

Procena ekološkog potencijala akumulacije Pocibrava na osnovu LHS protokola i faune dna

Akumulacija Pocibrava (Petničko jezero) nastala je 1987. godine izgradnjom brane na istoimenoj reci kao deo sistema za zaštitu od poplava. Pored primarne namene, akumulacija se koristi za kupanje i pecanje, te je važno vršiti kontrolu kvaliteta vode i pratiti ekološki potencijal ovog vodnog tela. Cilj istraživanja je bio da se prikupe podaci o sastavu zajednice faune dna akumulacije, i da se na osnovu njih i fizičko-hemijskih parametara, u kombinaciji sa LHS metodom, dobiju podaci o ovoj akumulaciji kao ekosistemu, i proceni njen ekološki potencijal. U svrhu određivanja ekološkog potencijala izmerene koncentracije nitrata, fosfata, pH, kao i prozirnost vode su upoređene sa referentnim vrednostima iz Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda za vodno telo tipa 6 (Sl. glasnik RS 74/2011). Uporedo sa uzorcima vode, prikupljeni su i uzorci podloge za ispitivanje sastava faune dna. Izračunat je procentualni udeo jediniki iz familije Tubificidae u ukupnom broju determinisanih jedinki i upoređen sa vrednostima iz Pravilnika. Podaci o karakteristikama akumulacije i njene okoline, prikupljeni prema LHS protokolu, pružaju osnovu za dalja istraživanja. Ovakva istraživanja treba vršiti kontinuirano tokom godine, i ispitati celokupnu zajednicu makroinvertebrata, zajedno sa zajednicama makrofita, fitoplanktona i zooplanktona, kako bi se preciznije odredio ekološki potencijal i dobila celovita slika o ovom veštačkom vodnom telu.

Uvod

Ekološki potencijal je ekološki status značajno izmenjenog ili veštačkog vodnog tela. Definiše ekosistemski integritet (kvalitet) na osnovu bioloških, hemijskih, fizičko-hemijskih i hidromorfoloških elemenata kvaliteta. Ekološki potencijal za veštačka vodna tela i značajno izmenjena vodna tela se klasifikuje kao maksimalan (I), dobar (II) umeren (III), slab (IV) ili loš (V) prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog

Ana Graovac (2000), Beograd, Vojvođanskih brigada 143b, učenica 4. razreda Filološke gimnazije u Beogradu

Kristina Petrović (2000), Beograd, Sarajevska 14, učenica 4. razreda Prve beogradske gimnazije u Beogradu

MENTORI:

Ivana Mijić Oljačić,
Departman za biologiju i ekologiju,
Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu

Dorđe Marković,
Institut za zoologiju,
Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu

statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS 74/2011). Pomenuti elementi kvaliteta su indikatori pomoću kojih se procenjuje stepen antropogenog pritiska na vodno telo i njegovu okolinu. Nizak ekološki potencijal akumulacije može da uslovi ekološki status daljeg toka reke i ugrozi njegov ekosistemski integritet, stoga je neophodno pratiti posledice uticaja čoveka na akumulaciju.

Jezero Pocibrava (Petničko jezero) se nalazi 7 km jugoistočno od Valjeva. Jezero je veštačka akumulacija, nastala 1987. godine izgradnjom brane na reci Pocibravi. Nalazi se na nadmorskoj visini od 200 m. Površina jezera iznosi 3.5 ha a najveća dubina je oko 7 m (Grujić *et al.* 2003). Pored primarne namene, što je u slučaju akumulacije Pocibrava zaštita od poplava, veštačka vodna tela se koriste za navodnjavanje, kupanje, pećanje i u druge svrhe, te je važno vršiti kontrolu kvaliteta vode i pratiti ekološki potencijal ovakvih vodnih tela.

Cilj ovog rada je da se prikupe podaci o sastavu zajednice faune dna akumulacije i da se na osnovu njih i fizičko-hemijskih parametara u kombinaciji sa LHS metodom dobiju podaci o akumulaciji Pocibrava kao ekosistemu i proceni njen ekološki potencijal.

Materijal i metode

Prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS 74/2011), ekološki status i ekološki potencijal određuju se na osnovu bioloških, hemijskih, fizičko-hemijskih i hidromorfoloških parametara. U cilju određivanja ekološkog potencijala akumulacije Pocibrava, sprovedena su ispitivanja bioloških parametara u okviru kojih je uzorkovana podloga u jezeru radi ispitivanja sastava faune dna, a u sklopu hemijskih i fizičko-hemijskih parametara prikupljeni su uzorci vode za osnovne fizičko-hemijske analize i primenjen je LHS pristup (Rowan *et al.* 2008).

LHS (eng. lake habitat survey). Ova metoda služi za procenu i karakterizaciju osnovnih fizičkih, hidromorfoloških i metričkih elemenata staništa tipa jezera i drugih stajaćih vodnih tela. Zasniva se na kombinaciji deset nasumično odabranih, ali ravnomerno raspoređenih lokaliteta (hab-plotova) duž obale jezera (slika 1). U ovom istraživanju, merenja su vršena na sledeći način: Svaki od odabranih hab-plotova podeljen je na dve zone (riparijalnu i litoralnu), i u njima su prikupljane informacije vezane za strukturu vegetacije, invazivne vrste, tip sedimenta i modifikacije koje su posledica ljudske delatnosti. Beležene su i informacije o široj okolini jezera. U okviru LHS protokola, duž obale jezera sakuljene su, a potom herbarizovane i identifikovane biljke radi utvrđivanja prisustva invazivnih vrsta (Radulović i Teodorović 2011).

Ispitivanje faune dna. Van-Vinovim bagerom zahvata površine 280 cm² iz čamca su prikupljeni uzorci mulja sa sedam tačaka u jezeru (slika 1). Na svakom lokalitetu podloga je bagerom zahvatana dva puta.



Slika 1.
 Mapa akumulacije Pocibrava sa
 označenim mestima uzorkovanja (1–7)
 i hab-plot tačkama (A–J)

Figure 1.
 Map of the Pocibrava accumulation
 with positions of sampling spots(1–7)
 and Hab-Plots (A–J)

Uzorci su potom prosejani kroz sita promera 125 μm i 500 μm , i makrobesci-
 kičmenjaci iz njih fiksirani u 70% etanolu, razvrstani i determinisani uz
 pomoć ključeva. Za determinaciju su korišćeni sledeći ključevi: Brinkhurst
 i Jamieson 1971; Sundermann *et al.* 2007; Thyssen 2010; Dobson 2013. Za
 procenu ekološkog potencijala određen je udeo jediniki iz familije
 Tubificidae u ukupnoj fauni dna, i upoređen sa referentnim vrednostima iz
 Pravilnika (Sl. glasnik RS 74/2011).

Uzorkovanje vode za fizičko-hemijske analize. Uporedo sa uzor-
 cima faune dna, prikupljeni su uzorci za osnovne fizičko-hemijske analize.
 Istraživanjem su obuhvaćene analize prisustva nitrata, fosfata i sulfata;
 merena je temperatura, konduktivitet, prozirnost i pH vrednost jezera, a na
 pet od sedam tačaka izmerena je koncentracija kiseonika pri površini. Hemijske
 analize urađene su u laboratoriji za hemiju u IS Petnica. Za procenu
 ekološkog potencijala korišćene su izmerene koncentracije nitrata, fosfata,
 pH vrednost i prozirnost vode (Sl. glasnik RS74/2011).

Rezultati i diskusija

Prema Pravilniku o utvrđivanju statusa vodnih tela površinskih i pod-
 zemnih voda (Sl. glasnik RS96/2010), potok Pocibrava kao i reka Banja u
 koju se ovaj potok uliva, nisu klasifikovani ni u jednu kategoriju vodnih
 tela. Kako se Pocibrava nalazi u okolini Valjeva, na nadmorskoj visini 200
 metara, a nije ušla u kategorizaciju prema gore navedenom Pravilniku, mi
 smo je, u skladu sa Pravilnikom o parametrima ekološkog i hemijskog
 statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa
 podzemnih voda (Sl. glasnik RS 74/2011), okarakterisali kao vodno telo
 tipa 6. Prilikom procene ekološkog potencijala akumulacije Pocibrava,
 korišćeni su kriterijumi za značajno izmenjena vodna tela – akumulacije,
 formirane na vodnom telu tipa 6.

Riparijalna zona (priobalje). Pruža se 15 metara u kopno od nivoa vode, na svakom hab-plotu širine 15 metara. Riparijalna zona akumulacije Pocibrava je delimično uređena (sađena vegetacija, uređivani travnjaci), na nekim hab-plotovima antropogeni uticaj je veći (ribolov, kampovanje, kupalište), dok su drugi zarasli i nepristupačni (tabela 1). Pored riparijalne zone, relevantne informacije su opservirane i u široj okolini, od 15 do 50 metara u unutrašnjosti kopnene zone.

Tabela 1. Podaci o riparijalnoj zoni akumulacije Pocibrava

| Pojas | Opis/sadržaj | Hab-plot | | | | | | | | | |
|---------|-------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| 0–5 m | Zarasla obala | – | – | – | + | + | – | + | – | – | – |
| | Betonirana obala | – | – | – | – | – | – | – | – | + | – |
| | Pecanje | – | – | – | – | – | – | – | + | – | + |
| | Kupalište | + | + | + | – | – | – | – | – | + | – |
| 5–15 m | Kampovanje | – | – | + | – | + | + | – | – | – | – |
| | Uređeni travnjaci | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Sađeni četinari | + | + | – | – | – | – | – | – | + | – |
| | Staza | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Reka | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + |
| 15–50 m | Šumarak | – | – | + | – | – | – | – | – | – | – |
| | Asfaltiran put | + | + | – | – | – | – | – | – | + | + |
| | Imanja | + | + | – | – | – | – | – | + | – | – |
| | Njive | – | – | – | – | – | – | + | – | + | – |

U riparijalnoj zoni i široj okolini akumulacije Pocibrava, od ukupnog broja taksona u uzorku, 15% čine invazivne vrste. Zastupljenost invazivnih vrsta treba da se prati tokom godina, kako bi se zabeležilo i eventualno sprečilo širenje njihovog areala.

Zabeležene su sledeće invazivne vrste:

- *Ambrosia artemisiifolia*
- *Stenactis* sp.
- *Setaria* sp.
- *Erigeron annuus*
- *Cirsium arvense*
- *Bidens tripartita*
- *Broussonetia papyrifera*
- *Agrostis capillaris*
- *Medicago sativa*
- *Artemisia vulgaris*
- *Fraxinus* sp.
- *Galeopsis speciosa*.

Litoralna zona. Definiše se kao zona od trenutnog nivoa vode do 10 metara od obale (ka središtu jezera), širine 15 metara. U litoralnoj zoni akumulacije Pocibrava tip podloge je pretežno mulj, sa malim procentom kamenja različitih dimenzija. Vegetacija litoralne zone obuhvata emerzne, submerzne, flotantne neukorenjene i flotantne ukorenjene biljke. Zastupljenost tipova vegetacije prikazana je u tabeli 2. Primećeno je širenje vegetacije ka centru jezera.

Tabela 2. Zastupljenost tipova vegetacije u litoralnoj zoni akumulacije Pocibrava

| Tip vegetacije | Hab-plot | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| Emerzne | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Submerzne | 3 | 4 | 4 | * | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 |
| Flotantne neukorenjene | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Flotantne ukorenjene | 2 | 3 | 3 | 2 | * | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 |

Zastupljenost na skali 0–4: 0 – 0%, 1 – 1–10%, 2 – 10–40%, 3 – 40–75%, 4 – 75–100%; * – neutvrđeno

Fauna dna. Uzorkovani mulj bio je homogen, mrko sive boje sa jakim mirisom raspadnute organske materije. U njemu je pronađeno ukupno 105 jedinki. Nađeni su organizmi iz porodica Tubificidae, Lumbricidae, Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae (tabela 3). Većina organizama je eurivalentna, i veoma tolerantna na organsko opterećenje (Milbrink 1980; Cairns i Pratt 1993; Adler i Courtney 2019). Najzastupljeniji rod u okviru familije Tubificidae je *Limnodrilus* čija je zastupljenost najveća u organski opterećenim vodama (Martins *et al.* 2008). Procentualna zastupljenost jedinki iz familije Tubificidae u ukupnoj zajednici faune dna iz uzorka iznosi 33%, što akumulaciju svrstava u III klasu ekološkog potencijala (Sl. glasnik RS 74/2011). Mali diverzitet se objašnjava uniformnom podlogom, kao i činjenicom da je akumulacija Pocibrava veštačko vodno telo.

Tabela 3. Broj pronađenih organizama na kvadratnom metru dna

| Familija | Tačka uzorkovanja | | | | | | |
|-----------------|-------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Tubificidae | 18 | 0 | 18 | 36 | 161 | 54 | 339 |
| Lumbricidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| Chironomidae | 0 | 0 | 18 | 71 | 304 | 54 | 71 |
| Chaoboridae | 0 | 0 | 54 | 36 | 0 | 71 | 429 |
| Ceratopogonidae | 0 | 0 | 0 | 18 | 54 | 0 | 54 |
| Ukupno | 18 | 0 | 90 | 161 | 519 | 197 | 893 |

Analiza vode. Izmerene vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara, prikazane su u tabeli 4. Koncentracije nitrata, fosfata, pH vrednost i prozirnost pokazuju da akumulacija Pocibrava spada u II klasu ekološkog potencijala prema propisanom Pravilniku (Sl. glasnik RS 74/2011).

Tabela 4. Vrednosti fizičko-hemijskih parametara po lokalitetima

| Parametar | Tačka uzorkovanja | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Dubina (m) | 3.7 | 6.7 | 4.05 | 2.8 | 3.1 | 3.7 | 3.05 |
| Temperatura (°C) | 25.5 | 25.9 | 26.6 | 26.3 | 26.6 | 26.6 | 26.5 |
| Prozirnost (m) | 0.97 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.90 | 0.80 |
| Konduktivitet (mS/cm) | 0.18 | 0.18 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.18 |
| Kiseonik (mg/dm ³) | 9.84 | 11.24 | 10.64 | 14.26 | 10.66 | / | / |
| Nitrati (mg/dm ³) | 0.30 | 0.25 | 0.45 | 0.30 | 0.20 | 0.45 | 0.50 |
| Fosfati (mg/dm ³) | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.10 | 0.00 |
| Sulfati (mg/dm ³) | 0.00 | 6.23 | 20.92 | 0.00 | 12.46 | 24.90 | 12.46 |
| pH | 7.93 | 7.96 | 7.99 | 7.93 | 7.88 | 7.89 | 7.91 |

Za razliku od metoda koje koriste fizičko-hemijske parametre i registruju trenutno stanje, biološke metode procene kvaliteta vode registruju dugotrajne posledice zagađenja. Živi svet akvatičnih ekosistema reflektuje kumulativno i istovremeno dejstvo svih ekoloških faktora, čije promene nekada nisu dovoljne jačine i učestalosti da bi mogle biti detektovane savremenim metodama analitičke hemije (Radulović i Teodorović 2011). Jedna od bioloških metoda koje se koriste za određivanje kvaliteta vode jeste ispitivanje sastava zajednice akvatičnih makrobeskičmenjaka. Sastav faune dna može se posmatrati kvantitativno (brojnost jedinki po lokalitetu) i kvalitativno (diverzitet). Realnije stanje prikazuje broj vrsta, i ono se dosledno može prikazati samo uzorkovanjem koje je specifično, tj. uzorkuje se na svim postojećim tipovima mikrostaništa jezera. Međutim, u ovom radu uzorak je bio nasumičan, što ne daje potpunu sliku diverziteta i ostavlja mesta za dalja istraživanja. Takođe, kako su vodeni makrobeskičmenjaci grupa organizama koja pored sedimenta naseljava i priobalne delove vodenog ekosistema, celokupan sastav faune bio bi poznat tek nakon ispitivanja svih mikrostaništa koja naseljavaju.

Zaključak

Akumulacija Pocibrava je akumulacija na vodnom telu tipa 6, i samim tim njen ekološki potencijal ne može biti maksimalan (Sl. glasnik RS 74/2011). Iako je nastala sa ciljem kontrole poplava, izložena je dodatnom antropogenom pritisku: koristi se za ribolov, plivanje, kampovanje, što dodatno smanjuje njen ekološki potencijal.

Rezultati hemijskih analiza ukazuju da akumulacija Pocibrava prema standardima za akumulacije na vodnom telu tipa 6 pripada II (dobar) klasi ekološkog potencijala. Diverzitet faune dna je mali, čak 33% čine Tubificidae, što nam ukazuje da je voda opterećena organskim materijama i svrstava akumulaciju u III (umeren) klasu ekološkog potencijala.

LHS protokol omogućio je bolje upoznavanje mikrostaništa jezera, i predstavlja dobru osnovu za dalja istraživanja na ovom vodnom telu. Potrebno je ovakva ispitivanja vršiti kontinuirano, ispitati celokupnu zajednicu makrobeskičmenjaka, zajedno sa zajednicama makrofita, fitoplanktona i zooplanktona, kako bi se preciznije odredio ekološki potencijal i dobila celovita slika o ovom veštačkom vodnom telu.

Zahvalnost. Upućujemo veliku zahvalnost mentorima Ivani Mijić Oljačić i Đorđu Markoviću na brojnim savetima i velikoj podršci u toku celog istraživanja. Zahvaljujemo se Nikoli Vujoviću, bez čijeg čamca ovaj projekat ne bi mogao da se realizuje, kao i dr Tamari Jurci i Sonji Pogrmić sa Departmana za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, na stručnim savetima i konsultacijama u toku determinacije materijala.

Literatura

- Adler P., Courtney G. 2019. Ecological and Societal Services of Aquatic Diptera. *Insects*, **10** (3): 70.
- Brinkhurst R. O., Jamieson B. G M. 1971. *Aquatic Oligochaeta of the World*. Edinburgh: Oliver & Boyd
- Cairns J., Pratt J. 1993. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. U *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates* (ur. D. M. Rosenberg i V. H. Resh). New York: Chapman/Hall, str. 10-27.
- Dobson M. 2013. Family level keys to freshwater fly (Diptera) larvae: a brief review and a key to European families avoiding use of mouthpart characters. *Freshwater Reviews*, **6**: 1.
- Ghosg D., Kumar Biswas J. 2017. Efficiency of Pollution Tolerance Index (PTI) of macroinvertebrates in detecting aquatic pollution in an oxbow lake in India. *Universitas Scientiarum*, **22** (3): 237.
- Grujić D., Purjakov S., Klajić Ž. 2003. Teški metali u tkivima žutooke *Rutilus rutilus* kao indikator zagađenja vode Petničkog jezera. *Petničke sveske*, **56**: 102
- Martinović-Vitanović V., Ostojić S., Popović N., Raković M., Kalafatić V. 2013. Limnological study of serbian oxbow shaped lake Srebrno, with special emphasis on the benthic community composition and structure. *Ekologia Bratislava*, **32**: 66.

- Martins R., Stephan N., Alves R. 2008. Tubificidae (Annelida: Oligochaeta) as an indicator of water quality in an urban stream in southeast Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **20** (3): 221.
- Milbrink G. 1980. Oligochaetae Communities in Pollution Biology: The European: Situation with Special Reference to Lakes in Scandinavia. U *Aquatic Oligochaete Biology* (ur. R. Brinkhurst i D. Cook). Springer., str. 433-455.
- Miler O., Porst G., McGoff E., Pilotto F., Donohued L., Jurcad T., *et al.* 2013. Morphological alterations of lake shores in Europe: A multimeric ecological assessment approach using benthic macroinvertebrates. *Ecological Indicators*, **34**: 398.
- Radulović S, Teodorović I. 2011. *Ekologija i monitoring kopnenih voda. Metodološki priručnik*. Novi Sad: UNS – PMF
- Rowan J. S., Duck R. W., Carwardine J., Bragg O. M., Black A. R., Cutler M. E. J., Soutar I. 2008. Lake Habitat Survey in the United Kingdom. *Field survey guidance manual*, 4: 22-23.
- Sl. glasnik RS 74/2011. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 74/2011: 31.
- Sundermann A., Lohse S., Beck L., Haase P. 2007. Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany, *Annales de Limnologie. International Journal of Limnology*, **43** (1): 61.
- Thyssen P. 2010. Keys for identification of Immature Insects. *Current Concepts in Forensic Entomology*, **2**: 25.

Ana Graovac and Kristina Petrović

Assessment of the Ecological Potential of the Pocibrava Accumulation Based on the LHS Protocol and Benthic Fauna

The Pocibrava accumulation (Petnica lake) was formed in 1987 by building a dam on the Pocibrava river, as a part of a flood defense system. Aside from its original function, the accumulation is being used for fishing and swimming, thus it is important to assess the quality of water and monitor the ecological potential of this water body. The aim of this research is to gather information about the structure of the benthic macroinvertebrate community in the accumulation and based on that, as well as the physical and chemical parameters, together with the LHS method, provide data on the Pocibrava accumulation as an ecosystem and to determine its ecological

potential. The measured temperature, conductivity, transparency, pH, dissolved oxygen, concentrations of nitrates, phosphates and sulphates were compared against the reference values from the Serbian National regulation on parameters of ecological and chemical status of surface waters and parameters of chemical and quantitative status of ground waters. At the same spots where water was sampled, samples of sediment were collected for examination of the structure of the benthic community. To assess the ecological potential, the contribution of individuals from the Tubificidae family in the overall number of found organisms was compared to the values from the above-mentioned reference document. The information regarding the characteristics of the accumulation and the surrounding area, gathered following the LHS method, provide a basis for the further research of this water body. In order to determine the ecological potential more precisely, research needs to be conducted continually throughout the year, while also examining the whole macroinvertebrate community, macrophytes, phytoplankton and zooplankton, in order to gather comprehensive data about this water body.

