

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

47. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

# VODA 2017

*The 46<sup>th</sup> Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society*

**WATER 2017**

*Conference Proceedings*



Vršac, 6. – 8. jun 2017.



[www.sdzv.org.rs](http://www.sdzv.org.rs)

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

*SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY*

**IZDAVAČ (PUBLISHER):**

Srpsko društvo za zaštitu voda, Kneza Miloša 9/1, Beograd, Srbija, Tel/Faks: (011) 32 31 630

**PROGRAMSKI ODBOR (PROGRAMME COMMITTEE):**

Prof. dr Branislav ĐORĐEVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd  
Prof. dr Božo DALMACIJA, dipl.hem., Novi Sad  
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd  
Dr. Bela CSÁNYI, dipl.biol., Budimšešta-Mađarska  
Prof. dr Peter KALINKOV, dipl.inž.građ., Sofija-Bugarska  
Prof. dr Valentina SLAVEVSKA STAMENKOVIĆ, dipl.biol., Skoplje-R.Makedonija  
Prof. Dr. Goran SEKULIĆ, dipl.inž.građ., Podgorica-Crna Gora  
Prof. dr Violeta CIBULIĆ, dipl.hem., Beograd  
Dr Dubravka REGNER, N.sav., dipl.biol., Kotor-Crna Gora  
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd  
Prof. dr Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd  
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd

**UREDNIK (EDITOR):**

Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ.

*Svi radovi u ovom zborniku radova su recenzirani. Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, urednika ili programskog odbora.*

**TIRAŽ (CIRCULATION):**

250 primeraka

**ŠTAMPA:**

"Akademska izdanja", Zemun, 2017

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

502.51(082)(0.034.2)

556.11(082)

628.3(082)

628.1(497.11)(082)(0.034.2)

574.5(082)(0.034.2)

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (46 ; 2017 ; Вршац)

Voda 2017 [Elektronski izvor] : zbornik radova 46. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Vršac, 6. - 8. jun 2017. = Water 2017 : Conference Proceedings 46th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society / [organizator] Srpsko društvo za zaštitu voda u saradnji sa Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd ; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2017 (Zemun : Akademska izdanja). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemska zahteva: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Tiraž 250. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-4-9

1. Српско друштво за заштиту вода 2. Институт за водопривреду "Јарослав Черни" (Београд)

а) Воде - Зборници б) Отпадне воде - Зборници с) Снабдевање водом - Србија - Зборници д) Хидробиологија - Зборници

COBISS.SR-ID 235361548

# SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

u saradnji sa

**Institutom za vodoprivredu "JAROSLAV ČERNI", Beograd**

ZBORNİK RADOVA

46. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM TEMAMA  
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

# VODA 2017

*46<sup>TH</sup> ANNUAL CONFERENCE OF THE  
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY  
"WATER 2017"  
CONFERENCE PROCEEDINGS*

**Vršac, 6. - 8. jun 2017.**

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd), u saradnji sa  
Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi" (Beograd) i  
JKP "Drugi oktobar", Vršac

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

KOPREDESDNICI: Nebojša PERIĆ, dipl.prav., Vršac  
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Nataša MILIĆ, dipl.inž.sum., Beograd  
Prof. Dr Milisav DAMNJANOVIĆ, dipl.inž.arh., Beograd  
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž.polj., Beograd  
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd  
Nataša BIOČANIN, dipl.inž.geol., Vršac  
Jasmina JEVREMOVIĆ, dipl.hem., Vršac  
Saša DRLJAČA, dipl.inž.građ., Sokobanja  
Miodrag MILOVANOVIĆ, dipl.inž.gradj., Beograd  
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd  
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biolog, Beograd  
Radmilo NIKOLIĆ, dipl.inž., Kladovo  
Mr Dragan ĐORĐEVIĆ, dipl.ecc, Beograd  
Ranko BOŽOVIĆ, dipl.inž.elek., Beograd  
Slavko VRNĐIĆ, dipl.inž.građ, Novi Sad  
Dr Mirko ĐUROVIĆ, dipl.biolog, Kotor - Crna Gora  
Zdravko MRKONJA, dipl.hem., Trebinje - R.Srpska-BiH  
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn., Bijeljina - R.Srpska-BiH  
Drago ĐAČIĆ, dipl.inž.rud., Podgorica - Crna Gora

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije, Republička direkcija za vode
- Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beogra
- Saobraćajni institut CIP, Beograd

## POREĐENJE EFIKASNOSTI UZORKOVANJA VODENIH MAKROBESKIČMENJAKA K&S METODOM I VAN VEEN BAGEROM NA ĐERDAPSKOM SEKTORU DUNAVA

Bojana Tubić\*, Nataša Popović\*, Vladica Simić\*\*, Ana Petrović\*\*,  
Jelena Tomović\*, Božica Vasiljević\*, Katarina Zorić\*,  
Ana Atanacković\*, Nikola Marinković\* i Momir Paunović\*

\* *Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“,  
Bulevar despota Stefana 142, Beograd; Srbija;*

\*\**Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovića  
12, Kragujevac, Srbija; e-mail: [bojana@ibiss.bg.ac.rs](mailto:bojana@ibiss.bg.ac.rs)*

### REZIME

U ovom radu razmatrana je efikasnost dve metode uzorkovanja vodenih makrobescikmenjaka, K&S metode i Van Veen bagera. Za poređenje tehnika uzorkovanja korišćen je materijal prikupljen 2014. i 2015. u četiri serije uzorkovanja, na 12 lokaliteta na Dunavu, na potezu od Ledinaca (1262 rkm) do Radujevca (851 rkm). Uzorci vodenih makrobescikmenjaka prikupljeni su dvema poređenim metodama. Zabeleženo je ukupno 156 taksona vodenih makrobescikmenjaka u okviru 16 taksonomsko-ekoloških grupa. Najveća raznovrsnost zabeležena kod grupe Diptera (među kojima je najznačajniji udeo familije Chironomidae), slede grupe Oligochaeta, Crustacea i Gastropoda, dok se ostale grupe odlikuju prisustvom manjeg broja taksona. Prema našim rezultatima, K&S metoda uzorkovanja efikasnija je za analizu zajednica vodenih makrobescikmenjaka u poređenju sa Van Veen bagerom.

KLJUČNE REČI: vodeni makrobescikmenjaci; Đerdapski sektor, K&S metoda; Van Veen bager; taksonomska distribucija; efikasnost uzorkovanja.

## COMPARISSON OF SAMPLING EFFICENCY MACROINVERTEBRATES COMMUNITIES WITH K&S METHOD AND VAN VEEN DREDGE OF THE IRON GATE SECTOR OF THE DANUBE RIVER

### ABSTRACT

This paper discuss the effectiveness of two different sampling techniques for the study of aquatic macroinvertebrate communities, K&S method and Van Veen dredge. For comparison of sampling techniques, we used the material collected in four field surveys in 2014 and 2015 on 12 sampling sites in sector from Ledinaci (1262 rkm) to Radujevac (851 rkm). A total of 156 macroinvertebrates taxa in 16 taxonomic groups were recorded. The

highest taxa richness is recorded in the group Diptera (among which the most significant is Chironomidae family), followed by Oligochaeta, Crustacea and Gastropoda, while other groups are characterized by the presence of a small number of taxa. According to our results, K&S sampling method is more effective for investigation of aquatic macroinvertebrates in compare with Van Veen grab.

KEYWORDS: aquatic macroinvertebrates, Iron Gate sector, taxon distribution, K&S sampling method, Van Veen grabing.

## UVOD

Veći deo toka Dunava kroz Srbiju (588 km) pripada Panonskom basenu (358 km). Dunav u ovom sektoru ima karakteristike ravničarske reke. Đerdapski deo Dunava (rkm 1.075 - 942) zbog brane hidroelektrane Đerdap, u prvom delu sektora ima usporen tok.

Sakupljanje pouzdanih podataka o zajednici vodenih makrobleskičmenjaka, slično kao i za druge biološke elemente, ima za cilj da se omogući pouzdana ocena raznovrsnosti, diverziteta i funkcionalnosti vodenih ekosistema. Pouzdana i standardizovana procedura uzorkovanja osnova je efikasnog istraživanja i monitoringa. Primenjeni aspekt hidrobioloških studija ogleđa se kroz procenu ekološkog statusa vodnih tela, na osnovu rutinskog monitoringa usaglašenog sa preporukama ODV (WFD 2000/60/EC), što daje okvir za efikasno upravljanje vodama.

Cilj ovog istraživanja je izbor adekvatnih metoda uzorkovanja vodenih makrobleskičmenjaka zbog dobijanja pouzdanih podataka za procenu stanja kompleksnog vodenog ekosistema na području koje se nalazi pod uticajem hidroelektrana „Đerdap 1“ i „Đerdap 2“.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanja obavljena u okviru projekta „Program praćenja i analize promena kvaliteta vode reke Dunav u sektoru pod usporom“ za 2014. godinu ostvarena su pod koordinacijom Instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ iz Beograda. Biološka istraživanja realizovao je Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerzitet u Beogradu. Studija obuhvata istraživanje Dunava na sektoru od Ledinaca (1262 rkm) do Radujevca (851 rkm). Dve serije uzorkovanja, obavljene su u periodu niskih voda (septembar/oktobar i novembar 2014. godine), dok su druge dve obavljene u periodu visokih voda (april i maj 2015. godine). Program istraživanja obuhvata 13 lokaliteta analiziranih u ovom radu koji su dati su na Slici 1.

Uzorkovanje, pakovanje, prezervacija materijala kao i analiza, vršena je prema svetskim i evropskim standardima: ISO 5667-3:1995, EN 27828:1994, EN 28265:1994, EN ISO 9391:1995, EN ISO 8689-1:1999 i EN ISO 8689-2:1999.

U svim slučajevima gde je to bilo moguće, prikupljen je materijal FBA ručnom bentološkom mrežom promera okaca 250 µm, primenom *Kick and Sweep* (K&S) metode

uzorkovanja, podizanjem materijala sa podloge pokretima nogu i njegovim sakupljanjem u mrežu koja je orijentisana u pravcu vodenog toka, u priobalnim delovima reke (do 1,5 m dubine) sa svih dostupnih staništa (MHS procedura) u definisanom vremenskom intervalu (semikvantitativno uzorkovanje).



Slika 1. Lokaliteti uzorkovanja  
Figure 1. Sampling sites

Van Veen bager korišćen je u slučajevima kada uzorke nije bilo moguće prikupiti mrežama zbog velike dubine ili brzine toka. Pomenuti tip bager se prvenstveno koristi za uzorkovanje morskog dna ali je adaptiran i za slatkovodne ekosisteme. Njime se mogu uzorkovati supstrati kao što su pesak, šljunak, mulj i glina. Uranja u podlogu do dubine 5-7 cm. Prednost ovog uzorkovača je što se vilice dobro zatvaraju i postoji mogućnost uzorkovanja sa različitih tipova supstrata. Nedostatak je što je težak i zahteva veliki čamac sa jakom dizalicom.

Uzorcima vodenih makrobeskičmenjaka obeleženi su i fiksirani u 70% rastvoru etil-alkohola. Obrada materijala obavljena je u laboratoriji Odeljenja za hidroekologiju i zaštitu voda Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerziteta u Beogradu, upotrebom binokularne lupe (Carl Zeiss, Stemi 508) i mikroskopa (Carl Zeiss, Axo Lab A1), kao i upotrebom ključeva za identifikaciju različitih grupa vodenih makrobeskičmenjaka.

Za izračunavanje parametara korišćenih za analizu zajednice vodenih makrobeskičmenjaka ispitivanih lokaliteta korišćen je softverski program ASTERICS (AQEM, 2002), kao i indikatorska lista po Moog-u (Moog, 2002).



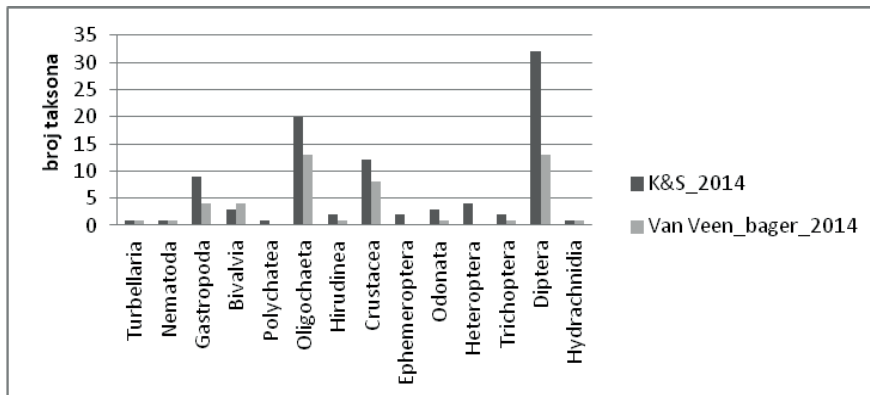
## REZULTATI I DISKUSIJA

Na ispitivanim lokalitetima Dunava u periodu niskih (septembar/oktobar i novembar 2014. godine) i visokih voda (april i maj 2015. godine), zabeleženo je ukupno 156 taksona u okviru 16 taksonomsko-ekoloških grupa.

Prema ekološkoj klasifikaciji taksona, u odnosu na saprobnu valencu (Moog 2002), uočava se da za gotovo 50% organizama nije određena saprobna valenca. Ostatak analizirane zajednice pripada betamezosaprobnim organizmima (20,73%). Približno je slična brojnost procentualnog učešća alfamezosaprobnih (13,4%) i polisaprobnih organizama (13,1%) koji tolerišu veći stepen organskog zagađenja. Procentualno učešće oligosaprobnih organizama, koji tolerišu slabo organsko zagađenje, je izuzetno malo (4,7%).

Za ispitivani deo Dunava, koji je potamonskog tipa, očekivan je veliki procenat učešća sakupljača u analiziranoj zajednici vodenih makrobeskičmenjaka i iznosi 80,57%. Procentualno učešće strugača u zajednici iznosi približno 8%, dok su predatori zastupljeni sa 3%. Ovakav sastav zajednice u okviru funkcionalnih grupa u ishrani poklapa se sa konceptom rečnog kontinuma (Vannote i sar., 1980).

Tokom analize uzoraka vodenih makrobeskičmenjaka prikupljenih K&S metodom i Van Veen bagerom u periodu niskih i visokih voda uočava se značajna razlika u broju taksona prikupljenih različitim tehnikama uzorkovanja (Slika 2).



Slika 2. Broj taksona uzetih dvema metodama uzorkovanja u period niskih voda (Dunav – “Đerdap”) Figure 2. Number of taxa taken with the two methods of sampling in period of low water (Danube - "Iron Gate")

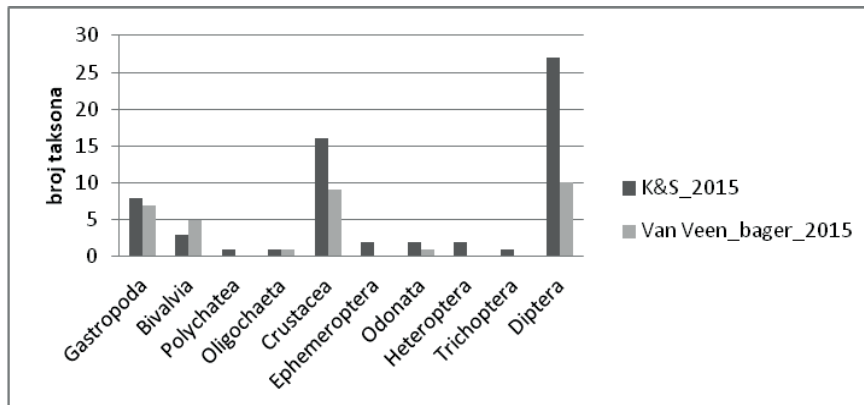
Značajno veći broj taksona Diptera, Gastropoda i Oligochaeta prikupljen je K&S metodom. Ostali zabeleženi taksoni, iako manje brojni uglavnom su zastupljeniji u uzorcima prikupljenim ovom tehnikom. Uočava se takođe velika razlika u broju individua Crustacea u uzorcima prikupljenim K&S metodom u odnosu na uzorke prikupljene Van Veen

bagerom, kao i ideo insekatske komponente, što je i očekivano jer se uzorkovanje ovom metodom vrši u priobalnom delu gde se i nalaze staništa koja preferiraju ove grupe organizama. U uzorcima prikupljenim bagerom brojniji su pelo- i argilofilni predstavnici grupa Oligochaeta, Gastropoda i Bivalvia.

Opravdano je mišljenje da sakupljen materijal možda ne daje pravu sliku o kavalitetu vode i ekološkom statusu zbog vanredne situacije i poplava koje su prethodile uzorkovanju (maj, 2014. godine), jer nije bilo dovoljno vremena da se obnovi i stabilizuje zajednica vodenih makrobeskičmenjaka.

Slično kao i u periodu niskih voda, broj taksona zabeležen u periodu visokih voda, dvema navedenim metodama uzorkovanja, pokazuje značajnu razliku u korist K&S metode (Slika 3).

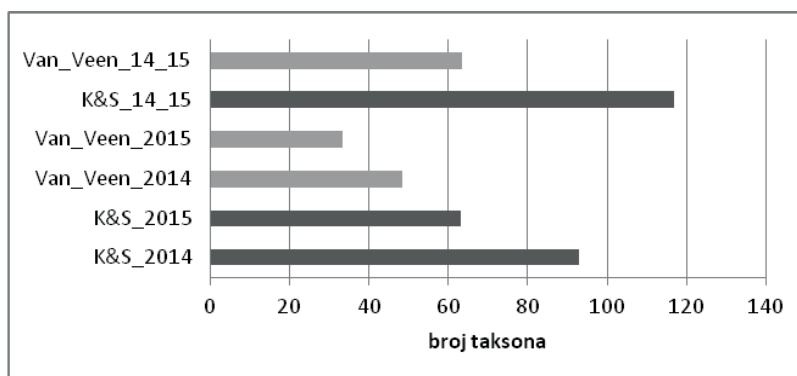
Sličan je odnos broja taksona unutar grupa analiziranih uzoraka prikupljenih dvema metodama, u periodu niskih voda kao kod uzoraka prikupljenih u periodu visokih voda. U uzorcima prikupljenim K&S metodom primetno su brojniji taksoni iz grupa Diptera i Crustacea u odnosu na uzorke uzete bagerom. Značajno veći broj individua iz grupe Oligochaeta prikupljen K&S metodom. Slede grupe Gastropoda, Diptera i Crustacea, kod kojih je takođe veći broj individua zabeleženu uzorcima prikupljenim K&S metodom. Ostale identifikovane grupe su zastupljene sa manjim brojem individua u uzorcima prikupljenim obema tehnikama.



Slika 3. Broj taksona uzetih dvema metodama uzorkovanja u period visokih voda (Dunav – “Đerdap”)

Figure 3. Number of taxa taken with the two methods of sampling in period of high water (Danube - "Iron Gate")

Analizom uzoraka prikupljenih na Đerdapskom sektoru Dunava tokom ovog istraživanja utvrđeno je da postoje značajne razlike u broju taksona u uzorcima prikupljenim ručnom bentološkom mrežom u odnosu na uzorke uzete Van Veen bagerom (Slika 4).



Slika 4. Ukupan broj taksona makrobeskičmenjaka prikupljenih K&S metodom i Van Veen bagerom (Dunav - Đerdap)

Figure 4. Total number of taxa of macroinvertebrates collected with K & S method and Van Veen dredge (Danube - "Iron Gate")

Uzorkovanje u velikim i veoma velikim rekama (koje odlikuju duboke zone koje ne mogu da se pregaze) još uvek nije usklađeno na evropskom nivou. Ovaj metodološki problem razmatran je od strane ECOSTAT i stručne grupe za interkalibraciju za velike reke (engl. Intercalibration Expert Group for Large Rivers) iz dva ugla: (1) metode uzorkovanja i (2) prema za procenu ekološkog statusa, kod koje je problem u postavljanju referentnih uslova u slivovima velikih nizijskih reka.

Prema Elliot i Drake (1981), bageri ne ostvaruju dobre rezultate na tvrdim podlogama, naročito na mestima gde je dubina vode veća od 1 m a brzina strujanja veća od 0,5 m/s. Osim toga, iz bagera se često gubi fini deo frakcije sakupljenog materijala prilikom podizanja, što predstavlja gubitak dela uzorka (Danielson, 2014). Ovaj problem se povećava ukoliko kamen ili krupniji predmeti spreče pravilno i kompletno zatvaranje „vilica“ bagera. Ovi problemi ograničavaju uzorkovanje bagerima na podloge sa finim sedimentom, u sporijim tokovima i isključuje ih iz upotrebe u redovnim biomonitoring programima, gde uzorci moraju biti prikupljeni sa različitih tipova podloga. Na Dunavu u dubokoj vodi velike brzine bager se loše pokazao (Herrig, 1975) u poređenju sa drugim uzorkovačima dizajniranim za uzorkovanje faune koja naseljava supstrat sa finim nanosom sedimenta u dubljim delovima reke (Bretschko i Schönbauer, 1998). Sličani rezultati dobijeni su i na reci Elbi (Petermeier & Schöll 1996). Obe studije ne preporučuju bagera za rutinsko uzorkovanje dubokih reka.

## ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da bolji prikaz stanja zajednice vodenih makrobeskičmenjaka na ispitivanom sektoru daju uzorci prikupljeni ručnom mrežom u poređenju sa Van Veen bagerom, te je stoga objektivno razmišljati da se uzorci u buduće uzimaju samo semikvalitativno. Uzorci uzeti K&S metodom se brže i lakše obrađuju od uzoraka prikupljenih bagerom. Ova metoda je najprihvatljivija, kako tehnički tako i ekonomski, za rutinski monitoring.

### Zahvalnica

Zahaljujemo se Institutu za vodoprivredu „Jaroslav Černi” na podršci u istraživanju. Istraživanja su ostvorena u okviru projekata OI 173025, TR 37009 i III 4300 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## LITERATURA

- AQEM Consortium (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, Version 1.0, 202 p. ([www.aqem.de](http://www.aqem.de)).
- Bretschko G. & Schönbauer B. (1998). Quantitative sampling of the benthic fauna in a large, fast flowing river (Austrian Danube). *Archiv für Hydrobiologie Supplement*, 115: 195-211.
- Danielson, T. J., (2014). Protocols for Collecting Water Grab Samples in Rivers, Streams and Freshwater Wetlands. Maine Department of Environmental Protection, Augusta, ME. DEPLW0637A-2014.
- Elliott J.M. & Drake C.M. (1981). A comparative study of seven grabs used for sampling benthic macroinvertebrates in rivers. *Freshwater Biology*, 11, 99-120.
- EN 27828:1994 Water quality - Methods for biological sampling – Guidance on hand-net sampling of benthic macro-invertebrates.
- EN 28265:1994 Water quality - Methods of biological sampling – Guidance on the design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow waters.
- EN ISO 8689-2:1999 Biological classification of rivers PART 11 - Guidance on the presentation of biological quality data from surveys of benthic macro-invertebrates in running waters.
- EN ISO 9391:1995 Water quality - Sampling in deep waters for macroinvertebrates – Guidance on the use of colonisation, qualitative and quantitative samplers.
- Hering D, Verdonchot PFM, Moog O, Sandin L (eds) (2004). Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia*: 516: 1–20.

- Moog O. (2002). Fauna Aquatica Austriaca – A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Wasserwirtschaftskataster Vienna: loose-leaf binder.
- Petermeier A. & Schöll F. (1996) Das hyporheische Interstitial der Elbe – Methodenrecherche. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. BfG-1038.
- Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R., Cushing C. E., 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130 – 137.9 .
- WFD (2000). Water Framework Directive- Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC - Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.