

HIDROHEMIJSKA OCENA KVALITETA VODE ZA NAVODNJAVA U BANATU, SRBIJA

Milica Vranešević¹, Atila Bezdan¹, Boško Blagojević¹, Gordana Šekularac², Radovan Savić¹, Miroslav Aksić³

Izvod: U radu se daje ocena upotrebljivosti vode Banatskih vodotokova, Zlatice, Brzave i Kikindskog kanala kao potencijalnih izvorišta za navodnjavanje, na osnovu mesečnih uzoraka sa mernih stanica Markovićevo, Vrbica i Novo Miloševo tokom vegetacionih sezona od 2007. do 2019. godine. Cilj istraživanja je ispitati kvalitet vode sa osnovnog hemijskog aspekta kako bi se ispitala mogućnost korišćenja ovih vodotoka za svrhu navodnjavanja. Većina uzoraka po različitim parametrima kvaliteta spada u klasu vode odgovarajućeg kvaliteta, što ukazuje na činjenicu da su ispitivani vodotoci dobri kao izvorišta za navodnjavanje.

Ključne reči: kvalitet vode, navodnjavanje, Banat

Uvod

Optimalan ishod navodnjavanja zavisi od čitavog niza prirodnih i antropogenih uslova i faktora. Manjkavost ili nedostatak samo jednog od njih može da dovede u pitanje ekološku, ekonomsku ili neku drugu opravданost primene ove mere. Jedan od bitnih činilaca predstavlja i kvalitet vode za navodnjavanje. Efekti navodnjavanja ispoljavaju se tek ako se na najbolji način iskoriste sve prednosti koje ova mera pruža (povećanje prinosa, bolji kvalitet gajenih poljoprivrednih biljaka, povećanje plodnosti zemljišta, održavanje optimalnog nivoa vlage, pH vrednosti itd.). Sa druge strane, neophodno je da se minimalizuju moguće negativne strane navodnjavanja (zagadenje površinskih i podzemnih voda, salinizacija, alkalizacija, erozija i drugi oblici degradacije i kontaminacije zemljišta, zakorovljenošć, bolesti itd.)

Uticaj kvaliteta vode direktno se odražava na zemljište, prinose, opremu, delove sistema, čitave agroekosisteme, a preko lanca ishrane može da ima uticaje na domaće životinje i čoveka, naročito kada je u pitanju prisustvo opasnih i štetnih materija sa potencijalno toksičnim, patogenim, mutagenim, kancerogenim i drugim nepovoljnijim efektima (Belić i sar., 2011).

Hidrohemisjska ocena kvaliteta vode za navodnjavanje ima zadatak da predupredi potencijalne negativne pojave u zemljištu i biljkama u postojećim pedološkim, klimatskim i drugim, odnosno agroekološkim uslovima ili spreči probleme i zastoje u eksploataciji sistema i opreme. Opasnost od neželjenih uticaja

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Departman za Uredenje voda, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija (milica.vranesevic@polj.edu.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija;

³Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, Lešak, Srbija.

se povećava sa porastom ukupnih soli, sadržajem pojedinih jona ili njihovim nepovoljnim međusobnim odnosom (Belić i sar., 2001).

Za hidrohemiju ocenu kvaliteta vode za navodnjavanje prema različitim klasifikacijama razmatra se veći ili manji broj relevantnih parametara kvaliteta. Cilj istraživanja je ispitati kvalitet vode sa osnovnog hemijskog aspekta kako bi se ispitala mogućnost korišćenja ovih vodotoka za svrhu navodnjavanja.

Materijal i metode rada

Tokom vegetacionih sezona od 2007. do 2019. godine prikupljeni su podaci iz godišnjih izveštaja o kvalitetu površinskih i podzemnih voda (<http://www.sepa.gov.rs/>) na vodotocima u Banatu, u severozapadnom delu Srbije. Merne stanice na profilima vodotoka na kojima su uzimani uzorci su Markovićevo na reci Brzavi, Vrbica na reci Zlatici i Novo Miloševo na DTD kanalu – Kikindski kanal. Vodotoci koji su ispitivani nalaze se u ravničarskom području i koji se naslanjaju na poljoprivredne površine. Parametri koji su praćeni su ukupne rastvorene soli, elektroprovodljivost, kao i katjoni (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ i K^+) i anjoni (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- i SO_4^{2-}). Svi navedeni parametri neophodni su prilikom hidrohemijske ocene kvaliteta vode za navodnjavanje.

Najpouzdaniji pokazatelj opasnosti od prisustva natrijuma u vodama za navodnjavanje je SAR (Sodium Adsorption Ratio) vrednost. Ova vrednost je u inverznoj vezi brzine perkolacije vode u zemljište i nju je definisao Richard (1954) sledećom formulom (1):

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}} \quad (1)$$

Generalno, SAR vrednost se definiše kroz četiri klase i to <10 kao odlična, 10-18 kao dobra, 18-26 kao upotrebljiva i >26 neupotrebljiva voda za navodnjavanje.

Sledeća vrednost koja se u ovakvim analizama koristi jeste ispitivanje sadržaja rezidualnog Na_2CO_3 . Korišćenjem ovog obrasca vrši se dopunsko utvrđivanje opasnosti od deponovanja Na^+ jona u zemljištu (formula 2).

$$\text{RSC} = (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \quad (2)$$

Koriste se granične vrednosti koje su predložene (Eaton, 1950) i to kroz tri klase gde je najlošija klasa predložna voda koja neupotrebljiva i ima vrednost >2,5, srednja klasa ili upotrebljiva voda za navodnjavanje je ona koja ima vrednosti u granicama od 1,25 do 2,5 i dobra voda za navodnjavanje je ona koja ima vrednosti <1,25.

Vrednost koja izražava procentualnu zastupljenost Na^+ jona definiše se kao SSP (Soluble Sodium Percentage), a Sultana i sar. (2009) i Kumar i sar. (2016) ukazuju na opasnost od smanjenja permeabilnosti zemljišta, pri čemu su odredili granične vrednosti tako da postoji pet klasa vode za navodnjavanje. Kada su vrednosti SSP <20% raspolaže se sa vodom odličnog kvaliteta za navodnjavanje, između 20% i 40% voda je dobrog kvaliteta, 40-60% voda je dozvoljenog kvaliteta, 60-80% voda je sumnjivog kvaliteta i >80% ukazuje na vodu koja je neupotrebljiva za navodnjavanje. Kada su navedene vrednosti veće neophodno je sprovesti detaljnija ispitivanja. Računanje vrednosti SSP date su u formuli 3.

$$SSP = (Na^+ \times 100) (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+) \quad (3)$$

Kelijev odnos koji se označava kao KR (Kelley's Ratio) predstavlja odnos natrijuma prema kalcijumu i magnezijumu (Glover, 1996). Formula 4 koja se koristi za izračunavanje Kelijevog odnosa je:

$$KR = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \quad (4)$$

Vrednosti KR koje su veće od 1 ukazuju na povećan nivo natrijuma u vodi. Dakle, vode sa KR manjim od jedan su pogodne za navodnjavanje, dok su one sa odnosom više od jedan neprikladne za navodnjavanje.

Određivanje relativnog sadržaja magnezijuma (MAR - Magnesium Adsorption Ratio) se vrši po formuli 5:

$$MAR = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \quad (5)$$

Vrednost MAR ukazuje na jonsku stabilnost zemljišta i na potencijalnu opasnost od alkalizacije u procesu korišćenja vode za navodnjavanje koja nema odgovarajući sastav (Karunanidhi i sar., 2021). Generalno, na osnovu MAR vrednosti voda za navodnjavanje se klasificuje u dva tipa ona koja je pogodna za navodnjavanje (vrednosti <50) i onu vodu koja nije upotrebljiva za navodnjavanje (vrednosti >50).

Rezultati istraživanja i diskusija

Fizički parametri kao što su ukupne rastvorene soli (SO) i elektroprovodljivost (EC) i pH vrednost (pH) su predstavljeni za svaki merni profil za vegetacioni period od 2007. do 2019. godine u tabeli 1. Ukupne rastvorene soli su jedan od najvažnijih parametara vode koja se koristi za navodnjavanje zbog toga što je gajenje biljaka, količina i kvalitet prinosa zavisani od ukupnih rastvorenih soli u vodi kojom se navodnjava. Takođe, količina akumulisane soli u zemljištu je direktno zavisna od saliniteta vode za navodnjavanje. Električni konduktivitet ili elektroprovodljivost u direktnoj je vezi sa sumom katjona (ili anjona) i u jakoj korelaciji sa suvim ostatkom.

Glavni katjoni i anjoni pikazani su takođe u tabeli 1. Kalcijum i magnezijum doprinose tvrdoći vode i u većim količinama mogu imati negativan uticaj ne samo na biljke već i na opremu za navodnjavanje. Natrijum kao katjon se izdvaja zbog njegovog uticaja na zemljište (prouzrokuje nepovoljne fizičko hemijske promene), posebno na zemljišnu strukturu i to kada je prisutan u zemljištu u adsorbovanom obliku. Natrijum utiče na disperziju zemljišta koja dalje utiče na redukciju prodiranja vode i vazduha u zemljište. Voda kojom se navodnjava može biti izvor suvišnog natrijuma. Od anjona dominantnu ulogu imaju hloridi, hidrokarbonati i sulfati. Prisustvo hlorida je uobičajena pojava čiji se toksični efekat lako prepoznaje na navodnjavanim biljkama u vidu opekovina na lišću ili odumiranju tkiva samog lista. Sulfati su topiviji i manje je verovatno da će manjim koncentracijama stvoriti ostatke na sistemima za navodnjavanje ili ih začepiti.

Parametri kvaliteta vode za navodnjavanje su analizirani formulama koje su prethodno date i njihove statističke vrednosti date su u tabeli 2 za sve tri merne stanice na pripadajućim vodotocima.

Tabela 1. Statistika fizičkih i hemijskih parametara uzorkovane vode
Table 1. Statistics of physical and chemical parameters of samples

Parametri Parameters	Merna stanica/Vodotok Samples point/ Watercourses											
	Markovićevo/ Brzava				Vrbica/ Zlatica				Novo Miloševо/ Kikindski kanal			
	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average	SD SD	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average	SD SD	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average	SD SD
Ca	19	57	34	8	26	121	73	20	41	83	54	9
Mg	4	18	8	3	5	80	34	16	1	64	18	10
Na	6	31	15	6	16	349	137	68	28	202	79	42
K	2	6	3	1	2	50	21	10	2	16	7	3
CO ₃	0	35	1	5	0	42	3	8	0	26	2	5
HCO ₃	72	206	119	31	123	666	396	128	147	442	258	75
Cl	6	32	14	5	12	388	143	74	1	197	65	35
SO ₄	15	60	32	10	17	370	119	68	25	289	80	54
SO	63	301	167	57	148	1550	759	311	232	969	449	177
EC	178	636	283	86	259	2390	1203	505	362	1567	734	283
pH	7,1	8,9	7,8	0,25	7,1	8,5	7,8	0,33	7,4	8,7	7,8	0,28

Tabela 2. Statistika parametara kvaliteta vode za navodnjavanje

Table 2. Statistics of irrigation water quality parameters

Parametri Parameters	Merna stanica/Vodotok Samples point/ Watercourses											
	Markovićevo/ Brzava				Vrbica/ Zlatica				Novo Miloševо/ Kikindski kanal			
	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average	Min Min	Max Max	Sr.vrednost Average
SAR	0,27	0,95	0,58	0,67	6,64	3,18	1,06	5,18	2,29			
RSC	-1,07	-0,11	-0,40	-3,50	2,20	0,07	-2,31	3,08	0,07			
SSP	16,01	30,87	22,98	25,37	67,35	47,79	31,99	65,91	44,11			
KR	0,15	0,42	0,27	0,31	1,86	0,87	0,45	1,88	0,78			
MAR	20,20	42,86	28,66	22,94	57,86	41,92	3,57	61,78	34,12			

Za mernu stanicu Markovićevo na vodotoku Brzava, SAR vrednost bila je takva, tokom svih vegetacionih sezona od 2007. do 2019. godine, da je svih 100% uzoraka pripadalo prvoj klasi. Prema vrednosti SSP, 19% ispitivanih uzoraka pripadalo je I klasi, a ostatak 81% pripadalo je II klasi. RSC vrednost je bila takva tokom perioda ispitivanja da su svi ispitivani uzorci pripadali I klasi upotrebljivosti vode. Vrednosti KR i MAR su definisane tako da imaju jednu graničnu vrednost, pa

se dele u klase upotrebljiva ili neupotrebljiva voda za navodnjavanje. Prema oba parametra svi ispitivani uzorci su bili upotrebljivi za navodnjavanje.

Na mernoj stanici Vrbica na vodotoku Zlatica, tokom ispitivanog perioda, SAR vrednost je za svih 100% uzoraka pripadala prvoj klasi. Vrednosti SSP su bile takve da je 14% ispitivanih uzoraka pripadalo II klasi, 85% III klasi i 1% IV klasi. RSC vrednost je tokom perioda ispitivanja bila takva da su ispitivani uzorci pripadali 95% I klasi i 5% II klasi upotrebljivosti vode za navodnjavanje. Prema parametru KR, 80% uzoraka je bilo upotrebljivo, a 20% neupotrebljivo za navodnjavanje, dok su prema MAR vrednostima 85% uzoraka bilo upotrebljivo, a 15% neupotrebljivo za navodnjavanje.

Za mernu stanicu Novo Miloševu na vodotoku DTD kanalu – Kikindski kanal, SAR vrednost bila je takva, tokom svih vegetacionih sezona od 2007. do 2019. godine, da je svih 100% uzoraka pripadalo prvoj klasi. Prema vrednosti SSP, 33% ispitivanih uzoraka pripadalo je II klasi, 65% III klasi i 2% IV klasi. RSC vrednost je bila takva tokom perioda ispitivanja da su ispitivani uzorci pripadali 94% I klasi, 5% II klasi i 1% III klasi upotrebljivosti vode. Vrednosti KR su bile takve da je 83% uzoraka bilo upotrebljivo, a 17% neupotrebljivo za navodnjavanje, dok su prema MAR vrednostima 97% uzoraka bilo upotrebljivo, a samo 3% neupotrebljivo za navodnjavanje.

Zaključak

Jedan od veoma efikasnih načina dobijanja informacije o upotrebljivosti vode za navodnjavanje jeste i hidrohemadska ocena kvaliteta vode za navodnjavanje, jer uz korišćenje jednostavnih formula daje relativno jasnu sliku sa više različitih aspekata. Sistematsko praćenje stanja upotrebljivosti korišćene vode je od značaja kako za gajene kulture, tako i za zemljište i korišćenu opremu. Banatski vodotoci su prema ovom istraživanju pokazali visok procenat upotrebljivosti vode za navodnjavanje prema više korišćenih parametara, što ukazuje na mogućnost korišćenja istih kao potencijalna izvorišta za navodnjavanje.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta pod nazivom: Određivanje merodavnog viška vode na području Vojvodine u okvirima klimatskih promena i ekstremnih hidrometeoroloških pojava (ugovor br. 142-451-2578/2021-01/01) koji finansira Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, kao i ugovori br. 451-03-68/2022-14 i br. 200189 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Belić S., Savić R., Belić A. (2001). Ocena upotrebljivosti vode za navodnjavanje, Ekoist, str. 146-150, Donji Milanovac
- Belić S., Belić A., Savić R., Maksimović I., Nešić Lj., Vranešević M. (2011). Upotrebljivost voda za navodnjavanje, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

- Eaton F.M. (1950). Significance of carbonate in irrigation water. *Soil Sci.* 69 (2), 123–133.
- Glover C.R. (1996). Irrigation Water Classification Systems, Guide A-116, Las Cruces, NM 5C, 2.
- Karunanidhi D., Aravinthasamy P., Subramani T., Raj Setia (2021). Groundwater suitability estimation for sustainable drinking water supply and food production in a semi-urban area of south India: a special focus on risk evaluation for making healthy society. *Sustain. Cities Soc.* 73.
- Kumar M.P., Kumar A.S., Pradeep T., Suresh M., Ramesh S. (2016). Assessment of the Groundwater Quality for Irrigation Purposes in Rasipuram Taluk, Tamilnadu, India. *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities*, Vol. 6, No.10, pp. 547-553.
- Richard L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline alkali soils. In: US Department of Agriculture, Hand Book No. 60, p. 160.
- Sultana N., Haque M.A., Elahi S.F. (2009). Evaluation of Surface Irrigation Water Quality in Muktagacha Upazila of Bangladesh, Songlanakarin J. Sci. Technol, 31 (2), 229-235.
- <http://www.hidmet.gov.rs/>

HYDROCHEMICAL ASSESSMENT OF IRRIGATION WATER QUALITY IN BANAT, SERBIA

Milica Vranešević¹, Attila Bezdan¹, Boško Blagojević¹, Gordana Šekularac², Radovan Savić¹, Miroljub Aksić³

Abstract

In this paper, the potential impact of the waters of the Banat watercourses of Zlatica, Brzava and Kikindski kanal as potential sources for irrigation is assessed on the basis of monthly water samples from the measuring stations of Markovićevo, Vrbica and Novo Miloševo, for the vegetation period from the year 2007 to 2019. The aim of the research is to get hydrochemical assesment of irrigation water quality from the basic chemical aspect in order to examine the possibility of using these watercourses for irrigation purposes. Most of the samples according to different quality parameters belong to the class of water that is of suitable quality, which indicates the fact that the examined watercourses are good as sources for irrigation.

Key words: water quality, irrigation, Banat

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Water Management, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia (milica.vraneševic@polj.edu.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia;

³University of Priština, Kosovska Mitrovica, Faculty of Agriculture, Kopaonička nn, Lešak, Serbia.