

UPOREDNA ANALIZA KVALITETA VODE KRIVAJE NA PROFILIMA MALI IDOŠ I SRBOBRAN SA ASPEKTA ZAGAĐENJA NUTRIJENTIMA

Sonja AČIMOVIĆ, dipl.inž.

Student master studija na Departmanu za uređenje voda Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu
Mr Branislav LELEŠ, dipl.inž.

Doktorant na ACIMSI-ju Univerziteta u Novom Sadu, e-mail: branislav2412@gmail.com

REZIME

Analizom koncentracija nutrijenata u vodotoku Krivaja na profilima Mali Idoš i Srbobran u periodu 2001-2009. godina, utvrđeno je da je po prosečnom sadržaju amonijum jona voda profila Mali Idoš van klase, a profila Srbobran u III/IV klasi, pri čemu su koncentracije na profilu Mali Idoš bile konstantno više (do 79%). Po prosečnim vrednostima nitrata voda oba profila svrstana je u III/IV klasu. Sadržaj nitrata je bio viši na profilu Mali Idoš (do 77%) izuzev 2007. godine, kada je za 31% bio viši na profilu Srbobran. Prema prosečnom sadržaju nitrata voda na oba profila pripada I/II klasi, a sadržaj nitrata je sve vreme bio viši na profilu Srbobran (do 131%). Kod svih azotnih parametara utvrđena je statistički značajna razlika u koncentracijama na dva profila na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$. Koncentracije ortofosfata i ukupnog fosfora bile su više na profilu Srbobran (do 118%, odnosno do 91%) osim u 2002. godini, kada su za 21% bile više na profilu Mali Idoš. Za fosforne parametre nije utvrđena statistički značajna razlika u koncentracijama na dva profila na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$, ali su se koncentracije sve vreme kretale iznad granice preporučenih vrednosti, stvarajući time uslove za pojavu eutrofikacije.

Ključne reči: kvalitet vode Krivaje, koncentracije azota, koncentracije fosfora, eutrofikacija, Mali Idoš, Srbobran

1. UVOD

Kvalitet vode manjih vodotoka u Bačkoj u velikoj meri zavisi od neprečišćenih ili delimično prečišćenih otpadnih voda koje se upuštaju u njih, rasutih izvora zagađenja, pre svega poljoprivrede i saobraćaja, kao i malog potencijala za samoprečišćavanje. Područje sliva

reke Krivaje obuhvata severni i središnji deo Bačke. Tok Krivaje karakteriše relativno velika širina u odnosu na dubinu, mali proticaj i izrazito meandriranje kao posledica malog proticaja i konfiguracije terena (Slika 1), a obale su uglavnom obrasle trskom i drugim barskim biljem (Slike 2 i 3). Na slivu preovladava tradicionalna poljoprivredna proizvodnja koja podrazumeva nedovoljno kontrolisanu upotrebu đubriva i pesticida koji ugrožavaju kvalitet zemljišta, površinskih i podzemnih voda. Krivaja predstavlja recipijent za petnaest registrovanih i neutvrđen broj neregistrovanih zagađivača, koji svoje otpadne vode direktno ili preko manjih kanala ispuštaju u nju. Kako su ovi kanali sporotekući i sa malom količinom vode (naročito u letnjem periodu), njima većim delom godine teče otpadna voda [1].



Slika 1. Deonica Krivaje Bačka Topola - Srbobran [2]

Deonica Krivaje od Malog Idoša do Srbobrana je najviše ugrožena sa aspekta opterećenosti nutrijentima

i drugim polutantima. Utvrđivanjem sadržaja azotnih i fosfornih jedinjenja nastojalo se da se ukaže na stepen opterećenosti Krivaje nutrijentima i njihov potencijalni negativni uticaj na upotrebnu vrednost vode, a predložen je i niz mera za smanjenje ove vrste zagađenja.



Slika 2. Vodotok Krivaja kod naselja Mali Idoš [1]



Slika 3. Vodotok Krivaja kod naselja Srbobran [3]

2. MATERIJAL I METOD RADA

Za obradu podataka o kretanju sadržaja nutrijenata obuhvaćen je vremenski period od 8 godina (od 2001. do 2009. godine, sa izuzetkom 2003. godine, za koju ne postoje podaci o merenju), na dve merne stanice – Mali Idoš i Srbobran. Podaci o sadržaju nutrijenata preuzeti su iz Hidroloških godišnjaka Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Srbije. Radi se o uzorcima vode koji su uzimani po programu redovnih merenja i analiza, u proseku jednom mesečno. Analizirani su amonijum joni, nitrati, nitriti, ortofosfati i ukupni fosfor. Radi ocene kvaliteta voda, prosečne godišnje vrednosti azotnih parametara upoređene su sa kriterijumima za kvalitet voda prema Pravilniku o opasnim materijama u vodama [4], a granične vrednosti za fosfor su usvojene na osnovu preporuka iz literature [5] i [6].

Testiranje značajnosti razlika aritmetičkih sredina koncentracija nutrijenata dva uzorka (Mali Idoš i Srbobran) urađeno je metodom neparametarskog Mann-Kendall testa.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

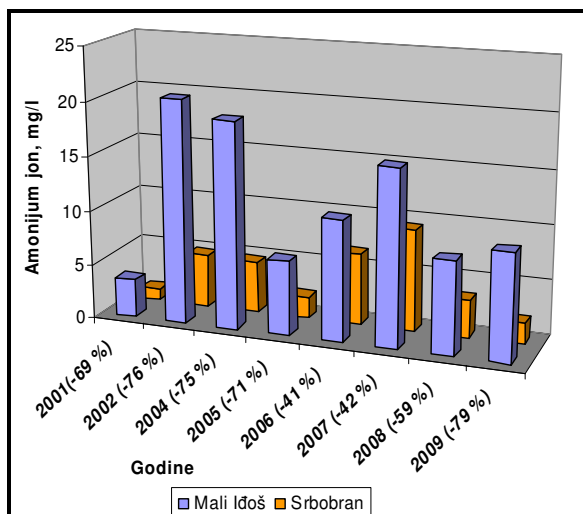
Analizom kvaliteta vode Krivaje na profilima Mali Idoš i Srbobran u periodu od 2001. do 2009. godine, utvrđene su sledeće koncentracije nutrijenata (Tabela 1):

Tabela 1: Koncentracije nutrijenata na profilima Mali Idoš i Srbobran (2001-2009. godina)

Parametar	Lokalitet	Prosek (mg/l)	Maksimum (mg/l)	Minimum (mg/l)	Opseg (mg/l)	Standardna devijacija
Amonijum joni	Mali Idoš	11,93	49,15	0,06	49,09	10,75
	Srbobran	4,19	36,85	0,03	36,82	5,67
Nitriti	Mali Idoš	0,50	4,05	0,003	4,05	0,51
	Srbobran	0,28	1,32	0,01	1,31	0,25
Nitrati	Mali Idoš	3,07	8,19	0,08	8,11	2,26
	Srbobran	4,86	14,48	0,01	14,47	3,76
Ortofosfati	Mali Idoš	1,15	3,80	0,23	3,57	0,77
	Srbobran	1,46	6,06	0,09	5,97	0,96
Ukupan fosfor	Mali Idoš	1,44	4,12	0,35	3,77	0,86
	Srbobran	1,76	6,56	0,67	5,89	1,04

3.1. Amonijum joni

Tokom analiziranog perioda sadržaj amonijum jona na profilu Mali Idoš se kretao od minimalnih 0,06 mg/l u martu 2002. godine do maksimalnih 49,15 mg/l u avgustu 2007. godine. Srednja vrednost sadržaja amonijum jona za posmatrani period iznosi 11,93 mg/l, a standardna devijacija 10,75 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 20,5 mg/l (2002. godine) a minimalna 3,5 mg/l (2001. godine) (Slika 4). Najviše koncentracije javljale su se u periodu april-oktobar da bi nakon oktobra opadale, pa su se najniže koncentracije javljale u zimskim mesecima. Na osnovu srednje vrednosti sadržaja amonijum jona, može se konstatovati da je voda van klase. Ovo je posebno važno ako se uzme u obzir činjenica da se kvalitet vode u 41% slučajeva nalazio izvan gornje granice od 10 mg/l propisane za III/IV klasu voda [4].



Slika 4. Uporedne srednje godišnje koncentracije amonijum jona na profilima Mali Idoš i Srbobran

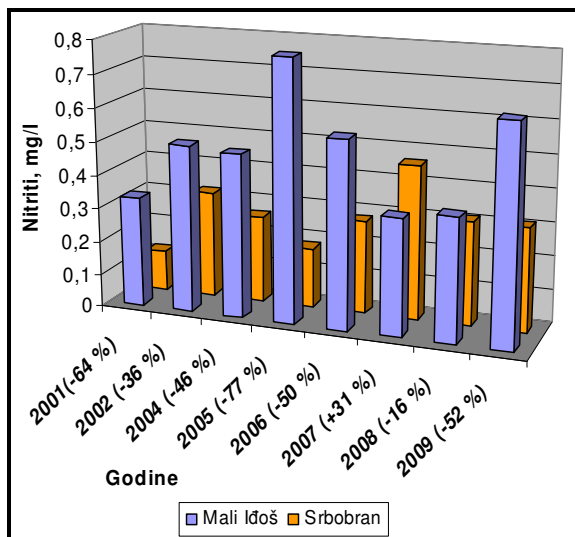
Sadržaj amonijum jona na profilu Srbobran se kretao od minimalnih 0,03 mg/l u martu 2001. godine do maksimalnih 36,85 mg/l u oktobru 2007. godine. Srednja vrednost sadržaja amonijum jona za posmatrani period iznosi 4,19 mg/l, a standardna devijacija 5,67 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 9,35 mg/l (2007. godine) a minimalna 1,07 mg/l (2001. godine) (Slika 4). Na osnovu srednje vrednosti sadržaja amonijum jona, voda se može svrstati u III/IV klasu. Samo u 13,5% slučajeva je voda bila izvan propisanih koncentracija za III/IV klasu kvaliteta. Ovako visoke koncentracije po pravilu su se javljale u periodu

septembar-decembar, da bi u ostalim mesecima njihova koncentracija opadala na nivo ispod 9 mg/l.

Srednje godišnje koncentracije amonijum jona konstantno su bile više na profilu Mali Idoš u odnosu na profil Srbobran. Najveća razlika u sadržaju amonijum jona bila je 2009. godine, kada je prosečna koncentracija na profilu Mali Idoš bila viša za 79%, a najmanja 2006. godine, kada je prosečna koncentracija bila viša za 41% (Slika 4). Testiranjem značajnosti razlike aritmetičkih sredina dva uzorka (Mali Idoš i Srbobran) u pogledu koncentracije amonijum jona, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.

3.2. Nitriti

U analiziranom periodu sadržaj nitrita na profilu Mali Idoš se kretao od minimalnih 0,003 mg/l u avgustu 2007. godine do maksimalnih 4,05 mg/l u avgustu 2005. godine. Srednja vrednost sadržaja nitrita za posmatrani period iznosi 0,50 mg/l, a standardna devijacija 0,51 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 0,78 mg/l (2005. godine) a minimalna 0,33 mg/l (2001. godine) (Slika 5). Prosečna vrednost sadržaja nitrita u posmatranom periodu svrstava vodu profila Mali Idoš u III/IV klasu. Od ukupnog broja merenja, 36% je bilo izvan granica propisanih za III/IV klasu, dok je kvalitet samo u 3,5% slučajeva bio u granicama propisanim za I/II klasu.



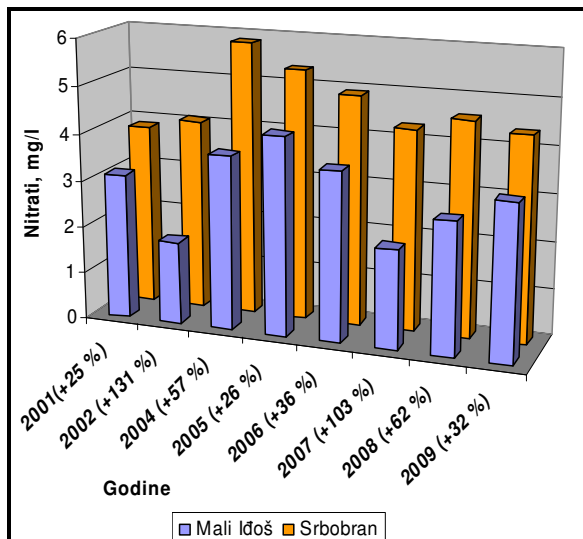
Slika 5. Uporedne srednje godišnje koncentracije nitrita na profilima Mali Idoš i Srbobran

Sadržaj nitrata na profilu Srbobran se kretao od minimalnih 0,01 mg/l u septembru 2002. godine do maksimalnih 1,32 mg/l u junu 2009. godine. Srednja vrednost sadržaja nitrata za posmatrani period iznosi 0,28 mg/l, a standardna devijacija 0,25 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 0,46 mg/l (2007. godine) a minimalna 0,12 mg/l (2001. godine) (Slika 5). Na osnovu srednjeg sadržaja nitrata, može se konstatovati da voda spada u III/IV klasu.

Prosečni godišnji sadržaji nitrata u posmatranom periodu bili su značajno viši na lokalitetu Mali Idoš (do 77%, 2005. godine) izuzev 2007. godine, kada je koncentracija za 31% bila viša na profilu Srbobran (Slika 5). Testiranjem značajnosti razlike aritmetičkih sredina dva uzorka (Mali Idoš i Srbobran) u pogledu koncentracije nitrata, ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.

3.3. Nitrati

Za vreme analiziranog perioda sadržaj nitrata na profilu Mali Idoš se kretao od minimalnih 0,08 mg/l u septembru 2008. godine do maksimalnih 8,19 mg/l u martu 2004. godine. Srednja vrednost sadržaja nitrata za posmatrani period iznosi 3,07 mg/l, a standardna devijacija 2,26 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 4,24 mg/l (2005. godine) a minimalna 1,77 mg/l (2002. godine) (Slika 6). Imajući u vidu da su prosečne godišnje vrednosti koncentracija tokom celog perioda bile ispod 10 mg/l, kvalitet vode se može svrstati u I/II klasu.



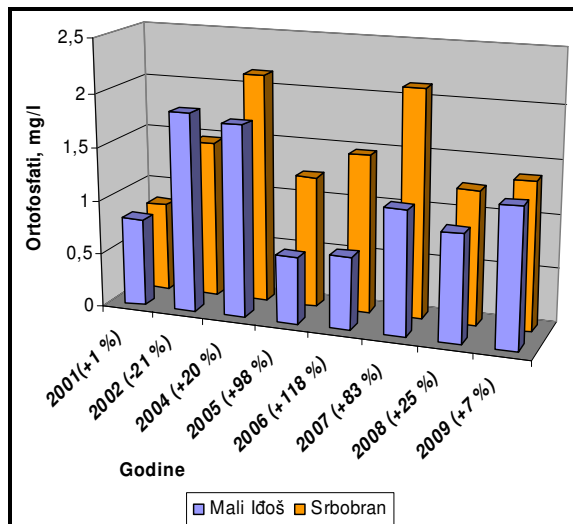
Slika 6. Uporedne srednje godišnje koncentracije nitrata na profilima Mali Idoš i Srbobran

Sadržaj nitrata na profilu Srbobran se kretao od minimalnih 0,01 mg/l u avgustu 2001. godine do maksimalnih 14,48 mg/l u martu 2004. godine. Srednja vrednost sadržaja nitrata za posmatrani period iznosi 4,86 mg/l, a standardna devijacija 3,76 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 5,87 mg/l (2004. godine) a minimalna 3,88 mg/l (2001. godine) (Slika 6). Na osnovu srednjeg sadržaja nitrata, može se konstatovati da voda spada u I/II klasu.

Prosečni sadržaji nitrata u svim godinama bili su veći na profilu Srbobran, sa najvećom razlikom koncentracija od 131% u 2002. godini u odnosu na profil Mali Idoš (Slika 6). Testiranjem značajnosti razlike aritmetičkih sredina dva uzorka (Mali Idoš i Srbobran) u pogledu koncentracije nitrata, utvrđena je statistički značajna razlika na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.

3.4. Ortofosfati

Tokom analiziranog vremenskog perioda sadržaj ortofosfata na profilu Mali Idoš se kretao od minimalnih 0,23 mg/l u martu 2008. godine do maksimalnih 3,80 mg/l u avgustu 2004. godine. Srednja vrednost sadržaja ortofosfata za posmatrani period iznosi 1,15 mg/l, a standardna devijacija 0,77 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 1,86 mg/l (2002. godine) a minimalna 0,62 mg/l (2005. godine) (Slika 7). Najviše koncentracije ortofosfata su se javljale u letnjim mesecima (od maja do avgusta).



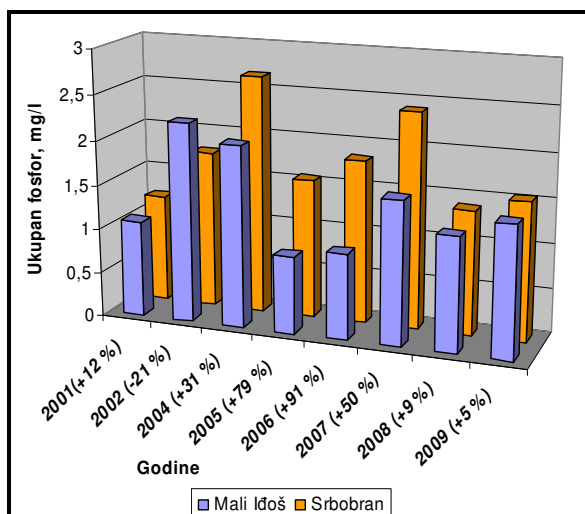
Slika 7. Uporedne srednje godišnje koncentracije ortofosfata na profilima Mali Idoš i Srbobran

Sadržaj ortofosfata na profilu Srbobran se kretao od minimalnih 0,09 mg/l u februaru 2001. godine do maksimalnih 6,06 mg/l u septembru 2007. godine. Srednja vrednost sadržaja ortofosfata za posmatrani period iznosi 1,46 mg/l, a standardna devijacija 0,96 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 2,14 mg/l (2004. godine) a minimalna 0,83 mg/l (2001. godine) (Slika 7).

Prosečne godišnje koncentracije ortofosfata u posmatranom periodu bile su više na profilu Srbobran, sa najvećom razlikom od 118% u 2006. godini. Samo u 2002. godini koncentracija je za 21% bila viša na profilu Mali Idoš (Slika 7). Testiranjem značajnosti razlike aritmetičkih sredina dva uzorka (Mali Idoš i Srbobran) u pogledu koncentracije ortofosfata, nije ustanovljena statistički značajna razlika između srednjih vrednosti posmatranih profila na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.

3.5. Ukupan fosfor

Tokom analiziranog vremenskog perioda sadržaj ukupnog fosfora na profilu Mali Idoš se kretao od minimalnih 0,35 mg/l u januaru 2006. godine do maksimalnih 4,12 mg/l u septembru 2007. godine. Srednja vrednost sadržaja ukupnog fosfora za posmatrani period iznosi 1,44 mg/l, a standardna devijacija 0,86 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 2,23 mg/l (2002. godine) a minimalna 0,87 mg/l (2005. godine) (Slika 8). Sadržaj ukupnog fosfora uglavnom se povećavao idući od prolećnog ka letnjem i jesenjem periodu.



Slika 8. Uporedne srednje godišnje koncentracije ukupnog fosfora na profilima Mali Idoš i Srbobran

Sadržaj ukupnog fosfora na profilu Srbobran se kretao od minimalnih 0,67 mg/l u martu 2006. godine do maksimalnih 6,56 mg/l u septembru 2007. godine. Srednja vrednost sadržaja ukupnog fosfora za posmatrani period iznosi 1,76 mg/l, a standardna devijacija 1,04 mg/l (Tabela 1). Maksimalna srednja godišnja koncentracija iznosila je 2,67 mg/l (2004. godine) a minimalna 1,21 mg/l (2001. godine) (Slika 8).

Prosečne godišnje koncentracije ukupnog fosfora, bile su više na profilu Srbobran (do 91% 2006. godine) izuzev 2002. godine, kada je koncentracija ukupnog fosfora na profilu Mali Idoš bila viša za 21% (Slika 8). Testiranjem značajnosti razlike aritmetičkih sredina dva uzorka (Mali Idoš i Srbobran) u pogledu koncentracije ukupnog fosfora, nije utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrednosti posmatranih profila na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.

4. DISKUSIJA

4.1. Kretanje sadržaja azotnih parametara i njihov uticaj na kvalitet vode

Sa aspekta sadržaja amonijum jona, Krivaja je na teritoriji Bačke najugroženiji vodotok i koncentracije ovog nutrijenta na oba ispitivana profila nalaze se daleko iznad ciljnih granica od 0,3 mg NH_4^+ /l. Iako je opština Srbobran izrazito poljoprivredni region, ipak je veće koncentracije amonijum jona javljaju na profilu Mali Idoš, kao rezultat upuštanja otpadnih voda Bačke Topole u Krivaju, uzvodno od Malog Idoša (Slika 1), što ima za rezultat gotovo totalnu degradaciju rečnog ekosistema nizvodno. Procenjuje se da dnevne količine upotrebljene vode industrijskih pogona Bačke Topole koje se neprečišćene evakušu u Krivaju iznose oko 7.200 m³ [1].

Na sadržaj azotnih parametara u vodi Krivaje, pre svega amonijum jona i nitrata na profilu Mali Idoš i nitrata na profilu Srbobran u velikoj meri utiču otpadne vode iz industrije, poljoprivrede i otpadne komunalne vode, koje godišnje u Krivaju unose oko 84,5 tona azota. Najveći zagađivač su industrijske i komunalne vode, koje su odgovorne za unos oko 68 tona azota godišnje, a zatim poljoprivredna farmska proizvodnja sa oko 16 tona azota godišnje [1]. Dodajući ovome i azotna đubriva dospela spiranjem sa poljoprivrednih površina, evidentan je izrazito negativan pritisak na kvalitet vode Krivaje.

4.2. Kretanje sadržaja fosfornih parametara i njihov uticaj na kvalitet vode

Koncentracije ortofosfata od 0,08 do 0,10 mg/l mogu periodično izazvati pojavu eutrofikacije, a dugoročno gledano pojava eutrofikacije može biti sprečena ukoliko se koncentracije ovog nutrijenta budu kretale ispod 0,05 mg/l [5]. Uzimajući u obzir činjenicu da su se prosečni sadržaji ortofosfata na lokalitetu Mali Idoš kretali u rasponu od 0,62 do 1,86 mg/l a na lokalitetu Srbobran od 0,83 do 2,14 mg/l, odnosno iznad gornje granice značajne za pojavu eutrofikacije, može se zaključiti da za vodotok Krivaju postoji visoka opasnost od eutrofikacije.

Statistički značajna razlika u koncentracijama ortofosfata i ukupnog fosfora na posmatranim profilima nije utvrđena, ali detektovani sadržaji ukupnog fosfora na oba profila prekoračuju višu ciljnu vrednost prema preporukama ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River) definisanu za II klasu (0,2 mg/l) [6]. Ovakav sadržaj ukupnog fosfora je veoma značajan sa aspekta eutrofikacije, jer se smatra da su pri ovim vrednostima ispunjeni uslovi za njenu pojavu. To je i dokazano, jer je na profilu Mali Idoš 2007. godine registrovano značajno prisustvo silikatnih algi, u avgustu 2008. godine na oba profila konstatovan je masovan razvoj modrozelenih algi, a 2009. godine na profilu Srbobran, letnji i jesenji period karakterisala je masovna pojava centričnih silikatnih algi [7].

Ovakvom statusu vode Krivaje doprinosi više faktora: nepotpun tretman otpadnih voda (bez dodatnog tretmana uklanjanja fosfora), korišćenje deterdženata sa sadržajem fosfora, ispuštanje otpadnih voda iz koncentrisanih industrijskih izvora i poljoprivredna delatnost. Otpadnim vodama na godišnjem nivou se u Krivaju unese oko 3,4 tone fosfora. Najveći zagađivač su industrijske i komunalne vode, koje unose preko 2.600 kg fosfora godišnje, a zatim poljoprivredna farmska proizvodnja sa preko 800 kg fosfora godišnje [1]. Najveći industrijski zagađivači se nalaze na području Bačke Topole. Većina njih nema ni primarno prečišćavanje voda, iako za uklanjanje nutrijenata iz otpadne vode nije dovoljno ni standardno sekundarno prečišćavanje, već se, u slučaju da je recipijent podložan eutrofikaciji kao što je to Krivaja, mora primeniti i tercijarno prečišćavanje otpadnih voda. Takođe, određene količine fosfata se unose i spiranjem mineralnih đubriva sa njiva.

5. PREDLOZI MERA ZA REDUKCIJU ZAGAĐENJA VODE

S obzirom na veliki problem zagađenja Krivaje, u narednom periodu treba predvideti niz aktivnosti na sanaciji zagađenja u koje spadaju:

- Zaštita voda od zagađenja (sprečavanje upuštanja neprečišćenih otpadnih voda kao primarni cilj)
- Otklanjanje šteta na vodoprivrednim objektima
- Uspostavljanje stalnog monitoringa kvaliteta voda
- Funkcionisanje sistema ranog upozorenja na akcidente u industriji
- Zasnivanje zaštite voda na zaštiti sliva kao celine
- Dosledna primena principa „zagađivač plaća“ i principa potpune nadoknade za korišćenje i tretman voda
- Kapacitet skladišnih tankova za stajnjak mora biti veći od potrebnog kapaciteta skladištenja tokom najdužeg perioda za vreme koga je aplikacija na zemljište u osetljivim zonama zabranjena, izuzev kada će količina đubriva veća od skladišnog kapaciteta biti odložena na način koji neće delovati štetno na životnu sredinu
- Ograničenje primene đubriva saglasno dobroj poljoprivrednoj praksi, uz vođenje računa o karakteristikama kao što su stanje zemljišta, tip i nagib; klimatski uslovi, padavine i navodnjavanje; praksa korišćenja zemljišta, uključujući sistem rotiranja useva
- Zasnivanje sanacije zagađenja na ravnoteži između predviđenih zahteva useva za azotom i snabdevanja useva mineralizacijom organskog azota iz zemljišta i unošenjem đubriva.

Redukciju zagađenja od industrijskih i komunalnih otpadnih voda izgradnjom kanalizacione mreže i postrojenja za prečišćavanje neophodno je pokrenuti i završiti u najkraćem mogućem periodu [8]. Na prostoru Srbobrana potrebno je razviti separacione kanalizacione sisteme, kojima će se posebno odvoditi fekalne otpadne vode a posebno atmosferske otpadne vode, dok bi se problem industrijskih otpadnih voda po potrebi rešavao posebnim sistemima, najpre prečišćavanjem kroz predtretman, a zatim zajedničkim prečišćavanjem sa sanitarnom i atmosferskom otpadnom vodom [9].

Kako bi se sagledao uticaj poljoprivrede na opterećenje vodotoka Krivaja potrebno je predvideti količinu nutrijenata koji dospevaju iz ovih izvora. Osnovni problem u analizi uticaja različitih izvora na status vode u pogledu sadržaja nutrijentnih materija je

nedostatak preciznih podataka o veličini rasutog zagađenja.

Na slivnom području posmatranih profila značajna je pojava eolske erozije. Ona je izrazita u sušnim periodima, posebno u suvo rano proleće, kada su vrlo izražena dnevna kolebanja temperature vazduha i zemljišta i kada je zemljište usitnjeno i pripremljeno za setvu. Kako su površine pod šumskim zasadima na ovoj teritoriji nedovoljne, potrebno je formirati zaštitne protiverozione zone, zatravljanjem površina ili podizanjem poljozaštitnih šumskih pojaseva.

Iz svega navedenog je jasno da kriterijume efluenata kod nas treba redefinisati u skladu sa evropskim direktivama imajući u vidu osetljivost Krivaje kao recipijenta. Zahteve za smanjenjem koncentracija azota i fosfora u vodi i dostizanje dobrog hemijskog statusa je nemoguće ispoštovati pri sadašnjem stanju postrojenja za tretman otpadnih voda, jer dobar hemijski status površinske vode mora biti u skladu sa propisanim ciljevima životne sredine za površinske vode, odnosno takav da koncentracija zagađujućih supstanci u vodnom telu ne prekoračuje standarde kvaliteta životne sredine [10]. Zbog toga je jedan od glavnih zadataka Republike Srbije harmonizacija nacionalne legislative sa međunarodnom i EU legislativom i stvaranje institucionalnog okvira za ustanovljavanje i održavanje katastra zagađivača. Katastar treba da bude ustanovljen i održavan u saradnji republičkih i pokrajinskih institucija, institucija lokalne vlasti, kao i institucija koje svojim aktivnostima koriste vodne resurse, degradiraju ili zagađuju životnu sredinu, uz učešće naučnih i stručnih organizacija, javnih servisa i organizacija iz nevladinog sektora.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu istraživanja kvaliteta vode vodotoka Krivaja na profilima Mali Idoš i Srbobran u periodu 2001-2009. godina, mogu se doneti sledeći zaključci:

- Na osnovu srednje vrednosti sadržaja amonijum jona, kvalitet vode na profilu Mali Idoš je van klase, a na profilu Srbobran u III/IV klasi. Koncentracija amonijum jona na profilu Mali Idoš bila je konstantno viša u odnosu na profil Srbobran (od 41% do 79%), a utvrđena je i statistički značajna razlika u koncentracijama na dva profila na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.
- Prosečne vrednosti sadržaja nitrata svrstavaju vodu na profilima Mali Idoš i Srbobran u III/IV klasu.

Sadržaj nitrata je bio viši na profilu Mali Idoš (do 77%) izuzev 2007. godine, kada je za 31% bio viši na profilu Srbobran. Ustanovljena je statistički značajna razlika koncentracija nitrata na profilima Mali Idoš i Srbobran, na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.

- Prema prosečnom sadržaju nitrata voda na oba profila spada u I/II klasu. Sadržaj nitrata je tokom celog perioda bio značajno viši na profilu Srbobran, sa najvećom razlikom koncentracija od 131% u odnosu na profil Mali Idoš. U pogledu koncentracije nitrata na dva profila, ustanovljeno je da postoji statistički značajna razlika na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$.
- Koncentracija ortofosfata u posmatranom periodu bila je do 118% viša na profilu Srbobran osim u 2002. godini, kada je za 21% bila viša na profilu Mali Idoš. Nije utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrednosti koncentracija na posmatranim profilima na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$. Postoji visoka opasnost od eutrofikacije Krivaje jer su se prosečni sadržaji ortofosfata na oba profila kretali iznad gornje granice značajne za njenu pojavu.
- Srednje godišnje koncentracije ukupnog fosfora bile su više na profilu Srbobran (do 91%) izuzev 2002. godine, kada je koncentracija na profilu Mali Idoš bila viša za 21%. Ne postoji statistički značajna razlika između srednjih vrednosti koncentracija ukupnog fosfora na posmatranim profilima na nivou značajnosti $\alpha = 0,01$. Na oba profila sadržaji ukupnog fosfora prekoračuju višu ciljnu vrednost prema preporukama ICPDR definisanu za II klasu (0,2 mg/l) stvarajući time uslove za pojavu eutrofikacije, što je i konstatovano značajnim prisustvom silikatnih i modrozelenih algi.
- Zagađenje Krivaje je posledica upuštanja komunalnih, industrijskih i otpadnih voda poljoprivredne stočarske delatnosti, usled nedovoljne izgrađenosti kanalizacione mreže i postrojenja za prečišćavanje industrijskih i otpadnih voda farmi i klanica.

LITERATURA

- [1] Aćimović, S.: *Opasnost od eutrofikacije voda akumulacije Zobnatica i vodotoka Krivaja*, diplomski rad, str. 58, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 2011.
- [2] Srđević, B.; Blagojević, B.; Srđević, Z.: *Izrada simulaciono-optimizacionog modela za alokaciju*

- vode i participativnog modela odlučivanja o višekorisničkoj eksploataciji vodnih resursa slivnog područja reke Krivaja (I faza), str. 64, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 2010.
- [3] www.vojvodinacafe.rs/forum/bačka/reka-krivaja.
- [4] *Pravilnik o opasnim materijama u vodama*, Službeni glasnik SRS, Br. 31/82.
- [5] Dunne, T., Leopold, L.B.: *Water in Environmental Planning*, 818 pp, W.H. Freeman and Company, New York, 1978.
- [6] Schreiber, H., Constantinescu, L. T., Cvitanic, I., Drumea, D., Jabucar, D., Juran, S., Pataki, B., Snishko, S., Zessner, M., Behrendt, H.: *Harmonised Inventory of Point and Diffuse Emissions of Nitrogen and Phosphorus for a Transboundary River Basin*, 157 pp, Environmental Research of the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2003.
- [7] *Hidrološki godišnjak - 3. Kvalitet voda 1998-2007.*, Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd.
- [8] *Strategija za redizajn sistema za monitoring površinskih i podzemnih voda u Republici Srbiji u cilju ispunjenja zahteva Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC)*, Podizanje kapaciteta Republičke Direkcije za vode, 2008.
- [9] *Strategija razvoja opštine Srbobran*, 2010-2014.
- [10] Naddeo, V., Zarra T., Belgiorno V.: *European procedures to river quality assessment*, Global Nest Journal, vol. 7, No. 3, pp, 306-312, 2005.

COMPARATIVE ANALYSIS OF KRIVAJA WATER QUALITY FROM THE ASPECT OF POLLUTION WITH THE NUTRIENTS ON MALI IĐOŠ AND SRBOBRAN PROFILES

by

Sonja ĆIMOVIĆ

M.Sc. Student on Faculty of Agriculture, Department of Water Management, University of Novi Sad
Branislav LELEŠ

Ph.D. Student on ACIMSI, University of Novi Sad

Summary

According to the analysis of nutrient concentrations in the water stream of Krivaja at the profiles Mali Idoš and Srbobran in the period 2001-2009. it was found that the water quality, taking into account average content of ammonium ions at Mali Idoš profile is outside of class, at profile in Srbobran III / IV class, while the concentrations at the profile of Mali Idoš were consistently higher (up to 79%). According to the average values of nitrite, both water profiles are assigned to III / IV class. The content of nitrite was higher in the profile of Mali Idoš (up to 77%) except 2007th, when it was for 31% higher at profile Srbobran. According to the average nitrate content of water, both profile belongs to I / II class and the nitrate content appeared to be higher at profile Srbobran (up to 131%). In all nitrogen parameters, there were

significant differences in the concentrations of the two profiles at significance level $\alpha = 0.01$. The concentrations of orthophosphate and total phosphorus were higher at profile Srbobran (up to 118%, or up to 91%) than in 2002. year, when 21% were higher at profile Mali Idoš. For phosphoric parameters there were no significant differences in the concentrations of the two profiles at significance level $\alpha = 0.01$, but the concentration constantly ranged above the recommended values, thereby creating conditions for the occurrence of eutrophication.

Key words: water quality of Krivaja, concentrations of nitrogen, concentrations of phosphorus, eutrophication, Mali Idoš, Srbobran

Redigovano 09.07.2013.