



Kvalitet vode za navodnjavanje sa fruškogorskih akumulacija

Milica Vranešević^{a*}, Boško Blagojević^a, Atila Bezdan^a, Radovan Savić^a

^aUniverzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za Uređenje voda, Novi Sad, Srbija
*Autor za kontakt: milicaraj@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Ispitivanje kvaliteta vode za navodnjavanje ima veliki značaj u očuvanju proizvodnih svojstava zemljišta, ali i uticaj na visinu i kvalitet očekivanog prinosa biljaka koje su u sistemu navodnjavanja. Imajući u vidu da se na Fruškoj gori intenzivnije podižu zasadi voća koje zahteva i meru kao što je navodnjavanje, vodu iz izgrađenih akumulacija treba obazrivo koristiti, jer može uzrokovati neželjene posledice u smanjenju prinosa i njegovom kvalitetu. U procesu ocene upotrebljivosti vode za navodnjavanje, na raspolaganju su brojne klasifikacije čije granične vrednosti nisu prilagođene uslovima koji vladaju u Srbiji. Zakoni koji se primenjuju u Srbiji ne propisuju, niti preporučuju način i dinamiku ocene upotrebljivosti korisnicima vode. Posledica ovoga je da se korisnicima daje mogućnost uporedne primene različitih klasifikacija, ali poželjno je raditi i dopunska ocena korišćenjem predloženih parametara u ovom radu. Činjenica da je prilikom izgradnje akumulacija njihova namena i navodnjavanje, praćenje kvaliteta vode je neophodna mera u cilju dobijanja stabilnih, kvalitetnih i visokih prinosa.

KLJUČNE REČI

Kvalitet vode, navodnjavanje, akumulacije

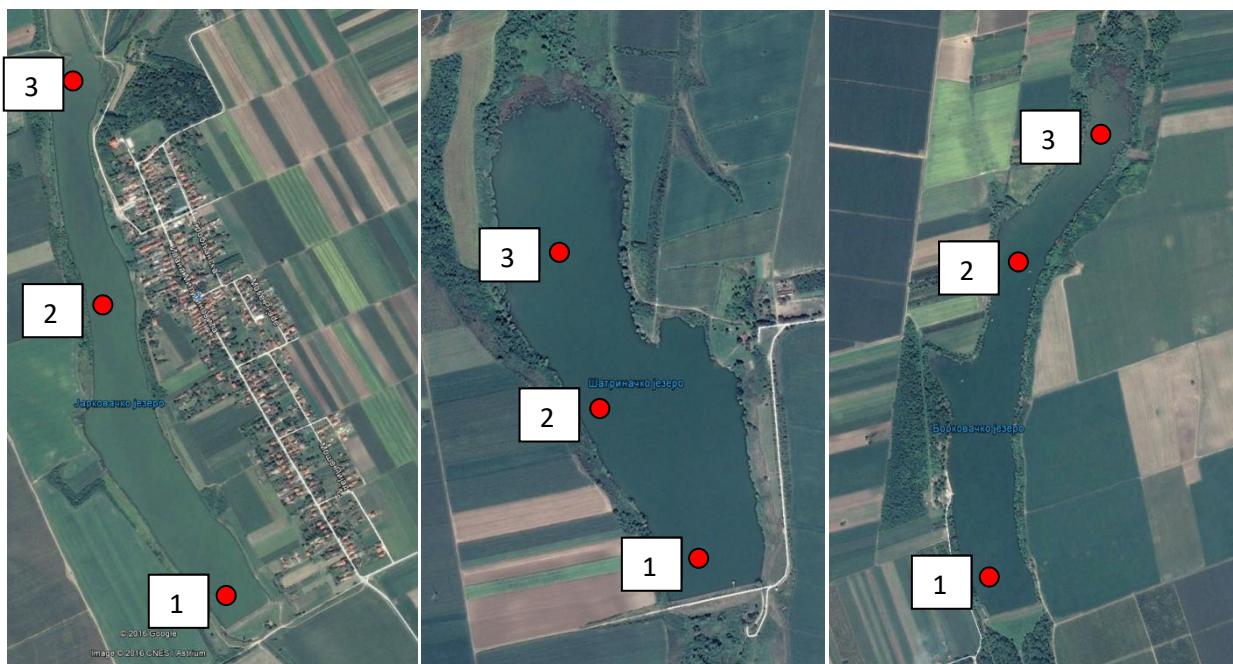
Uvod

Na Fruškoj gori izgrađeno je 14 akumulacija i njihov cilj je pre svega navodnjavanje poljoprivrednih površina, kao i odbrana od bujičnih tokova. Izgrađene akumulacije predstavljaju lokalne resurse za navodnjavanje zbog prisutnih klimatskih i hidroloških uslova koji ograničavaju njihovo prihranjivanje. Određeni broj akumulacija koristi se za navodnjavanje okolnih plantaža, pri čemu se može očekivati da će značaj navodnjavanja iz akumulacija biti još veći zbog proširivanja površina pod zasadima voća. Ocena kvaliteta vode za navodnjavanje bi trebala da bude neophodna mera u cilju sprečavanja nepovoljnih uticaja kako na prirodne resurse kao što su zemljište i podzemne vode, tako i na gajene biljke i primjenjenu opremu (Joshi et al., 2009). U Srbiji Zakon o poljoprivrednom zemljištu, Zakon o vodama i Zakon o zaštiti životne sredine predviđaju praćenje upotrebljivosti vode za navodnjavanje, ali ne i način na koji to treba raditi niti određenu klasifikaciju prema kojoj bi se vode za navodnjavanje klasifikovale prema upotrebljivosti. Uobičajeno je da se za ovu namenu koriste klasifikacije koje su poznate u svetu kao što su FAO klasifikacija i klasifikacija američke laboratorije za zasljanjena zemljišta (USSL). Za prostore Vojvodine razvijena je Nejgebauerova klasifikacija koja se takođe koristi. Uobičajeno je da nabrojane klasifikacije daju različite ocene upotrebljivosti, pa je stoga nekada dobro uvesti „dopunska“ ocenu upotrebljivosti kvaliteta vode za navodnjavanje i na taj način otkloniti postojeće nedoumice. Ova „dopunska“ ocena podrazumeva sadržaj ili odnose katjona i anjona osnovne mineralizacije vode (Gungor and Arslan, 2016). U ovom radu dat je uporedni prikaz poznatih klasifikacija i „dopunska“ ocena upotrebljivosti kvaliteta vode da bi se uvidele moguće posledice primene vode za navodnjavanje iz odabranih akumulacija na Fruškoj gori.

Materijal i metod

Kvalitet vode fruškogorskih akumulacija se ne prati sistematski, tako da se ne raspolaze sa kvalitetnim i kontinualnim rezultatima snimanja pa ni osnovnih pokazatelja njihovog stanja. Nakon poplava koje su se dogodile u maju 2014. godine bilo je potrebno ispitati kvalitet vode u akumulacijama zbog potencijalnih

neželjenih posledica. Uzorci vode zahvatani su iz akumulacija Ljukovo, Međeš i Borkovac, na tri mesta u svakoj od akumulacija kako je to obeleženo na slici 1.



Slika 1. Lokaliteti uzorkovanja vode iz akumulacija Ljukovo (Jarkovačko jezero), Međeš (Šatrinačko jezero) i Borkovac (Borkovačko jezero)

Figure 1. Location of water sampling points from artificial reservoirs Ljukovo (Jarkovačko lake), Međeš (Šatrinačko lake) and Borkovac (Borkovačko lake)

Rezultati hemijskih analiza (Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2014) korišćeni su za ocenu upotrebljivosti vode za navodnjavanje primenom sledećih klasifikacija: Kategorizacija voda po Nejgebaueru, FAO klasifikacija i klasifikacija USSL. Osnova navedenih klasifikacija je pre svega stepen i tip saliniteta korišćenih voda. Za formiranje kvalitetnije ocene upotrebljivosti vode korišćena je „dopunska“ ocena koja sadrži određivanje vrednosti rezidualnog natrijum karbonata (RSC), odnos hidrokarbonata i kalcijuma (RSBC), relativni sadržaj magnezijuma (MAR), relativna sadržaj natrijuma (SSP, KR) i indeks permeabilnosti (PI) (Robbinson, 1984; Pfeifer et al., 1999; Van de Graaff & Patterson, 2001; Prasad et al., 2001; Bauder et al., 2007; Seilsepour et al., 2009). Dobar kvalitet vode za navodnjavanje prema „dopunskoj“ klasifikaciji podrazumeva prihvatljive opsege navedenih vrednosti parametara i njihovih odnosa.

Rezultati i diskusija

Pregledom rezultata osnovne mineralizacije uzorka koji su analizirani, uviđa se koji je tip vode na osnovu prisutnih katjona i anjona. Analiza upotrebljivosti vode za navodnjavanje započinje se ovakvim pregledom koji je dat u tabeli 1.

Dobijeni rezultati hemijskih analiza korišćeni su dalje u oceni upotrebljivosti vode za navodnjavanje primenom kategorizacije voda po Nejgebaueru, FAO klasifikaciji i kasifikaciji USSL. Generalna ocena prema tri klasifikacije je da se voda može koristiti za navodnjavanje, ali uz kontrolu.

Tabela 1

Mineralizacija vode za navodnjavanje prema lokalitetima.

Table 1

Mineralization of irrigation water per localities.

lokalitet/ parametar		Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SO (mg/l)	EC (μS/cm)
Ljukovo	min	17,48	47,84	22,37	335,7	11,8	20	347	577
	max	26,43	48,95	23,79	375,8	13,7	22,4	372	601
Međeš	min	25,99	43,37	18,65	225,7	11,6	22,3	288	474
	max	37,58	43,67	19,78	299,2	13,9	25,2	305	509
Borkovac	min	27,1	35,84	20,93	295,8	12,6	32,8	374	574
	max	36,83	41,37	24,74	359,9	15,2	34,9	410	606

Klasifikacija po Nejgebaueru predložena je za uslove koji vladaju u Vojvodini. Imajući ovo u vidu ova klasifikacija je prilagođena vladajućim uslovima i može se očekivati da će dati najrealniju ocenu. Prema ovoj klasifikaciji analizirani uzorci se svrstavaju u Ib i II klasu. Ako se detaljno analiziraju uzorci koji su dobijeni kod akumulacije Ljukovo uviđa se da je pojava Ib klase zabeležena na najuzvodnijem mernom mestu od brane, dok su uzorci sa sredine akumulacije i neposredno uz branu bili II klase. Kod akumulacije Međeš analiza uzorka je pokazala da se Ib klasa javlja duž cele akumulacije. Dobijeni rezultati sa akumulacije Borkovac ukazuju da se pojava II klase javila neposredno uz branu dok su uzorci sa sredine akumulacije i na najuzvodnijeg mernog mesta bili Ib klase. Ovo ukazuje da iako postoji malo povećanje mineralizacije duž akumulacija Ljukovo i Borkovac to ne bi uticalo na kvalitet vode kojom se navodnjava, jer Ib klasa spada u „besprekorne“ vode, a II klasa se svrstava kao vode dobre za navodnjavanje. U tabeli 2. prikazani su rezultati klasifikacije prema Nejgebaueru i FAO klasifikaciji. FAO klasifikacija, daje homogene rezultate. Prema ovoj klasifikaciji voda pripada I klasi prema stepenu saliniteta i toksičnom delovanju natrijuma i hlorida, dok se prema uticaju na infiltraciona svojstva zemljišta, voda svrstava u II klasu. Na slici 2. prikazani su rezultati koje daje USSL klasifikacija. Voda iz uzorka sa akumulacijom svrstava se u C2-S1 klasu, odnosno voda je umereno zaslanjena, a opasnost od pojave štetne adsorpcije natrijuma nije u značajnoj meri izražena.

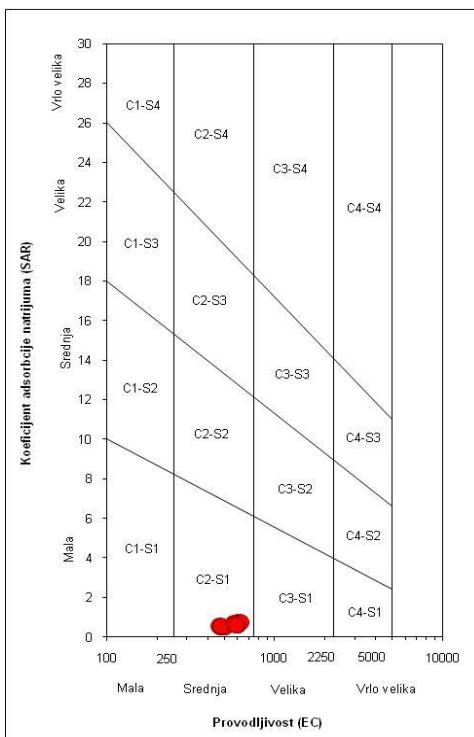
Tabela 2

Ocena upotrebljivosti vode za navodnjavanje po kategorizaciji voda po Nejgebaueru i FAO klasifikaciji.

Table 2

Suitability rating of irrigation water classification by Nejgebauer and FAO classification.

Uzorci	Klasifikacije					
	Nejgebauer		FAO			
	min	max	salinitet	infiltracija	toksičnost	
			min/max	min/max	min/max	
Ljukovo	Ib	II	I	II	I	
Međeš	Ib	Ib	I	II	I	
Borkovac	Ib	II	I	II	I	



Slika 2. Upotrebljivost vode za navodnjavanje po USSL klasifikaciji
Figure 2. Usability of irrigation water per USSL classification

Dopunska ocena upotrebljivosti kvaliteta vode za navodnjavanje počinje sa definisanjem vrednosti EC (dS/m) od koje pre svega zavisi opasnost od saliniteta. Za sve tri akumulacije ova vrednost pripada umerenoj opasnosti od zaslanjivanja što ukazuje da se ovakvom vodom mogu zalivati biljke koje su umereno tolerantne na prisustvo soli u vodi. Svi parametri „dopunske“ ocene upotrebljivosti prikazane su u tabeli 3.

Tabela 3

Dopunska ocena upotrebljivosti vode za navodnjavanje na analiziranim lokalitetima.

Table 3

Additional usability of irrigation water in the analyzed localities.

Uzorci/ Dopunska ocena vode za navodnjavanje		MAR (%)	SSP (%)	RSC (meq/l)	RSBC (meq/l)	PI (%)	KR (meq/l)	SAR (meq/l)
Ljukovo	min	75,10	17,05	0,85	4,63	55,00	0,18	0,60
	max	82,15	18,77	1,72	4,84	56,82	0,21	0,65
Međeš	min	65,79	16,32	0,01	2,40	47,99	0,15	0,49
	max	73,69	18,47	1,26	3,23	49,86	0,17	0,55
Borkovac	min	63,52	18,56	0,70	3,49	54,69	0,18	0,56
	max	71,79	22,27	2,45	4,06	58,40	0,22	0,69

Vrednost relativnog sadržaja natrijuma (SAR) na sve tri akumulacije se svrstavaju u vodu „odličnog“ kvaliteta. Kada se govori o relativnom sadržaju natrijuma prema drugim pokazateljima kao što su SSP i KR, takođe za sve tri akumulacije voda se svrstava u kategoriju „odličnog“ kvaliteta, osim u jednoj situaciji na akumulaciji Borkovac na mernom mestu neposredno uz branu kada je uzorak ocenjen kao „dobrog“ kvaliteta. Povećanjem koncentracija magnezijuma u vodi za navodnjavanje, moguće su posledice kao što je smanjeni prinos. Parametar koji registruje ovo povećanje koncentracije je MAR vrednost i za sve tri

akumulacije iznosi više od 50% što ukazuje na moguću pojavu neželjenih posledica. Vrednosti RSC i RSBC predstavljaju koncentracije rezidualnog natrijum karbonata i odnos hidrokarbonata i kalcijuma. Ove vrednosti utiču na upotrebljivost vode za navodnjavanje tako što povećavaju pH vrednost (Oladeji et al., 2012). Osim na mernom mestu neposredno uz branu na akumulaciji Borkovac gde su vrednosti pokazale da postoji umeren kvalitet vode za navodnjavanje, svi ostali uzorci pokazali su da je voda za navodnjavanje odličnog kvaliteta. Vrednosti koje se odnose na propustljivost zemljišta pre svega su vezane za upotrebu vode za navodnjavanje koje su opterećene solima natrijuma, kalcijuma, magnezijuma i hidrokarbonatima. U slučaju sve tri akumulacije vrednosti su takve da je voda ocenjena kao „dobrog“ kvaliteta. Ovakvi rezultati na ispitivanim akumulacijama ukazuju na mogućnost korišćenja vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina bez negativnih uticaja kako na zemljište tako i na biljke, ali uz obaveznu kontrolu.

Zaključci

Analize upotrebljivosti vode za navodnjavanje sa fruškogorskih akumulacija ukazuju na generalno dobar kvalitet. Korišćenjem poznatih klasifikacija ne postoji veće odstupanje od odličnog ili dobrog kvaliteta vode za navodnjavanje. Dopunska ocena upotrebljivosti voda ukazuje, takođe na mala odstupanja od odličnog kvaliteta. Jedina odstupanja koja se javljaju je na akumulaciji Borkovac i to samo neposredno uz branu. Primenom ovakvog pristupa oceni kvaliteta vode za navodnjavanje moguće je detaljno i sistematski pratiti kvalitet voda čime bi se moguće štete po zemljište, biljke i opremu mogle svesti na minimum.

Literatura

- Bauder T.T., Waskom R.M., Davis J.G. 2007. Irrigation Water Criteria, 1-3, Colorado State University, USA.
- Gungor A., Arslan H. 2016. Assessment of water quality in drainage canals of Çarşamba plain, Turkey, Through water quality indexes and graphical methods, Global NEST Journal. 18:1, 67-78.
- Institut za vodoprivrednu „Jaroslava Černi“ 2014. Istražni radovi identifikacije poprečnih profila postojećih akumulacija sa merenjem oticaja u periodu istražnih radova, Knjiga 2
- Joshi D. M., Kumar A., Agrawal N. 2009. Assesment of the Irrigation Water Quality of River Gang in Haridwar District, Rasajan Journal Chem. 2: 2, 285-292.
- Oladeji O.S., Adewoye A.O., Adegbola A.A. 2012. Suitability assessment og groundwater resources for irrigation around Otte Village, Kwara State, Nigeria, Journal of Applied Sciences and Engineering Research. 1:3, 437-445.
- Pfeifer, J., Balázsi, C., Kiss, B. A., Pécz, B., & Tóth, A. L. 1999. The influence of residual sodium on the formation and reductive decomposition of hexagonal tungsten oxide. Journal of materials science letters. 18:14, 1103-1105.
- Prasad, A., Kumar, D., & Singh, D. V. 2001. Effect of residual sodium carbonate in irrigation water on the soil sodication and yield of palmarosa (*Cymbopogon martini*) and lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). Agricultural Water Management. 50:3, 161-172
- Robbinson C.W. 1984. Sodium Adsorption Ratio-Exchangeable Sodium Percentage Relationships in a High Potassium Saline-Sodic Soil, Irrigation Science. 5: 173-179.
- Seilsepour M., Rashidi M., Khabaz B.G. 2009. Prediction of Soil Exchangeable Sodium Percentage Based on Soil Sodium Adsorption Ratio, American-Euroasian J. Agric&Environ.Sci 5: 1-4.
- Van de Graaff, R., Patterson, R. A. 2001. Explaining the mysteries of salinity, sodicity, SAR and ESP in on-site practice. On-Site '01 Conference: Advancing On-site Wastewater Systems, September, University of Armidale, New England.

Irrigation water quality from artificial reservoirs on Fruška Gora

Milica Vranešević^{a*}, Boško Blagojević^a, Atila Bezdan^a, Radovan Savić^a

^aUniversity of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Water management, Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: milicaraj@polj.uns.ac.rs

ABSTRACT

An analysis of the irrigation water quality has the great importance in the preservation of productive soil characteristics, and it also influences the amount and quality of the expected yield of irrigated plants. Keeping in mind that on the Fruska Gora there is intense raise of plantations fruit crops that require a measure such as irrigation, it should be noted that water as resource should be used cautiously, as it may cause unwanted effects in reducing yield and its quality. In the process of evaluating the usability, there are numerous classifications, which limit values are not adapted to the conditions prevailing in Serbia. The laws that apply in Serbia does not prescribe or recommend the manner and timing estimates usability of irrigation water to users. The consequence of this is that it gives users the option of comparative application of different classification, but it is preferable to use additional assessment using some of the suggested parameters. The fact that during the construction of reservoirs their purpose is irrigation too, water quality monitoring is a necessary measure in order to obtain stable, high-quality and high yield.

KEY WORDS

Water quality, irrigation, artificial reservoirs

Primljen: 24.11.2016.

Prihvaćen: 12.12.2016.