrilus limnobius*, *Potamothrix heuscheri*, *Potamothrix moldaviensis* i *Psammoryctides moravicus*. Sve vrste nađene su u glavnom toku Dunava.

U Tisi je zabeleženo ukupno 10 taksona, pri čemu je najviše njih nađeno na lokalitetu Ada (devet). Najučestalije su tubificide *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *L. udekemianus* i *Branchiura sowerbyi* (F=1).

#### 4.2.2. Sliv Save

Na svim lokalitetima su nađene oligohete i ukupno je konstatovano 22 taksona (21 vrsta) iz pet porodica (Tabela 5). Zajednica oligoheta Save pokazuje znatnu raznovrsnost – 20 vrsta, i posmatrajući po lokalitetima može se uočiti da je broj vrsta približan. Tako je najveća raznovrsnost zabeležena kod Šapca (devet vrsta), zatim kod Sremske Mitrovice (osam), slede Zabran i Makiš sa po sedam vrsta, dok je najmanja raznovrsnost konstatovana na lokalitetima Jarak, ušće Bosuta i Ostružnica (po šest taksona).

Slično kao i u zajednici oligoheta Dunava i ovde je najčešća vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri* koja je zastupljenja u svim uzorcima (F=1), slede *Branchiura sowerbyi* (F=0,62) i *L. claparedeanus* (F=0,54), kao i ostale tubificide koje imaju značajan udeo u zajednici – *Tubifex tubifex*, *Potamothrix hammoniensis* i *L. udekemianus* (F=0,38) (Tabela 5).

Znatno manja raznovrsnost je uočena u pritokama Save, svega šest vrsta od ukupnog broja taksona u slivu. Najviše vrsta (pet) nađeno je u Topčiderskoj reci, dok je u Baričkoj reci nađena samo jedna vrsta. I ovde *L. hoffmeisteri* ima najveću frekvenciju (F=1).

Tri vrste nađene su samo u slivu Save, *Chaetogaster diaphanus*, *Uncinaiis uncinata* i *Enchytraeus christenseni*, sve u glavnom rečnom toku.

### 4.2.3. Sliv Kolubare

U svim ispitanim vodotocima nađene su oligohete. Zabeleženo je šest porodica sa 25 taksona, odnosno 23 je determinisano do nivoa vrste.

U glavnom toku konstatovano je 13 vrsta, pri čemu su najčešće *Limnodrilus hoffmeisteri* i *L. claparedeanus* (F=0,8) (Tabela 5). Najveća raznovrsnost bila je na lokalitetu Slovac (osam vrsta), a najmanja na lokalitetu Kalenić (jedna vrsta). Porodica Tubificidae je dominantna i u ovom rečnom toku, kako po raznovrsnosti, tako i po učestalosti pojavljivanja.

U pritokama je zabeležena veća raznovrsnost nego u Kolubari (20 vrsta), pri čemu naidide dominiraju (osam vrsta). Najveća raznovrsnost bila je u Beljanici i Lepenici (po šest vrsta), najmanja (po jedna vrsta) u rekama Obnica (lokalitet Ribarci), Jablanica (Bebići), Ribnica (Brežde i Ćosići), Turija i Dragobilj. Najveću učestalost pokazuje *Stylodrilus heringianus* (F=0,48), slede *Limnodrilus hoffmesteri* (F=0,38) i *Nais bretscheri* (F=0,35).

*Chaetogaster limnaei* je vrsta nađena jedino u kolubarskom slivu, u Beljanici.

### 4.2.4. Sliv Velike Morave

Oligohete su konstatovane u svim vodotokovima. Iz tabele 4 se može uočiti da je 17 vrsta nađeno u glavnom toku, a osam u pritokama. Ukupno je zabeležen 21 takson (18 vrsta) iz šest porodica (Tabela 5)

U Velikoj Moravi najfrekventnije vrste su *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *Branchiura sowerbyi* i *Nais bretscheri* sa učestalošću pojavljivanja u zajednici F=1 (Tabela 5). Značajnu zastupljenost imale su i tubificide *Psammoryctides albicola* (F=0,8), *Tubifex tubifex* (F=0,8) i *L. udekemianus* (F=0,6), kao i naidida *Stylaria lacustris* (F=0,6). Najveća raznovrsnost je uočena kod Varvarina (15 taksona), dok je najmanja bila kod Ljubičeva (sedam).

U pritokama V. Morave veću raznovrsnost pokazuju naidide (četiri vrste) u odnosu na tubificide (dve vrste), ali je i ovog puta *L. hoffmeisteri* bila najučestalija u uzorcima (F=0,8). Ostale vrste su se pojavljivale u manje od 50% uzoraka.

*Rhynchelmis limosella* je vrsta nađena jedino u ovom slivu, u glavnom rečnom toku.

#### 4.2.5. Sliv Ibra

U ovom slivu ukupno je nađeno 26 taksona (24 vrste) svrstanih u sedam porodica.

Oligohete su u glavnom toku konstatovane na svim lokalitetima, osim u uzorku koji je prikupljen nizvodno od ušća Studenice. Nađeno je 14 vrsta iz četiri porodice (Tabela 4). Najčešće nalažena je *Henlea ventriculosa* (F=0,63), dok *Stylodrilus heringianus* takođe ima značajan procenat pojavljivanja u uzorcima (F=0,50). Po šest vrsta nađeno je na lokalitetima Raška, Biorci i Bogova kosa, dok je najmanja raznovrsnost (jedan takson) bila na lokalitetu uzvodno od Kraljeva.

Veća raznovrsnost uočena je u pritokama Ibra. Ukupno je nađeno 16 vrsta iz sedam porodica, pri čemu su naidide i tubificide sa jednakim brojem vrsta (pet). Međutim, najfrkventnija vrsta je *Stylodrilus heringianus* (F=0,56) (Tabela 5). Najveća raznovrsnost je konstatovana u reci Gokčanica (osam vrsta), dok je najmanja u Ljudskoj kod Požege (1 vrsta).

*Cognettia sphagnetorum* je vrsta nađena jedino u ovom slivu, u Ibru. Takođe u glavnom toku zabeležena je i retka vrsta *Bothrioneurum vej dovsky anum* i prvi put su objavljeni podaci o njenom rasprostranjenju u Srbiji (Atanacković *et al.* 2012).

#### 4.2.6. Sliv Lima

Zabeleženo je 22 taksona (20 vrsta) svrstanih u sedam porodica, pri čemu su vrstama najbrojnije tubificide (Tabela 5).

U glavnom toku su oligohete zabeležene na svim lokalitetima. Najučestalije vrste u zajednici jesu *Nais bretscheri* i *Stylodrilus heringianus* sa frkvencijom F=0,60, a značajnu učestalost pojavljivanja imaju i *Nais elinguis*, *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Psammoryctides albicola* (F=0,53) (Tabela 5).

Nađeno je ukupno 11 vrsta u Limu, ali raznovrsnost po lokalitetima nije velika, najveći broj vrsta uočen je na lokalitetu uzvodno od Brodareva (devet), dok je najmanji na lokalitetima Jabuka i Kozičko polje (po jedna vrsta).

U 18 ispitanih pritoka Lima uočena je veća raznovrsnost u odnosu na glavni tok jer je nađeno ukupno 17 vrsta, uz dominaciju tubificida (sedam vrsta). Oligohete tokom istraživanja nisu zabeležene u četiri vodotoka ovog sliva: Vapa, Zlošnica, Dubočica i Boljanski potok. Vrsta sa najznačajnijom učestalošću je *Stylodrilus heringianus* (F=0,90). Ostale vrste se javljaju u zajednici sa frekvencijom manjom od 50%. Najraznovrsnija zajednica oligoheta uočena je u Uvcu, 10 vrsta, dok je najmanja bila u rekama: Goračanskoj, Trudovačkoj, Komaranskoj, Bučjevskoj, Kaluđerovića reci i Kruševici, po dve vrste.

*Spirosperma ferox* i *Fridericia* sp. su taksoni zabeležene jedino u slivu Lima i nisu nađene u ostalim ispitanim vodotocima u Srbiji.

#### 4.2.7. Sliv Zapadne Morave

Oligohete nisu konstatovane na lokalitetu Šušnjava (Z. Morava), na jednom od dva lokaliteta na Ljubišnici i u uzorcima sa reka Sušice i Grabovače. U ovom slivu je zabeležena znatna raznovrsnost, 29 taksona (27 vrsta) iz osam porodica, od kojih su sve vrste nađene u pritokama, dok su samo dve konstatovane u Zapadnoj Moravi. U odnosu na glavni tok u kome su prisutni jedino predstavnici porodica tubificida (*Limnodrilus hoffmeisteri*) i lumbrikulida, u pritokama su zastupljeni predstavnici osam porodica pri čemu naidide i tubificide dominiraju sa po 10 vrsta (Tabela 4). Iz tabele 5 vidi se da je najčešća vrsta u uzorcima *Nais elinguis* (F=0,35), a slede *Limnodrilus hoffmeisteri* (F=0,31), *Stylodrilus heringianus* (F=0,27) i *Eiseniella tetraedra* (F=0,23). Ostale vrste imaju učestalost pojavljivanja ispod 20%. Najveći broj vrsta zapažen je u uzorku sa reke Đetinje (devet), dok je najmanji bio u rekama Skrapež (lokalitet Vranjani), Moravica (Šamanica), Rzav, Rasina, Godljevača i Bjelica, po jedna vrsta.

*Nais simplex* je vrsta nađena jedino u ovom slivu, u reci Katušnici.

#### 4.2.8. Sliv Južne Morave

U šest reka ovog sliva nisu nađene oligohete: Jelovička reka, Visočica, Veternica, Jerma, Dojkinačka i Golema reka.

Od tri lokaliteta na Južnoj Moravi, oligohete su nađene na jednom (lokalitet Rutovac). Njihova zajednica nije mnogo raznovrsna, šest vrsta iz tri porodice. Brojnija vrstama je porodica Naididae (tri vrste) u odnosu na Tubificidae (dve vrste) (Tabela 4).

U pritokama je konstatovano 15 taksona (14 vrsta) iz pet porodica. Naidide su brojnije vrstama i u zajednici pritoka (šest) u odnosu na tubificide (pet), dok su ostale porodice predstavljene sa po jednom vrstom. Najveću učestalost pojavljivanja imaju *Nais bretscheri* i *Pristinella rosea* ( $F=0,33$ ) (Tabela 5).

Najveća raznovrsnost zabeležena je u Nišavi (kod Niša) i Toplici, po pet vrsta, dok je najmanja uočena u Nišavi (lokalitet Donja Vrezina), Gaberskoj reci i Moravici (lokalitet "Mušičarski revir") po jedna vrsta.

Ni jedna vrsta nije karakteristična samo za ovo slivno područje, ali bi se mogao izdvojiti *Chaetogaster langi* koji je uočen jedino u slivovima Južne Morave i Timoka.

#### 4.2.9. Sliv Timoka

U Trgoviškom Timoku i Crnovrškoj reci nisu nađene oligohete.

Ukupno je konstatovano 12 vrsta iz šest porodica, pri čemu pet vrsta pripada porodici Naididae, što je čini najraznovrsnijom porodicom (Tabela 5). Najfrekventnija vrsta ovog sliva je *Nais elinguis* ( $F=0,67$ ), dok veliku učestalost pojavljivanja ima i *N. bretscheri* ( $F=0,50$ ) (Tabela 5). Najveća raznovrsnost zabeležena je u Crnom Timoku kod Gamzigrada (osam vrsta), a najmanja kod Zaječara (jedna vrsta).

U Crnom Timoku kod Zaječara nađena je retka vrsta enhitreide – *Achaeta* sp. prvi put u Srbiji, specifična po potpunom odsustvu heta.

#### 4.2.10. Sliv Drine

Zabeleženo je 11 taksona (10 vrsta) svrstanih u pet porodica (Tabela 5).



U Drini su oligohete nađene na dva lokaliteta. Od ukupnog broja vrsta, konstatovano je devet, pri čemu dominiraju tubificide (šest vrsta). Sve tubificide su sa lokaliteta Culine, dok su na lokalitetu Bačevci konstatovane *Enchitraeus albidus*, *Eiseniella tetraedra* i jedan takson iz porodice Lumbriculidae.

U svim pritokama su zabeležene oligohete, osim u Jokićevom potoku, ukupno pet vrsta iz tri porodice: Naididae (dve), Tubificidae (dve) i Lumbricidae (jedna). *Eiseniella tetraedra* je najfrekventnija vrsta (F=0,8) (Tabela 5). Najveći broj vrsta zabeležen je u Trešnjici (tri vrste).

#### 4.2.11. Kanali beogradskog regiona

U šest ispitanih kanala beogradskog regiona u okviru faune dna, prisutna je i zajednica oligoheta. Oligohete nisu nađene u Obrenovačkom kanalu. Raznovrsnost oligohetne zajednice u ovom tipu vodotoka nije velika, zabeleženo je 10 vrsta iz tri porodice, a najbrojnija vrstama je porodica Tubificidae (pet). Najbogatiji vrstama je kanal Karaš (šest), dok je najmanja raznovrsnost bila u Progarskoj jarčini (dve vrste).

Najveću učestalost pojavljivanja u zajednici imaju *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Potamothrix hammoniensis* (F=0,83) (Tabela 5).

Kanal Karaš jedini je vodotok u Srbiji u kome je tokom ispitivanja nađena retka vrsta *Dero dorsalis*.

Tabela 5. Prikaz prisutnosti/odsutnosti vrsta u slivovima i njihovih frekvencija F (po slivovima i zbirno u svim uzorcima).

	$F_{\Sigma}$	Dunav	Sava	Kolubara	Velika Morava	Zapadna Morava	Južna Morava	Timok	Lim	Ibar	Drina	Kanali
<b>Ordo HAPLOTAXIDA</b>												
<b>Fam. HAPLOTAXIDAE</b>												
<i>Haplotalxis gordioides</i> Hartmann, 1821	0,017	-	-	0,02	-	-	-	0,17	-	0,08	-	-
<b>Ordo TUBIFICIDA</b>												
<b>Fam. NAIDIDAE</b>												
<i>Aulophorus furcatus</i> (Oken, 1815)	0,008	0,02	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Gruithuisen, 1828)	0,004	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ch. langi</i> Bretscher, 1896	0,013	-	-	-	-	-	0,15	0,17	-	-	-	-
<i>Ch. limnaei</i> (von Baer 1827)	0,004	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dero dorsalis</i> Ferroniere, 1899	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. obtusa</i> d'Udekem, 1835	0,013	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nais barbata</i> (Müller, 1773)	0,021	0,02	-	0,05	-	-	0,08	-	-	0,04	-	-
<i>N. behningi</i> Michaelsen, 1923	0,034	-	-	-	0,1	0,07	-	-	0,03	0,12	0,14	-
<i>N. bretscheri</i> Michaelsen, 1899	0,305	0,11	0,24	0,33	0,7	0,17	0,38	0,50	0,31	0,52	-	0,5
<i>N. communis</i> Piguët, 1906	0,013	0,02	-	-	0,1	0,03	-	-	-	-	-	-
<i>N. elinguis</i> Muller 1773	0,271	0,13	0,06	0,43	0,3	0,31	0,31	0,67	0,31	0,32	-	-
<i>N. pardalis</i> Piguët, 1906	0,008	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. pseudooptusa</i> Piguët, 1906	0,013	-	-	0,02	-	0,07	-	-	-	-	-	-
<i>N. simplex</i> Piguët 1906	0,004	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
<i>N. variabilis</i> Piguët, 1906	0,013	-	-	0,02	-	0,03	-	-	-	0,04	-	-
<i>Ophidonais serpentina</i> (Müller, 1773)	0,072	0,20	-	0,09	0,1	0,03	0,08	-	-	-	0,14	-
<i>Paranais frici</i> (Hrabe, 1941)	0,034	0,04	0,12	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	0,088	0,17	0,18	-	0,4	-	0,15	0,17	-	0,04	-	0,33
<i>Uncinaiis uncinata</i> (Ørsted, 1842)	0,004	0,06	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vejdovskyella comata</i> (Vejdovsky, 1883)	0,013	0,02	0,06	-	-	0,03	-	-	-	-	-	0,17

Tabela 5. Nastavak

	F <sub>Σ</sub>	Dunav	Sava	Kolubara	Velika Morava	Zapadna Morava	Južna Morava	Timok	Lim	Ibar	Drina	Kanali
<i>V. intermedia</i> Bretscher, 1896	0,004	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fam. PRISTINIDAE</b>	0,030	-	-	-	-	0,03	0,31	0,17	0,03	-	-	-
<i>Pristina rosea</i> (Piguet, 1906)												
<b>Fam. TUBIFICIDAE</b>												
<b>Subfamily Rhyacodrilinae</b>												
<i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i> Stolic, 1888	0,017	0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-	-
<i>Branchyura sowerbyi</i> Beddard, 1892	0,169	0,46	0,47	0,02	0,5	0,03	0,08	-	-	-	-	-
<b>Subfamily Tubificinae</b>												
<i>Aulodrilus limnobius</i> (Bretscher, 1899)	0,013	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Embocephalus velutinus</i> (Grube, 1879)	0,051	0,04	-	0,07	-	-	0,08	0,33	0,03	0,12	-	-
<i>Isochaetides michaelsoni</i> (Lastockin, 1937)	0,064	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> Ratzel 1868	0,271	0,65	0,47	0,19	0,5	0,14	0,15	-	0,03	0,04	-	0,33
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparede, 1862	0,513	0,76	1	0,43	0,9	0,31	0,15	0,33	0,34	0,2	0,29	0,83
<i>L. profundicola</i> (Verrill, 1871)	0,064	0,22	0,06	0,02	-	0,03	-	-	0,03	-	-	-
<i>L. udekemianus</i> Claparede, 1862	0,165	0,43	0,41	0,02	0,3	0,03	-	-	-	0,08	0,14	0,17
<i>P. bavaricus</i> (Oschman, 1913)	0,017	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamothrix danubialis</i> (Hrabě, 1941)	0,025	0,11	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. hammoniensis</i> (Michaelson, 1901)	0,241	0,33	0,47	0,14	0,1	0,07	0,08	0,33	0,2	0,2	0,29	0,83
<i>P. heuschneri</i> (Bretscher, 1900)	0,004	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. isochoetus</i> (Hrabe, 1941)	0,021	0,09	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
<i>P. moldaviensis</i> Vajdovsky & Miráček, 1902	0,034	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. vej dovskiyi</i> (Hrabe, 1941)	0,030	0,13	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
<i>Psammoryctides albicola</i> (Michaelson, 1901)	0,106	0,17	0,06	-	0,4	0,03	-	-	0,23	0,08	0,14	-
<i>Ps. barbatus</i> (Grube, 1861)	0,072	0,26	0,12	-	-	0,03	-	-	-	-	0,14	-
<i>Ps. moravicus</i> (Hrabe, 1934)	0,025	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5. Nastavak

	F <sub>Σ</sub>	Dunav	Sava	Kolubara	Velika Morava	Zapadna Morava	Južna Morava	Timok	Lim	Ibar	Drina	Kanali
<i>Spiroperma ferox</i> Eisen, 1879	0,004	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-
<i>Tubifex tubifex</i> , Muller 1774	0,216	0,33	0,29	0,29	0,6	0,10	0,15	-	0,03	0,04	0,14	0,5
<b>Ordo ENCHYTRAEIDA</b>												
<b>Fam. PROPAPPIDAE</b>												
<i>Proppapus volki</i> Michaelsen, 1905	0,055	-	-	-	0,1	0,07	0,08	-	0,03	0,32	-	-
<b>Fam. ENCHYTRAEIDAE</b>												
<i>Achaeta</i> sp.	0,004	-	-	-	-	-	-	0,17	-	-	-	-
<i>Cognettia sphagnetorum</i> (Vejdovsky 1877)	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
<i>Enchytraeus albidus</i> Henle, 1837	0,013	0,02	-	-	-	0,03	-	-	-	-	0,14	-
<i>E. buchholzii</i> Vejdovsky, 1879	0,021	0,02	-	0,02	-	0,03	0,08	-	0,03	-	-	-
<i>E. christenseni</i> Dozsa-Farkas, 1992	0,008	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fridericia</i> sp.	0,004	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-
<i>Henlea ventriculosa</i> (Udekem, 1854)	0,097	0,04	0,06	0,09	0,1	-	-	0,33	0,17	0,28	-	-
<i>Marionina argentea</i> (Michaelsen, 1889)	0,021	-	-	-	-	-	0,08	-	0,06	0,08	-	-
<b>Ordo LUMBRICULIDA</b>												
<b>Fam. LUMBRICULIDAE</b>												
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Muller 1774)	0,021	-	-	0,02	-	0,07	-	-	0,06	-	-	-
<i>Rhynchelmis limosella</i> Hoffmeister, 1843	0,004	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylogrihus heringianus</i> Claparede, 1862	0,331	0,09	0,06	0,48	0,3	0,28	0,08	0,17	0,77	0,72	-	-
<b>Ordo CRASSICLITELLATA</b>												
<b>Subordo LUMBRICINA</b>												
<b>Fam. LUMBRICIDAE</b>												
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	0,165	0,04	0,06	0,09	0,2	0,21	-	-	0,23	0,4	0,71	0,17
<b>Fam. CRIODRILIDAE</b>												
<i>Criodrilus lacuum</i> Hoffmeister, 1845	0,042	0,20	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-

#### 4. 3. Sličnost zajednica oligoheta ispitivanih slivova

Na osnovu rezultata analize kvantitativnih podataka Pirsonovim koeficijentom korelacije uočava se da postoji statistički značajna korelacija ( $p < 0.05$ ) u oligohetnoj fauni većine slivova, što je prikazano u tabeli 6.

Rezultati analize kvalitativnih podataka (prisustvo/odsustvo) Pirsonovim koeficijentom korelacije prikazani su u tabeli 7 i pokazuju malo drugačiji odnos oligohetnih zajednica neposrednog sliva Dunava i ostalih ispitanih slivova. Uočava se da postoji statistički značajna korelacija ( $p < 0.05$ ) neposrednog sliva Dunava samo sa slivovima Velike Morave i Drine, za razliku od kvantitativnih podataka, koji pokazuju da korelacija postoji između Dunava i svih slivova, osim Timoka i Ibra.

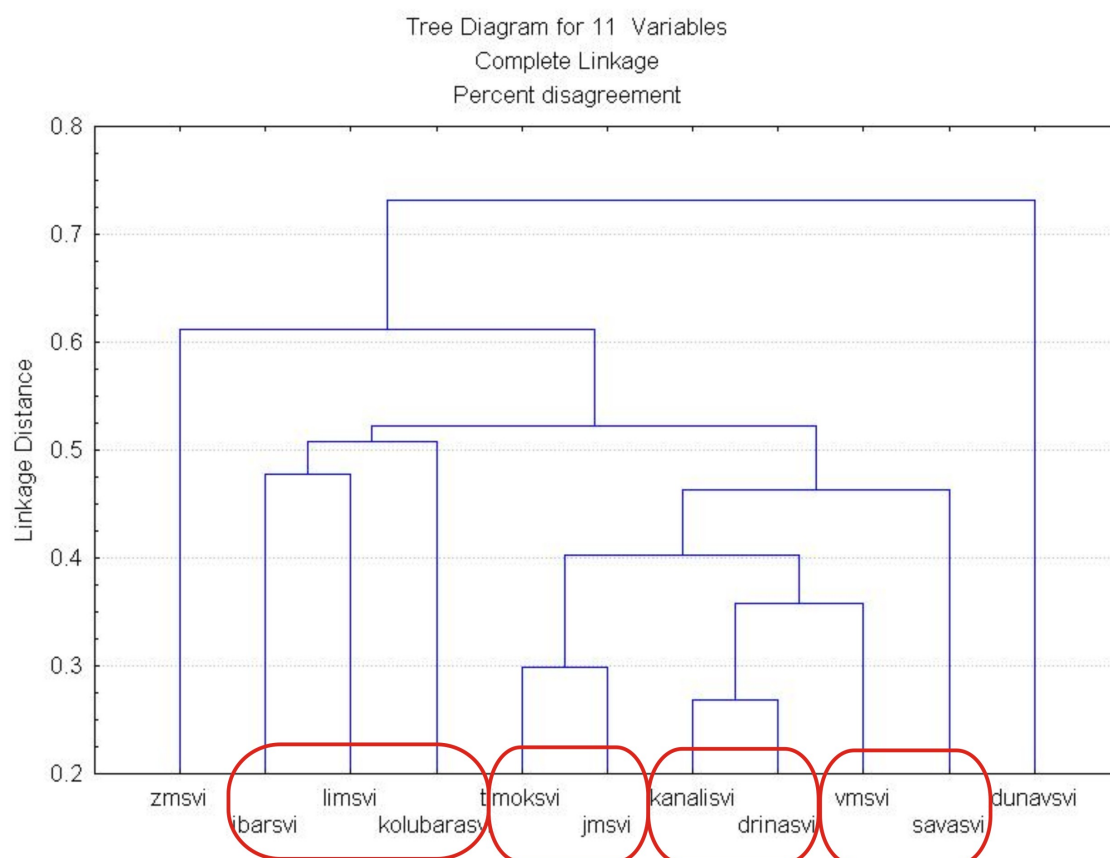
Tabela 6. Rezultati poređenja oligohetnih zajednica ispitivanih slivova upotrebom Pirsonovog koeficijenta korelacije (kvantitativni podaci).

Correlations (Tabela koef. sta)													
Marked correlations are significant at $p < .05000$													
N=67 (Casewise deletion of missing data)													
Variable	Means	Std.Dev.	dunavsvi	savasvi	kolubarasvi	vmsvi	zmsvi	jmsvi	timoksvi	limsvi	ibarsvi	drinasvi	kanaliski
dunavsvi	4.985075	7.890335	1.000000	0.578515	0.409515	0.676373	0.414023	0.273877	0.162043	0.486110	0.075917	0.307768	0.408475
savasvi	3.985075	24.08476	0.578515	1.000000	0.452294	0.572605	0.465906	0.198915	0.291592	0.829117	0.144860	0.315443	0.345077
kolubarasvi	2.149254	4.69446	0.409515	0.452294	1.000000	0.765255	0.765293	0.664797	0.655826	0.660249	0.717017	0.216403	0.360100
vmsvi	0.970145	1.89073	0.676373	0.572605	0.765255	1.000000	0.624750	0.566335	0.434894	0.610572	0.476004	0.294075	0.38494
zmsvi	1.253737	2.14860	0.414023	0.465906	0.765293	0.624750	1.000000	0.582480	0.515137	0.670589	0.674266	0.455146	0.210155
jmsvi	0.552235	1.04857	0.273877	0.198915	0.664797	0.566335	0.582480	1.000000	0.677444	0.313476	0.425035	0.039662	0.24252
timoksvi	0.328358	0.78602	0.162043	0.291592	0.655826	0.434894	0.515137	0.677444	1.000000	0.490495	0.571904	0.053677	0.25760
limsvi	3.537313	10.14640	0.486110	0.829117	0.660249	0.610572	0.670589	0.313476	0.490495	1.000000	0.540428	0.428504	0.52074
ibarsvi	1.656716	3.35547	0.075917	0.144860	0.717017	0.476004	0.674266	0.425035	0.571904	0.540428	1.000000	0.289916	0.12297
drinasvi	0.268657	0.75040	0.307768	0.315443	0.216403	0.294075	0.455146	0.039662	0.053677	0.428504	0.289916	1.000000	0.36635
kanaliski	3.164175	11.85212	0.408475	0.345077	0.360100	0.38494	0.210155	0.24252	0.25760	0.52074	0.12297	0.36635	1.00000

Tabela 7. Rezultati poređenja oligohetnih zajednica ispitivanih slivova upotrebom Pirsonovog koeficijenta korelacije (kvalitativni podaci).

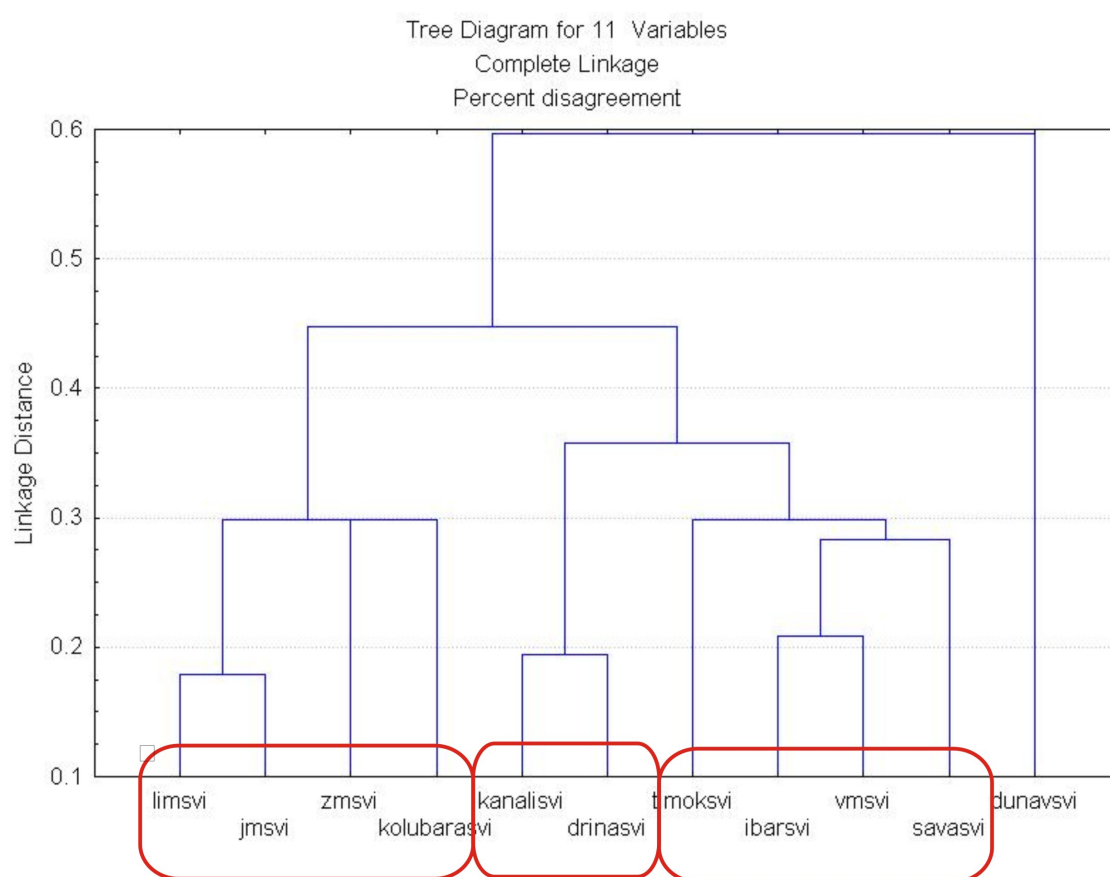
Correlations (Tabela koef. sta)													
Marked correlations are significant at $p < .05000$													
N=67 (Casewise deletion of missing data)													
Variable	Means	Std.Dev.	dunavsvi	savasvi	kolubarasvi	vmsvi	zmsvi	jmsvi	timoksvi	limsvi	ibarsvi	drinasvi	kanaliski
dunavsvi	0.671642	0.473160	1.000000	0.237777	0.185683	0.285859	0.138900	0.198379	0.021592	0.056092	0.165483	0.243712	0.138298
savasvi	0.343284	0.478389	0.237777	1.000000	0.367307	0.498532	0.337810	0.256895	0.281183	0.303220	0.391855	0.236154	0.443289
kolubarasvi	0.402985	0.494200	0.185683	0.367307	1.000000	0.332682	0.397139	0.428819	0.289414	0.379630	0.407278	0.171745	0.293019
vmsvi	0.328358	0.473160	0.285859	0.498532	0.332682	1.000000	0.434777	0.418232	0.299884	0.397477	0.551934	0.336496	0.376478
zmsvi	0.462687	0.502369	0.138900	0.337810	0.397139	0.434777	1.000000	0.405473	0.074566	0.397139	0.182449	0.503361	0.235186
jmsvi	0.313433	0.467390	0.198379	0.256895	0.428819	0.418232	0.405473	1.000000	0.482096	0.625605	0.386295	0.187858	0.308530
timoksvi	0.194030	0.398437	0.021592	0.281183	0.289414	0.299884	0.074566	0.482096	1.000000	0.366362	0.383788	-0.032321	0.190086
limsvi	0.402985	0.494200	0.056092	0.303220	0.379630	0.397477	0.397139	0.625605	0.366362	1.000000	0.469721	0.251103	0.375162
ibarsvi	0.388060	0.490986	0.165483	0.391855	0.407278	0.551934	0.182449	0.386295	0.383788	0.469721	1.000000	0.187176	0.391192
drinasvi	0.179104	0.386334	0.243712	0.236154	0.171745	0.336496	0.503361	0.187858	-0.032321	0.251103	0.187176	1.000000	0.318371
kanaliski	0.164179	0.373234	0.138298	0.443289	0.293019	0.376478	0.235186	0.308530	0.190086	0.375162	0.391192	0.318371	1.000000

Na dendrogramu se vidi da se neposredni sliv Dunava potpuno odvaja od ostalih slivova kada se posmatraju i kvantitativni podaci (Slika 9) – pri čemu razlika, odnosno udaljenost, iznosi 0,72 tj., 72,00%, i kvalitativni podaci (Slika 10) gde udaljenost iznosi 0,60 tj., 60,00%. Kada analiziramo sličnost, odnosno razliku u zajednicama oligoheta između slivova posmatrajući relativne brojnosti vrsta, zapažamo da se pored dunavskog sliva izdvaja i sliv Zapadne Morave sa procentualnom udaljenošću oko 60,00% od ostalih slivova koji se odvajaju posebnom granom sa četiri klastera. Uočava se najveća sličnost u oligohetnoj fauni sliva Drine i kanala beogradskog regiona (procentualna udaljenost 25,50%), zatim sliva Timoka i Južne Morave (procentualna udaljenost 30,00%), kao i Velike Morave i faune oligoheta Drine i kanala beogradskog regiona (procentualna udaljenost 35,00%).



Slika 9. Klaster analiza ispitivanih slivova na osnovu korelacione matrice, kvantitativni podaci.

Slična situacija je i kada analiziramo sličnost, odnosno razliku između slivova uzimajući u obzir prisustvo/odsustvo vrsta. Pored dunavskog sliva koji je od ostalih odvojen sa udaljenošću od 60,00%, izdvajaju se dve velike grupe čija je razlika u oligohetnoj fauni 45% (0,45). Jednoj grupi pripadaju slivovi Lima, južne Morave, Zapadne Morave i Kolubare, drugu čine slivovi Timoka, Ibra, Velike Morave i Save, dok se kao treći klaster izdvajaju sliv Drine i kanali beogradskog regiona među kojima se uočavaju najmanje razlike u oligohetnoj fauni (<20,00%). Takođe se može uočiti da je zajednica oligoheta najbližnja između slivova Lima i Južne Morave.



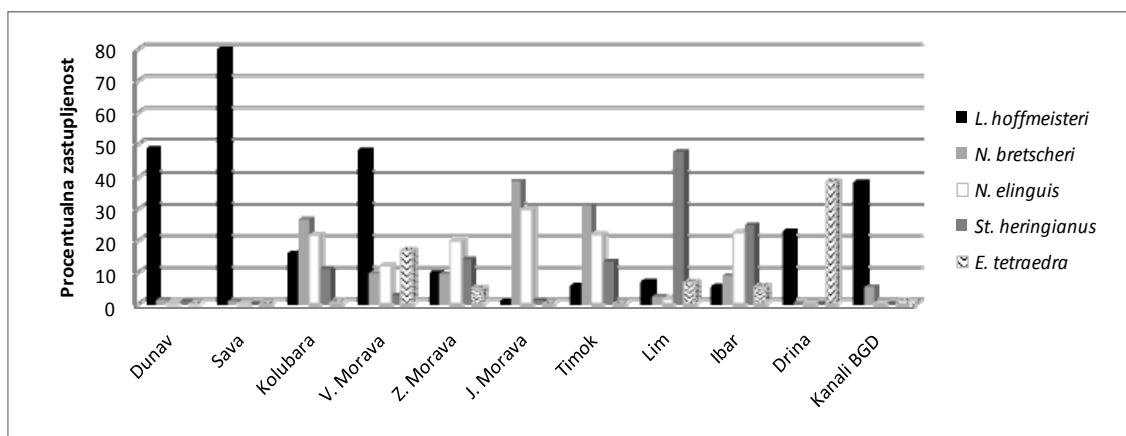
Slika 10. Klaster analiza ispitivanih slivova na osnovu korelacione matrice, kvalitativni podaci.

## 4.4. Ekološka analiza zajednice oligoheta u ispitivanim vodotokovima

### 4.4.1. Procentualno učešće oligoheta u ispitivanim vodotokovima

Analizom relativne brojnosti svake vrste posebno, uočene su razlike u ispitivanim vodotokovima, odnosno slivovima. Procentualno učešće svake vrste u pojedinačnim vodotokovima prikazano je u tabeli 4.

U rekama dunavskog, savskog i sliva Velike Morave, ubedljivo najveće procentualno učešće imala je vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri* (Slika 11). Ova vrsta je apsolutnu zastupljenost imala u Ralji, u Mlavi i Tisi preko 50%, dok je u Dunavu dominantna sa 18,07% učešća u zajednici oligoheta. U Savi dominira sa 67,30%, dok se u ostalim vodotocima ovog sliva njena zastupljenost kretala od 60 do 100%. Slična situacija je u moravskom slivu, gde je stopostotnu zastupljenost imala u Jasenici, preko 50% u Velikoj Moravi i Crnici, dok je u Resavi i Lugomiru imala procentualno učešće ispod 30% i nije dominirala u zajednici oligoheta ovih reka.



Slika 11. - Prikaz procentualne zastupljenosti najznačajnijih vrsta po slivovima.



Kako je i očekivano, *L. hoffmeisteri* ima značajno procentualno učešće i u zajednici oligoheta kanala beogradskog regiona (38,30%), dok u ostalim slivovima nije zabeležena tako izrazita zastupljenost ove vrste.

U slivu Kolubare, dominantna i subdominantna vrsta pripadnici su porodice Naididae – *Nais bretscheri* (26,51%) i *Nais elinguis* (21,58%). Pored pomenutih vrsta, značajnu brojnost imale su *Paranis frici* u Beljanici (38,58%), *L. hoffmeisteri* (46%) u Lepenici i *Stylodrilus heringianus* u reci Kačer (40%). Ostale vrste imale su znatno manje procentualno učešće u zajednici oligoheta kolubarskog sliva.

U slivu Zapadne Morave, dominantna vrsta je *Nais elinguis* (19,79%). Na drugom mestu je *S. heringianus* sa učešćem od 13,91%. U ovom slivu, tubificide, iako raznovrsna grupa, ipak su zastupljene manjim brojem jedinki. Jedino su značajnu brojnost imali *L. hoffmeisteri* u Rzavu (100%) i *L. profundicula* u reci Krivaja (50%).

Slična situacija je zabeležena i u slivu Južne Morave. Dominantne vrste su naidide *N. bretscheri* i *N. elinguis* sa procentualnim učešćem 38,59%, odnosno 29,71%. Takođe značajnu zastupljenost imala je *Pristina rosea* u sokobanjskoj Moravici (58%). Ni jedna vrsta tubificide nije imala učešće u zajednici veće od 11%.

I u timočkom slivu su dominirale naidide u zajednici. U svim ispitanim rekama brojne su bile *N. bretscheri* (30,95%) i *N. elinguis* (21,75%), jedino je na lokalitetu Belorečke brojnija vrsta bila *S. heringianus* sa 52,63% učešća u zajednici. Na ovom lokalitetu je i *Henlea ventriculosa* (fam. Enchytraeidae) imala značajnu zastupljenost (31,58%).

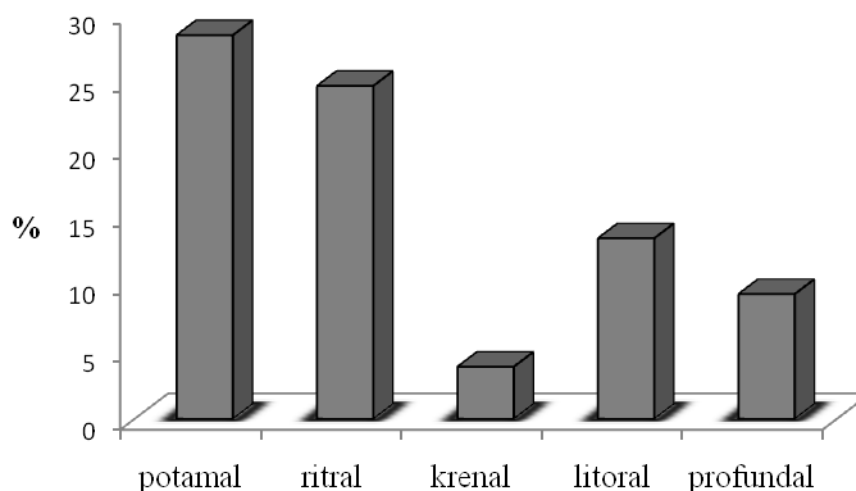
Sliv Drine se izdvaja po velikoj brojnosti vrste *Eiseniella tetraedra* (fam. Lumbricidae) – 38,39% učešća u oligohetnoj zajednici sliva. Ova vrsta je dominantna u rekama Derventa (100%) i Trešnjica (50%). U Drini i Crnom Rzavu dominirale su tubificidae, *Tubifex tubifex* (25%), odnosno *L. hoffmeisteri* (88,24%).

U rekama limskog i ibarskog sliva najveće procentualno učešće imala je lumbrikulida *S. heringianus*, 47,35% odnosno 24,71%. Dominantnu zastupljenost u zajednici ova vrsta je imala u većini ispitanih pritoka Lima (38-91%). U Goračanskoj i Trudovačkoj reci brojnošću se izdvaja i vrsta *Lumbriculus variegatus* (85,71%, odnosno 42,86%). Tubificide su bile dominantne u Uvcu, Mileševki i Trudovačkoj reci (*Tubifex tubifex* – 50,59%, *Potamothrix hammoniensis* – 68,66% i *L. hoffmeisteri* – 57,14%).

U pritokama Ibra, pored pomenute lumbrikulide, značajno procentualno učešće imale su naidide skoro u svim ispitanim vodotocima. *L. hoffmeisteri* je dominantna vrsta jedino u Ibru (59,38%), a brojnošću se izdvaja i vrsta *Propappus volki* u reci Lopatnici (29,46%).

#### 4.4.2. Horizontalna distribucija oligoheta

Na slici 12 se može videti da je u odnosu na zonaciju duž rečnog toka, najviše zabeleženih vrsta karakteristično za potamalu zonu (28,40%), dok je nešto manji udeo onih vrsta koje preferiraju gornje delove rečnih tokova, ritralnu zonu (24,65%). U izvorišnim područjima nađeno je svega 3,86% zabeleženih vrsta. Litoralnih vrsta je 13,37%, dok profudal nastanjuje 9,24% vrsta. Za oko 20% nađenih taksona u Aqem klasifikaciji nema podataka o preferiranju određene rečne zone.

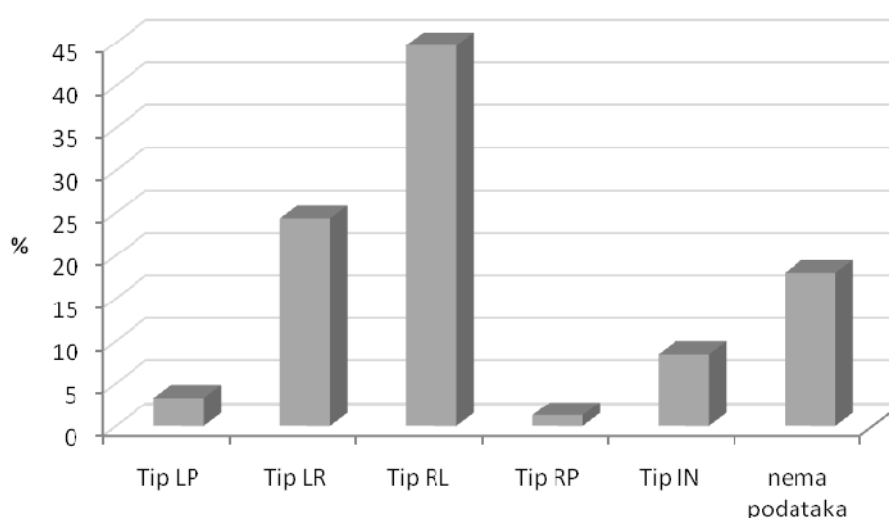


Slika 12. Horizontalna distribucija zajednice oligoheta.

#### 4.4.3. Analiza oligohetne faune u odnosu na brzinu rečnog toka

U zabeleženoj oligohetnoj zajednici (Slika 13) dominiraju reo-limnofilne vrste (tip RL – 44,69%), dok i limno-reofilne vrste imaju značajnu zastupljenost (tip LR –

24,33%). Ova dva tipa su po osobinama između reofilnih i limnofilnih taksona, jer za razliku od njih preferiraju brži ili sporiji rečni tok, tj. lentične zone, odnosno stajaće vode, ali mogu se naći i u jednom i u drugom tipu voda. Mali udeo u zajednici imaju limnofilne vrste (tip LP – 3,30%), koje nastanjuju uglavnom stajaće vode, izbegavajući brzi tok, kao i one koje nastanjuju uglavnom brze tokove, reofilne vrste (tip RP – 1,26%). Uočen je, takođe, manji procenat oligoheta koje su indiferentne u odnosu na brzinu toka (tip IN – 8,47%). Vrste koje isključivo naseljavaju stajaće vode (limnobionti) i brze vode (reobionti) nisu zabeležene u oligohetnoj zajednici tekućih voda Srbije.

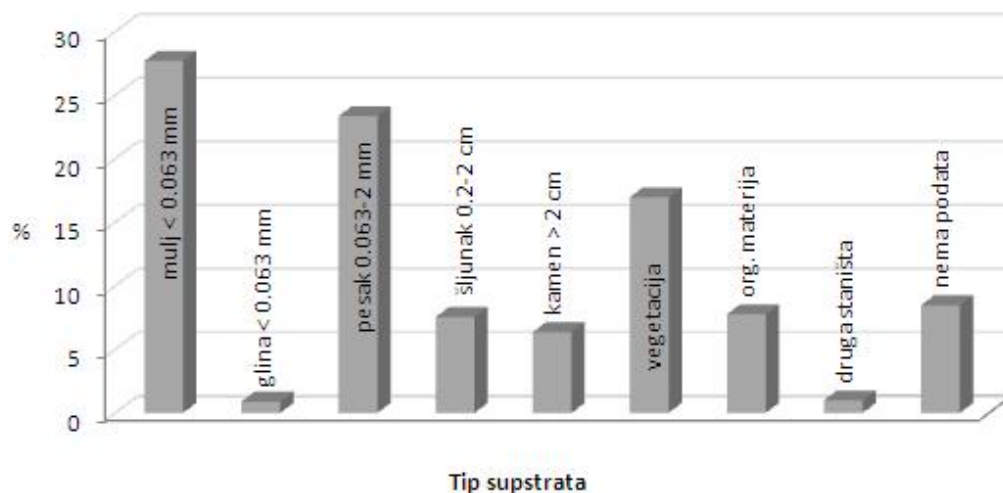


Slika 13. Zajednica oligoheta u odnosu na brzinu rečnog toka.

#### 4.4.4. Analiza oligohetne faune u odnosu na tip supstrata

Kada je u pitanju prilagođenost određenom tipu supstrata (Slika 14) većina identifikovanih vrsta je adaptirana na fini supstrat – mulj, glina i sitan pesak (veličina čestica <2mm), koji je karakterističan u velikim ravničarskim rekama. Tako, pelofilnih taksona ima 27,69%, psamofilnih 23,35% i argilofilnih 0,88% od ukupnog broja zabeleženih taksona. Procentualni udeo vrsta koje su prilagođene kamenju i krupnijem pesku i šljunku, litofilnih vrsta (tip LIT) ima 6,35%. Taksoni koji preferiraju prisustvo biljaka, algi, mahovina i makrofita (tip PHY) zastupljeni su sa 16,96% u zajednici, dok

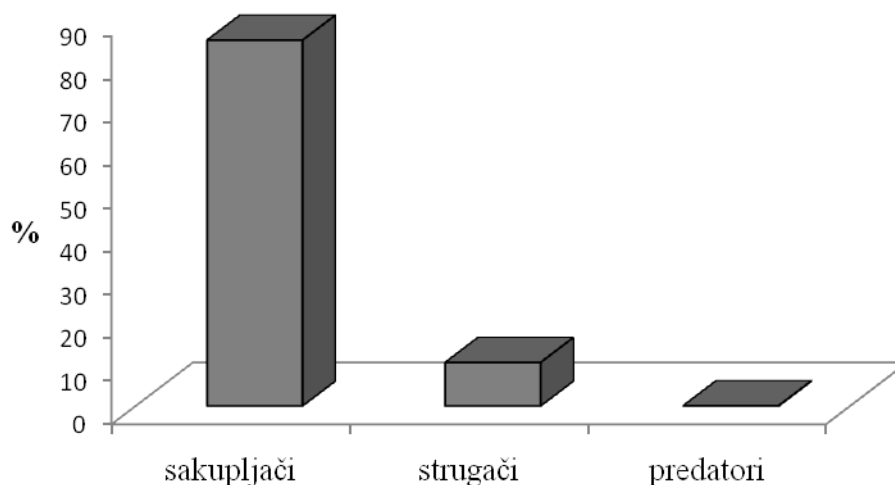
je onih koje vole prisustvo organske materije, detritusa, ostatke drveća i lišća (tip POM) bilo nešto manje, 7,76%.



Slika 14. Zajednica oligoheta u odnosu na tip supstrata.

#### 4.4.5. Analiza oligohetne faune u odnosu na način ishrane

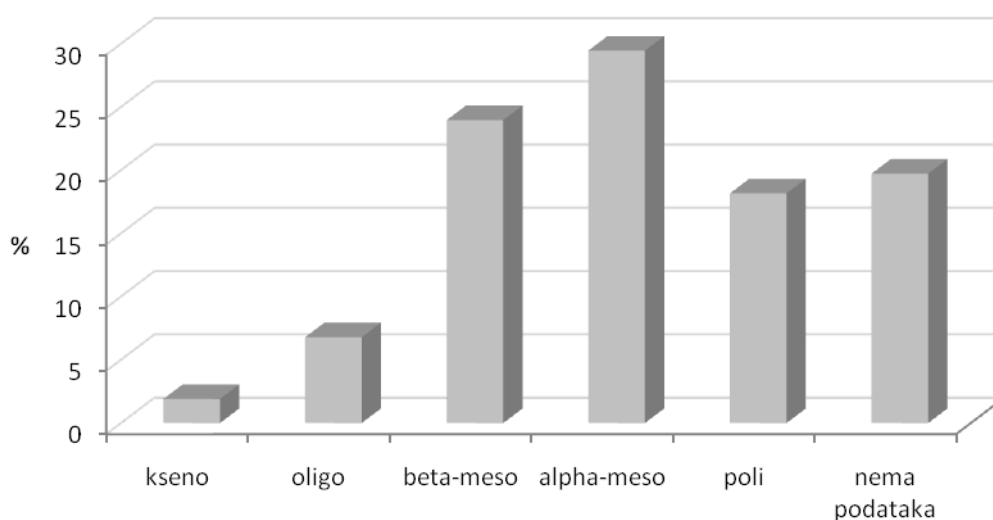
Na slici 15 se može videti da zajednicu oligoheta tekućih voda Srbije čine većinom sakupljači (84,81%), koji sakupljaju čestice organskih materija sa rečnog dna. Manji udeo imaju vrste označene kao strugači (10,08%), dok svega 0,05% ima predatorskih vrsta.



Slika 15. Zajednica oligoheta u odnosu na način ishrane.

#### 4.4.6. Analiza zajednice u odnosu na saprobnju valencu

Uzimajući u obzir sve zabeležene vrste u ispitanim vodotocima, za većinu vrsta se može reći da su tolerantne na povećano organsko opterećenje (Slika 16). Tako, prema ekološkoj klasifikaciji taksona u odnosu na saprobnju valencu, koju su objavili Hörner *et al.* (2002), 29,46% identifikovanih vrsta pripada alfa-mezosaprobnju grupi, dok se 23,96% taksona može okarakterisati kao beta-mezosaprobnju (AQEM 2002). Vrste prilagođene visokom organskom opterećenju (polisaprobnju) zastupljene su sa 18,17% od ukupnog broja taksona. Samo 8,65% zabeleženih vrsta je osetljivo na organsko zagađenje (ksenosaprobnju i oligosaprobnju). Za preostalih 19,73% vrsta nema odgovarajućih podataka kako bi se klasifikovale u odnosu na saprobnju toleranciju.



Slika 16. Zajednica oligoheta u odnosu na saprobnu valencu vrsta.

#### 4.5. Ocena ekološkog statusa i ekološkog potencijala ispitivanih vodnih tela na osnovu zajednice oligoheta

Može se uočiti da je prosečno učešće tubificida u slivu Dunava dosta visoko i da ukazuje na veoma lošu ukupnu ocenu statusa (V klasa kvaliteta voda). Za većinu lokaliteta (86%) konstatovano je izraženo organsko zagađenje (veoma loš i loš status). Zadovoljavajući kvalitet vode (III klasa) procenjen je na 3,85% lokaliteta ovog sliva, dok se postignutim dobrim statusom (II i I klasa) može izdvojiti 10,26% lokaliteta – na Dunavu (Batina, Donji Milanovac, Tekija, Radujevac), Mlavi (dva lokaliteta) i Peku (Kusići). U slivu Save, takođe prosečna vrednost zastupljenosti tubificida ukazuje na veoma loš status voda, što je i očekivano. U ovom slivu ni na jednom lokalitetu nije postignut zadovoljavajući, niti dobar status. Na veoma loš status ukazuje i zajednica oligoheta slivova Velike Morave i Kolubare, u kojima je na svim lokalitetima procenjena V klasa kvaliteta voda.

U ostalim analiziranim slivovima, oligohetna zajednica ukazuje na znatno bolji kvalitet voda. Tako, u slivu Zapadne Morave ukupna ocena statusa jeste zadovoljavajuća (III klasa). Na 51,28% lokaliteta zabeležen je loš status, dok je na

48,72% lokaliteta dostignut dobar status. Ukupna ocena statusa glavnog toka ovog sliva jeste zadovoljavajuća (III klasa) kao i kod većine pritoka, ali se neke od pritoka mogu izdvojiti po dostignutom dobrom statusu na svim ispitanim lokalitetima: Đetinja, Mali Rzav, Katušnica, Kamenica, Godljevača i Sečica.

Ukupna ocena statusa slivnog područja Južne Morave takođe je III klasa kvaliteta voda, odnosno dostignut je zadovoljavajući status. Na 50% ispitanih lokaliteta dostignut je dobar status: u Nišavi (kod Niša i Dimitrovgrada), Južnoj Moravi, Toplici (kod Selova), Gaberskoj i Rastovničkoj reci, kao i u Moravici (mušičarski revir).

U sledećim slivovima zajednice oligoheta ukazuju na II klasu kvaliteta voda:

- u slivu Timoka na 66, 67% lokaliteta dostignut je dobar i veoma dobar status (I i II klasa). Na lošu ocenu statusa (IV klasa) ukazala je zajednica oligoheta Crnog Timoka (kod Bogovine) i Lenovačke reke;
- isti kvalitet vode uočen je i u Slivu Drine, gde je ukupna ocena statusa takođe dobra (II klasa). Izdvajaju se samo dva lokaliteta gde je povećano učešće tubificida, te je na osnovu njihovog učešća u zajednici status voda ocenjen kao loš, to su glavni tok Drine (Culine) i Crni Rzav;
- za većinu ispitanih lokaliteta limskog sliva (62,86%) na osnovu učešća tubificida u zajednici procenjena je I klasa, ukazujući na veoma dobar status i nizak nivo organskog zagađenja. Dostignut dobar status vode pokazuju: Goračanska reka, Gračanica, Sopotnica, Slatinska i Komaranska reka, Kruševica, Bučjevska reka, Jasikovac i Kaluđerovića reka. Ukupna ocena statusa reke Lim je takođe II klasa, dobar status. Zadovoljavajuć status (III klasa) postignut je jedino u reci Mileševka, dok je loš status na svim ispitanim lokalitetima procenjen za reku Uvac i Trudovačku reku;
- slično je u ibarskom slivu, gde na 60% lokaliteta oligohetna zajednica ukazuje na I klasu kvaliteta voda, odnosno veoma dobar status. U glavnom toku Ibra povećano je prosečno učešće tubificida u odnosu na pritoke, pa je i status vode ocenjen kao zadovoljavajući (III klasa), ukazujući na umereno organsko zagađenje. Među pritokama lošom ocenom statusa izdvajaju se Studenica i Gokčanica, za Brvenicu je ocenjen zadovoljavajući status (III klasa), dok u ostalim ispitanim pritokama procentualno učešće tubificida ukazuje na dostignut dobar status kvaliteta voda.

Kanali beogradskog regiona pripadaju posebnoj grupi vodnih tela – veštačka vodna tela i očekivan je lošiji kvalitet vode, odnosno loša ocena statusa na šta je

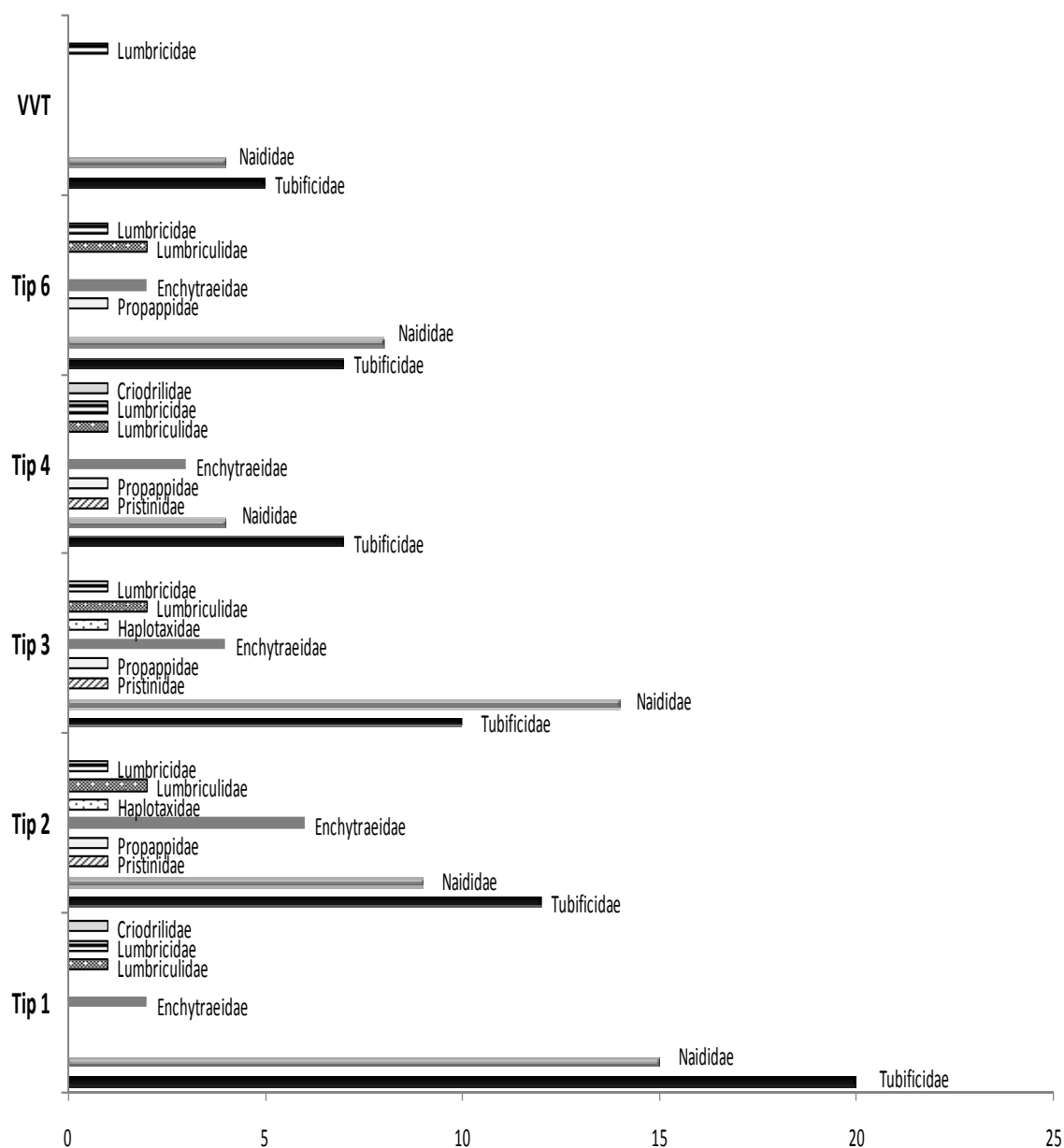
zajednica oligoheta i ukazala. U svim ispitanim kanalima ocenjena je V klasa kvaliteta voda, osim u Progarskoj jarčini gde zajednica pokazuje II klasu.

#### **4.6. Analiza zajednice oligoheta u odnosu na tip vodnog tela**

Razmatranje faune oligoheta u odnosu na abiotičke tipološke deskriptore pokazalo je pravilnost u njihovoj distribuciji. Najveća raznovrsnost konstatovana je u vodotocima koji pripadaju tipu 1, ukupno 40 vrsta, slede vodotoci tipa 2 i 3 (po 33 vrste) i vodotoci tipa 4 (19 vrsta). U posebnom tipu vodotoka označenom kao tip 6, ukupno je nađena 21 vrsta, dok je u veštačkim vodnim telima raznovrsnost očekivano mala, svega 10 vrsta.

Na slici 17 predstavljena je raznovrsnost porodica u odnosu na tip vodotoka. Uočava se da su tubificide dominantne po broju vrsta u velikim rekama sa dominacijom finog i srednjeg nanosa (tipovi 1 i 2) kao i u veštačkim vodnim telima (VVT), međutim znatan broj vrsta primećen je i u vodotocima na nadmorskoj visini preko 500 m (tip 4). U oligohetnim zajednicama malih i srednjih vodotokova do 500 m, sa krupnijim supstratom naidide su raznovrsnije. Treba izdvojiti i porodicu Enchytraeidae koja se takođe sa značajnim brojem vrsta javlja u tipovima 2, 3 i 4.

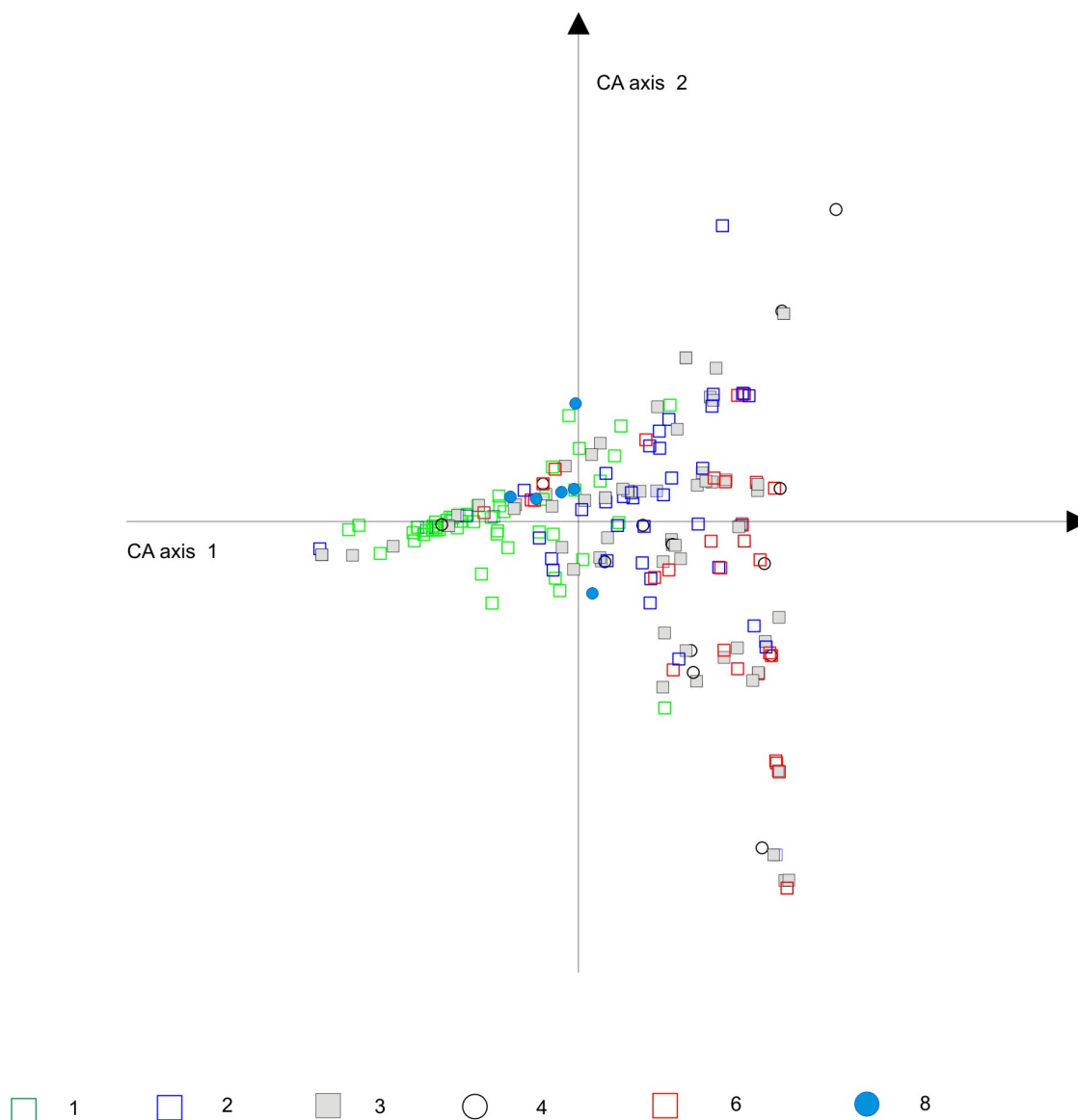




Slika 17. Raznovrsnost porodica u odnosu na tip vodotoka.

Rezultati korespondentne analize (CA) predstavljeni na CA ordinacijskom dijagramu (Slike 18 i 19) ukazuju da ne postoji jasna diferencijacija oligohetne faune u odnosu na načelne tipove vodotoka. Međutim, uočava se gradijent tipova vodnih tela od

tipa 1 ka tipu 6, dok su veštačka vodna tela (na dijagramu označena kao tip 8) rasuta u sredini dijagrama.

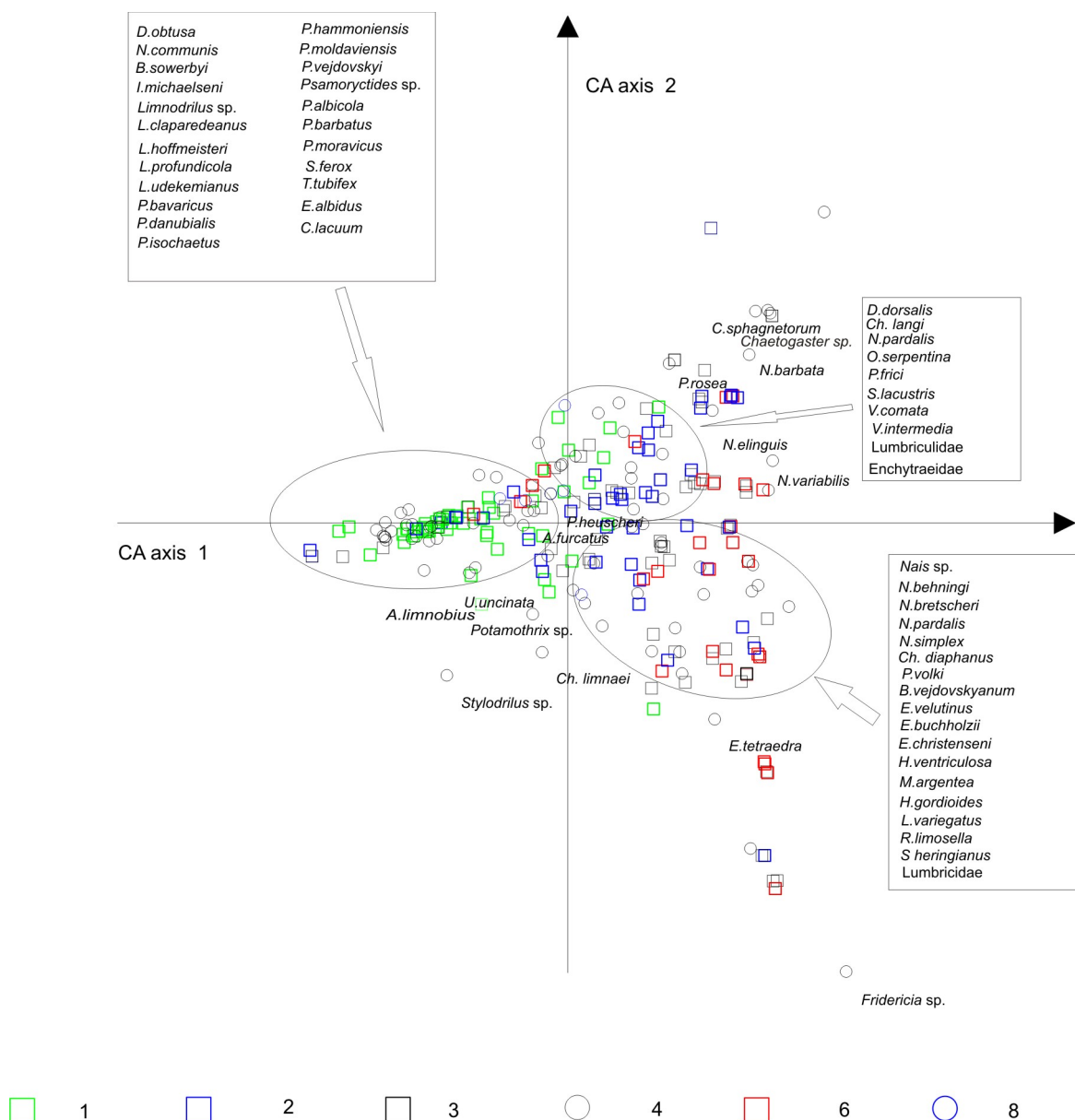


Slika 18. CA ordinacijski dijagram grupisanja vodnih tela

Kao što se može videti na CA dijagramu, uzorci koji pripadaju tipu 1 vodotoka grupisani su i jasno izdvojeni od ostalih. Uzorci koji pripadaju tipu 2 takođe su grupisani i nadovezuju se na tip 1 sa kojim imaju najviše sličnosti, sa iste nadmorske visine i supstrata u kom dominira fin do srednji nanos; tip 3 i 4 su grupe uzoraka za koje je karakteristična krupna podloga i na dijagramu se uočava njihova heterogenost, što ukazuje na odliku oligohetne faune da pri dominaciji krupne podloge pronade određena mikrostaništa sa finim supstratom i naseli ih. Usled toga imamo preklapanje ovih tipova

vodotoka sa svim ostalim tipovima u sastavu zajednice. Uzorci vodotoka tipa 6 grupisani su sa desne strane dijagrama, najudaljeniji od pozicija vodotoka tipa 1. Veštačka vodna tela grupisana su u sredini dijagrama, preklapajući se sa uzorcima iz velikih ravničarskih reka (tip 1) sa kojima imaju i najviše sličnosti u sastavu zajednice.

Pozicije uzoraka, odnosno tipova vodotoka na dijagramu i oligohetna zajednica koja najviše utiče na takav raspored prikazane su na slici 19.



Slika 19. CA ordinacijski biplot grupisanja tipova vodnih tela i vrsta oligoheta.

Iz tabele 8 može se videti da u vodotocima u kojima dominiraju tubificide značajan udeo u zajednici imaju upravo potamalne vrste, dok u zajednicama sa dominacijom naidida preovlađuju ritralne vrste. Prosečne vrednosti saprobnog indeksa najveće su za veštačka vodna tela i sliv Dunava.

Ukupna ocena statusa na osnovu procentualnog učešća tubificida u zajednici oligoheta jeste "veoma loš" u velikim ravničarskim rekama i veštačkim vodnim telima, dok je "zadovoljavajući" u velikim rekama sa dominacijom srednjeg nanosa, kao i u malim i srednjim vodotocima. Vodotoci svrstani u tip 6 pokazuju dobar status kvaliteta voda.

Tabela 8. Vrednosti paramtara zajednice oligoheta po tipovima voda

	<b>tip 1</b>	<b>tip 2</b>	<b>tip 3</b>	<b>tip 4</b>	<b>tip 6</b>	<b>vvt</b>
<b>vrste koje naseljavaju (%):</b>						
krenal	0,68	3,53	5,94	4,01	6,70	1,85
ritral	15,74	21,37	29,37	24,90	31,92	22,24
potamal	36,92	25,09	26,13	27,65	22,96	38,34
litoral	15,99	12,83	11,60	13,27	10,83	18,68
profundal	12,22	8,28	7,63	9,35	6,92	17,14
<b>prosečna vrednost SI</b>	<b>2,999</b>	<b>2,721</b>	<b>2,526</b>	<b>2,564</b>	<b>2,356</b>	<b>3,139</b>
<b>vrste u odnosu na saprobnju valencu (%):</b>						
osetljive na organsko zagađenje	3,71	8,15	12,35	11,15	13,84	5,39
tolerantne na umereno zagađenje	50,8	48,73	55,78	51,99	56,22	57,74
tolerantne na izrazito organsko zagađenje	27,05	15,55	12,77	16,04	9,29	35,12
<b>Ukupna ocena kvaliteta vode</b>	<b>V</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>V</b>

#### 4.7. Uticaj različitih faktora okruženja u vodenoj sredini na zajednicu oligoheta (primer reke Dunava - ceo tok)

Na delu istraživanih lokaliteta velikih ravničarskih reka, uključujući i lokalitete van Srbije, a imajući u vidu da je za njih postojao najveći broj podataka o faktorima okruženja, analizirana je veza oligohetne faune i tri najznačajnije grupe faktora okruženja u vodenoj sredini (nivo hidromorfoloških izmena, tip podloge i osnovni fizičko-hemijski parametri vode i sedimenta).

Značajnu komponentu zajednice makroinvertebrata Dunava (11,79% ukupne faune dna) predstavljaju oligohete sa 45 identifikovanih taksona koji su svrstani u osam porodica. Kvalitativno-kvantitativni sastav oligohetne faune može se videti u tabeli 9.

Najveća raznovrsnost uočena je među tubificidama (23 vrste), a slede Naididae (11), Lumbriculidae (pet taksona) i Lumbricidae (dva taksona). Porodice Propappidae, Haplotaxidae i Criodrilidae predstavljene su po jednim taksonom koji je zastupljen u Evropi, dok porodica Enchytraeidae nije determinisana do nižih taksonomskih nivoa.

Kao što se vidi iz tabele 9, najveći broj vrsta konstatovan je u mađarskom i u zapadno-pontijskom delu toka Dunava (sektori 5 i 8). Najmanja raznovrsnost je u gornjem delu toka i delti Dunava (sektori 1 i 10).

Najrasprostranjenija vrsta u oligohetnoj zajednici Dunava jeste *Limnodrilus hoffmeisteri*, sa učestalošću pojavljivanja  $F=0,59$  (Tabela 9). Takođe su česte u uzorcima i tubificide *Isochaetides michaelsoni* ( $F=0,47$ ) i *Limnodrilus claparedeanus* ( $F=0,41$ ), kao i *Potamothenix moldaviensis* i *Psammoryctides barbatus* sa  $F=0,38$ . Od predstavnika drugih porodica izdvaja se *Criodrilus lacuum* sa učestalošću  $F=0,35$ . Deset vrsta je konstatovano samo na po jednom lokalitetu (*Nais alpina*, *N. christinae*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex*, *Piguetiella blanci*, *Bothrioneurum vej dovskyanum*, *Rhyacodrilus coccineus*, *Lumbriculus variegatus*, *Stylodrilus lemani* i *Rhynchelmis limosella*) sa frekvencijom  $F=0,01$ .

Tabela 9. Kvalitativno-kvantitativni sastav oligohetne faune reke Dunav.

Takson	Učestalost	Procentualno učešće oligoheta u ispitivanim sektorima																		
		Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Sektor 4	Sektor 5	Sektor 6	Sektor 7	Sektor 8	Sektor 9	Sektor 10									
<b>Naididae</b>																				
<i>Dero obtusa</i> d'Udekem, 1835	0.05					0,46				1,75	0,08									
<i>Nais alpina</i> Sperber, 1948	0.01					0,01														
<i>Nais bretscheri</i> Michaelisen, 1899	0.02				1,47			0,06												
<i>Nais christinae</i> Kasprzak, 1973	0.01								0,09											
<i>Nais communis</i> Piguët, 1906	0.02							0,05	2,04											
<i>Nais pardalis</i> Piguët, 1906	0.02									0,18			1,19							
<i>Nais pseudobutusa</i> Piguët, 1906	0.01									0,04										
<i>Nais simplex</i> Piguët, 1906	0.01										0,11									
<i>Ophiodonais serpentina</i> (Müller, 1773)	0.05						0,12			0,02		2,64	1,56							
<i>Piguëtiella blanci</i> (Piguët, 1906)	0.01										0,02									
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	0.04									1,07		1,15	1,56							
<b>Tubificidae</b>																				
<i>Aulodrilus japonicus</i> Yamaguchi, 1953	0.02							0,02												12,98
<i>Aulodrilus pluriseta</i> (Piguët, 1906)	0.05							0,79	0,27	0,54										0,02
<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher, 1899	0.05										0,87		0,74							
<i>Bothrioneurum vejdovskyanum</i> Stolic, 1888	0.01																			0,13
<i>Branchyura sowerbyi</i> Beddard, 1892	0.27						0,07	1,19	10,33	16,44	7,41									8,33

Tabela 9. Nastavak

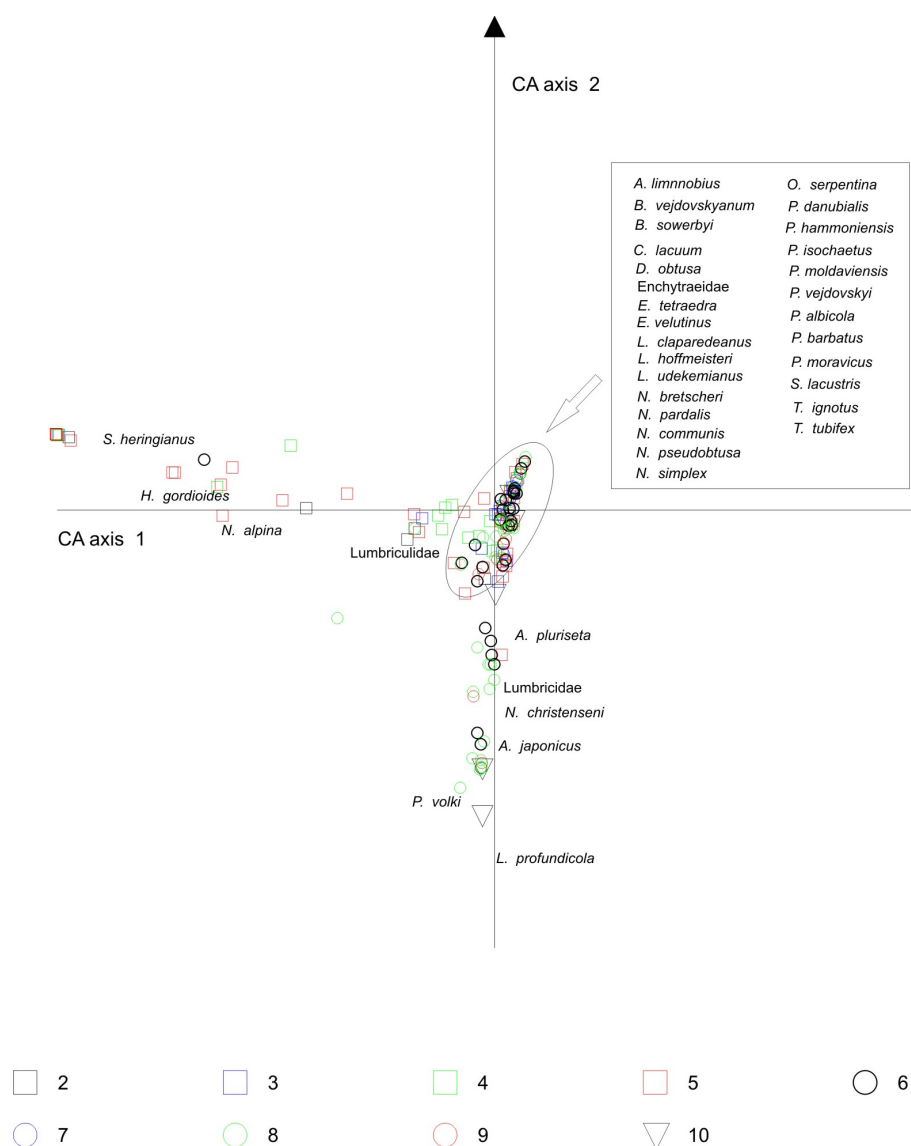
Takson	Učestalost	Procentualno učesće oligoheta u ispitivanim sektorima										
		Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Sektor 4	Sektor 5	Sektor 6	Sektor 7	Sektor 8	Sektor 9	Sektor 10	
<i>Embolcephalus velutinus</i> (Grube, 1879)	0.03							0,55	0,45			0,13
<i>Isochaetides michaelsoni</i> (Lastockin, 1936)	0.47			2,41	0,51	0,90	19,30		24,75	17,23		29,86
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> Ratzel, 1868	0.41		0,79	18,18	10,65	15,93	16,49	14,88	8,99	2,50		10,73
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862	0.59		23,35	29,23	7,98	7,42	11,69	18,45	3,23	2,52		11,24
<i>Limnodrilus profundicola</i> (Verrill, 1871)	0.31		3,97	4,20	1,03	1,72	1,57	2,38	2,07	0,02		7,31
<i>Limnodrilus udekemianus</i> Claparede, 1862	0.37			0,53	0,71	4,45	5,82	1,64	2,34	14,23		8,33
<i>Potamothrix bavaricus</i> Oschmann, 1913)	0.01	2,74										
<i>Potamothrix danubialis</i> (Hrabe, 1941)	0.18			0,54	0,23	3,62	0,30	1,40	1,30			2,50
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelsen, 1901)	0.08			0,15		0,03	0,29	2,51				
<i>Potamothrix isochaetus</i> (Hrabe, 1941)	0.16			0,70	1,05	2,21	1,80	4,08	1,56			
<i>Potamothrix moldaviensis</i> Vejdovsky & Mrázek, 1902	0.38		11,36	10,10	8,61	10,79	6,23		5,51	0,65		2,08
<i>Potamothrix vejdovskyi</i> (Hrabe, 1941)	0.12			1,35	4,15	0,54	0,23	5,05	0,57	0,62		
<i>Psammoryctides albicola</i> (Michaelsen, 1901)	0.22	1,24	0,40	0,35	1,84	1,64	2,33		1,64			
<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube, 1861)	0.38	1,65	5,24	4,81	6,11	3,91	3,26	4,08	0,94	2,81		
<i>Psammoryctides moravicus</i> (Hrabe, 1934)	0.16				0,41	0,55	0,32		1,51	1,63		
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> (Vejdovsky, 1875)	0.01	22,26										
<i>Tubifex ignotus</i> (Stolc, 1886)	0.02				0,28	0,13						
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)	0.22		0,56	4,74	0,47	0,94						3,73

Tabela 9. Nastavak

Takson	Učestalost	Procentualno učešće oligoheta u ispitivanim sektorima													
		Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Sektor 4	Sektor 5	Sektor 6	Sektor 7	Sektor 8	Sektor 9	Sektor 10				
<b>Enchytraeidae</b>															
<i>Enchytraeidae</i> Gen. sp.	0.03			0,22	6,39										
<b>Propappidae</b>															
<i>Propappus volki</i> (Michaelsen, 1916)	0.06		0,38		0,45									8,15	
<b>Lumbriculidae</b>															
<i>Lumbriculidae</i> Gen. sp.	0.16	33,06	16,34	0,54	10,07	2,84									3,33
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)	0.01	0,34													
<i>Rhynchelmis limosella</i> Hoffmeister, 1843	0.01	1,03													
<i>Styiodrilus lemani</i> Grube, 1879	0.01	0,68													
<i>Styiodrilus heringianus</i> Claparede, 1862	0.29	19,85	34,95	11,27	24,00	22,21	1,85								1,56
<b>Lumbricidae</b>															
<i>Lumbricidae</i> Gen. sp.	0.02														0,35
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	0.14	7,69	0,44		0,62	0,03	0,04								0,02
<b>Criodrilidae</b>															
<i>Criodrilus lacuum</i> Hoffmeister, 1845	0.35		1,59		0,18	1,23	0,77	1,10	2,07	14,33	1,22				
<b>Haplotaxidae</b>															
<i>Haplotaxis gordioides</i> (Hartmann, 1821)	0.05					1,68									
<b>Ukupan broj taksona</b>		<b>11</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>10</b>				



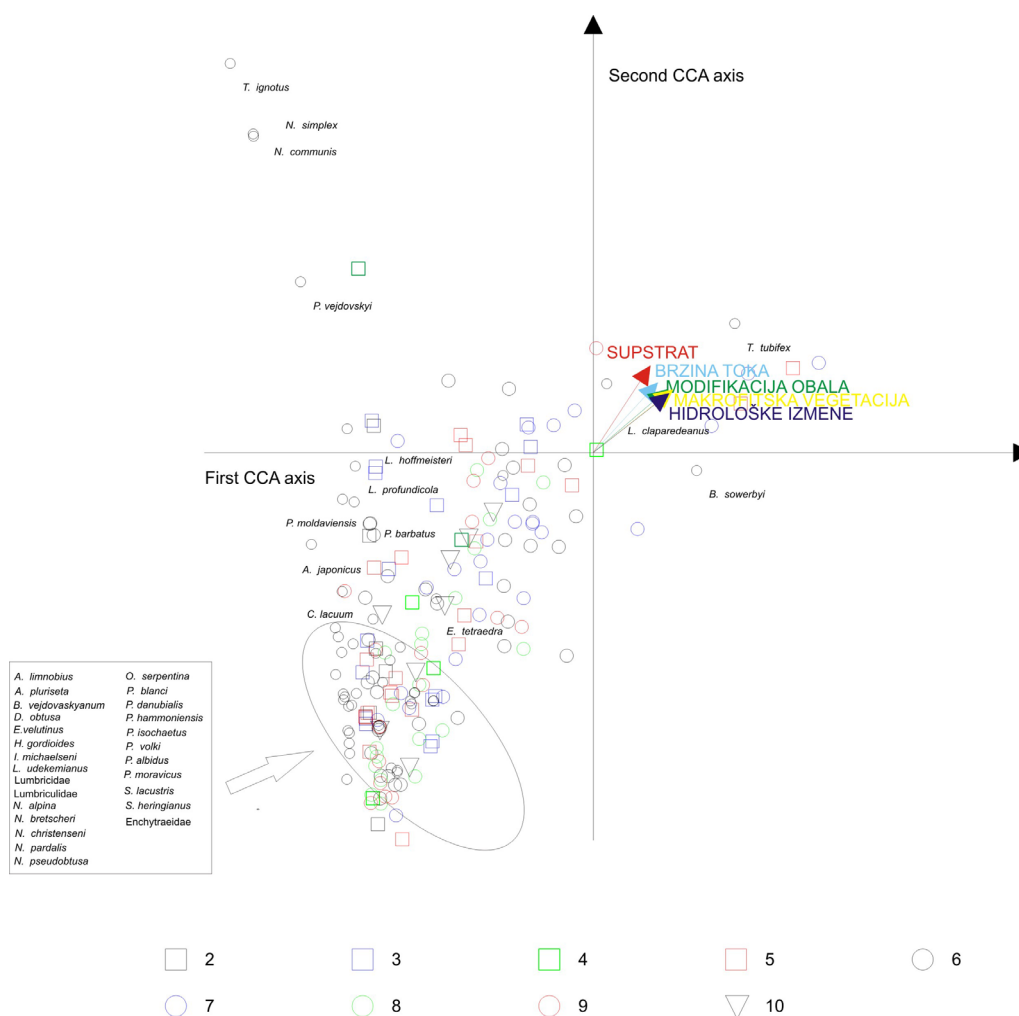
Na CA ordinacijskom dijagramu (Slika 20) može se uočiti da na osnovu kvalitativno/kvantitativnog sastava zajednice oligoheta nema jasnog izdvajanja sektora. Velika heterogenost primećuje se kod uzoraka prikupljenih u mađarskom delu toka Dunava (sektor 5). Ovaj sektor ima velika preklapanja/sličnost sa ostalim sektorima sa kojima se grupiše u sredini dijagrama, ali se deo uzoraka (*airlift* tehnika) izdvojio na jednu stranu biplot dijagrama. Zapravo, kada se posmatraju podaci prikupljeni metodom K&S, svi sektori pokazuju veliku sličnost, dok se male razlike u oligohetnoj zajednici sektora mogu primetiti posmatrajući podatke prikupljene *airlift* metodom. Izdvaja se i grupa uzoraka koja pripada sektoru 8 (zapadno-pontijski tok Dunava) u kojoj takođe preovlađuju podaci prikupljeni *airlift* metodom uzorkovanja.



Slika 20. CA ordinacijskom biplot grupisanja istraživanih sektora Dunava.

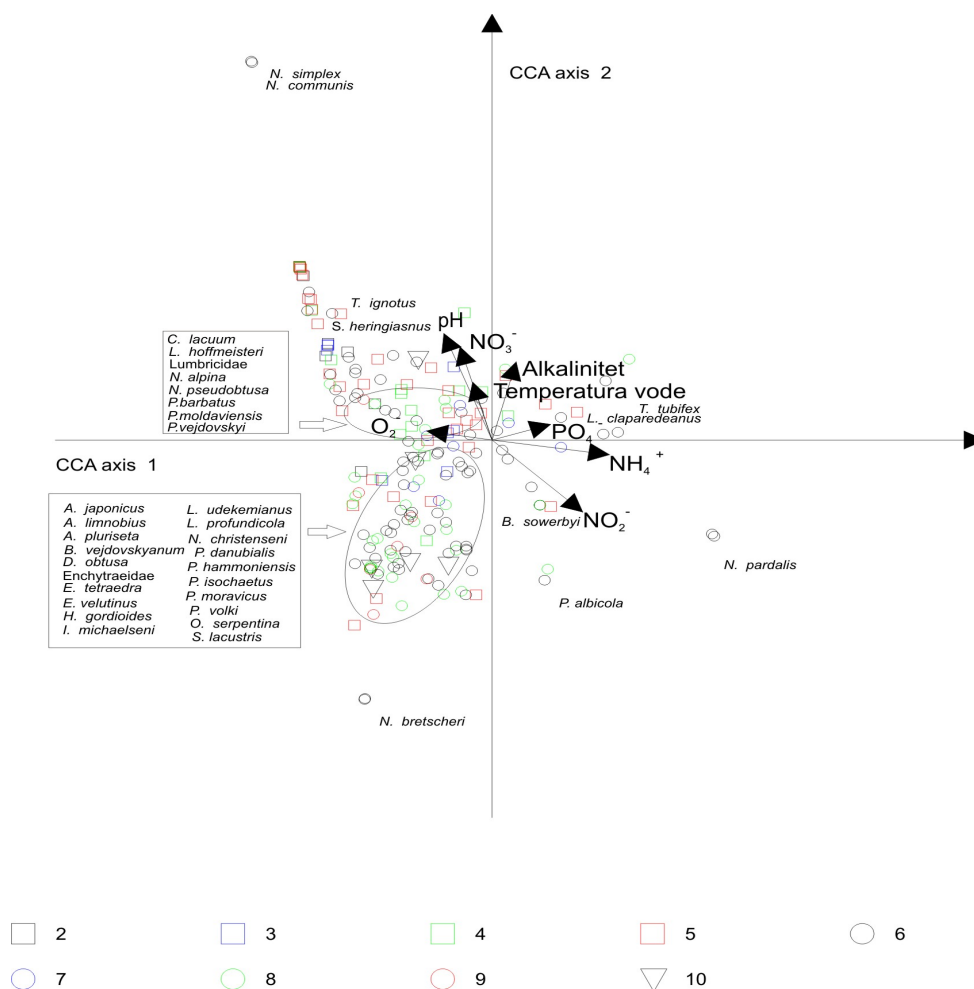
Uticaj hidromorfoloških osobina (tip supstrata, brzina toka, modifikacija obala, postojanje hidroloških izmena, kao i prisustvo/odsustvo makrofitske vegetacije) na populaciju oligoheta duž ispitivanih sektora predstavljen je na slici 21.

Može se videti da su svi analizirani faktori gotovo jednakog smera i intenziteta i međusobno su pozitivno korelisani. Na desnoj strani dijagrama izdvojile su se tri vrste (*T. tubifex*, *L. claparedeanus* i *B. sowerbyi*) koje pokazuju pozitivnu korelaciju sa ispitivanim faktorima. Nalažene su na lokalitetima na kojima dominira pesak i šljunak, podnose krupniju podlogu i brži tok vode. Većina vrsta je u negativnoj korelaciji sa ispitivanim faktorima, preferirajući finiji supstrat (mulj i sitan pesak), sporiji tok vode i obale koje su u manjoj meri modifikovane. Potpuno izdvojeni na dijagramu jesu uzorci na koje je uticalo prisustvo pojedinih retkih vrsta, male relativne brojnosti (*T. ignotus*, *N. simplex*, *N. communis* i *P. vejdvovskiyi*).



Slika 21. CCA biplot dijagram odnosa oligohetne faune i hidro-morfoloških uticaja.

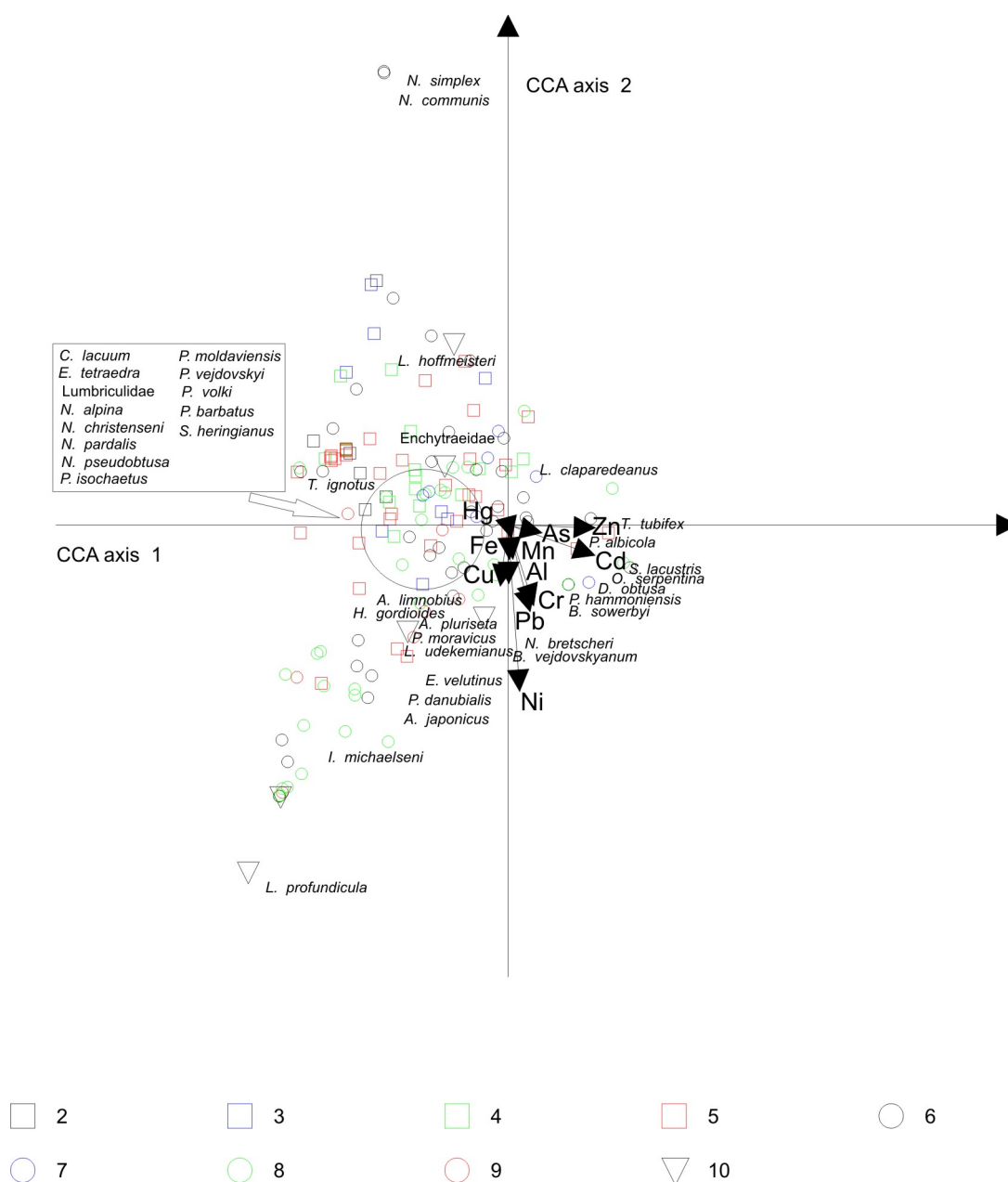
Kanonijskom korespondentnom analizom utvrđen je i uticaj fizičko-hemijskih karakteristika vode (Slika 22), kao i teških metala u sedimentu (Slika 23) na kvalitativno-kvantitativni sastav zajednice oligoheta ispitanih sektora duž Dunava. U oba slučaja, prva osa opisuje najveći deo varijabilnosti zajednice u odnosu na fizičko-hemijske parametre.



Slika 22. CCA biplot dijagram odnosa oligohetne faune i fizičko-hemijskih parametara.

U odnosu na prvu osu, međusobnu pozitivnu korelisanost pokazuju alkalinitet, koncentracije fosfata ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), nitrita ( $\text{NO}_2^-$ ) i amonijum jona ( $\text{NH}_4^+$ ), dok su u odnosu na drugu osu pozitivno korelisani količina rastvorenog kiseonika ( $\text{O}_2$ ), pH, temperatura vode, alkalinitet, koncentracija nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) i fosfata. Koncentracija amonijum jona pokazuje najveću korelaciju sa prvom osom i jedino ovaj faktor, prema našim rezultatima, pokazuje statistički značaj u uticaju na oligohetnu faunu, što je pokazano

Monte Carlo permutacijskim testom ( $p < 0,05$ ). Drugu osu biplot dijagrama određuju vrednost pH i koncentracija nitrata. Većina vrsta u pozitivnoj je zavisnosti sa vrednostima pH, temperaturom vode i količinama rastvorenog kiseonika i nitrata, dok su negativno korelisane sa povećanjem alkaliniteta i koncentracije nutrijenata – amonijuma, nitrita i fosfata. Sa desne strane dijagrama izdvojile su se vrste pozitivno korelisane sa alkalinitetom i koncentracijama nutrijenata (*T. tubifex*, *L. claparedeanus*, *B. sowerbyi*, *N. pardalis* i *P. albicola*).



Slika 23. CCA biplot dijagram odnosa oligohetne faune i teških metala.

---

Analizom uticaja teških metala na oligohetnu faunu uočeno je da ni jedan faktor ne pokazuje statističku značajnost (Monte Carlo permutacijski test,  $p < 0,05$ ). Prvu osu određuju cink i kadmijum koji su sa njom najviše korelisani, dok najmanju korelaciju pokazuju nikal, olovo i hrom koji zapravo određuju drugu osu. Najveći značaj (intenzitet) pokazuje nikl, čije povećane koncentracije tolerišu *A. japonicus*, *A. pluriseta*, *B. vej dovskyanum*, *E. velutinus*, *L. udekemianus*, *N. bretscheri*, *P. danubialis* i *P. moravicus*. Vrste *T. tubifex* i *P. albicola* pozitivno su korelisane sa koncentracijama arsena, cinka i kadmijuma. Povećane količine kadmijuma podnose i *S. lacustris*, *O. serpentina*, *D. obtusa*. U pozitivnoj korelaciji sa koncentracijama žive u sedimentu je veliki broj vrsta (*C. lacuum*, *E. tetraedra*, *N. alpina*, *N. christenseni*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa*, *P. isochaetus*, *P. moldaviensis*, *P. vej dovskyi*, *P. volki*, *P. barbatus* i *S. heringianus*).

Uočeno je da se ispitani sektori longitudinalnog profila Dunava ne izdvajaju jasno ni na jednom od CCA dijagrama, što opet ukazuje na heterogenost staništa u okviru samih sektora, tako da u svakom sektoru analizirani faktori deluju gotovo na isti način na populaciju oligoheta.

## **5. DISKUSIJA**

Iako su prethodna istraživanja oligoheta detaljno razmatrana kod Kerovec & Mršić (1981), Jakovčev *et al.* (1995), Miljanović (2006), još uvek nije objavljena publikacija koja prikazuje sveobuhvatnu oligohetnu faunu Srbije, ili faunu oligoheta tekućih voda u Srbiji. U zajednici oligoheta tekućica Srbije, na osnovu dosadašnjih literaturnih podataka i našeg istraživanja, konstatovano je ukupno 98 taksona (45 rodova svrstanih u 11 porodica). Na osnovu detaljnih višegodišnjih istraživanja rečnih ekosistema i kanala u regionu panonskog basena, tj. ravničarskoj oblasti severno od Dunava, popisano je 72 taksona (Miljanović 2006), od kojih je 13 nađeno samo na teritoriji Vojvodine. Tokom ranijih istraživanja reka brdsko-planinskog regiona južno od Dunava (Jakovčev 1983, 1984, 1986; Đukić *et al.* 1988, 1992; Paunović *et al.* 1998, 2005, 2006, 2007, 2008; Martinović-Vitanović *et al.* 2006, 2008; Paunović 2007; Đikanović *et al.* 2008) zabeleženo je 73 taksona. Našim istraživanjem, u periodu 2004-2012. godine, potvrđeno je prisustvo 46, dok je 12 novih taksona konstatovano u fauni oligoheta tekućih voda ovog dela Srbije. Taksoni koji tokom našeg istraživanja nisu zabeleženi i taksoni koji su po prvi put nađeni, prikazani su u tabeli 10.

Tabela 10. Taksoni koji su utvrđeni u ranijim istraživanjima, a ovom prilikom nisu konstatovani, i taksoni koji su po prvi put registrovani u tekućim vodama Srbije

Raniji nalaz	Literaturni podaci
<i>Aelosoma</i> sp.	Paunović <i>et al.</i> 2005.
<i>Amphichaeta leydigii</i> Tauber, 1879	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>A. rostrifera</i> Akinschina, 1984	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>Chaetogaster crystallinus</i> Vejdovský, 1883	Jakovčev 1986
<i>Chaetogaster diastrophus</i> (Gruithuisen, 1828)	Jakovčev 1985; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>Dero digitata</i> (Müller, 1773)	Đikanović <i>et al.</i> 2008; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>Dero nivea</i> Aiyer, 1930	Paunović <i>et al.</i> 2007; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>Nais alpina</i> Sperber, 1948	Paunović <i>et al.</i> 2003
<i>N. stolci</i> Hrabe, 1981	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006

Tabela 10. Nastavak

Raniji nalaz	Literaturni podaci
<i>Piguetiella blanci</i> (Piguet, 1906)	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006, 2008
<i>Specaria josinae</i> (Vejdovsky, 1883)	Paunović <i>et al.</i> 2005.; Paunovic <i>et al.</i> 2007; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006, 2008
<i>Stylaria fossularis</i> Leidy, 1852	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>Pristina aequisetata</i> Bourne, 1891	Jakovčev 1984; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2008
<i>P. bilobata</i> (Bretscher, 1903)	Jakovčev 1983; Paunović <i>et al.</i> 2003
<i>P. breviseta</i> Bourne, 1891	Jakovčev 1984
<i>P. foreli</i> (Piguet, 1906)	Jakovčev 1983; Paunović <i>et al.</i> 2003; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>P. longiseta</i> Ehrenberg, 1828	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>P. menoni</i> Aiyer, 1929	Jakovčev 1983; Paunović <i>et al.</i> 1998, 2003
<i>A. pigueti</i> Kowalewski, 1914	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>A. pluriseta</i> (Piquet, 1906)	Jakovčev 1986; Paunović <i>et al.</i> 2005, 2008; Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>T. newaensis</i> (Michaelson, 1903)	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2008
<i>Mesenchytraeus sp.</i>	Paunović <i>et al.</i> 2003, 2006
<i>Stylodrilus parvus</i> (Hrabe & Cernovitov, 1927)	Đikanović <i>et al.</i> 2008
<i>Tatriella slovenica</i> Hrabe, 1936	Đikanović <i>et al.</i> 2008
<i>Trichodrilus sp.</i>	Đukić <i>et al.</i> 1992
<i>Trichodrilus strandi</i> Hrabe 1936	Martinović-Vitanović <i>et al.</i> 2006
<i>Microscolex sp.</i>	Paunović <i>et al.</i> 2003, 2006
Prvi nalaz	
<i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i> Stolc, 1888	Atanacković <i>et al.</i> 2012
<i>Potamothrix danubialis</i> (Hrabě, 1941)	Atanacković <i>et al.</i> 2013
<i>P. moldaviensis</i> Vejdovsky & Mrázek, 1902	Atanacković <i>et al.</i> 2011, 2013
<i>P. heuscheri</i> (Bretscheri, 1900)	neobjavljeni podaci



Tabela 10. Nastavak

Prvi nalaz	
<i>Achaeta</i> sp.	neobjavljeni podaci
<i>Chaetogaster langi</i> Bretscher, 1896	neobjavljeni podaci
<i>Vejdovskyella intermedia</i> Bretscher, 1896	neobjavljeni podaci
<i>Cognettia sphagnetorum</i> (Vedovsky, 1877)	neobjavljeni podaci
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1879	neobjavljeni podaci
<i>E. christenseni</i> Dozsa-Farkas, 1992	neobjavljeni podaci
<i>Henlea ventriculosa</i> (Udekem, 1854)	neobjavljeni podaci
<i>Marionina argentea</i> (Michaelsen, 1889)	neobjavljeni podaci

U popisu se nalazi vrsta *Homochaeta naidina* čiji je taksonomski status izmenjen. Utvrđeno je da je njen opis tokom 20. veka bio uglavnom zasnovan na kombinaciji različitih taksona, najverovatnije juvenilnih jedinki naidide *Uncinaiis uncinata* i tubificide *Bothrioneurum vejdovskyanum* (Timm & Grimm, 2005; Timm 2009). Ceo rod *Homochaeta* Bretscher, 1896, stavljen je pod sumnju i postao je "takson duh", te je predloženo njegovo izuzeće, posebno vrste *H. naidina*, iz svih ključeva za identifikaciju, kako bi se izbegla dalja pogrešna determinacija i upotreba naziva.

Oligohetne zajednice reka Srbije i okolnih zemalja Balkanskog regiona pokazuju veliku sličnost, naročito Srbije i Crne Gore jer ove dve zemlje pripadaju istoj biogeografskoj i faunističkoj teritoriji, što je detaljno opisala Šundić (2011a, b, 2012). Uočene razlike posledica su nejednake istraženosti zajednice oligoheta tekućih voda pojedinih regiona, odnosno zemalja bivše Jugoslavije, ali i okolnih zemalja Balkana.

Velikoj raznovrsnosti akvatičnih oligoheta u Srbiji, koja je pokazana našim istraživanjem, svakako je doprineo veliki broj ispitanih lokaliteta i količina prikupljenih uzoraka kao i primena različitih metoda uzorkovanja, ali velika raznovrsnost reflektuje i veliki biološki diverzitet koji se odnosi na Srbiju generalno (Stevanović & Vasić 1995), a pripisuje se heterogenim klimatskim i edafskim faktorima, kao i paleogeografskim istorijskim prilikama koje su uticale na postojeći živi svet Balkanskog poluostrva i Srbije koja zauzima njegov značajan deo.

Ukupan broj nađenih vrsta u Srbiji u skladu je sa istraživanjima u zemljama kontinentalne Evrope u kojima je oligohetna fauna detaljno ispitana, i navešćemo samo

neke od njih: Holandija 99 akvatičnih i 20 terestričnih, Belgija 96 akvatičnih i 29 terestričnih, Nemačka 113 akvatičnih i 51 terestrična (van Haaren & Soors 2013), Poljska 185 akvatičnih i semi-akvatičnih (Dumnicka 2009), Estonija 85 taksona u tekućim vodama, od toga 78 determinisanih do nivoa vrste (Timm *et al.* 2001). Tačan broj "Megadrila", krupnih oligoheta u koje spadaju porodice Enchytraeidae i Lumbricide, nije sa sigurnošću utvrđen ni u svim pomenutim zemljama, a ni tokom našeg istraživanja zbog složenosti njihove identifikacije, pa se ove jedinice često ne mogu determinisati do nivoa vrste. Usled toga se pretpostavlja da je ukupni diverzitet oligohetne faune još veći.

Većina konstatovanih vrsta zabeleženih tokom našeg istraživanja jesu česte i sa kosmopolitskim rasprostranjenjem, i može se reći da su tekućice Srbije naseljene uobičajenom oligohetnom faunom karakterističnom za kontinentalnu Evropu. Tokom našeg istraživanja nađeno je svega 4 retke vrste (*Embolocephalus velutinus* (Grube, 1879), *Haplotaxis gordioides* Hartmann, 1821, *Psammoryctides moravicus* (Hrabe, 1934), *Rhynchelmis limosella* Hoffmeister, 1843). Od retkih vrsta u ranijim nalazima zabeležene su *Nais alpina*, *N. stolci*, *A. pigueti*, *T. newaensis*, *Stylodrilus parvus*, *Tatriella slovenica* i *Trichodrilus strandi* u brdsko-planinskoj oblasti južno od Dunava, kao i *Pepsidrilus pusillus*, *Psammoryctides deserticola*, *Tubifex montanus*, *T. nerthus* i *Stylodrilus lemani* severno od Dunava. Endemizam nije karakterističan za oligohetnu faunu Srbije, što se može objasniti time da je teritorija ispresecana nizijskim predelima, dobro povezana velikim rečnim sistemima pa je širenja organizama nesputano, što je naročito bilo važno u periodima glacijacije kada je čitav region balkanskog poluostrva predstavljao refugijalni prostor. O znatnom uticaju susednih oblasti na biogeografski složeno područje Srbije diskutovano je u Paunović (2007) i objašnjena je povezanost sa južnim krajevima Balkana zahvaljujući dolinama Vardara, Južne i Velike Morave sa jedne strane, dok je sa druge strane rekom Dunav ostvarena veza sa Crnim morem. Zahvaljujući upravo Dunavu koji predstavlja južni koridor Evrope i omogućava širenje ponto-kaspijskih vrsta, u oligohetnoj fauni Srbije konstatovane su dve endemične vrste, *Potamothrix danubialis* (endemit Dunava i Dnjepra) i *P. isochaetus* (endemit Dunava i Balkanskog poluostrva).

Treba napomenuti da oblasti gde se očekuje veći stepen endemizma, poput predela na velikim nadmorskim visinama kakve se nalaze u regionu istočne Srbije (Vlasinski plato i oblast Stare Planine), još uvek nisu dovoljno istražene.

Najznačajniji edifikator najvećeg broja zajednica oligoheta u ispitivanim vodotocima jeste *Limnodrilus hoffmeisteri*, što je očekivano, jer se radi o "plastičnoj" vrsti u pogledu većine ekoloških faktora, a ograničavajući faktor bi bio jedino tip podloge. Dominacija ove vrste, kako po učestalosti nalaza tako i po brojnosti, odnosno procentualnom učešću u zajednici, zapažena je u dunavskom, savskom i slivu Velike Morave. Međutim, muljevita podloga, kakvu preferira, često se može naći i u brdsko-planinskim tekućicama, kao mozaično raspoređeno mikrostanište (u razlivima, ili uz obale u pojedinim sektorima gde je tok sporiji), te je njena dominacija zabeležena i u nekim manjim i srednjim vodotocima do/preko 500 m n.v., poput Bjelice, Rzava, Trudovačke r., Crnog Rzava, Crnice.

*Stylodrilus heringianus* pokazuje takođe izrazitu frekvenciju u uzorcima. Uzimajući u obzir da najveći broj ispitanih tekućica pripada brdsko-planinskom tipu, sa dominacijom srednjeg nanosa i krupnije podloge, onda je ovakav rezultat očekivan i u skladu sa istraživanjima autora kao što je Dumnicka (1982, 1990, 1994) koja je detaljno istražila oligohetnu faunu ovakvog tipa rečnih ekosistema i koja navodi da je porodica Lumbriculidae, prvenstveno *S. heringianus*, često dominantna u ovom tipu vodotoka. Ova vrsta se najviše pojavljuje u uzorcima limskog i ibarskog sliva. Najveću relativnu brojnost ima u glavnom toku reke Lim i u većini pritoka ovog sliva, kao i u mnogim pritokama Ibra. Ispitani sektori tih reka imaju izrazit brdsko-planinski karakter sa podlogom u kojoj dominiraju krupne frakcije (20-40 cm) i kamen srednje veličine (6-20 cm) (Marković *et al.* 2012; Tubić *et al.* 2012).

Sastav zajednice oligoheta drugačiji je u brdsko-planinskim tekućicama slivova, Zapadne, Južne Morave i Timoka, kao i u preko 60% ispitanih reka kolubarskog sliva. U ovim rekama najveću frekvenciju i brojnost imaju vrste iz porodice Naididae, *Nais elinguis* i *N. bretscheri*. Jedan od važnih faktora koji određuju strukturu zajednice jeste naravno veličina podloge, međutim, kako navode Dumnicka (1994) i Šporka (1996), značajno je i prisustvo perifitona, jer on omogućava ishranu detritivornih vrsta kakve su naidide, i dovodi do povećanja njihove brojnosti i frekvencije. Dumnicka (1994) dalje navodi i geografski položaj kao jedan od mogućih razloga za razlike u oligohetnoj fauni,

npr. u Poljskoj tekućice u jugozapadnom regionu razlikuju se u sastavu vrsta od tekućica istog tipa u jugositočnom regionu, međutim ovaj obrazac nije uočen u našem istraživanju.

Sliv Drine izdvaja se od ostalih po najmanjoj raznovrsnosti oligohetne zajednice, ali i po izrazitoj dominaciji vrste *Eiseniella tetraedra* (porodica Lumbricidae). Predstavnici ove porodice prvenstveno su terestrične vrste i uglavnom naseljavaju suhu ili vlažnu zemlju, međutim za *E. tetraedra* smatra se da je semi-akvatična, odnosno da dobro podnosi duge periode u vlažnoj zemlji (van Haaren & Soors 2013). Ovoj vrsti ne smeta veliko kolebanje vodostaja ("hidropiking") koje je karakteristično za drinski sliv (Blagojević *et al.* 2005), pa nije iznenađujuća njena dominacija u pritokama Drine, kao ni mala raznovrsnost oligohetne faune ovog sliva.

Iako su porodice Tubificidae i Naididae zabeležene u svim slivovima, odlikujući se i velikom raznovrsnošću i procentualnom učestalošću, tekuće vode Srbije bi se mogle podeliti ipak u četiri grupe na osnovu zajednice oligoheta: prvu grupu čine one u kojima dominiraju Tubificide, u drugoj je zabeležena dominacija Naidida, u trećoj dominiraju Lumbriculidae i četvrtu, najmanju grupu čine tekućice u kojima dominiraju Lumbricidae.

Relativna brojnost (procentualna zastupljenost) veoma varira i nepravilno, što se može videti iz tabele 4. Takođe se može videti da varira i broj taksona, odnosno kvalitativni sastav zajednice, međutim on uglavnom pokazuje jasan obrazac – manja raznovrsnost u pritokama, a veća u glavnom toku. U skladu sa tim su i dobijeni rezultati analize oba parametra, statističkom metodom najudaljenih suseda (complete linkage), na osnovu kojih se neposredni sliv Dunava potpuno izdvaja (što je očekivano jer se u njemu uočava najveća raznovrsnost i dominacija *L. hoffmeisteri*), dok je konstatovana međusobna sličnost svih ostalih slivova. Generalno, tekuće vode su siromašnije vrstama od stajaćih, i u najbržim delovima rečnog toka oligohetna zajednica je veoma osiromašena ili su oligohete potpuno odsutne (Uzunov *et al.* 1988). Velike reke poput Dunava i Save imaju donje tokove koji se mogu porediti sa jezerskim ekosistemima (velika dubina, usporen tok, kiseonik, jedan od najznačajnijih sredinskih faktora, dostiže minimalnu koncentraciju), tako da one sadrže veći broj vrsta od brdsko-planinskih tekućica. Kako navode Uzunov *et al.* (1988), broj vrsta se povećava u staništima sa usporenim protokom, na obalama, u zalivima, akumulacijama, gde se supstrat formira

taloženjem finog detritusa. Međutim, ovakvi uslovi mogu biti narušeni, izmenjeni, zagađenjem, i tada se manji broj vrsta može naći u "polisaprobnoj zoni" (gde tubificide preovlađuju u odnosu na naidide) nego u "oligosaprobnoj zoni" (kada je povećan udeo lumbrikulida, enhitreida, haplotaksida). Ovim bi se mogla objasniti situacija koju uočavamo u slivu Kolubare, kao i izdvajanje sliva Zapadne Morave. Iako je veliki broj vrsta u zajednici oligoheta tekućica Srbije nalažen u širokom opsegu sredinskih uslova pokazujući veliku prostornu varijabilnost i potvrđujući da velike reke pokazuju veću raznovrsnost oligohetne faune od svojih pritoka, odstupanja su uočena u slivovima Kolubare i Zapadne Morave, u čijim je pojedinim pritokama konstatovana raznovrsnija zajednica nego u glavnom toku. To su rečice u čijim donjim delovima toka dominiraju sitne frakcije u podlozi pa je omogućeno naseljavanje široko rasprostranjenim vrstama. Takođe, one su pod znatnim uticajem organskog zagađenja jer je u pitanju gusto naseljeno područje, a kako navode i Schenková & Helešić (2006), u ovakvim uslovima sam tip staništa nema presudnu ulogu i mogu ga naseliti mnoge vrste sa širokom ekološkom valencom. Ovu tvrdnju izneli su i Uzunov *et al.* (1988) objašnjavajući da oligohete naseljavaju veoma različite tipove staništa, da je zajednica bogatija u jezerskom tipu voda (priobalju, zalivima, akumulacijama), a siromašnija u tekućim vodama, međutim da se takva "normalna" distribucija oligoheta može izmeniti usled zagađenja, pa je tada moguće uočiti manju raznovrsnost u polisaprobnoj zoni vodenog toka nego u oligosaprobnom delu.

Rasprostranjenje zajednice oligoheta koje smo uočili tokom našeg istraživanja u skladu je sa rasprostranjenjem čitave zajednice makroinvertebrata koju je detaljno analizirao Paunović (2007). Pokazao je da se ravničarske reke zbog svojih specifičnih hidro-morfoloških karakteristika i fizičkih i hemijskih osobina vode bitno razlikuju u sastavu faune vodenih makroinvertebrata i da tipični potamon karakteriše dolinu Dunava, sliv reke Save, ali i donji deo toka Kolubare, kao i da ih odlikuje raznovrsnost zajednice makroinvertebrata, sa dominacijom mekušaca i oligoheta. Pomenuti slivovi, odnosno njihovi delovi pripadaju ekoregionu 11 – Panonska nizija (izvorna podela Ilies 1978, korigovana Paunović 2007), koji na području Srbije upravo obuhvataju severne, nizijske delove zemlje. Sliv Kolubare smatra se granicom između ekoregiona 11 i 5, odnosno pritoke Gradac, Jablanica, Obnica, Ribnica i Lepenica pripadaju ekoregionu 5 – dinarski zapadni Balkan, i pokazuju sličnost sa rekama sliva Zapadne Morave, što je

potvrđeno i tokom našeg istraživanja. Ekoregionu 5, pored pomenutog sliva Zapadne Morave i dela sliva Kolubare, pripada i sliv Južne Morave i odlikuje ga heterogenost opštih prirodnih uslova, pa se konstatuju i taksoni užeg rasprostranjenja (*Chaetogaster langi*, *Nais barbata*, *Pristina rosea*, *Proppapus volki*). Bitno je napomenuti da se istočna granica ekoregiona 5, odnosno dolina J. Morave, poklapa sa granicom sliva Timoka koji pripada ekoregionu 7 – Istočni Balkan, i zajedno čine prirodno razgraničenje dva velika sliva, odnosno predstavljaju granicu ovih ekoregiona. Otuda velika sličnost u sastavu oligohetne zajednice slivova Južne Morave i Timoka, koja je konstatovana u našem istraživanju.

Iz rezultata dobijenih analizom zajednice, korišćenjem Asterics softvera, vidi se da je najviše zabeleženih vrsta karakteristično za potamalnu zonu, manji je broj vrsta koje preferiraju ritralnu zonu, dok je u zajednici tekućica Srbije najmanji udeo vrsta koje naseljavaju izvorišna područja. Zapravo, u fauni oligoheta Srbije slabo su zastupljene tipične reofilne i limnofilne vrste, već dominiraju vrste koje bi se mogle okarakterisati kao prelazni tip između ova dva (limno-reofilni) jer preferiraju usporeniji rečni tok, lentične zone, ali se mogu naći i u bržim delovima toka.

Posmatrajući najfrekventnije vrste u zajednici tekućih voda Srbije očigledne su dve ekološke grupe: pelofilna grupa u kojoj dominira *L. hoffmeisteri* i psamofilna grupa u kojoj dominira ili *S. heringianus* ili *N. bretscheri*, s tim što se *N. bretscheri*, kako tvrde Timm *et al.* (2001), svrstava i u litofilne vrste s obzirom da naseljava i krupniji kamen, pesak i šljunak. Pelofilna zajednica očekivano je dominantna u glavnim tokovima velikih vodotoka kao što su Dunav, Sava, Kolubara i Velika Morava i u njoj su, pored *L. hoffmeisteri*, često sa velikom frekvencijom pojavljivanja prisutne i vrste *L. claparedeanus*, *B. sowerbyi*, *T. tubifex*, *P. hammoniensis*. Ova grupa preferira usporeniji tok, finu, sitniju podlogu, toplija staništa, sredinu sa povećanim stepenom eutrofikacije. U psamofilnoj zajednici najzastupljenija je vrsta *S. heringianus*, a pored ove vrste često su u uzorcima zastupljene i *H. ventriculosa* (glavni tok Ibra), *N. bretscheri*, *N. elinguis* (glavni tok Lima), *E. tetraedra* (pritoke Zapadne Morave), ili je pak *S. heringianus* jedina prisutna vrsta, kao što je to slučaj u uzorcima prikupljenim u pritokama Ibra i Lima. U slivovima Južne Morave i Timoka psamofilnu grupu izdvaja zastupljenost vrste *N. bretscheri* koja koegzistira sa vrstom *P. rosea* (J. Morava), odnosno *N. elinguis*

(Timok). Psamofilna zajednica je tipična za niži stepen eutrofikacije, hladnija staništa, krupniju, peskovitu i kamenitu podlogu, sa bržim rečnim tokom.

Teško je razdvojiti uticaj veličine supstrata i njegov raspored od uticaja brzine rečnog toka i količine rastvorene organske materije jer su oni veoma tesno povezani (Verdonschot 1981), pa je rasprostranjene pojedinih vrsta vezano za određene odlike samog staništa. Tako je npr. ovaj autor primetio da je brojnost vrsta iz roda *Limnodrilus* pozitivno korelisana sa količinom organske materije. Mi ćemo pomenuti neke od vrsta koje nisu bile ni dominante ni česte, ali im učešće u nekim uzorcima nije bilo zanemarljivo:

– u dunavskom slivu, pored tubificida koje smo pomenuli kao tipične dominantne predstavnike ovako velikih reka, zastupljenost još nekih vrsta nije bila zanemarljiva i treba ih pomenuti. *Ophidonais serpentina* – stanovnik stajaćih voda i usporenih delova toka koji su bogati vegetacijom, uglavnom naseljava muljevito dno (Timm 2009; van Haaren & Soors 2013), a česta je upravo na lokalitetima sa ovakvim karakteristikama: oblast Đerdapa I, Golubac, zatim Stari Slankamen i Višnjica. Na istim lokalitetima zastupljena je i fitofilna *Stylaria lacustris*, koja je značajno zastupljena i u slivovima Velike i Južne Morave. Prisustvo pontokaspijskih vrsta *P. vej dovskyi* i *P. moravicus* ograničeno je na velike reke, rasprostranjenje im je obično vezano za određeno organsko zagađenje (Nijboer *et al* 2004; van Haaren & Soors 2013), a to je potvrđeno i u našem istraživanju jer su značajne učestalosti u zajednicama gde je usporen tok i naseljena područja poput Orešca, Pančeva, Grocke, Banatske Palanke, Đerdapa, Donjeg Milanovca, Tekije. Na istim lokalitetima je karakteristično i prisustvo pelofilne pontokaspijske vrste *Isochaetides michaelsoni* koja može dostići veliku brojnost na slatkovodnim staništima ovog tipa, ali i u brakičnim delovima toka (Chekanovskaya 1962; Timm 2009). *Criodrilus lacuum*, semiakvatična vrsta, kako su van Haaren & Soors (2013) istakli, karakteristična je za manje reke, obično sakrivena među korenjem biljaka u priobalju, ali naseljava i mulj velikih reka, kanala i jezera, naročito ako je podloga obogaćena detritusom; nije zanimarljive učestalosti duž celog ispitanog dela toka Dunava koji protiče kroz Srbiju.

– u glavnom toku Save veliku učestalost ima naidida *Paranais frici*, brakična vrste koja voli pesak, nastanjuje umereno dinamična staništa, dok izbegava izrazito dinamična, tj. brze tokove i krupan supstrat; u Francuskoj je Juget (1984) okarakterisao

kao vrstu karakterističnu za zonu prelaza parapotamona (usporeniji tok, muljevita podloga i povećana količina organske materije) u eupotamon (brži tok i krupniji supstrat, od peska do kamenja).

– *Chaetogaster langi*, koja naseljava uglavnom akvatične biljke na finom supstratu, može se naći i u brakičnoj sredini, predator je, hrani se diatomama i drugim algama, bakterijama i rotiferama (van Haaren & Soors 2013), zabeležena je jedino u slivovima Južne Morave i Timoka, kako u glavnom toku tako i u pritokama Nišavi, Toplici, kao i u Belom Timoku.

– za sliv Timoka karakteristične su i vrste *Emblocephalus velutinus* i *Haplotaxis gordioides*, stenotermne vrste hladnih voda (Chekanovskaya 1962; Lafont & Vivier 2006), kao i *Pristina rosea*, koja uglavnom naseljava površinu dna i vodenih biljaka poput naidida, ali za razliku od njih nema sposobnost plivanja (Timm 2009). *H. gordioides* je psamofilna vrsta, obično stanovnik podzemnih voda, vlažne zemlje, predator je, podaci za njeno rasprostranjenje u Srbiji prvi put su objavili Kalafatić *et al.* (1999), u reci Jablanici kod Valjeva, a zanimljivo je da je kasnije konstatovana i u beogradskom regionu reke Save (Jakovčev-Todorović *et al.* 2006) iako nije karakteristična vrsta za velike ravničarske reke, naročito u oblasti koja je pod uticajem urbanog zagađenja.

– vrste *Bothrioneurum vej dovskyianum*, *Cognettia sphagnetorum*, *Propappus volki*, *Nais behningi* naseljavaju manje, hladnije i brže vodotokove, preferiraju krupne mineralne supstrate (Uzunov *et al.* 1988; Timm *et al.* 2001; Atanacković *et al.* 2012) i značajno su zastupljene u slivu Ibra, kako u glavnom toku, tako i pritokama.

– *Vej dovskyella comata*, tipična vrsta kiselih staništa, jezera i voda bogatih humusom (van Haaren & Soors 2013), i *Dero dorsalis*, koja naseljava raznolike tipove staništa, ali prema van Haaren & Soors (2013) može biti lokalno brojna u mezotrofnim i eutrofnim vodama, upravo su vrste koje su konstatovane u kanalima beogradskog regiona.

Sporadično pojavljivanje nekih vrsta u uzorcima usko je vezano za njihove adaptivne sposobnosti, sposobnost kretanja, način ishrane, da li su vezane za prisustvo biljaka ili biljnih ostataka, detritusa, mogu li plivati. Tako su nalaženi fitofilni *Rhynchelmis limosella*, zatim fitofilne *Nais communis* i *N. barbata*, jedine vrste, kako tvrde Timm *et al.* (2001), koje preferiraju vode sa velikim brojem saprofitnih bakterija,



---

dok npr. *Lumbriculus variegatus* podnosi samo mali broj ovih bakterija, a pelofilne vrste su indiferentne u odnosu na prisustvo/odsustvo bakterija.

Na osnovu celokupne zabeležene faune oligoheta konstatujemo da u rekama Srbije najveći udeo imaju alfa- i beta-mezosaprobne vrste, manji je udeo vrsta koje su prilagođene na visoko organsko opterećenje, dok je najmanje zabeleženih vrsta koje su osetljive na organsko zagađenje (Slika 16, poglavlje 4). Ovakvi rezultati su očekivani s obzirom na prethodna obrazloženja o rasprostranjenosti vrsta u tekućicama Srbije, udeo velikih reka u ispitanoj vodenoj površini, veću raznovrsnost u velikim rekama, i dominaciju pelofilnih i psamofilnih vrsta. Ako se tome pridoda i zakonitost da pod uticajem organskog zagađenja dolazi do smanjenja diverziteta, a povećanja broja jedinki (Brinkhurst 1966; Miljanović 2006), možemo pretpostaviti da kvalitativni sastav zajednice bolje ukazuje na horizontalnu distribuciju, dok abundanca bolje ukazuje na kvalitet vode, što je pokazao i Uzunov (1982). On je smatrao da tip supstrata jeste jedan od važnih abiotičkih faktora koji određuje sastav zajednice oligoheta i ograničava je, ali je saprobnost (prvenstveno u vezi sa režimom kiseonika) smatrao presudnom za rasprostranjenje akvatičnih oligoheta. Postavljalo se pitanje da li preference oligoheta prema određenom staništu utiču na njihove saprobne karakteristike ili ne, i dolazilo je do sučeljavanja različitih mišljenja. Dok je na primer Finogenova (1968) precenjivala uticaj podloge i zbog toga čak i odbacila mogućnost da se oligohete koriste kao bioindikator u proceni kvaliteta voda, Uzunov (1982) je pokazao da tip supstrata ima statističku značajnost za rasprostranjenje oligoheta, ali da je saprobnost zapravo element kvaliteta vode i da veza između stepena saprobnosti i kvantitativnog sastava zajednice predstavlja osnovu za upotrebu akvatičnih organizama kao indikatora u saprobiološkim istraživanjima.

Iz rezultata našeg istraživanja može se primetiti u nekim slučajevima (pomenuti primer sliva Kolubare ili povećana prosečna vrednost saprobnog indeksa malih i srednjih tekućica na većim nadmorskim visinama od 500 m) da indikatorsku vrednost mnogih taksona može umanjiti upravo dominantan uticaj podloge. U literaturi ova tematika nije dovoljno obrađena jer se *a priori* smatra da su neke vrste oligoheta indikatori organskog zagađenja (Brinkhurst 1966; Milbrink 1973; Lang & Lang-Dobler 1979; Chapman *et al.* 1982). Ovi autori zasnivali su svoje pretpostavke na relativnoj brojnosti netolerantnih, umereno tolerantnih i veoma tolerantnih vrsta na organsko

zagađenje, i kako Chapman *et al.* (1982) navode, ovakav pristup bio je baziran na ekološkom posmatranju, a nije bio potkrepljen eksperimentalnim ispitivanjima tolerantnosti pojedinih vrsta oligoheta. Oni su pokazali da sediment može znatno umanjiti toksični efekat polutanata, npr. organske frakcije sedimenta vezuju teške metale vršeći detoksikaciju sredine i na taj način oligohete koje se zakopavaju u podlogu nisu izložene toliko velikim koncentracijama polutanata. Od novijih istraživanja, Rodriguez & Reynolds (2011) smatraju da tradicionalni pristup oligohetama, kao grupi koja se vezuje za polisaprobne uslove, treba preispitati, pošto je velika većina vrsta oligosaprobna i  $\beta$ -mesosaprobna i rasprostranjena kroz čitav spektar ekoloških klasa, i naglašavaju da naročito faktori koji nisu vezani za samo zagađenje, poput tipa supstrata, upotpunjuju indekse diverziteta i dominantnosti. Schenková & Helešić (2006) su, proučavajući zajednicu oligoheta visokoplaninskih rečica u Češkoj, zaključili da izmene sredinskih faktora izazvane zagađenjem usled agrikulturnih aktivnosti u slivnom području mogu usloviti naseljavanje samo čestih vrsta koje nemaju specifičnih preferenci za određeni tip staništa, odnosno većina oligoheta pokazuje široku ekološku valencu i u tom slučaju tip staništa nema veliki značaj. Slična zapažanja opisao je i Verdonshot (2001), proučavajući uticaj različitih supstrata u delovima toka ravničarskih reka agrikulturnih područja.

U svom ranijem radu, Verdonshot (1989) je istakao značajnu ulogu oligoheta u menadžmentu slivnih područja, odnosno u proceni kvaliteta voda na primeru Holandije, u kojoj se makrofauna često koristi kao indikator vodnog kvaliteta. Naravno, veza između organskog zagađenja i velike brojnosti akvatičnih oligoheta poznata je još od radova Kolkwitz-a i Marsson-a (1909), Brinkhurst-a (1966), Milbrink-a (1973) i Uzunova (1988), ali kako ističe Verdonshot (1989), nije proučavana vrednost oligoheta kao saprobnih indikatora u uslovima kombinacije različitih važnih sredinskih faktora. On je istakao, da bi se bolje razumela uloga oligoheta u oceni kvaliteta voda, mora se odrediti da li oligohete reprezentuju određeni kvalitet vode, da li su indeksi zasnovani na oligohetama široko primenjivi u oceni kvaliteta vode, i da li se prikupljeni uzorci odnose na neke druge sredinske faktore osim organskog zagađenja. Zaključio je da ocena vodnog kvaliteta mora uzeti u obzir sve glavne sredinske faktore, a ne samo saprobne vrednosti.

U Srbiji je donet Pravilnik 2011. godine (Sl. glasnik RS, br. 74/2011), a u skladu sa pravilima Evropske Unije i Direktive o vodama EU (WFD 2000), kojim su propisani parametri za ocenu ekološkog statusa i ekološkog potencijala vodnih tela u Srbiji, pri čemu je, pored hidromorfoloških, hemijskih i fizičko-hemijskih elemenata, obuhvaćeno i učešće oligoheta u zajednici, odnosno procentualni udeo tubificida. Iako mnogi autori smatraju da je visoka abundanca oligoheta u zajednici makroinvertebrata indikacija organskog zagađenja, Martin *et al.* (2008) smatraju da nije svejedno koje su vrste oligoheta prisutne, već koristi relativnu brojnost upravo tubificida, pre nego čitave zajednice oligoheta, za procenu ekološkog statusa voda.

Ocenjen kvalitet vode na osnovu prosečnog učešća tubificida u zajednici u slivovima velikih reka (Dunav, Sava, Kolubara, Velika Morava) ukazuje da oni trpe izrazito organsko zagađenje (V klasa kvaliteta, veoma loš status). Znatno bolji kvalitet vode konstatovan je u slivu Zapadne i Južne Morave (III klasa kvaliteta, zadovoljavajući status), dok je najbolji u slivnom području Timoka, Drine i Lima (II klasa kvaliteta, dobar status).

Analiza zajednice oligoheta u odnosu na tipologiju površinskih voda, koja je takođe obuhvaćena pomenutim pravilnikom (Sl. glasnik RS, br. 74/2011), dala je interesantne rezultate. Podelom vodnih tela na tipove obuhvaćeni su deskriptori tipologije, poput nadmorske visine, geološke podloge, površine sliva i tipa dna, i razmatranje faune oligoheta u odnosu na ove abiotičke tipološke deskriptore pokazalo je pravilnost u njenoj distribuciji.

I ovom analizom još jednom je potvrđeno da najveću raznovrsnost u odnosu na faunu oligoheta imaju velike nizijske reke, odnosno vodotoci koji pripadaju tipu 1, dok se vodotoci na nadmorskoj visini preko 500 m (tip 4) odlikuju malom raznovrsnošću kao i veštačka vodna tela, što je očekivano, i možemo konstatovati da fauna oligoheta pokazuje zapravo standardno rasprostranjenje u odnosu na vertikalnu distribuciju makroinvertebrata. Generalno, postoji opadanje raznovrsnosti sa nadmorskom visinom (Allan 1995), posebno oligoheta (Dumnicka 1982, 1990). Od 30 istraženih lokaliteta koji pripadaju tipu 4 vodotoka, samo na 14 je konstatovano prisustvo oligoheta, što je pokazatelj da njihova rasprostranjenost na ovim nadmorskim visinama i tipu podloge nije značajna. Ovakvi rezultati su slični sa istraživanjima planinskih tekućica drugih autora, pa tako npr. zajednica oligoheta na nadmorskim visinama preko 500 m u

Poljskoj ima sličan sastav, dominaciju Lumbriculida (rod *Stilodrilus*), Enchytraeida i Lumbricida (Dumnicka 1982, 1990, 1994).

Tubificide su dominantne po broju vrsta i procentualnoj zastupljenosti u potamalnim regionima toka, na staništima koje karakteriše dominacija finog i srednjeg nanosa, a time upravo obiluju vodna tela tipa 1 i 2, kao i veštačka vodna tela. Prisustvo značajnog broja vrsta tubificida u vodotocima na nadmorskoj visini preko 500 m (tip 4), može se objasniti upravo značajem uticaja podloge, ali i kako Paunović (2007) navodi, uticajem višeg nivoa degradacije vodenih staništa u ovim predelima, što je posledica demografskog rasporeda. Ovo obrazloženje navodi i Dumnicka (1994), detaljno ispitujući oligohetnu zajednicu ovakvog tipa vodotoka u kojima je konstatovala da su tubificide retke i malobrojne, ali da je upravo njihovo rasprostranjenje važno kada je povećanja eutrofikacija usled agrikulturnih aktivnosti ili urbanog zagađenja. I Baturina (2012) je konstatovala dominaciju tubificida u gornjim delovima toka malih vodotoka, u oblasti tajge, i uočila značajnu pozitivnu korelaciju broja oligoheta sa veličinom supstrata, kao i sa koncentracijom nitrata, ugljenika i humusa.

Naidide su raznovrsnije u oligohetnim zajednicama malih i srednjih vodotokova do 500 m, sa krupnijim supstratom i na mestima bogatih vegetacijom i detritusom. Ovo izdvajanje jasno je potvrđeno rezultatima korespondentne analize (Slike 18 i 19, poglavlje 4) koji, u odnosu na sastav zajednice oligoheta, ukazuju na jasan gradijent tipova vodnih tela, od tipa 1 ka tipu 6. Tokovi velikih reka, koji pripadaju tipu 1 – Dunav, Sava, Tisa i Velika Morava (kod Ljubičeva), izdvojeni su jasno od ostalih vodotoka, i kao što je već istaknuto, predstavljaju pravi potamon tip voda u kojima je zastupljen veliki diverzitet vrsta, gde dominiraju pelofilne vrste oligoheta, ali ni broj psamofilnih nije zanemarljiv, kao i vrste sa širokom ekološkom valencom, koje preferiraju usporeniji tok vode i povećanu količinu nutrijenata. Nadovezuju se njima slični vodotoci u odnosu na nadmorsku visinu i supstrat koji karakteriše fin i srednji nanos, tip 2 vodotoka, dok rečne tipove 3 i 4 odlikuje krupnija podloga i brži tok i generalno se za njih vezuje i izrazita heterogenost sredinskih faktora koja omogućava oligohetama da pronađu određena mikrostaništa sa finim supstratom i nasele ih raznovrsnijom zajednicom. To objašnjava preklapanje ova dva tipa vodotoka sa ostalim tipovima u odnosu na sastav zajednice. Veštačka vodna tela se po sastavu oligohetnih zajednica u jednom delu preklapaju sa rekama koje pripadaju tipu 1, jer u njima

dominiraju tubificidne vrste, pre svega vrste iz roda *Limnodrilus*, karakteristične za vode opterećene organskim zagađenjem. Tako su i prosečne vrednosti saprobnog indeksa najveće za veštačka vodna tela i sliv Dunava, što je i očekivano jer je u ovim tipovima vodnih tela uočen najmanji udeo vrsta osetljivih na organsko zagađenje (kseno- i oligosaprobne), kao i najveći procenat vrsta tolerantnih na izrazito organsko zagađenje (polisaprobne). Analizirajući ostale tipove vodnih tela, uočava se porast broja kseno- i oligosaprobni taksona i smanjenje broja polisaprobni taksona sa povećanjem nadmorske visine, ukрупnjavanjem podloge i smanjenjem površine sliva. Izuzetak su mali i srednji vodotoci nadmorske visine iznad 500 m u kojima je konstatovan značajan udeo tubificidnih vrsta pa je to uzrokovalo i veću vrednost saprobnog indeksa nego što se očekivalo.

### **5.1. Uticaj različitih faktora u vodenoj sredini na kvalitativno-kvantitativni sastav zajednice oligoheta u Dunavu**

Dunav, sa svojih 2850 km toka, predstavlja po dužini drugu reku u Evropi i oko 80 miliona ljudi naseljava njegovo slivno područje koje, prostirući se kroz 14 država, zauzima 817000 km<sup>2</sup> (Titizer & Banning 2000). I kao što je to slučaj sa svim velikim rekama centralne Evrope, zarad regulacije rečnog toka i poboljšanja plovidbe, izvršeni su veliki antropogeni uticaji, pre svega u vidu rečnog inženjeringa, uzrokujući izmene u kruženju materije, pa tako i u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu biocenoza. Prošlo je, navode Titizer & Banning (2000), više od četrdeset godina od prvog velikog istraživanja Dunava i objavljivanja spiska vrsta (Liepolt 1967), i od tada su primećene promene u sastavu zajednice makroinvertebrata, posebno povećanje zajednice oligoheta i to vrsta koje su tolerantnije na veliki priliv otpadnih voda.

Tokom Drugog zajedničkog istraživanja Dunava (2007) zabeležen je ukupno 441 takson makroinvertebrata, što je detaljno opisano u Finalnom izveštaju ove ekspedicije (Graf *et al.* 2008), od kojih 11,79% čine akvatične oligohete i na taj način predstavljaju veoma značajnu komponentu zajednice makrozoobentosa Dunava. Očekivano, najveći diverzitet pokazuju tubificide, dok za njima po raznovrsnosti slede

naidide, i takvi rezultati su u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima Dunava, kao i sa ispitivanjima drugih velikih ravničarskih reka Evrope (Dumnicka 1987; Šporka 1998; Moog *et al.* 2000; Timm *et al.* 2001; Miljanović 2006; Atanacković *et al.* 2011, 2013).

Najrasprostranjenija vrsta u oligohetnoj zajednici Dunava jeste *Limnodrilus hoffmeisteri*, a česte u uzorcima jesu i *Isochaetides michaelsoni*, *Limnodrilus clapparedeanus*, zatim *Potamothrix moldaviensis* i *Psammoryctides barbatus*.

Ispitivani sektori Dunava pokazuju izrazitu faunističku sličnost čiji je uzrok rasprostranjenje upravo čestih vrsta tubificida sa širokom ekološkom valencom iz rodova *Limnodrilus*, *Potamothrix*, *Psammoryctides*, što su detaljno obrazložili Atanacković *et al.* (2013).

I korenspondentnom analizom (Slika 20, poglavlje 4) je utvrđeno da nema značajnog izdvajanja definisanih sektora na osnovu sastava zajednica oligoheta, što ukazuje na veliku heterogenost staništa u okviru samih sektora, pretpostavljamo kao posledica hidromorfoloških izmena, izmena vodnog režima i sastava podloge. Izgradnja brana i regulacija toka u mnogim delovima Dunava uslovlila je sporiji tok vode i intezivirala sedimentaciju u zonama uspora, što za posledicu ima povećanje limno-reofilnih vrsta. Izmena vodnog režima, povećanje temperature vode i nagomilavanje organske materije dovode do "potamalizacije" faunističkog sastava, kako navodi Moog (2002), a to je i potvrđeno dominacijom potamalnih vrsta oligoheta u našem istraživanju. Veliki udeo tubificida u svakom ispitivanom sektoru ukazuje na postojanje dobro razvijenih muljevutih zona. Da uticaj pregrađivanja rečnog toka ima veliki značaj na zajednicu oligoheta, istakla je i Dumnicka (1987).

Iz tabele 9 (Poglavljje 4) se može zapaziti da se mađarski i zapadno-pontijski deo toka Dunava odlikuju najraznovrsnijom oligohetnom zajednicom, dok je najmanja raznovrsnost konstatovana u delti Dunava i gornjem delu toka. Najveća raznovrsnost čitave zajednice makroinvertebrata u mađarskom toku Dunava (sektor 5) konstatovana je i u prethodnim istraživanjima (Csányi & Paunović 2006). Sam gornji tok (sektor 1), koji protiče kroz Nemačku, specifičan je, i uzimajući u obzir da ga karakteriše brži tok i krupnija podloga, očekuje se manja raznovrsnost i veći udeo reofilnih vrsta u zajednici, a kako navodi Russev (1970) ovakvi uslovi upravo i povećavaju drift organizama i mogu dovesti do osiromašenja faune dna. Tok Dunava kroz Austriju i Slovačku predstavlja prelaznu zonu hiporitrona u epipotamon (Moog *et al.* 2000), slično smatra i

Literáthy *et al.* (2002), po kome se prelazna zona od alpskog ka ravničarskom tipu nalazi na delu toka između akumulacije Gabčikovo i Budimpešte. Shodno tome je i uočena oligohetna zajednica u ovom delu (sektori 2, 3, 4). Ovi središnji delovi toka odlikuju se većom raznovrsnošću, a tipična vrsta karakteristična za ovaj region jeste *Stylodrilus heringianus*. Elexová (1998) smatra da u ovom delu toka Dunava, naročito kroz slovački deo, veliki uticaj na zajednicu makroinvertebrata generalno, imaju pritoke leve strane. Područje donjih delova toka Dunava je, kako navode Csányi & Paunović (2006) i Tubić *et al.* (2013), složenije jer se uticaj brana Đerdap I i II proteže skoro do Beograda, pa se u ovakvim uslovima mogu smenjivati limnetičke i lotičke zone vodenog toka.

Na prvi pogled iznenađujuća je činjenica da smo za područje delte Dunava konstatovali najmanju raznovrsnost faune oligoheta, s obzirom da je u pitanju jedno od najznačajnijih i najraznovrsnijih vlažnih staništa u Evropi. Međutim, takvi rezultati su u skladu sa istraživanjima autora Risnoveanu & Vadineanu (2003), koji su nakon višedecenijskog ispitivanja i praćenja ove oblasti zaključili da je poslednjih godina proces eutrofikacije potpuno izmenio ekosistem delte Dunava značajno menjajući kvalitet vode i čitave lance ishrane. U okviru sastava bentosne zajednice zapazili su upravo smanjenje diverziteta i dominaciju tubificidnih oligoheta (*L. hoffmeisteri*, *P. hammoniensis*, *I. templtoni*, *T. tubifex*, *B. sowerbyi*, *P. barbatus*).

### 5.1.1. Uticaj hidromorfoloških promena na zajednicu Oligochaeta

Na slici 21 (Poglavlje 4) predstavljen je uticaj hidromorfoloških osobina ispitivanih sektora Dunava (tip supstrata, brzina toka, modifikacija obala, postojanje hidroloških izmena, kao i prisustvo/odsustvo makrofitske vegetacije) na zajednice oligoheta i možemo zapaziti da većina vrsta preferira fin, muljevit supstrat, sitan pesak i sporiji rečni tok, dok su se samo tri vrste izdvojile pozitivnom korelacijom sa ispitanim faktorima – *T. tubifex*, *L. claparedeanus* i *B. sowerbyi*, preferirajući krupniji supstrat, krupan pesak i brži tok.

Faktori koji određuju rasprostranjenje makroinvertebrata brojni su i međusobno povezani, ali kao najznačajni na sastav zajednice oligoheta u glavnom toku Dunava

mnogi autori izdvojili su strukturu dna, koja je u tesnoj vezi sa brzinom rečnog toka (Russev 1970; Šporka 1998; Liška *et al.* 2008). Dobar primer je *Stylodrilus heringianus*, koji dominira učestalošću i brojnošću u gornjim i srednjim delovima toka jer preferira krupniji pesak i šljunak, pa je i očekivano da odustvuje u uzorcima iz donjih delova toka Dunava. Za razliku od njega, *Isochaetides michaelsoni* preferira fin sediment pa je zastupljeniji u srednjim i donjim regionima. I Dumnicka (1987) je ispitujući uticaj izgradnje brane na reci Dunajec u Poljskoj definisala tri faktora koji utiču na sastav vrsta u zajednici oligoheta, njenu strukturu i brojnost, pri čemu je na prvom mestu tip dna, odnosno supstrata, zatim uticaj urbanog zagađenja i tek na kraju hidrotehničke izmene rečnog toka koje menjaju uslove sredine (brzinu toka, strukturu dna). Ove hidromorfološke izmene zapravo indirektno utiču na sastav i broj vrsta u zajednici, što su primetili i Šporka (1998) i Šporka & Nagy (1998) ispitujući takođe uticaj pregrađivanja Dunava i njegovih rukavaca u delu toka kroz Slovačku i delom kroz Mađarsku, pri čemu je došlo do prekida veza između svih vodnih tela u plavnom području ovog dela Dunava, kao i njihova veza sa glavnim tokom. Na taj način izmenjen je vodni režim i otežana razmena živog sveta između Dunava i plavnog područja, odnosno rukavaca, što dovodi i do smanjenja diverziteta koji su autori uočili.

I Elexová & Nemethova (2003) su uočile da su od svih ispitanih sredinskih faktora upravo hidrološki parametri imali značajan uticaj na zajednicu makroinvertebrata dela toka Dunava kroz Slovačku – struktura dna, brzina toka, variranje nivoa vode i protok.

S obzirom da je celokupni tok Dunava u znatnoj meri izmenjen izgradnjom brana i obaloutvrda i da samo 6,45% ispitanih lokaliteta poseduje svoju prirodnu obalu, može se konstatovati da je stvorena homogena sredina koja omogućava naseljavanje slične oligohetne zajednice duž celog toka, sa dominacijom vrsta široke ekološke valence poput tubificida, te se definisani sektori ni po čemu ne izdvajaju jasno, kada se posmatra sastav vrsta.

Treba ipak naglasiti da naše istraživanje nije obuhvatilo sezonsku dinamiku, pa su se tako možda ispustile neke bitne veze. Na primer, Verdonschot (2001) je uočio da između brzine rečnog toka i protoka, odnosno oticaja vode nema direktne veze, ali da brzina toka oblikuje tip supstrata. Takođe je uočio da kombinacija uticaja protok – tip supstrata nema prostu linearnu zavisnost, već da reke mogu imati konstantan protok



tokom vremena, ali da se supstrat menja, odnosno da pokazuju srednju dinamiku supstrata, što je objasnio sezonskim obrascem poput uticaja lišća i detritusa. Takođe reke mogu imati srednju ili veliku dinamiku protoka, a da supstrat pokazuje konstantnost, takve su npr. šljunkovite obale.

### 5.1.2. Uticaj fizičko-hemijskih parametara na zajednicu Oligochaeta

Na osnovu kanonijske korespondentne analize uticaja fizičko-hemijskih parametara na sastav zajednice oligoheta ispitanih sektora Dunava koja je prikazana na slici 22 (Poglavlje 4), vidi se da takođe nema izdvajanja ni jednog sektora posebno. U našem istraživanju izdvajaju se tubificidne vrste po tome što su pozitivno korelisane sa alkalinitetom i koncentracijama nutrijenata, odnosno zastupljenije su u uzorcima sa lokaliteta na kojima je povećana koncentracija nutrijenata, ali takve lokalitete upravo odlikuje muljevita podloga sa usporenijim tokom i povećanom sedimentacijom, a videli smo da su oni najzastupljeniji.

Konstatujemo da je većina vrsta u pozitivnoj zavisnosti sa vrednostima pH, temperaturom vode i količinama rastvorenog kiseonika. Nema mnogo radova koji se bave otpornošću oligoheta na visoke ili niske vrednosti pH, ali kako navode Chapman *et al.* (1982) većina testiranih oligoheta podnosi vrednosti za pH u rasponu od 5 do 9. Ovi autori ističu značaj vrsta *B. sowerby* i *L. hoffmeisteri* kao tolerantnih na povećane temperature kao i da mogu biti brojne na mestima ispusta voda iz hidroelektrana.

Uticajem koncentracije rastvorenog kiseonika na distribuciju oligoheta bavio se detaljno Uzunov (1982) i pokazao da zapravo između teorijskih kriva rasprostranjenja oligoheta u odnosu na saprobnost i rastvoreni kiseonik postoji pozitivna korelacija, pa tako naidide (niže saprobne vrednosti) ne podnose značajno smanjenje kiseonika za razliku od tubificida (veće saprobne vrednosti).

Teško je razdvojiti uticaj količine organske materije od uticaja supstrata jer su, kako tvrdi Verdonschot (1981), oni tesno povezani. Takođe i Lafont (1984) smatra da postoje određene poteškoće pri upotrebi oligoheta u oceni antropogenog uticaja na velike reke, pri čemu je jedan od razloga taj da je danas teško naći "nezagađeni deo toka", a drugi je da svaka kategorija supstrata (fin supstrat, šljunak, kamen) predstavlja

važan faktor u populacionoj dinamici oligoheta. Međutim, Lang (1998) je uočio da je ograničavajući unos fosfora u jezero Neuchâtel u Švajcarskoj doveo do smanjena produkcije fitoplanktona, što je za posledicu imalo smanjenje organskog taloženja i povećanje koncentracije kiseonika. Ovo je značilo manju količinu hrane za makroinvertebrate, ali i dostupniji kiseonik u sedimentu, što je omogućilo rekolonizaciju sedimenta oligosaprobnim vrstama i dovelo do restauracije jezerskog dna. I van Duinen *et al.* (2006) su uočili da se zajednica akvatičnih oligoheta koja se hrani algama uvećava sa povećanjem koncentracija azota i fosfora, jer se tada povećava i produktivnost algi, ali se povećava i broj detritivornih oligoheta sa povećanjem količine nutrijenata jer se povećava i raspadanje organske materije.

### 5.1.3. Uticaj teških metala na zajednicu Oligochaeta

Kanonijskom korespondentnom analizom uticaja teških metala na oligohetnu faunu uočeno je da ni jedan faktor ne pokazuje statističku značajnost, kao i da nema izdvajanja sektora, što opet potvrđuje homogenost celog toka Dunava. Isto kao i u slučaju koncentracije teških metala kao i kod uticaja fizičko-hemijskih parametara, prva osa opisuje najveći deo varijabilnosti zajednice (Slika 23, poglavlje 4). Pozitivnu korelaciju sa koncentracijama teških metala u sedimentu pokazao je veliki broj vrsta i kao što je očekivano, to su predstavnici tubificidne grupe, međutim iznenađujuća je pozitivna zavisnost sa koncentracijama žive koju su pokazale pored tubificida i neke naidide (*N. alpina*, *N. christenseni*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa*) kao i *C. lacuum*, *E. tetraedra* i *S. heringianus*.

Kako ističe Chapman (2001), akvatične oligohete su se oduvek vezivale za organska zagađenja na taj način što se čitav takson generalno smatrao tolerantnim na zagađenje, pa se takva percepcija "tolerancije" neadekvatno proširila i na hemijska zagađenja, stoga su se ovakve "kontradiktornosti" između zajednice oligoheta i polutanata koje smo mi uočili, javljale i u rezultatima istraživanja mnogih autora. Prygiel *et al.* (2000) ističe da se zapravo radi o kompleksnom fenomenu koji se na terenu javlja, jer ekotoksikološki značaj nekog teškog metala nije određen samo njegovom koncentracijom u životnoj sredini, nego i u obliku u kome se u njoj nalazi,

tako da njegova dostupnost zavisi od mnogih faktora. Kako navode ovi autori, složenost pomenutih odnosa nije još dovoljno istražena ali pretpostavljaju da značajnu ulogu imaju biološki i hemijski odnosi, poput uticaja pH, redoks-potencijala, rastvorljivosti i unosa polutanata. Oni smatraju i naglašavaju da je organska materija kao zagađivač često potcenjena, jer su produkti njenog raspadanja takođe toksični (NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, ...) kao i produženi deficit rastvorenog kiseonika.

Dalje, Prygiel *et al.* (2000) naglašavaju da teški metali, zajedno sa organskom materijom mogu postati dostupni oligohetama i kroz digestivne procese, jer se uglavnom talože u digestivnom traktu i kožnom epitelu. U telu *Limnodrilus hoffmeisteri*, kako objašnjavaju Prygiel *et al.* (2000), a inače je ova vrsta bila česta i u našem istraživanju, metali se talože u bogatim sumpornim granulama u posebnim ćelijama – hloragocitama, formirajući hloragogeno tkivo koje prekriva digestivni trakt. Teški metali se talože u repnim delovima tela koji se kod nekih vrsta mogu odbaciti autotomijom, nakon čega može doći do regeneracije odbačenog dela. Ovi autori smatraju da istraživanja bioakumulacije teških metala nisu pogodna za biomonitoring, već prednost daju biocenotičkom pristupu koji je korisniji u terenskim istraživanjima.

Za razliku od njih Rodriguez & Reynolds (2011) smatraju da merenje koncentracije u tkivu predstavlja dokaz koji ukazuje da je organizam izložen kontaminaciji i da ovi podaci pružaju dodatne dokaze pri proceni rizika za životnu sredinu, ali i navode da ne postoji standardni odgovor jedinki u okviru taksonomske grupe organizama na povećanu koncentraciju metala.

Treba naglasiti da nije samo sediment pasivni rezervoar raznih polutanata, već da i oligohete predstavljaju značajne akumulatore u vodenom ekosistemu kroz zakopavanje, preoravanje supstrata, ishranu i respiraciju. Na ovaj način polutanti mogu biti toksični za životinje na višem trofičkom nivou.

## **6. ZAKLJUČCI**

---

Osnovni cilj ovog rada jeste da se doprinese poznavanju oligohetne faune, kao značajne grupe makroinvertebrata u tekućim vodama Srbije, i tom prilikom došli smo do sledećih zaključaka:

- Potvrđena je velika raznovrsnost faune oligoheta tekućih voda Srbije. Konstatovano je ukupno 98 taksona (45 rodova svrstanih u 11 porodica), od čega u ravničarskoj oblasti severno od Dunava – teritorija Vojvodine, 72 taksona, dok je u rekama brdsko-planinskog regiona južno od Dunava – teritorija centralne Srbije, zabeleženo 73 taksona. Tokom našeg istraživanja, konstatovano je 12 novih taksona u fauni oligoheta tekućih voda Srbije. Pretpostavlja se da je ukupni diverzitet oligohetne faune još veći jer su zbog složenosti determinacije mnogi pripadnici Megadrila (Enchytraeidae i Lumbricide) ostali identifikovani do nivoa roda ili porodice.
- Konstatujemo da su tekućice Srbije naseljene uobičajenom oligohetnom faunom koja je karakteristična za kontinentalnu Evropu, vrstama sa čestim i kosmopolitskim rasprostranjenjem. Endemizam nije karakterističan za zajednicu oligoheta Srbije, ali se zahvaljujući Dunavu – južnom koridoru Evrope za širenje ponto-kaspijskih vrsta, Srbija smatra centrom biodiverziteta rodova *Potamothrix*, *Psamoryctides* i *Isochaetus*.
- Najrasprostranjenija vrsta jeste *Limnodrilus hoffmeisteri*, sa frekvencijom pojavljivanja u uzorcima  $F=0,51$ , dok *Stilodrilus heringianus* sa frekvencijom  $F=0,33$  pokazuje takođe značajnu zastupljenost u oligohetnoj fauni. Deset vrsta i dva roda zabeležena su samo kao pojedinačni nalaz (*Chaetogaster diaphanus*, *Ch. limnaei*, *Dero dorsalis*, *Nais simplex*, *Uncinails uncinata*, *Vejdovskyella intermedia*, *Potamothrix heuscheri*, *Spirosperma ferox*, *Acheta* sp., *Cognettia sphagnetorum*, *Fridericia* sp. i *Rhynchelmis limosella*).
- Po sastavu vrsta i procentualnom učešću jedinki u zajednici oligoheta tekućica centralne Srbije, neposredni sliv Dunava jasno se izdvaja, jer se u njemu uočava najveća raznovrsnost i dominacija *L. hoffmeisteri*. Međutim analizom podataka metodom najudaljenijih suseda konstatovana je međusobna sličnost svih ostalih slivova. Kvalitativni sastav zajednice pokazuje jasan obrazac – manja raznovrsnost je zabeležena u pritokama, a veća u glavnim tokovima, čime je potvrđeno da velike ravničarske reke, odnosno njihovi srednji i donji delovi

---

toka, imaju veći diverzitet oligoheta i da je sastav zajednice oligoheta drugačiji u brdsko-planinskim tekućicama.

- Tekuće vode Srbije mogu se podeliti u četiri grupe na osnovu zajednice oligoheta: u prvoj grupi tekućica dominiraju Tubificidae (dunavski, savski i sliv Velike Morave), u drugoj Naididae (slivovi Zapadne, Južne Morave i Timoka), u trećoj Lumbriculidae (slivovi Lima i Ibra), dok u najmanjoj grupi dominiraju Lumbricidae (sliv Drine).
- U odnosu na brzinu rečnog toka najviše zabeleženih vrsta karakteristično je za potamalnu zonu, manji broj vrsta preferira ritralnu zonu, dok je u zajednici tekućica Srbije najmanji udeo vrsta koje naseljavaju izvorišna područja.
- U odnosu na tip supstrata izdvojile su se dve ekološke grupe oligoheta: pelofilna grupa, u kojoj dominira *L. hoffmeisteri*, zabeležena je u glavnim tokovima velikih vodotoka (Dunav, Sava, Kolubara i Velika Morava), i psamofilna grupa, u kojoj dominira ili *S. heringianus* (slivovi Ibra i Lima i Zapadne Morave) ili *N. bretscheri* (slivovi Južne Morave i Timoka).
- Većina vrsta zabeleženih u ispitanim vodotocima smatra se tolerantnim na povećano organsko opterećenje. Najveći udeo u zajednici imaju alfa- i beta-mezosaprobne vrste, manji je udeo vrsta koje su prilagođene visokom organskom opterećenju (polisaprobne), dok je najmanje zabeleženih vrsta osetljivo na organsko zagađenje (oligo- i ksenosaprobne). Ovakva struktura zajednice oligoheta jeste rezultat velikog broja uzoraka prikupljenih sa lokaliteta na velikim rekama, veće raznovrsnosti u velikim rekama, i dominacije pelofilnih i psamofilnih vrsta.
- Pokazano je da kvalitativni sastav zajednice bolje ukazuje na horizontalnu distribuciju, dok relativna brojnost bolje ukazuje na kvalitet vode.
- Akvatične oligohete ne treba vezivati samo za polisaprobne uslove, iako saprobnost predstavlja element kvaliteta vode i određuje kvantitativan sastav zajednice. One nisu *a priori* samo indikatori organskog zagađenja, jer na sastav i strukturu oligohetne zajednice značajno utiču i faktori koji nisu vezani za samo zagađenje, poput tipa supstrata, brzine toka, prisustva/odsustva makrofitske vegetacije i detritusa.

- Izmene sredinskih faktora izazvane zagađenjem usled agrikulturnih aktivnosti ili ispusta komunalnih voda u slivnom području uslovljavaju naseljavanje čestih vrsta koje nemaju specifičnih preferenci za određeni tip staništa, odnosno većina tih oligoheta pokazuje široku ekološku valencu i u tom slučaju tip staništa nema veliki značaj. To je slučaj sa povećanjem broja tubificidnih vrsta u brdsko-planinskim tekućicama.
- Vrednost oligoheta kao saprobnih indikatora važna je u oceni vodnog kvaliteta ali se moraju uzeti u obzir svi glavni sredinski faktori, a ne samo saprobne vrednosti. Takođe, potvrđeno je da za procenu ekološkog statusa voda treba koristiti relativnu brojnost tubificidnih vrsta, a ne čitave zajednice oligoheta, jer su one većinom indikatori polisaprobnih uslova.
- Ocenjen kvalitet vode na osnovu prosečnog učešća tubificida u zajednici u slivovima velikih reka (Dunav, Sava, Kolubara, Velika Morava) ukazuje da oni trpe izrazito organsko zagađenje (V klasa kvaliteta, veoma loš status). Znatno bolji kvalitet vode konstatovan je u slivu Zapadne i Južne Morave (III klasa kvaliteta, zadovoljavajući status), dok je najbolji u slivnom području Timoka, Drine i Lima (II klasa kvaliteta, dobar status).
- U narednim istraživanjima treba izraditi indikatorsku listu za akvatične oligohete na području Srbije – definisati osetljive taksone i saprobne liste.
- Analizom zajednice oligoheta u odnosu na tipologiju površinskih voda potvrđeno je da postoji opadanje raznovrsnosti sa nadmorskom visinom. Najveću raznovrsnost imaju velike nizijske reke, dok se vodotoci na nadmorskoj visini preko 500 m odlikuju malom raznovrsnošću kao i veštačka vodna tela. Konstatujemo da fauna oligoheta pokazuje standardno rasprostranjenje u odnosu na vertikalnu distribuciju makroinvertebrata.
- Akvatične oligohete predstavljaju veoma značajnu komponentu zajednice makroinvertebrata Dunava. Najveći diverzitet pokazuju tubificide, pri čemu su najzastupljenije u uzorcima vrste *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Isochaetides michaelsoni*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Potamothrix moldaviensis* i *Psammoryctides barbatus*.
- Ispitivani sektori Dunava pokazali su veliku faunističku sličnost čiji je uzrok rasprostranjenje čestih vrsta tubificida sa širokom ekološkom valencom. Ovakav

sastav zajednica oligoheta ukazuje na veliku heterogenost staništa u okviru samih sektora, koja je nastala antropogenim uticajem, pre svega regulacijom rečnog toka i zagađenjem.

- Konstatujemo da je najznačajni faktor koji je uticao na sastav zajednice oligoheta u glavnom toku Dunava struktura podloge i da većina vrsta preferira fin, muljevit supstrat, sitan pesak i sporiji rečni tok. Ostali ispitani faktori, fizičko-hemijski parametri i koncentracija teških metala, nisu pokazali statistički značajan uticaj na rasprostranjenje oligoheta duž toka Dunava, tako da nije pokazano jasno razdvajanje definisanih sektora.

Iz rezultata našeg istraživanja možemo zaključiti da su tekuće vode Srbije pod stalnim pritiskom, pre svega zbog regulacije rečnog toka radi poboljšanja plovidbe kada su u pitanju velike reke i zagađenja usled urbanizacije kojeg nisu pošteđene ni planinske tekućice. Antropogeni uticaji poput pregrađivanja rečnog toka, izgradnje obaloutvrda, ispusta komunalnih voda i industrijskih otpadnih voda, spiranja nutrijenata sa poljoprivrednih površina, negativno utiču na bentosnu zajednicu, a zajednica oligoheta to i pokazuje.

Smanjenje brzine rečnog toka, homogenizacija supstrata, povećana sedimentacija i eutrofikacija dovele su do smanjenja diverziteta i povećanja rasprostranjenosti vrsta sa širokom ekološkom valencom, koje su tolerantne na izmene životne sredine, odnosno zagađenje.



## **7. LITERATURA**

- Allan D.J. (1995). Stream Ecology - Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 388 pp.
- Aqem (2002). Manual for the application of the Aqem system: A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Contract No: *EVKI-CT1999-00027*.
- Atanacković A., Đikanović V., Tubić B., Vasiljević B., Pantović N. & Vranković J. (2010). Water quality evaluation of the Kolubara River Basin based on aquatic macroinvertebrates. Balkans Regional Young Water Professionals Conference, International Water Association and Institute for the Development of Water Resources "Jaroslav Černi", Republic of Serbia, Belgrade, pp. 77-79.
- Atanacković A., Jakovčev-Todorović D., Simić V., Tubić B., Vasiljević B., Gačić Z. & Paunović M. (2011). Oligochaeta community of the main Serbian waterways. *Water Research and Management* 1(1): 47-54.
- Atanacković A., Šporka F., Csányi B., Vasiljević B., Tomović J. & Paunović M. (2013). Oligochaeta of the Danube River – a faunistical review. *Biologia* 68(2): 269–277.
- Atanacković A., Šporka F., Tomović J., Vasiljević B., Marković V., Simić V. & Paunović M. (2012). First record of *Bothrioneurum vej dovskyanum* Štolc, 1886 (Oligochaeta, Tubificidae) in Serbia. *Arch. Biol. Sci.* 64(3): 1123-1126.
- Baturina M. (2012). Distribution and diversity of aquatic Oligochaeta in small streams of the middle taiga. *Turk J. Zool.* 36: 75-84.
- Bij de Vaate A., Jazdzewski K., Ketelaars H.A.M., Gollasch S. & 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.
- Blagojević M., Vlahović P., Gavrilović D., Gavrilović Lj., Dimitrijević R., Živojinović D., Mileusnić S., Simonović P., Stamenković S., Stanković S., Stepić M., Stefanović D., Tanasić S., Tešić M. & Ferjančić S. (2005). Drina. Zavod za udžbenike i nastavna sredstava, Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstava, Srpsko Sarajevo, 487 p.

- Brinkhurst R.O. (1966). The use of aquatic oligochaete worms in the detection and assessment of water pollution. World Health Organization, pp. 1-21.
- Brinkhurst R.O. (1971). A guide for the identification of british aquatic oligochaeta. Freshwater biological association, second edition, 55 p.
- Brinkhurst R.O. & Gelder S.R. (2001). Annelida: Oligochaeta, including Branchiobdellidae, pp. 431-463. In: Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, second edition (Thorp J.H. & Covich A.P., Eds), Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo.
- Brinkhurst R.O. & Jamieson B.G.M. (1971). Aquatic Oligochaeta of the world. Oliver & Boyd, Edinburgh, 860 p.
- Chapman P.M., Melody F.A. & Brinkhurst R.O. (1982). Aquatic toxicology 2, 47-67.
- Chekanovskaya O.V. (1962). Vodnye maloshchetinkovye chervi fauny SSSR. In: Opredeliteli po faune SSSR 78. Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, Moskva, Leningrad, p. 411.
- Csányi B. & Paunović M. (2006). The Aquatic Macroinvertebrate Community of the River Danube between Klostenburg (1942 rkm) and Calafat – Vidin (795 rkm). Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica 14: 91–106.
- Dumnicka E. & Kukula K. (1990). The communities of oligochaetes of the Wolosatka and Terebovniec streams (the Bieszczady National Park, southeastern Poland). Acta hydrobiol. 32: 423-435.
- Dumnicka E. (1982). Stream ecosystems in mountain grassland (West Carpathians). Acta hydrobiol. 24: 391-398.
- Dumnicka E. (1987). The effect of dam reservoirs on oligochaete communities in the River Dunajec (Southern Poland). Acta Hydrobiologica 29: 25-34.
- Dumnicka E. (1994). Communities of oligochaetes in mountain streams of Poland. Hydrobiologia 278: 107-110.
- Dumnicka E. (2009). New for Poland tubificid Oligochaeta species from karstic springs. Polish journal of ecology 57(2): 395–401.
- Đikanović V., Jakovčev–Todorović D., Nikolić V., Paunović M. & Cakić P. (2008). Qualitative composition of communities of aquatic macroinvertebrates along the

- course of the Golijska Moravica river (west-central Serbia). Archives of Biological Sciences Belgrade 60(1): 133–144.
- Dorđević Ž. 1949. Prilog za poznavanje ohridske faune, *Criodrilus ochridensis* nov.spec. Glasnik Srpske akademije nauka 1(1):103-113.
- Đukić N., Miljanović B., Maletin S. & Ivanc A. (1996b). Composition and dynamics of macrozooperiphyton and bottom fauna in Crni Timok river Basin (Yugoslavia). 7th International Congress on the zoogeography and ecology of Greece and adjacent regions, Athens, Abstracts: 20.
- Đukić N. & Karaman S. (1994). Qualitative and quantitative structure of the bottom fauna with a special reference to the Oligochaeta community of the Danube in Yugoslavia - Contamination, Protection and Exploitation. Belgrade, pp 119 - 123.
- Đukić N. & Miljanović B. (1998). Oligohetna zajednica kao pokazatelj kvaliteta vode u kanalima hidrosistema DTD, pp. 51-53. U: Mostonga i vode zapadne Bačke (Milošev Ž., Ed) Novi Sad, , PČESA '98.
- Đukić N. & Stanojević M. (1979). Fauna Oligochaeta Begeja i Tamiša. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, Zagreb.
- Đukić N. (1982). Fauna oligoheta bajskog kanala. Biosistematika 8(1): 63-65.
- Đukić N. (1983). Prilog proučavanju zastupljenosti vrste *B. sowerbyi* Beddard (1892). II Simpozijum o fauni SR Srbije, Zbornik radova, Beograd, 63-66.
- Đukić N. (1990). Donau und Theissforschung aufgrund der Vergleich Analyse Oligochaetenfauna. Limnol. Berichte der 28. Tagung der IAD, Varna (Bulgarien), wiss. kurzref., pp 276 - 280.
- Đukić N., Maletin S., Kilibarda P., Miljanović B. & Jovanović S. (1986). Fauna dna u nekim kanalima Hidrosistema DTD i njen značaj za ribarstvo. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda, "Zaštita voda '86", Kragujevac, Zbornik radova, pp 138 -143.
- Đukić N., Maletin S., Miljanović B. & Ivanc A. (1997). Oligochaete communities in the bank region of the Danube river and its wetlands nearby Novi Sad. 32. Konferenz der Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung der S.I.L. Limnologische Berichte Donau, Wien, I, Wissenschaftliche Referate, pp 289 – 292.

- Đukić N., Maletin S., Miljanović B. & Ivanc A. (1998). Oligohetna zajednica kao pokazatelj kvaliteta vode Tamiša. *Naš Tamiš: naučna monografija*, Novi Sad, pp 125 - 132.
- Đukić N., Maletin S., Miljanović B. & Marković Z. (1992). Kvalitet vode i distribucija populacija oligochaeta u reci Djetinji. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Zaštita voda '92", Subotica, Zbornik radova, pp. 152-155.
- Đukić N., Miljanović B. & Maletin S. (1988). Sastav i dinamika oligoheta kao pokazatelj kvaliteta vode u nekim kanalima Hidrosistema DTD. *Vode Vojvodine*, Novi Sad, pp 77 - 81.
- Đukić N., Miljanović B., Maletin S. & Ivanc A. (1997). Oligohetna zajednica kao pokazatelj kvaliteta vode Bajskog kanala. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Zaštita voda '97", Sombor, Zbornik radova, pp 373 – 376.
- Đukić N., Miljanović B., Maletin S., Ivanc A. & Zhenjun S. (1996a). Evaluation of Danube water quality in Yugoslavia according to the Oligochaeta community. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 113, Large Rivers 10(1 - 4): 523 - 527.*
- Elexová E. & Nemethova D. (2003). The effect of abiotic environmental variables on the Danube macrozoobenthic communities. *Lirnologica 33: 340-354.*
- Elexová E. (1998). Interaction of the Danube river and its left side tributaries in Slovak stretch from benthic fauna point of view. *Biologia 53: 621–632.*
- EN 27828:1994, ISO 7828-1985. Water quality. Methods for biological testing. Methods of biological sampling: guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates.
- Erséus C., Wetzel M. J. & Gustavsson L. (2008). ICZN rules—a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Zootaxa 1744: 66–68.*
- Finogenova N. (1968). Oligochaeta of the Neva drainage basin. *Trav. Inst. Zool. Acad. Sci. USSR 45, 233-246.*
- Gavrilović Lj. & Đukić D. (2002). *Reke Srbije. Zavod za udzbenike i nastavna sredstva, Beograd, ISBN 86-17-06873-6.*
- Graf W., Csányi B., Leitner P., Paunovic M., Chiriac G., Stubauer I., Ofenböck T. & Wagner F. (2008). Macroinvertebrate. In: *Joint Danube Survey 2 - Final*

- Scientific Report (Eds. Liška I., Wagner F. and J. Slobodnik), 41-47, ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna.
- Hörner K., Moog O. & Sporka F. (2002). Oligochaeta.– Part III. In: Moog, O. (Ed.), Fauna Aquatica Austriaca, Edition 2002. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien: p. 18.
- Idejni projekat i Studija opravdanosti izgradnje HE na Ibru" – Finalni izveštaj 2011. Građevinski fakultet i Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković", Univerziteta u Beogradu (izveštaj po ugovoru 01-544 od 10.05.2011 i 43915/2-11 od 06.05.2011)
- Ilies J. (1978). Limnofauna Europaea. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, p. 532.
- Jakovčev D. & Marković Z. (1989). Oligohetna fauna reke Đetinje. III Simpozijum o fauni SR Srbije, Beograd, Uvodni referati i rezimei: 24.
- Jakovčev D. (1983). Prilog poznavanju oligohetne faune triju pritoka Južne Morave. Drugi simpozijum o fauni SR Srbije – Zbornik, 47-50, Beograd.
- Jakovčev D. (1984). Die Oligochaeten in den benthosgemeinschaften der Južna Morava in bezug auf die verschmutzungsbedingungen. 24. Arbeitstagung der IAD, Szentendre/Ungarn, 155-158.
- Jakovčev D. (1985). Oligochäten-fauna der mikroakkumulation am Sava-fluss bei Belgrade. 25. Arbeitstagung der IAD, Bratislava, 295-297.
- Jakovčev D. (1986). Prilog poznavanju oligohetne faune u slivu Velikog Timoka. Biosistematika 12(1): 67-77.
- Jakovčev D. (1987). Die saprologische analyse der Donau im Belgrader gebiet anhand der bodenfauna. 26. Arbeitstagung der IAD, Passau/Deutschland, 529-531.
- Jakovčev D., Kalafatić V. & Martinović-Vitanović M. (1995). Diverzitet oligoheta (Oligochaeta) kopnenih voda Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. In: Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja (Eds. Stevanović V. & Vasić V.), pp. 279-284. Biološki fakultet Univerziteta beograd, "Ecolibri", Beograd.
- Janković M. & Jakovčev D. (1986). Proučavanje faune dna Skadarskog jezera u regionu oka Raduš. Ekologija, 21(1): 1–16.

- Juget J. (1984). Oligochaeta of the epigeal and underground fauna of the alluvial plain of the French upper Rhone (biotypological trial). *Hydrobiologia* 115:175-182.
- Karadžić B. & Marinković S. (2009). Kvantitativna ekologija. Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković", Beograd, p. 489.
- Karadžić B. (2013). FLORA: A Software Package for Statistical Analysis of Ecological Data. *Water Research and Management* 3(1), 45-54.
- Karaman S. (1973). Beitrag zur Kenntnis der Oligochaetenfauna des Skadarsees. *Zoologischer Anzeiger*, 190 (5/6): 351–358.
- Karaman, S. (1978). Taksonomske, zoogeografske i ekološke studije Oligochaeta u području Planine, Cerknice i Postojne. Disertacija, p. 223.
- Kerovec M. & Meštrov M. (1979). The populations of Oligochaeta in the biocoenoses of the river Sava (598–751.2 km). II Congress of ecologists of Yugoslavia, Book of abstract, 1789–1802.
- Kerovec M. & Mršić N. (1981). Oligochaeta, III/1. *Catalogus faunae Jugoslaviae*. Ljubljana, p. 39.
- Kerovec M. (1981a). Fauna maločetinaša (Oligochaeta) nekih voda Istre. *Poljoprivreda i šumarstvo* 27(4): 45–51.
- Kerovec M. (1981b). Fauna oligoheta u rijeci Savi između Krškog i Siska (751-598 km). *Biosistematika* 7(1): 23-37.
- Kerovec M. (1985). A contribution to the knowledge of fresh water oligochaeta in Yugoslavia. *Biol. vestn.* 33: 21-26.
- Kerovec M. (2005). Biomonitoring sliva rijeke Une – ocjena kakvoće vode temeljem analize makrozoobentosa. Izvještaj prirodoslovno-matematičkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, p. 24.
- Kolkwitz R. & Marsson M. (1909). Okologie der tierische Saprobien. *Beitrage zur Lehre von der biologische Gewasserbeurteilung*. *Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 2:126-152.
- Kračun M., Ilić M., Tomović J., Atanacković A., Zorić K., Vasiljević B., Tubić B., Marković V. & Paunović M. (2013). Ocena stanja manjih vodotoka i kanala na teritoriji grada beograda na osnovu zajednice makroinvertebrata. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Zaštita voda 2013", Perućac, Zbornik radova pp. 53-58.

- Lafont M. & Vivier A. (2006). Oligochaete assemblages in the hyporheic zone and coarse surface sediments: their importance for understanding of ecological functioning of watercourses. *Hydrobiologia* 564: 171–181.
- Lafont M. (1984). Oligochaete communities as biological descriptors of pollution in the fine sediments of rivers. *Hydrobiologia* 115: 127-129.
- Lang C. & Lang-Dobler B. (1979). The chemical environment of tubificid and lumbriculid worms according to the pollution level of the sediment. *Hydrobiologia* 65: 273-282.
- Lang C. (1998). Contrasting responses of oligochaetes (Annelida) and chironomids (Diptera) to the abatement of eutrophication in Lake Neuchâtel. *Aquat.sci.* 61: 206–214.
- Liepol R. (1967). *Limnologie der Donau*. Schweizerbart'sche Verl. Stuttgart, p. 591.
- Liška I., Wagner F. & Slobodnik J. (2008). Joint Danube Survey - Final Report ICPDR - International Commission for the Protection of The Danube River, p. 235.
- Marković V., Atanacković A., Tubić B., Vasiljević B., Simić V., Tomović J., Nikolić V. & Paunović M. (2011). Indicative status assessment of the Velika Morava River based on aquatic macroinvertebrates. *Water Research and Management* 1(3): 47-53.
- Marković V., Tomović J., Atanacković A., Kračun-Kolarević M., Ilić M., Nikolić V., & Paunović M. (2014). Macroinvertebrate communities along the Velika Morava River. *Turkish Journal of Zoology* 39: 210-224.
- Marković V., Vasiljević B., Atanacković A., Tomović J., Zorić K., Tubić B. & Paunović M. (2012). Status Assessment Of The Lim River Based on Macroinvertebrate Communities. BALWOIS Conference 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia. <http://www.balwois.com>
- Marković Z. & Miljanović B. (1995). Makrozoobentos Kriveljske reke. III. Naučno stručni skup o prirodnim vrenostima i zaštiti životne sredine, "Naša ekološka istina" Borsko jezero, Zbornik radova, pp. 221 - 225.
- Marković Z., Miljanović B. & Mitrović-Tutundžić V. (1998). Makrozoobentos kao pokazatelj kvaliteta vode reke Jablanice. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Zaštita voda '98", Kotor, Zbornik radova, pp. 369 - 372.



- Marković Z., Miljanović B. & Mitrović-Tutundžić V. (1999). Makrozoobentos kao pokazatelj kvaliteta vode reke Kolubare. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Zaštita voda '99", Soko Banja, Zbornik radova, pp. 261-266.
- Marković Z., Mitrović-Tutundžić V. & Miljanović B. (1997). Effect of pollution on the macrozoobenthos diversity and structure in the river Obnica. *Ekologija* 32: 37 - 46.
- Martin P., Martinez-Ansemil E., Pinder A., Timm T. & Wetzel M.J. (2008). Global diversity of oligochaetous clitellates ("Oligochaeta"; Clitellata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 117–127.
- Martinović-Vitanović V., Jakovčev-Todorović D. & Kalafatić V. (2006). Qualitative study of the bottom fauna of the River Danube (river kilometre 1433-845.6), with special emphasis on the oligochaetes. *Archiv für Hydrobiologie Supplement 158(3) Large Rivers* 16: 427-452.
- Martinović-Vitanović V., Obradović S., Milankov M. & Kalafatić V. (2008). Bottom fauna of the Sava River (r-km 61.5-0.5) in Serbia. *Archiv für Hydrobiologie Supplement 166 (1-2) Large Rivers*, 18: 209-241.
- Milbrink G. & Timm T. (2001). Distribution and dispersal capacity of the Ponto-Caspian tubificid oligochaete *Potamothrix moldaviensis* Vejdovsky et Mrazek, 1903 in the Baltic Sea Region. *Hydrobiologia* 463: 93–102.
- Milbrink G. (1973). Communities of Oligochaeta as indicators of water pollution in Swedish lakes. *Acta university of Uppsala* 221: 1-14.
- Milošević Đ. (2013). Larve porodice Chironomidae (Diptera, Insecta) sliva Južne Morave i njihova primena u proceni ekološkog statusa tekućih vodenih ekosistema- Doktorska disertacija, Univerzitet u Kragujevcu, 182 p.
- Miljanović B. (2006). Biodiverzitet akvatičnih Oligochaeta, njihova distribucija i formiranje ekoregiona u AP Vojvodini. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, 120 p.
- Moog O. (2002). Fauna aquatica austriaca. Katalog zur autecologischeren Einfung. Aquatischer Organismen Österreichs. Teil III, B, Metazoa.
- Moog O., Brunner S., Humpesch U.H. & Schmidt-Kloiber A. (2000). The distribution of benthic invertebrates along the Austrian stretch of the River Danube and its

- relevance as an indicator of zoogeographical and water quality patterns – Part 2. *Archive fur Hydrobiologie, Supplement 115, Large Rivers 11*: 473-509.
- Mršić N. (1977). Prispevek k poznavanju vrste *Eisenia lucens* (Waga, 1857) (Lumbricidae, Oligochaeta) v Sloveniji. *Biol. vestn., Ljubljana 25(2)*: 139-147.
- Mršić N. (1979). Naselitvene sukcesije deževnikov (Lumbricidae, Oligochaeta) v bukov les na Kočavskem. *Biol. vestn., Ljubljana 27(2)*: 157-164.
- Mršić N. (1985). Some New Fauna Species and Associational Research of Earthworms (Lumbricidae, Oligochaeta) Slovenije. *Scopolia 8*: 1-32.
- Mršić N. (1991). Monograph on Earthworms (Lumbricidae) of the Balkans I–II. Ljubljana, Yugoslavia: Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti.
- Nijboer R.C., Wetzel M. J. & Verdonshot P.F.M. (2004). Diversity and distribution of Tubificidae, Naididae, and Lumbriculidae (Annelida: Oligochaeta) in the Netherlands: an evaluation of twenty years of monitoring data. *Hydrobiologia 520*: 127–141.
- Paunović M., Jakovčev-Todorović D., Simić V., Stojanović B. & Cakić P. (2007). Macroinvertebrates along the Serbian section of the Danube River (stream km 1429-925). *Biologia 62(2)*: 1-9.
- Paunović M., Jakovčev-Todorović D., Simić V., Stojanović B. & Petrović A. (2006). Trophic relations between macroinvertebrates in the Vlasina River (Serbia). *Arch. Biol. Sci., Belgrade, 58(2)*: 105-114.
- Paunović M., Miljanović B., Simić V., Cakić P., Djikanović V., Jakovčev-Todorović D., Stojanović B. & Veljković A. (2005). Distribution of non-indigenous tubificid worm *Branchiura sowerbyi* (Beddard, 1892) in Serbia. *Biotechnol. & Biotechnol. Eq. 91-97*.
- Paunović M. (2007). Struktura zajednica makroinvertebrata kao indikator tipova tekućih voda Srbije. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu.
- Paunović M., Kalafatić V., Jakovčev D. & Martinović–Vitanović V. (2003). Oligochaetes (Annelida, Oligochaeta) of the Vlasina river (South–East Serbia): diversity and distribution. *Biologia 58(5)*: 903–911.
- Paunović M., Simić V., Jakovčev-Todorović D. & Stojanović B. (2005). Results of investigating the macroinvertebrate community of the Danube River on the

- sector upstream from the Iron Gate (km 1083-1071). Archives of Biological Sciences, Belgrade 57(1): 57-63.
- Paunović M., Simić V., Pantović N., Đikanović V., Slavevska-Stamenković V. & Cakić P. (2010). Water quality assessment based on saprobiological analyses of the macroinvertebrate communities in the Zapadna Morava river basin. BALWOIS 2010 - Ohrid, Republic of Macedonia - 25-29 May 2010
- Paunović M., Tanasković M., Kalafatić V., Jakovčev D. & Martinović-Vitanović V. (1998). Biocenoze Vlasine i reka njenog sliva sa posebnim osvrtom na faunu dna kao pokazatelj kvaliteta vode u prolećnom aspektu 1996. godine. Vodoprivreda, pp. 225-230.
- Paunović M., Tomović J., Kovačević S., Zorić K., Žganec K., Simić V., Atanacković A., Marković V., Kračun M., Hudina S., Lajtner J., Gottstein S. & Lucić A. (2012). Macroinvertebrates of the Natural Substrate of the Sava River – Preliminary Results. Water Research and Management 2(4): 33-39.
- Paunović M., Vassilev V., Cheshmedjiev S. & Simić V. (2008). Procena stanja životne sredine i rizika na slivu reke Timok. Regional environmental Center, 58 p.
- Paunović M.M., Borković S.S., Pavlović S.Z., Saičić Z.S. & Cakić P.D. (2008). Results of the 2006 Sava survey – Aquatic Macroinvertebrates. Archives of Biological Sciences Belgrade 60(2): 265-271.
- Pinder A. (2010). Tools for identifying selected Australian aquatic oligochaetes (Clitellata: Annelida). Museum Victoria Science Reports 13: 1–26.
- Popović N., Marković V., Atanacković A., Vasiljević B., Anđus S., Ilić M., Kračun-Kolarević M. & Paunović M. (2015). Water quality assessment of the Jablanica River based on aquatic macroinvertebrate community. VII International Conference, faculty of Agriculture University of Belgrade, Conference proceedings: 434-438.
- Pujin V. & Đukić N. (1978). Nalazi Branchiura sowerbyi Beddard (1892) (Oligochaeta) u nekim vodama Vojvodine. Biosistematika 4(1): 109-113.
- RBC Report (2007). Characterization Report for the Kolubara River Basin. EC CARDS Regional Programme 2003 "Pilot River Basin Plan for Sava River".

- Risnoveanu G. & Vadineanu A. (2003). Long term functional changes within the Oligochaeta communities within the Danube River Delta, Romania. *Hydrobiologia* 506-509: 399-405.
- Robert S., Birk S. & Somenhauser M. (2003). Typology of the Danube River – part 1: Top-down approach. In: UNDP/GEF Danube Regional Project, Activity 1.1.6, pp. 51–59. Typology of Surface Waters and Definition of Reference Conditions for the Danube River –Final report.
- Rodriguez P. & Reynoldson T. (2011). The pollution biology of aquatic oligochaetes. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 265 p.
- Schenkova J. & Helešic J. (2006). Habitat preferences of aquatic Oligochaeta (Annelida) in the Rokytná River, Czech Republic – a small highland stream. *Hydrobiologia* 564: 117–126.
- Schmelz R. & Timm T. (2007). Advocating paraphyletic taxa in systematics of Clitellata. *Acta hydrobiologica sinica* 31: 99-108.
- Schmidt-Kloiber A., Graf W., Lorenz A. & Moog O. (2006). The AQEM/STAR taxalist a pan-European macro-invertebrate ecological database and taxa inventory. *Hydrobiologia* 566: 325-342.
- Simonović P., Simić V., Simić S. & Paunović M. (2010). The Danube in Serbia. Republic of Serbia, Ministry of Agriculture, Forestry and Water management – Republic Directorate for Water, University of Belgrade, Institute for Biological Research "Sinisa Stankovic", University of Kragujevac, Faculty of Science, p. 339.
- Slavevska-Stamenković V. (2013). Makroinvertebrate reke Bregalnice - struktura zajednice i procena ekološkog statusa ekosistema. Doktorska disertacija, Univerzitet u Skoplju, Makedonija, 319 p.
- Službeni glasnik RS 74/2011. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda.
- Smiljkov S., Trajanovski S. & Budzakoska–Goreska B. (2005). Biocenotic composition of the macrozoobenthos on different habitats from the littoral region of Lake Ohrid. *Contributions, Section of Biological and Medical Sciences, MASA* 26(2): 143–155.

- Sommerwerk N., Hein T., Schneider-Jakoby M., Baumgartner C., Ostojic A., Paunovic M., Bloesch J., Siber R. & Tockner K. (2009). The Danube River Basin, Part 3, pp. 59-112. In: Rivers of Europe (Tockner K., Uehlinger U. & C.T. Robinson, Eds.), Academic Press, San Diego.
- Sperber C. (1952). A Guide for the Determination of European Naididae. Zoologiska bidrag från Uppsala 29: 45-81.
- StatSoft Inc. (2001). STATISTICA for Windows, version 6.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- Studija uticaja izgradnje hidroelektrana " Brodarevo 1 i 2" na životnu sredinu - Finalni izveštaj (2011). Energoprojekt-Hidroinženjering, Beograd i Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković", Univerziteta u Beogradu. (izveštaj po ugovoru 01-634 od 24.05.2011 i 101-20-201/KO3 od 24.05.2011).
- Šapkarev J. & Vagner D. (1990). Comparative analysis of the structure and the density of populations of the oligochaetes (Annelida: Oligochaeta) from two tributaries of the river Vardar, Macedonia. *Annuaire de la biologie*, Skopje (41-42): 93–102.
- Šapkarev J. (1956). Contribution à la connaissance de la faune des oligochètes des trois grands lacs Yougoslaves, Prespa, Dojran et Skadar. *Societe Serbe de biologie*, *Archives des sciences biologiques* 8(1-2): 135–144.
- Šapkarev J. (1959). *Ilyodrilus hammoniensis* Mich (Oligochaeta) in the large lakes of Macedonia (Ohrid, Prespa and Dojran). *Section des Sciences naturelles de l'Universite de Skopje* 7: 1–12.
- Šapkarev J. (1961). Die vertikale Verteilung des Benthos in den Sedimenten der Profundalregion des Prespa-Sees. *Annuaire de la Faculté des Sciences d'Université de Skopje* 8: 139–151.
- Šapkarev J. (1962). Die Oligochaetenfauna der Gohängegewässer des Prespa Talkessels. *Fragmenta Balcanica, Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 4(16): 123–128.
- Šapkarev J. (1964a). Die Oligochaetenfauna des Ohrida-Sees. *Annuaire de la Faculte des Sciences de l'Unversité de Skopje* 15(1): 5–98.
- Šapkarev J. (1964b). Quantitative untersuchungen über die oligochaeten des Dojran-sees. *Institut de pisciculture de la RS Macedoine* 3(3): 1–19.

- Šporka F. & Š. Nagy (1998). The macrozoobenthos of parapotamon- type side arms of the Danube river and its response to flowing conditions. *Biologia* 53: 633–643.
- Šporka F. (1996). Macrozoobenthos – permanent fauna. In: *Limnology of the Turiec River Basin (West Carpathians, Slovakia)* (Krno I., Ed.). *Biologia*, Bratislava 51(2):23–27.
- Šporka F. (1998). The typology of floodplain water bodies of the Middle Danube (Slovakia) on the basis of the superficial polychaete and oligochaete fauna. *Hydrobiologia* 386: 55–62
- Šundić D. (2007). Diverzitet i bioindikatorski potencijali Oligochaeta Skadarskog jezera. Magistarska teza. Univerzitet Crne Gore, 173 p.
- Šundić D. (2012). Oligohete (Oligochaeta) kopnenih voda Crne Gore i njihov indikatorski potencijal. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 256 p.
- Šundić D., Radujković B.M. & Krpo–Ćetković J. (2011a). Catalogue of Naidinae and Pristininae (Annelida: Oligochaeta: Naididae) with twenty species new for Montenegro. *Zootaxa* 2737: 1–18.
- Šundić D., Radujković B.M. & Krpo–Ćetković J. (2011b). Catalogue of aquatic Oligochaeta (Annelida: Clitellata) of Montenegro, exclusive of Naidinae and Pristininae. *Zootaxa* 2985: 1–25.
- Timm T. & Grimm R. (2005). What is Homochaeta naidina Bretscher, 1896 (Annelida, Oligochaeta, Naididae)? *Zoosystema* 27(3): 469-482.
- Timm T. & Martin P.J. (2015). Clitellata: Oligochaeta, pp. 529–549. In: *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, (Thorp J. & Rogers D.C., Eds.), Academic Press.
- Timm T. (1999). A guide to the Estonian Annelida. *Naturalist's Handbook*. Tartu, Tallinn.
- Timm T. (2005). Some misused names in aquatic Oligochaeta, pp. 53-60. In: *Advances in Earthworm Taxonomy II* (Pop V.V. & A.A. Pop, Eds). Cluj University Press, Cluj-Napoca.
- Timm T. (2009). A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia* 66: 1-235.
- Timm T. (2012). About the scientific names of paraphyletic taxa. *Turk J. Zool.* 36(1): 139-140.

- Timm T. (2013) Fauna Europaea: Annelida, Limnic Oligochaeta. Fauna Europaea version 2.6.2. <http://www.faunaeur.org>
- Timm T., Seire A. & Pall P. (2001). Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. *Hydrobiologia* 463: 223–234.
- Titizer T. & Banning M. (2000). Biological assessment in the Danube catchment area: indications in shifts in species composition induced by human activities. *European water management* 3: 35-45.
- Tubić B., Zorić K., Vasiljević B., Tomović J., Atanacković A., Marković V. & Paunović M. (2012). Saprobiological Analyze Of The Ibar River Based on Aquatic Macroinvertebrates. BALWOIS 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia - 28 May-2 Jun, 2012.
- Tubić B., Simić V., Zorić K., Gačić Z., Atanacković A., Csányi B. & Paunović M. (2013). Stream section types of the Danube River in Serbia according to the distribution of macroinvertebrates. *Biologia* 68(2): 294–302.
- Uzunov J. (1982). Statistical assessment of the significance of both bottom substrata and saprobity for the distribution of aquatic oligochaeta in rivers. *Limnologica* 14: 353-361.
- Uzunov V., Košel V. & Sládeček V. (1988). Indicator value of freshwater Oligochaeta. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 16: 173–186.
- Vagner D. & Meštrov M. (1982). Distribution and ecological dependence of Oligochaeta (Annelida, Clitellata) populations of the River Vrbas. *Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo* 21: 103-117.
- Vagner D. & Meštrov M. (1985). Utjecaj onečišćenja na sastav i gustoću populacija oligoheta (Annelida, Clitellata) u ušćima rijeka Krivaje i Spreče. *Ekologija* 20(1): 55-66.
- Vagner D. & Meštrov M. (1988). Contribution to the knowledge of the Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of the river Trebišnjica. *Godišnjak Biološkog Instituta, Sarajevo* 41: 91–107.
- Vagner D. & Meštrov M. (1990). Influence of the pollution on the composition and distribution of tubificids (Annelida, Oligochaeta) of the river Bosna, *Glasnik zemaljskog muzeja* 29: 51-63.

- Vagner D. (1982). Some Naididae (Annelida, Oligochaeta) new to the fauna of Bosnia and Herzegovina. *Acta Biologica Iugoslavica, Biosystematika* 8(1): 67–76.
- Vagner D. (1983). Distribution and ecological dependence of Oligochaeta (Annelida, Clitellata) populations in the running waters of Bosnia and Herzegovina. *Doktorska teza, Univerzitet u Zagrebu*, 191 p.
- Vagner D. (1987). Prilog poznavanju faune Oligochaeta (Annelida, Clitellata) rijeke Une. *Biosystematika* 13(1): 45–61.
- Vagner D. (1988). Prilog poznavanju faune Oligochaeta (Annelida, Clitellata) rijeke Neretve. *Biosystematika* 14(1): 51-63.
- Vagner D. (1991). Distribution and saprobiological characteristics of species *Stylodrilus heringianus* Claparède, 1862, *Peloscolex velutinus* (Grube, 1879) and *Potamothrix bavaricus* (Oschmann, 1913) in running waters of Bosnia and Herzegovina. *Ekologija* 26(1): 15–23.
- Van Duinen G.A., Timm T., Smolders A.J.P., Brock A.M.T., Verberk W.C.E.P. & Esselink H. (2006). Differential response of aquatic oligochaete species to increased nutrient availability – a comparative study between Estonian and Dutch raised bogs. *Hydrobiologia* 564: 143–155.
- Van Haaren T. & Soors J. (2013). *Aquatic oligochaetes of The Netherlands and Belgium*. KNNV Publishing, Zeist, The Netherlands, 400 p.
- Van Lynden G.W.J., Mantel S. & van Oostrumvan A. (2004). Guiding principles for the quantitative assessment of soil degradation with a focus on salinization, nutrient decline and soil pollution. Food and agriculture organization of the united nations, Rome.
- Verdonschot P.F.M. (1981). Some notes on the ecology of aquatic oligochaetes in the Delta Region of the Netherlands. *Arch. Hydrobiol.* 92: 53-70.
- Verdonschot P.F.M. (1989). The role of oligochaetes in the management of waters. *Hydrobiologia* 180: 213-227.
- Verdonschot P.F.M. (2001). Hydrology and substrates: determinants of oligochaete distribution in lowland streams. In: *Aquatic Oligochaete Biology VIII* (Rodriguez P. & P. F. M. Verdonschot, Eds). *Hydrobiologia* 463: 249–262.



WFD (2000). Water Framework Directive - Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC – Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.

Zelinka M. & Marvan P. (1961). Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Arch.Hydrobiol. 57: 389–407.

## **8. PRILOZI**

Prilog 1. Spisak ispitanih reka.

Reka	Godina istraživanja	Broj ispitanih lokaliteta
<b>Neposredni sliv Dunava</b>		
Dunav	2007, 2010, 2011, 2012	42
Tisa	2010	3
Mlava	2004, 2009	4
Pek	2009	3
Sopotska reka	2012	1
Ralja	2012	1
<b>Sliv Save</b>		
Sava	2010, 2011, 2012	10
Barička reka	2012	1
Železnička reka	2012	1
Topčiderska reka	2012	1
Barajevska reka	2012	1
<b>Sliv Velike Morave</b>		
Velika Morava	2004, 2010	6
Jasenica	2009	1
Resava	2009	2
Lugomir	2009	1
Crnica	2009	1
Grza	2009	1
<b>Sliv Kolubare</b>		
Kolubara	2004, 2009, 2012	8
Jablanica	2004, 2009, 2011	9
Obnica	2004, 2009	3
Tamnava	2004, 2009	3
Lepenica	2004, 2009	3
Ribnica	2004, 2009	4
Beljanica	2009, 2012	2
Turija	2009, 2012	2
Peštan	2009, 2011, 2012	3

Reka	Godina istraživanja	Broj ispitanih lokaliteta
Kačer	2009	1
Dragobilj	2009	1
Ljig	2009	1
Bistrička reka	2011	1
Trbušnička	2011	1
Darusavica	2011	1
<b>Sliv Zapadne Morave</b>		
Zapadna Morava	2008	4
Bjelica	2008	1
Čemernica	2009	1
Đetinja	2004	2
Dičina	2009	1
Godljevača	2008	1
Grabovačka reka	2009	1
Gruža	2008, 2009	3
Kamenica	2009	1
Katušnica	2004	1
Krivaja	2004	1
Ljubišnica	2009	1
Lučka reka	2008, 2009	2
Mali Rzav	2004	1
Moravica (Golijaska)	2004, 2008, 2009	3
Rasina	2008, 2009	6
Rzav	2009	1
Sečica	2008	1
Skrapež	2004, 2008	3
Sušica	2009	1
Veliki Rzav	2004, 2008, 2009	4
<b>Sliv Lima</b>		
Lim	2004, 2008, 2011	16
Goračanska reka, Aljinovići	2004	1

Reka	Godina istraživanja	Broj ispitanih lokaliteta
Uvac	2004, 2009	4
Vapa	2004	1
Mileševka	2009, 2011	5
Šupljica	2004	1
Trudovačka reka	2004	1
Zlošnica	2004	1
Gračanica	2011	1
Sopotnica	2011	3
Slatinska reka	2011	1
Komaranska reka	2011	1
Kruševica	2011	1
Bučjevska reka	2011	3
Boljanski potok	2011	1
Jasikovac	2011	1
Dubočica	2011	3
Kaluđerovića reka	2011	1
<b>Sliv Ibra</b>		
Ibar	2011	8
Studnica	2008, 2009, 2011	5
Ljudska	2009	1
Brvenica	2008, 2011	3
Jošanica	2011	2
Dršnica	2011	3
Lopatnica	2011	3
Gokčanica	2011	1
Kolanj	2011	1
Braduljička reka	2011	1
Brevina	2008	1
<b>Sliv Drine</b>		
Drina	2004	5
Trešnjica	2004	1

Reka	Godina istraživanja	Broj ispitanih lokaliteta
Jokićev potok	2004	1
Derventa	2004	1
Crni Rzav	2009	1
<b>Sliv Južne Morave</b>		
Južna Morava	2008, 2009	3
Nišava	2008, 2009	4
Jelovička reka	2008	1
Visočica	2008, 2009	2
Veternica	2008	2
Toplica	2009	3
Gaberska	2009	1
Jerma	2009	1
Rastovnička reka	2008	1
Moravica (Sokobanjska)	2008, 2009	5
Dojkinačka reka	2008	1
Golema reka	2008	1
<b>Sliv Timoka</b>		
Beli Timok	2009	1
Crni Timok	2009	3
Trgoviški Timok	2009	1
Lenovačka reka	2009	1
Belorečka	2009	1
Crnovrški potok	2008	1
<b>Kanali beogradskog regiona</b>		
Sibnica	2012	1
Vizelj	2012	1
Karaš	2012	1
Kanal pekarskog kombinata Beograd	2012	1
Galovica	2012	2
Obrenovački kanal	2012	1
Progarska jarčina	2012	1

Reka	Godina istraživanja	Broj ispitanih lokaliteta
<b>Egejski sliv</b>		
Dragovištica	2009	1

Prilog 2. Spisak lokaliteta uzorkovanja sa koordinatama.

Reka	N. v. (m)	Tip	Geografske koordinate	
			N	E
<b>Neposredni sliv Dunava</b>				
Dunav, Batina (JDS40)	86	1	45° 50' 28.67"	18° 51' 24.479"
Dunav, uzvodno od Drave (JDS41)	82	1	45° 33' 15.55"	18° 55' 1.236"
Dunav, nizvodno od Drave (JDS43)	78	1	45° 31' 49.08"	19° 4' 29.71"
Dunav, Dalj (JDS44)	76	1	45° 29' 46.72"	19° 0' 35.71"
Dunav, Bačka Palanka (JDS45)	75	1	45° 13' 53.62"	19° 21' 50.54"
Dunav, Novi Sad (JDS46)	75	1	45° 13' 18.01"	19° 48' 10.76"
Dunav, Novi Sad (JDS47)	74	1	45° 15' 37.33"	19° 53' 9.66"
Dunav, Stari Slankamen (JDS48)	72	1	45° 8' 42.36"	20° 15' 48.02"
Dunav, ušće Tise (JDS49)	72	1	45° 8' 36.92"	20° 16' 47.96"
Dunav, ušće Belegiša (JDS50)	73	1	45° 1' 35.35"	20° 21' 55.49"
Dunav, ušće Save (JDS51)	71	1	44° 47' 13.81"	20° 22' 28.52"
Dunav, uzvodno od Pančeva (JDS52)	70	1	44° 50' 57.08"	20° 34' 33.12"
Dunav, nizvodno od Pančeva (JDS53)	70	1	44° 49' 1.02"	20° 38' 43.07"
Dunav, Grocka (JDS54)	69	1	44° 40' 52.77"	20° 43' 28.08"
Dunav, uzvodno od V, Morave (JDS55)	69	1	44° 43' 11.78"	21° 0' 27.79"
Dunav, ušće Velike Morave (JDS56)	69	1	44° 42' 34.51"	21° 2' 7.14"
Dunav, nizvodno od V, Morave (JDS57)	69	1	44° 44' 2.57"	21° 7' 40.43"
Dunav, Ram (JDS58)	68	1	44° 49' 17.33"	21° 20' 2.08"
Dunav, Banatska Palanka (JDS59)	67	1	44° 47' 52.15"	21° 23' 17.35"
Dunav, Golubac (JDS60)	66	1	44° 39' 51.74"	21° 41' 14.65"
Dunav, Donji Milanovac (JDS61)	63	1	44° 28' 25.25"	22° 27' 18.76"
Dunav, Tekija (JDS62)	56	1	44° 41' 33.50"	22° 24' 27.40"
Dunav, Vrbica (JDS63)	48	1	44° 35' 57.02"	22° 42' 52.36"
Dunav, Đerdap II (JDS64)	42	1	44° 19' 35.65"	22° 32' 32.64"
Dunav, uzvodno od Timoka (JDS65)	32	1	44° 14' 34.19"	22° 40' 50.19"
Dunav, ušće Timoka (JDS66)	31	1	44° 12' 34.49"	22° 40' 6.20"
Dunav, Stari Slankamen	81,4	1	45° 9' 3.36"	20° 14' 50.22"
Dunav, Belegiš	80,3	1	45° 1' 48.72"	20° 21' 22.20"
Dunav, Višnjica	69	1	44° 53' 22.86"	20° 33' 31.20"



Dunav, Kostolac	77,2	1	44° 44' 8.28"	21° 9' 25.50"
Dunav, Orešac	72,1	1	44° 39' 18.30"	20° 49' 26.95"
Dunav, Vinča	84,6	1	44° 46' 7.78"	20° 37' 11.31"
Dunav, Ram	79	1	44° 49' 5.41"	21° 20' 9.72"
Dunav, Golubac A	74	1	44° 39' 30.25"	21° 37' 38.87"
Dunav, Golubac B	74	1	44° 39' 30.25"	21° 37' 38.87"
Dunav, D, Milanovac	70	1	44° 28' 36.97"	22° 11' 19.72"
Dunav, Milutinovac	70	1	44° 33' 01.50"	22° 34' 26.27"
Dunav, Brza Palanka	42	1	44° 28' 36.22"	22° 27' 18.67"
Dunav, Radujevac	65	1	44° 16' 17.84"	22° 10' 41.79"
Dunav, Tekija	77	1	44° 41' 12.76"	22° 24' 22.83"
Dunav, Batajnica	68	1	44° 55' 21.00"	20° 19' 23"
Dunav, Vinča	68	1	44° 46' 09.00"	20° 37' 30"
Tisa, Ada	148	1	45° 47' 36.2"	20° 08' 49.30"
Tisa, Novi Bečej	90,7	1	45° 35' 26.82"	20° 08' 63.00"
Tisa, Titel	90,2	1	45° 11' 57.64"	20° 18' 40.30"
Mlava	70	2	–	–
Mlava	–	2	–	–
Mlava	101	2	44° 29' 41.70"	21° 17' 58.6"
Mlava	156	2	44° 16' 55.80"	21° 30' 36.0"
Pek	165	2	44° 28' 50.40"	21° 39' 01.0"
Pek	93	2	44° 42' 28.40"	21° 32' 06.2"
Pek	–	–	–	–
Sopotska reka	158	3	44° 31' 23.00"	20° 36' 38.00"
Ralja	107	3	44° 35' 9.00"	20° 49' 32.00"

---

**Sliv Save**


---

Sava, Jamena	90,7	1	44° 52' 43.56"	19° 4' 59.94"
Sava, Sremska Mitrovica	85,5	1	44° 58' 7.98"	19° 36' 5.16"
Sava, Šabac	85,9	1	44° 46' 5.05"	19° 42' 1.74"
Sava, Ostružnica	72,8	1	44° 42' 2.58"	20° 18' 32.16"
Sava, Ušće Bosuta	77	1	44° 56' 30.80"	19° 22' 10.29"
Sava, Zabran	67	1	44° 40' 06.00"	20° 14' 40.00"
Sava, Makiš	71	1	44° 45' 58.00"	20° 21' 24.00"

Barička reka	79	3	44° 39' 07.00"	20° 15' 44.00"
Železnička reka	83	3	44° 43' 38.00"	20° 22' 13.00"
Topčiderska reka	70	3	44° 47' 54.00"	20° 25' 51.00"
Barajevska reka	115	3	44° 33' 15.00"	20° 23' 42.00"

---

**Sliv Velike Morave**


---

Velika Morava	70	1	–	–
Velika Morava, Varvarin	136	2	43° 43' 1.32"	21° 23' 3.18"
Velika Morava, Čuprija	117	2	43° 56' 56.14"	21° 21' 52.63"
Velika Morava, Bagrdan	109,4	2	44° 5' 5.94"	21° 11' 20.88"
Velika Morava, Markovački most	112,3	2	44° 13' 29.09"	21° 9' 10.44"
Velika Morava, Ljubičevski most	103	1	44° 36' 11.50"	21° 5' 10.74"
Jasenica	98	2	44° 22' 0.90"	21° 05' 47.1"
Resava, Svilajnac	91	3	44° 13' 39.1"	21° 11' 52.1"
Resava, Manasija	215	3	44° 6' 1.91"	21° 28' 15.60"
Lugomir	92	3	43° 56' 39.9"	21° 16' 49.0"
Crnica	130	3	43° 51' 29.1"	21° 23' 43.8"
Grza	306	3	43° 52' 12.3"	21° 37' 33.7"

---

**Sliv Kolubare**


---

Kolubara	<200	2	–	–
Kolubara	<200	2	–	–
Kolubara	109	2	44° 22' 15.0"	20° 11' 58.4"
Kolubara	134	2	44° 20' 17.0"	20° 04' 35.4"
Kolubara	89	2	44° 36' 48.4"	20° 12' 32.9"
Kolubara	82	2	44° 34' 12.3"	20° 12' 49.00"
Kolubara, Čelije	104	2	44° 21' 56.00"	20° 11' 53.00"
Kolubara, Obrenovac	73	2	44° 39' 12.00"	20° 13' 27.00"
Jablanica	–	3	–	–
Jablanica	–	3	–	–
Jablanica	197	3	44° 15' 40.9"	19° 52' 10.8"
Jablanica	282	3	44° 15' 04.5"	19° 46' 04.6"
Jablanica, spajanje više potoka	667	3	44° 10' 7.00"	19° 41' 23.00"
Jablanica, Bebići	521	3	44° 11' 56.00"	19° 41' 44.00"

Jablanica, vijadukt 2	390	3	44° 12' 44.00"	19° 43' 3.00"
Jablanica, akumulacija uzv, od brane	305	3	44° 14' 13.00"	19° 44' 41.00"
Jablanica, nizvodno od brane	243	3	44° 15' 24.00"	19° 48' 40.00"
Obnica	–	3	–	–
Obnica	–	3	–	–
Obnica	194	3	44° 15' 41.7"	19° 52' 14.6"
Tamnava	<200	3	–	–
Tamnava	90	3	–	–
Tamnava	90	3	44° 30' 19.1"	20° 06' 35.5"
Lepenica	184	3	–	–
Lepenica	150	3	44° 17' 22.4"	20° 03' 12.6"
Lepenica	106	3	44° 08' 44.3"	21° 05' 09.2"
Ribnica	243	3	–	–
Ribnica	–	3	–	–
Ribnica	83	3	44° 15' 41.8"	20° 05' 09.4"
Ribnica	206	3	43° 42' 34.4"	20° 41' 45.3"
Beljanica	91	3	44° 29' 35.8"	20° 17' 16.5"
Beljanica	88	3	44° 29' 38.00"	20° 17' 56.00"
Turija	90	3	44° 29' 42.70"	20° 17' 07.0"
Turija	–	3	44° 29' 22.00"	20° 17' 49.00"
Peštan	101	3	44° 25' 19.9"	20° 15' 53.4"
Peštan	159	3	44° 21' 33.51"	20° 24' 21.59"
Peštan	96	3	44° 25' 20.00"	20° 16' 12.00"
Kačer	130	3	44° 13' 49.9"	20° 15' 19.6"
Dragobilj	196	3	44° 11' 49.4"	20° 16' 55.1"
Ljig	122	3	44° 19' 47.3"	20° 12' 23.5"
Bistrička reka	149	6	44° 22' 31.79"	20° 23' 45.89"
Trbušnička	164	6	44° 21' 54.60"	20° 23' 31.77"
Darusavica	163	6	44° 22' 4.71"	20° 24' 51.15"

**Sliv Zapadne Morave**

Zapadna Morava	136	2	43° 36' 20.1"	21° 17' 10.9"
Zapadna Morava, Obrva	202	2	43° 48' 5.23"	20° 33' 58.67"
Zapadna Morava, Pilatovići	304	2	43° 49' 24.62"	20° 5' 48.03"

Zapadna Morava, ušće Ibra	193	2	43° 43' 39.90"	20° 45' 1.87"
Bjelica, Đerać	299	3	43° 51' 3.00"	20° 8' 20.84"
Čemernica	264	3	43° 55' 39.4"	20° 19' 26.3"
Đetinja	312	3	43° 48' 50.9"	20° 02' 58.4"
Đetinja	600	4	43° 51' 48.40"	19° 37' 32.10"
Dičina	280	3	43° 59' 45.9"	20° 24' 10.1"
Godljevača, Rudište	622	4	44° 4' 26.60"	19° 50' 47.72"
Grabovačka reka	519	6	43° 35' 36.7"	20° 08' 37.0"
Gruža, ispod brane	273	3	43° 53' 8.35"	20° 43' 13.03"
Gruža	284	3	43° 58' 20.8"	20° 41' 17.6"
Kamenica	312	3	43° 56' 31.1"	20° 12' 50.9"
Katušnica	793	6	43° 40' 13.5"	19° 50' 02.4"
Krivaja	677	6	43° 47' 43.3"	19° 47' 19.4"
Ljubišnica	792	6	43° 37' 20.4"	19° 49' 55.5"
Lučka reka, Straža	704	6	43° 34' 44.08"	20° 16' 16.67"
Lučka reka	569	6	43° 36' 04.3"	20° 16' 43.9"
Mali Rzav	344	3	43° 45' 01.6"	20° 05' 31.9"
Moravica (Golijaska)	341	3	43° 45' 56.5"	20° 06' 43.8"
Moravica (Golijaska), Šamanica	–	3	–	–
Moravica (Golijaska)	500	4	43° 32' 56.2"	20° 15' 16.7"
Rasina, ribnjak	594	4	43° 29' 2.76"	20° 54' 46.31"
Rasina, Majdevo	285	3	43° 25' 45.19"	21° 11' 52.45"
Rasina, Razbojna	292	3	43° 20' 42.00"	21° 9' 47.86"
Rasina, Mali Kupci	220	3	43° 26' 39.19"	21° 14' 25.65"
Rasina, Brus	416	3	43° 22' 56.86"	21° 2' 26.00"
Rasina, Ravni	313	3	43° 20' 32.0"	21° 09' 15.9"
Rzav	1097	6	43° 37' 24.0"	19° 43' 30.2"
Sečica	530	6	44° 0' 28.13"	19° 50' 6.88"
Skrpež	374	3	43° 56' 58.6"	19° 59' 14.9"
Skrpež, Vranjani	320	3	43° 51' 44.20"	19° 59' 41.33"
Skrpež, Tubići	391	3	43° 58' 9.91"	19° 57' 12.14"
Sušica	710	4	43° 47' 10.9"	19° 39' 52.8"
Veliki Rzav	344	3	43° 45' 05.1"	20° 05' 29.0"
Veliki Rzav, Ševelj	250	3	43° 45' 2.51"	20° 5' 12.93"

Veliki Rzav, Visoka	673	4	43° 37' 18.60"	19° 55' 12.72"
Veliki Rzav	341	3	43° 44' 43.6"	20° 03' 21.7"

**Sliv Lima**

Lim	440	2	43° 28' 00.9"	19° 39' 20.7"
Lim	500	2	43° 13' 29.2"	19° 44' 50.7"
Lim, Kozičko polje	455	2	43° 20' 24.26"	19° 39' 5.49"
Lim, Jabuke	–	3	–	–
Lim	505	2	43° 15' 15.12"	19° 42' 25.32"
Lim	481	2	43° 18' 45.71"	19° 41' 23.00"
Lim	458	2	43° 22' 43.07"	19° 38' 3.82"
Lim	516	2	43° 13' 29.23"	19° 44' 30.75"
Lim	457	2	43° 26' 2.53"	19° 38' 13.46"
Lim	514	2	43° 13' 28.74"	19° 44' 31.49"
Lim, ušće Kruševice	515	2	43° 12' 55.55"	19° 45' 41.74"
Lim	519	2	43° 19' 21.59"	19° 40' 33.40"
Lim	516	2	43° 13' 29.23"	19° 44' 30.75"
Lim	505	2	43° 15' 15.12"	19° 42' 25.32"
Lim	481	2	43° 18' 45.71"	19° 41' 23.00"
Lim	457	2	43° 26' 2.53"	19° 38' 13.46"
Goračanska reka, Aljinovići	1148	6	43° 19' 55.3"	19° 52' 33.6"
Uvac	1047	4	43° 16' 57.5"	19° 57' 16.8"
Uvac	396	3	43° 36' 58.5"	19° 30' 17.2"
Uvac	821	4	43° 31' 07.4"	19° 48' 12.7"
Uvac	1050	4	43° 17' 31.7"	19° 56' 23.4"
Vapa	1015	4	43° 15' 19.5"	20° 05' 37.2"
Mileševka	1045	4	43° 18' 42.5"	19° 48' 56.1"
Mileševka	630	4	43° 22' 17.9"	19° 42' 27.5"
Mileševka	447	4	43° 23' 31.3"	19° 39' 06.9"
Mileševka	1019	4	–	–
Mileševka	1019	4	43° 37' 01.7"	19° 0' 26.6"
Šupljica	932	6	43° 32' 45.0"	19° 47' 12.5"
Trudovačka reka	–	6	–	–
Zlošnica	966	6	43° 27' 06.3"	19° 50' 33.9"

Gračanica	528	6	43° 22' 6.06"	19° 36' 29.13"
Sopotnica	988	6	43° 18' 6.82"	19° 44' 20.91"
Sopotnica	813	6	43° 17' 59.50"	19° 44' 2.45"
Sopotnica	516	6	43° 17' 50.15"	19° 42' 53.57"
Slatinska reka	563	3	43° 12' 43.64"	19° 42' 26.60"
Komaranska reka	508	6	43° 14' 5.36"	19° 42' 37.25"
Kruševica	520	6	43° 12' 55.13"	19° 45' 45.97"
Bučjevska reka	669	6	43° 28' 53.93"	19° 25' 0.72"
Bučjevska reka	722	6	43° 28' 25.81"	19° 25' 28.35"
Bučjevska reka	–	6	–	–
Boljanski potok	966	6	43° 19' 41.61"	19° 34' 37.59"
Jasikovac	1012	6	43° 18' 43.44"	19° 34' 52.49"
Dubočica	572	6	43° 11' 17.10"	19° 46' 6.62"
Dubočica	639	6	43° 11' 8.05"	19° 46' 29.23"
Dubočica	670	6	43° 11' 13.18"	19° 46' 51.57"
Kaluđerovića reka	730	6	43° 28' 53.04"	19° 25' 0.04"

Sliv Ibra				
-----------	--	--	--	--

Ibar, Raška	426	2	43° 16' 33.10"	20° 38' 24.09"
Ibar	426	2	43° 24' 24.55"	20° 38' 58.19"
Ibar	351	2	43° 30' 9.10"	20° 36' 57.30"
Ibar	281	2	43° 34' 58.61"	20° 34' 48.93"
Ibar	217	2	43° 41' 35.34"	20° 34' 53.97"
Ibar	423	2	43° 16' 45.21"	20° 38' 12.51"
Ibar	388	2	43° 27' 36.94"	20° 40' 11.39"
Ibar	247	2	43° 36' 28.42"	20° 33' 15.41"
Studenica, ispod manastira	448	3	43° 29' 8.20"	20° 32' 4.72"
Studenica, ispod Devića	780	4	43° 25' 18.62"	20° 22' 47.56"
Studenica	434	3	43° 28' 44.9"	20° 32' 25.0"
Studenica	367	3	43° 27' 28.07"	20° 35' 59.93"
Studenica	539	4	43° 31' 16.20"	20° 27' 40.51"
Ljudska	586	4	43° 09' 41.20"	20° 24' 23.10"
Brvenica	541	3	43° 21' 30.67"	20° 33' 26.33"
Brvenica	434	3	43° 21' 24.18"	20° 36' 51.58"

Jošanica	400	3	43° 24' 17.42"	20° 39' 54.50"
Jošanica	451	3	43° 24' 24.00"	20° 41' 48.35"
Dršnica	281	2	43° 34' 58.61"	20° 34' 48.93"
Dršnica	340	6	43° 34' 55.95"	20° 34' 22.03"
Dršnica	499	6	43° 34' 29.07"	20° 33' 8.55"
Lopatnica	250	3	43° 39' 8.34"	20° 32' 48.61"
Lopatnica	308	3	43° 40' 54.59"	20° 29' 19.85"
Lopatnica	308	3	43° 40' 54.59"	20° 29' 19.85"
Gokčanica	388	6	43° 27' 36.94"	20° 40' 11.39"
Kolanj	355	6	43° 34' 20.53"	20° 35' 4.39"
Braduljička reka	704	6	43° 29' 14.72"	20° 22' 43.54"
Brevina	1061	6	43° 25' 5.40"	20° 28' 33.20"

**Sliv Drine**

Drina	84	2	44° 50' 45.9"	19° 21' 50.0"
Drina	108	2	44° 25' 04.0"	19° 09' 10.6"
Drina	164	2	44° 17' 25.60"	19° 10' 25.0"
Drina	170	2	44° 16' 37.00"	19° 17' 09.5"
Drina	184	2	44° 05' 32.00"	19° 30' 34.5"
Trešnjica	225	3	44° 07' 11.30"	19° 30' 06.3"
Jokićev potok	702	4	43° 56' 05.2"	19° 20' 42.8"
Derventa	436	6	43° 57' 05.5"	19° 21' 46.1"
Crni Rzav	1075	4	43° 39' 29.0"	19° 41' 47.8"

**Sliv Južne Morave**

Južna Morava	–	2	–	–
Južna Morava, Doljevac	190	2	43° 12' 21.37"	21° 50' 39.01"
Južna Morava, Donji Ljubeš	151	2	43° 35' 26.76"	21° 34' 52.24"
Nišava, Sićevačka klisura	253	3	43° 20' 4.71"	22° 5' 28.51"
Nišava, Donja Vrezina	199	2	43° 19' 13.12"	21° 56' 29.27"
Nišava (Dimitrovgrad)	457	3	43° 0' 59.36"	22° 46' 49.89"
Nišava (Niš)	192	2	43° 19' 21.62"	21° 53' 41.65"
Jelovička reka	728	6	43° 10' 9.11"	22° 49' 8.13"
Visočica	553	4	43° 16' 46.44"	22° 37' 43.22"

Visočica, Braćeveci	789	4	43° 7' 26.71"	22° 52' 0.07"
Veternica, ispod brane	328	3	42° 49' 14.66"	21° 49' 2.35"
Veternica, ušće u Barje	394	3	42° 47' 1.91"	21° 49' 9.48"
Toplica	250	3	43° 13' 39.99"	21° 34' 38.48"
Toplica, Selova	470	3	43° 12' 50.5"	21° 06' 59.1"
Toplica	537	3	43° 14' 54.02"	21° 2' 50.97"
Gaberska	444	3	43° 0' 42.56"	22° 45' 11.96"
Jerma	549	4	42° 56' 28.91"	22° 36' 52.59"
Rastovnička reka	279	6	43° 12' 26.74"	21° 36' 20.92"
Moravica (Sokobanjska), mrestilište	161	3	43° 37' 17.25"	21° 41' 45.25"
Moravica (Sokobanjska), Lepteriya	322	3	43° 38' 21.49"	21° 52' 54.94"
Moravica (Sokobanjska), ispod brane	270	3	43° 37' 27.45"	21° 42' 22.33"
Moravica, Mušičarski revir	225	3	43° 37' 17.25"	21° 41' 45.25"
Moravica (Sokobanjska)	307	3	43° 38' 33.2"	21° 52' 53.2"
Dojkinačka reka	744	4	43° 10' 9.24"	22° 49' 6.39"
Golema reka	1004	6	42° 28' 17.98"	22° 21' 7.01"

#### Sliv Timoka

Beli Timok	154	2	43° 47' 37.38"	22° 18' 17.47"
Crni Timok	–	–	–	–
Crni Timok	241	2	43° 51' 49.8"	21° 55' 11.3"
Crni Timok, Gamzigrad	203	2	43° 55' 24.36"	22° 10' 11.48"
Trgoviški Timok	235	3	43° 32' 12.4"	22° 16' 54.5"
Lenovačka reka	208	6	43° 48' 18.2"	22° 10' 26.3"
Belorečka	213	6	43° 48' 02.0"	22° 12' 17.2"
Crnovrški potok, Balta Berilovac	493	6	43° 24' 8.50"	22° 30' 45.76"

#### Kanali beogradskog regiona

Sibnica	70	8	44° 52' 00"	20° 35' 45"
Vizelj	70	8	44° 51' 13"	20° 26' 50"
Karaš	74	8	45° 05' 48"	20° 22' 34"
Kanal pekarskog kombinata Beograd	84	8	44° 51' 19"	20° 21' 40"
Galovica, Dobanovački potok	76	8	44° 48' 46"	20° 10' 02"
Galovica, crpna stanica	72	8	44° 46' 09"	20° 21' 03"



---

Obrenovački kanal	71	8	44° 39' 28"	20° 13' 37"
Progarska jarčina	73	8	44° 43' 07"	20° 08' 53"

---

**Egejski sliv**

Dragovištica	726	6	42° 29' 44.61"	22° 28' 27,19"
--------------	-----	---	----------------	----------------

---

\* Za pojedine lokalitete nedostaju podaci o nadmorskoj visini, i/ili o geografskoj dužini i širini

Prilog 3. Spisak lokaliteta uzorkovanja tokom Drugog zajedničkog istraživanja Dunava (JDS 2).

Oznaka lokaliteta JDS	Lokalitet	Država	rkm
1	uzvodno od ušća reke Iler	DE	2600
2	Kelhajm	DE	2415
3	hidroelektrana Gajzling	DE	2354
4	Degendorf	DE	2285
5	Nideraltajh	DE	2278
6	ušće reke In	DE/AT	2225
7	Johenstajn	DE/AT	2204
8	uzvodno od brane Abvinden-Asten	AT	2120
9	uzvodno od brane Ibs-Perzenbojg	AT	2061
10	Oberlojben	AT	2008
11	uzvodno od brane Grajfenštajn	AT	1950
12	Klosternojburg	AT	1942
13	Vildungsmauer	AT	1895
14	uzvodno od ušća Morave	AT	1881
15	ušće Morave	AT	1880
16	Bratislava	SK	1869
17	akumulacija Gabčikovo	SK	1852
18	Medvedov/Medve	SK/HU	1806
19	rukavac Moson	HU	1794
20	Komarno/Komarom	SK/HU	1768
21	Vah	SK	1766
22	Iža/Sonji	SK/HU	1761
23	Šturovo /Eštergom	SK/HU	1719
24	ušće reke Hron	SK	1716
25	ušće reke Ipoli	SK	1708
26	Sob	HU	1707
27	uzvodno od ostrva Santandreja	HU	1692
28	uzvodno od ostrva Santandreja (rukavac)	HU	1692
29	uzvodno od Budimpešte	HU	1659

30	Budimpešta (stari Dunav)	HU	1658
31	rukavac Rackeve-Šorokšar (početak)	HU	1642
32	nizvodno od Budimpešte	HU	1632
33	Adoni/Lorev	HU	1605
34	rukavac Rackeve-Šorokšar (završetak)	HU	1586
35	Dunafoldvar	HU	1560
36	Paks	HU	1533
37	ušće reke Sio	HU	1497
38	Baja	HU	1481
39	Hercegšanto	HU	1434
40	Batina	HR/RS	1424
41	uzvodno od ušće Drave	HR/RS	1384
42	ušće Drave	HR/RS	1379
43	nizvodno od ušća Drave (Erdut/Bogojevo)	HR/RS	1367
44	Dalj	HR/RS	1355
45	Ilok/Bačka Palanka	HR/RS	1300
46	uzvodno od Novog Sada	RS	1262
47	nizvodno od Novog Sada	RS	1252
48	uzvodno od ušća Tise (Stari Slankamen)	RS	1216
49	ušće Tise	RS	1215
50	nizvodno od ušća Tise/uzvodno od ušća Save (Belegiš)	RS	1200
51	ušće Save	RS	1170
52	uzvodno od Pančeva/nizvodno od ušća Save	RS	1159
53	nizvodno od Pančeva	RS	1151
54	Grocka	RS	1132
55	uzvodno od ušća Velike Morave	RS	1107
56	ušće Velike Morave	RS	1103
57	nizvodno od ušća Velike Morave	RS	1097
58	Stara Palanka – Ram	RS	1077
59	Banatska Palanka/Baziaš	RS/RO	1071
60	Đerdapska akumulacija (Golubac/Koronin)	RS/RO	1040

61	Donji Milanovac	RS/RO	991
62	Đerdapska akumulacija (Tekija/Oršova)	RS/RO	954
63	Vrbica/Simijan	RS/RO	926
64	Đerdap II	RS/RO	865
65	uzvodno od ušća Timoka (Rudujevac/Gruja)	RS/RO	849
66	ušće Timoka	RS/BG	845
67	luka Pristol/Novo Selo	RO/BG	834
68	Kalafat	RO/BG	795
69	nizvodno od ušća Kozloduja	RO/BG	685
70	uzvodno od ušća reke Iskar (Bajkal)	RO/BG	640
71	ušće reke Iskar	BG	637
72	nizvodno od ušća reke Iskar	BG/RO	629
73	uzvodno od ušća reke Olt	BG/RO	606
74	ušće reke Olt	RO	605
75	nizvodno od ušća reke Olt	RO/BG	602
76	nizvodno od Turnu-Magurele/Nikopol	RO/BG	579
77	nizvodno od Zimnice/Svištov	RO/BG	550
78	ušće reke Jantra	BG	537
79	nizvodno od ušća reke Jantra	RO/BG	532
80	uzvodno od ušća reke Ruse	BG/RO	500
81	Rusenski Lom	BG	498
82	nizvodno od ušća reke Ruse/Đurđu	BG/RO	488
83	uzvodno od ušća reke Arges	RO/BG	434
84	ušće reke Arges	RO	432
85	nizvodno od ušća reke Arges, Oltenita	RO/BG	429
86	Kiću/Silistra	RO/BG	378
87	uzvodno od ušća reke Černavoda	RO	295
88	Đurgeni	RO	235
89	Brajla	RO	167
90	ušće reke Siret	RO	154
91	ušće reke Prut	RO/MD	135
92	Reni	RO/UA	130
93	Vilkova - rukavac Kilia	RO/UA	18

<b>94</b>	kanal Bistro	UA	8
<b>95</b>	rukavac Sulina	RO	0
<b>96</b>	rukavac Sv. Georgije	RO	0

---

## **Biografija autora**

Ana Atanacković je rođena 1977. godine u Beogradu, gde je završila osnovnu i srednju školu. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, studijsku grupu Biologija, upisala je školske 1996/97. godine, gde je i diplomirala 2004. godine, stekavši zvanje diplomirani biolog.

Od juna 2006. godine Ana Atanacković je zaposlena na mestu *Istraživač pripravnik* u Odeljenju za hidroekologiju i zaštitu voda Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković”, Univerziteta u Beogradu.

Školske 2007/2008. upisuje akademske studije za sticanje naziva doktor bioloških nauka, na smeru Ekologija, biogeografija i zaštita diverziteta, modul Hidroekologija.

Odlukom Naučnog Veća Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković” u martu 2010. godine izabrana je u istraživačko zvanje *Istraživač saradnik*.

Tokom dosadašnjeg rada Ana Atanacković je učestvovala u 11 nacionalnih i dva međunarodna projekta. Autor/koautor je u osam radova objavljenih u međunarodnim naučnim časopisima i u sedam nacionalnih publikacija. Učestvovala je na 14 kongresa u zemlji i inostranstvu.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписана Ана Атанацковић

број уписа ДД070004

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

*Акватичне олигохете (Annelida, Clitellata, Oligochaeta) у различитим типовима текућих вода у Србији*

- 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, 28.09.2015. године

*Ана Атанацковић*

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Ана Атанацковић  
Број уписа ДД070004  
Студијски програм Екологија, биогеографија и заштита биодиверзитета  
Наслов рада *Акватичне олигохете (Annelida, Clitellata, Oligochaeta) у  
различитим типовима текућих вода у Србији*  
Ментори др Јасмина Крпо-Ћетковић и др Момир Пауновић  
Потписана Ана Атанацковић

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, 28.09.2015. године





Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

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

*Акватичне олигохете (Annelida, Clitellata, Oligochaeta) у различитим типовима текућих вода у Србији*

која је моје ауторско дело.

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

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

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

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

**Потпис докторанда**

У Београду, 28.09.2015. године

Ана Атанаковић

1. Ауторство - Дозвољавање 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. Дозвољавање 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. Дозвољавање 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. Дозвољавање 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. Дозвољавање 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. Дозвољавање 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.