

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

45. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2016

The 45th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

“WATER 2016”

Conference Proceedings



Zlatibor, 15. – 17. jun 2016.

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*):

Mr 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

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502.51(082)
556.11(082)
628.3(082)
628.1(497.11)(082)
574.5(082)

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (45 ; 2016 ; Златибор)

Voda 2016 : zbornik radova 45. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Zlatibor, 15.-17. jun 2016. = Water 2016 : Conference Proceedings 45th 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, 2016 (Zemun : Akademska izdanja). - XI, 529 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Radovi lat. i ćir. -Tiraž 250. - Str. XI:
Predgovor / Aleksandar Đukić. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-916753-3-2

a) Воде - Зборници b) Отпадне воде - Зборници c) Снабдевање водом - Србија - Зборници d) Хидробиологија - Зборници
COBISS.SR-ID 223890700

UDK: 502.51(282)(497.11)
582.261.1(282)(497.11)
Izvorni naučni članak

PROCENA EKOLOŠKOG STATUSA REKE RAŠKE NA OSNOVU EPIFITSKE ZAJEDNICE SILIKATNIH ALGI

Danijela Vidaković, Sanja Radovanović, Sanja Šovran,
Jelena Krizmanić

*Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Institut za botaniku i Botanička bašta
„Jevremovac“, Takovska 43, 11 000 Beograd, Srbija
email: daca.vidakovic@bio.bg.ac.rs

REZIME

Bentosne silikatne alge koriste se kao bioindikatori i smatraju se korisnim u proceni ekološkog statusa voda. Uzorci epifitske zajednice silikatnih algi reke Raške sakupljeni su tokom pet sezona (2011. i 2012. godine), sa po 5 lokaliteta. Cilj ovog rada je određivanje vrednosti 17 dijatomnih indeksa radi procene ekološkog statusa vode reke Raške. Dobljene vrednosti dijatomnih indeksa ukazuju da je ekološki status vode reke Raške dobar do veoma dobar, sa umerenom do povišenom koncentracijom nutrijenata, bez većih varijacija u vrednostima između lokaliteta.

KLJUČNE REČI: reka Raška, epifitske silikatne alge, ekološki status reke, dijatomni indeksi

ECOLOGICAL STATUS OF THE RAŠKA RIVER EVALUATED BY EPIPHYTIC DIATOM COMMUNITY

ABSTRACT

Benthic diatoms have been regularly used as ecological indicators and considered to be valuable in water quality assessment and monitoring. Epiphytic samples were collected from five points during five seasons (2011-2012). The objective of this paper is to evaluate applicability of 17 diatom based indices used worldwide for water quality assessment. The water of the Raška River can be characterized as good to very good quality with moderate to elevated concentration of nutrients.

KEY WORDS: Raška River, epiphytic diatoms, ecological status of river, diatom indices

UVOD

Brz razvoj industrije i intenzivna urbanizacija doveli su do ozbiljnih poremećaja prirodne ravnoteže u svim, pa i u vodenim ekosistemima. Iz tog razloga je svet suočen sa najvećom, do sada zabeleženom, krizom snabdevanja vodom. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije situacija je dosta zabrinjavajuća, kada su u pitanju rezerve čiste vode (tekuće i stajaće), kao i podzemne koje se koriste za piće. Ujedinjene nacije (UN) su upozorile na prognozu da će sredinom 21. veka veći deo stanovništva biti suočen sa nedostatkom čiste vode (Damjanov i sar., 2011). Iz tog razloga poslednjih decenija u svetu i kod nas povećano je interesovanje za očuvanje vodenih ekosistema. Jedan od opšte prihvaćenih pristupa ovom problemu je praćenje stanja i promena u ekosistemima, tj. monitoring sistem (Munn, 1973).

Biološki indikatori posebno su važni za praćenje ekološkog statusa voda i predstavljaju nezaobilazni segment monitoring sistema. U akvatičnim ekosistemima alge su ekološki veoma važna grupa organizama. Razlog za to je njihov položaj u osnovi lanca ishrane, koji pruža jedinstvene informacije o promenama u samom ekosistemu. Pored toga njihova sposobnost brzog reagovanja na širok spektar promena u životnoj sredini omogućava uočavanje prvih signala narušavanja ravnoteže akvatičnih ekosistema i njihove uzorke (John i Johnson, 1991).

Okvirna direktiva o vodama (European Parliament, 2000) kao jednu od obaveznih metoda monitoringa površinskih tekućih voda (reke i potoci) propisuje monitoring na osnovu bentosnih zajednica silikatnih algi. Silikatne alge su široko rasprostranjene, prisutne su tokom cele godine, mogu naselitisva mikrostaništa u vodenim ekosistemima i zbog kratkog vremena generacije individualne populacije, brzo odgovaraju na promene u životnoj sredini. Ove njihove osobine daju im prednost u odnosu na druge bioindikatore u brzom i neposrednom otkrivanju tek nastalih promena u akvatičnim ekosistemima (Vasiljević i sar., 2014).

Najbolji način izražavanja odnosa između indikatorskih vrsta silikatnih algi i kvaliteta vode u rekama i potocima predstavljaju dijamni indeksi. Zahvaljujući statistički obradenim podacima o autekološkim karakteristikama silikatnih algi i kompjuterskim stručnjacima napravljen je softverski paket za izračunavanje dijamnih indeksa OMNIDIA (Lecointe, Coste i Prygiel, 1993).

MATERIJAL I METODE

Algološki materijal epifitske zajednice silikatnih algi reke Raške sakupljen je tokom 2011. i 2012. godine. Uzorkovanje je obavljeno u aprilu, junu, avgustu i novembru 2011. godine i u martu 2012. godine, sa po pet lokaliteta (RŠ1, RŠ2, RŠ3, RŠ4 i RŠ5). Deo toka reke Raške, na kojem se nalaze odabrani lokaliteti, nalazi se u blizini naseljenog mesta Pazarišta, a takode obuhvata i pastrmski ribnjak „Vekoslav Vukićević“.

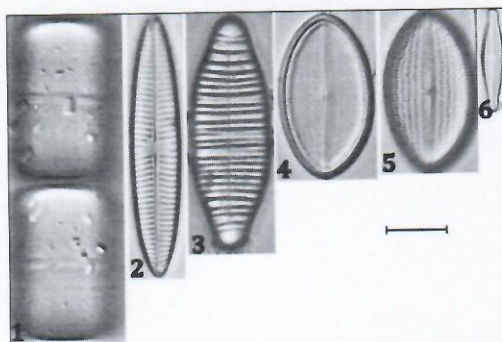
Obrada algološkog materijala je urađena u laboratoriji Katedre za algologiju, mikologiju i lihenologiju Instituta za botaniku i Botanička bašta „Jevremovac“ Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Za pripremu trajnih preparata silikatnih algi uzorci su tretirani standardnom laboratorijskom metodom (Krammer i Lange-Bertalot, 1986). Algološki materijal posmatran je mikroskopom Carl Zeiss AxioImager.M1 sa digitalnom kamerom AxioCam MRc5 i AxioVision 4.8 softierom.

Na osnovu kvantitativne procene zastupljenosti identifikovanih taksona (brojanjem 400 valvi po preparatu) i njihovih indikatorskih vrednosti izračunata su 17 dijatoma indeksa i određen je ekološki status vode reke Raške u istraživanom periodu. Dijatomni indeksi su izračunati uz pomoć softverskog paketa za dijatome indekse OMNIDIA (Lecointe, Coste & Prygiel 1993). U zakonskoj regulativi Republike Srbije propisana je primena fitobentosa kao jednog od bioloških parametara procene ekološkog statusa reka i potoka na osnovu dijatomnih indeksa IPS i CEE (Službeni glasnik RS 67/2011)

REZULTATI I DISKUSIJA

Na ispitivanim lokalitetima reke Raške identifikovano je ukupno 192 taksona epifitskih silikatnih algi, koji su svrstati u 51 rod. Najbrojniji rodovi su *Gomphonema*, *Navicula*, *Fragilaria* i *Nitzschia*. Kao dominantni taksoni u odnosu na pocentalnu zastupljenost u uzorcima zabeleženi su: *Achnanthydium minutissimum*, *Diatoma vulgareis*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Melosira varians* i *Navicula tripunctata* (Slika 1.)

Sastav epifitske zajednice silikatnih algi reke Raške slaže se sa literaturnim podacima, koji ukazuju da u zajednici silikatnih algi postoji nekoliko dominantnih i veliki broj retkih taksona koji se javljaju povremeno ili samo jednom u uzorku (Kelly i Whitton, 1995; Chatháin i Harrington, 2008)



Slika 1. LM mikrografije dominantnih taksona. 1- *Melosira varians*, 2- *Navicula tripunctata*, 3- *Diatoma vulgareis*, 4-5 *Cocconeis placentula* var. *lineata*, 6 - *Achnanthydium minutissimum*.
Skala=10 μ m.

Figure 1. LM micrographs of dominant taxa. 1- *Melosira varians*, 2- *Navicula tripunctata*, 3- *Diatoma vulgareis*, 4 i 5 *Cocconeis placentula* var. *lineata*, 6- *Achnanthydium minutissimum*.

Scale bar=10 μ m.

Vrednosti za diverzitet u našim uzorcima variraju od 2,882 do 3,988. Pielou's evenness indeks, koji predstavlja verovatnoću pojavljivanja određenog taksona ili učestalost, je u korelaciji sa diverzitetom (Tabela 1).

Na osnovu kvantitativne procene zastupljenosti identifikovanih taksona i njihovih indikatorskih vrednosti izračunato je 17 dijamnih indeksa uz pomoć softverskog programa OMNIDIA. U Tabeli 1 prikazane su srednje vrednosti korišćenih dijamnih indeksa, kao i njihove standardne devijacije.

Dobijene vrednosti dijamnih indeksa ukazuju da je ekološki status vode reke Raške dobar do veoma dobar i da nema većih varijacija u vrednostima između lokaliteta. Vrednosti dobijene za WAT dijamni indeks (Watanabe i sar., 1988, Tabela 1) pokazuju da reka Raška pripada β -mezosaprobim vodama, što potvrđuje i prisustvo vrsta koje su indikatori β -mezosaprobne vode. Vrste koje su indikatori β -mezosaprobne vode, a prisutne su na svim istraživanim lokalitetima, su: *Navicula cryototenella* i *N. tripunctata* (Lange-Bertalot, 2001; Wojtal, 2009; Hofmann i sar., 2013).

Prema Službenom glasniku (2001) ako je vrednost IPS dijamnog indeksa (Cemagref, 1982; Coste, 1982) veći od 16, a CEE dijamnog indeksa (Descy i Coste, 1991) od 12 tada je ekološki status između I i II klase. Vrednosti IPS dijamnog indeksa za reku Rašku u ispitivanom periodu na datim lokalitetima variraju od 16.7 – 17.17, a za CEE dijamni indeks od 16.27 – 17.53, što pokazuje da voda reke Raške ima ekološki status između I i II klase (Tabela 1).

Vrednosti TDI indeksa (Kelly i Whitton, 1995; Kelly i sar., 2001) pokazuju da je na prvom i drugom lokalitetu prisutna povišena koncentracija nutrijenata, dok se na trećem, četvrtom i petom lokalitetu nalazi umerena koncentracija nutrijenata. Pošto se pastrmski ribnjak nalazi na trećem lokalitetu očekivali smo da povišena koncentracija nutrijenata bude na trećem, četvrtom ili petom lokalitetu. TDI indeks je razvijen za reke u Velikoj Britaniji i autori preporučuju rodove *Myriophyllum*, *Ranunculus* i *Potamogeton* za uzorkovanje epifitskih silikatnih algi (Kelly i sar., 1998, 2001). Takođe, na različitim makrofitama se razvijaju različite zajednice silikatnih algi (Almeida i Beltrones, 2012). S obzirom da su naši uzorci epifita prikupljeni sa mahovina, to može biti razlog zbog kojih se javljaju odstupanja od očekivanih vrednosti za TDI.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih vrednosti dijamnih indeksa zaključujemo da je ekološki status vode reke Raške u ispitivanom periodu dobar do veoma dobar i da nema većih varijacija u kvalitetu vode između lokaliteta. Rezultati TDI indeksa ukazuju na povišenu koncentraciju nutrijenata na prvom i drugom lokalitetu. U zakonskoj regulativi Republike Srbije propisana je primena fitobentosa kao jednog od bioloških parametara procene ekološkog statusa reka i potoka na osnovu dijamnih indeksa IPS i CEE. Dijamni indeksi su

razvijeni za reke i potoke u određenim državama, i kao takvi su preuzeti. Neophodno je ispitati što više reka i potoka u Srbiji radi unapređenja procene ekološkog statusa reka Srbije na osnovu fitobentosa prema kriterijumima Okvirne direktive o vodama.

Tabela 1. Srednje vrednosti i standardne devijacije dijatomnih indeksa na istraživanim lokalitetima reke Raške

Table 1. Mean values and standard deviation of diatom indices on investigated localities from the Raška River

Dijatomi indeksi	RŠ1	RŠ2	RŠ3	RŠ4	RŠ5
IPS	17,00±0,80	16,24±1,16	16,90±0,70	16,56±1,14	17,06±0,44
SLA	12,48±1,28	11,44±1,54	13,60±0,70	12,96±1,16	13,98±0,38
DESCY	16,80±2,60	17,86±2,96	16,86±0,54	16,98±1,22	17,54±1,44
IDAP	16,82±2,08	15,90±3,30	16,44±0,46	16,24±1,56	16,52±0,68
GENRE	15,14±1,14	14,66±1,06	14,36±1,34	14,78±0,92	14,16±1,44
CEE	16,60±2,30	16,48±1,78	17,24±0,06	16,86±1,24	17,38±0,38
SHE	14,86±0,84	14,40±1,00	15,42±0,32	15,28±0,58	15,26±0,36
WAT	16,08±2,02	17,42±2,82	16,90±0,20	16,26±1,70	17,16±0,96
TDI	62,92±18,28	73,84±21,56	52,16±7,44	57,88±14,12	54,48±8,62
IBD	17,78±1,58	16,94±1,36	18,64±0,84	18,00±1,00	18,00±0,50
DI CH	13,40±1,70	12,30±1,90	14,96±0,56	13,98±1,32	13,72±0,82
EPI-D	15,18±1,28	14,24±2,44	15,94±0,44	15,56±0,84	16,16±0,24
IDP	13,12±1,12	12,82±1,28	14,18±0,88	13,52±0,72	13,24±1,34
LOBO	13,74±8,64	11,14±4,94	6,54±1,76	8,96±1,56	7,98±1,62
SID	13,52±0,92	13,08±0,48	14,44±0,26	14,34±0,94	14,12±0,28
TID	9,32±2,48	8,90±3,70	11,48±1,38	10,20±1,30	9,68±1,22
IDSE/5	3,712±0,528	3,54±0,48	4,064±0,094	3,968±0,228	4,156±0,036
%PT	1,78±1,92	3,3±2,8	11,42±6,72	6,28±3,52	7,36±5,66
Diverzitet	3,118±0,542	2,882±0,978	3,704±0,354	3,988±0,528	3,56±0,26
Evenness	0,656±0,066	0,606±0,256	0,722±0,038	0,762±0,072	0,68±0,04

Zahvalnica

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije (projekat broj TR 037009) je obezbedilo finansijsku pomoć.

LITERATURA:

- Almeida, O.U.H., Beltrones, D.A.S., Substrate-dependent differences between the structures of epiphytic and epilithic diatom assemblages off the southwestern coast of the Gulf of California, *Botanica Marina* 55(2)(2012) 149-159.
- Cemagref, (1982) Etude des methods biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q. E. Lyon, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse-Cemagref, Lyon, France.
- Chatháin, N.B., Harrington, J.T., Benthic diatoms of the River Deel: Diversity and community structure, *Biol. Environ.: Proceedings of the Royal Irish Academy* 10 (1) (2008) 29-42.

- Coste, M. (1982) Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Report (CEMAGREF) Q. E. Lyon A. F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, France, Bordeaux, 218 pp.
- Damjanov, S., Gajer, J., Timotić, D., Kovačev, N., Stojnić, N., Mišković, M., Nežić, V. (2011) VODA - izvor održivog razvoja: Priručnik. Inženjeri zaštite životne sredine, Novi Sad: 211 str.
- Descy, J.P., Coste, M., A test of methods for assessing water quality based on diatoms. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie 24 (1991) 2112-2116.
- European Parliament (2000) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L327, 72 pp.
- Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H., (2013) Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflores Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. pp. 908, 133 pls. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- John, D.M., Johnson, L.R. (1991) Green microphytic algae as river water quality monitors. U: Use of Algae for Monitoring Rivers II (Whitton, B.A., Rott, E., Friedrich, G. eds.). Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck: 41-47.
- Kelly, M.G., Whitton, B.A., The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers, Journal of Applied Phycology 7(1995) 433-444.
- Kelly, M.G., Adams, C., Graves, A.C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E.B., Murraybligh, J. (2001): The Trophic Diatom Index: A User's Manual. Revised Edition.- Environment Agency, Bristol, 135 pp.
- Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwandrans, J., Laugaste, R., Lindström, E.A., Leitao, M., Marvan, P., Padišák, J., Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., Dam, H.V., Vizinet, J., Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe, Journal of applied Phycology 10(2) (1998) 215-224.
- Krammer, K., Lange-Bertalot H. (1986) Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. U: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1 (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D., eds.). G. Fischer Verlag, Jena, 876 pp.
- Lange-Bertalot, H. (2001) *Navicula sensu stricto*. 10 Genera Separated from *Navicula sensulato*. *Frustulia*. U: Diatoms of Europe. Vol. 2. Diatoms of European Inland Waters and comparable habitats (Lange-Bertalot, H., ed.). Gantner Verlag, Ruggell, 526 pp.
- Lecointe, C., Coste, M., Prygiel, J., "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management, Hydrobiologia 269/270 (1993) 509-513.
- Munn, R.E. (1973) Global Environmental Monitoring System: GEMS, SCOPE Report 3.
- Službeni glasnik Republike Srbije (74/2011) Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda. Uprava za zajedničke poslove republičkih organa. Odeljenje za informatičko-dokumentacione i bibliotečke poslove (INDOK).
- Vasiljević, B., Krizmanić, J., Ilić, M., Marković, V., Tomović, J., Zorić, K., Paunović, M., Water Quality Assessment Based on Diatom Indices – Small Hilly Streams Case Study, Water Research and Management 4 (2) (2014) 31-35.
- Watanabe, T., Asai, K., Houki, A. (1988) Numerical index of water quality using diatom assemblages.- 4th IUBS International Symposium on Biomonitoring of the State of the Environment. Tokyo, Tokyo University Press.
- Wojtal, Z.A., The diatoms of Kobylanka stream near Kraków (Wyżyna Krakowsko-cyęstochowska upland, S Poland), Polish Botanical Journal 54(2) (2009) 129-330.