

# ANALIZA KVALITETA VODA AKUMULACIJA U SRBIJI U ODNOSU NA GRANIČNE VREDNOSTI DIREKTIVE 75/440/EEC<sup>1</sup>

Dr Nebojša Veljković, dipl.inž.građ., Milorad Jovičić, dipl.inž.građ.

*Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, Agencija za zaštitu životne sredine*

## REZIME

U radu se razmatra zakonski okvir kontrole kvaliteta površinskih voda prema našoj UREDBI i DIREKTIVE 75/440/EEC koja se odnosi na zahtevani kvalitet površinske vode namenjene za zahvatanje za vodu za piće. Istraživano je osam akumulacija u Srbiji namenjenih vodosnabdevanju, određivanjem indeksa kvaliteta vode metodom WQI za period 2000-2004. godina. Kvalitet voda akumulacija bio je u graničnim vrednostima u odnosu na zahtevani kvalitet.

**KLJUČNE REČI:** kvalitet površinskih voda, voda za piće, zakonski okvir

## ANALYSIS OF WATER QUALITY IN ACCUMULATIONS IN SERBIA IN TERMS OF TRESHOLD VALUES UNDER 75/440/EEC DIRECTIVE

### ABSTRACT

The paper considers legal framework for the surface waters quality control as per our REGULATION AND DIRECTIVE 75/440/EEC in terms of required quality of surface waters intended to be used for the drinking water production. Research has been done in eight accumulations designed for water supply in Serbia, and water quality index has been determined using WQI method during the period 2000-2004. The water quality in these accumulations was within the treshold values in relation to the required quality.

**KEY WORDS:** surface waters quality, drinking water, legal framework

### UVOD

Razvoj vodoprivrednih sistema u Srbiji u sektoru vodosnabdevanja biće usmeren na postepeno proširivanje i povezivanje u kompleksne regionalne sisteme za vodosnabdevanje. Povezivanje više opštinskih vodovodnih sistema u regionalne sisteme, objedinjavanjem kapaciteta različitih tipova izvorišta, omogućava sigurnost u vodosnabdevanju. U centralnoj Srbiji se pored izvorišta podzemnih voda kao osnovnog resursa koriste ili planiraju i grade akumulacije kao izvorišta vodosnabdevanja. Ukupna zapremina akumulacija sa visokim branama obuhvata zapreminu akumulisanog prostora od oko  $6155 \times 10^6 \text{ m}^3$  vode, od čega je za vodosnabdevanje stanovništva namenjeno  $760 \times 10^6 \text{ m}^3$  i oko  $27,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  za potrebe industrije. [1]

Generalni problem u upravljanju postojećim akumulacijama je da se one jednonamenski koriste, što je posledica nepostojanja jedinstvenog plana upravljanja režimom voda. Zaštita i uređenje slivnog područja je kompleksan problem jer formiranjem akumulacija dolazi do promena živog sveta i njima. Nastaju

---

<sup>1</sup> Rad je objavljen u zborniku referata Konferencije «VODA 2006», 6.-9. jun 2006, Zlatibor

zajednice karakteristične za novonastale uslove koje prolaze od faze razvoja do faze stabilizacije. Svako akumulaciono jezero je specifično i drugačije od drugih što je uslovljeno nadmorskom visinom, hidrološkim karakteristikama, dubinom, protočnošću, pedologijom podloge, živim svetom i intenzitetom antropogenih uticaja. Sve akumulacije imaju svoj vek, a koliki će on biti zavisi od plana monitoringa kvaliteta kao preduslova zaštite.

## **ZAKONSKI OKVIR KONTROLE KVALITETA POVRŠINSKIH VODA**

Našom regulativom i legislativom sistematski se provodi princip da je kontrola kvaliteta površinskih voda instrument zaštite u domenu imisije. Uredbom o kategorizaciji vodotoka i Uredbom o klasifikaciji voda u Republici Srbiji vodotoci su razvrstani u I, IIa, IIb, III i IV klasu prema zadatim graničnim vrednostima pokazatelja kvaliteta. Ovom Uredbom, objavljenoj još 1968. godine, nije dat postupak kako da se na osnovu pojedinačno kategorisanih jedanaest pokazatelja kvaliteta odredi zajednička klasa koju treba uporediti sa propisanom. Daljim unapređenjem regulative, donešena je „Uredba o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i obalnog mora Jugoslavije” (1978) kojom su vodotoci takođe razvrstani u četiri klase. Pri tom je kvalitativna kategorizacija proširena novim pokazateljima (zasićenje kiseonikom %O<sub>2</sub>, HPK, toksične materije i stepen radioaktivnosti). Međutim, kao i u kod prethodne Uredbe nije dat postupak određivanja sumarne klase kvaliteta na osnovu klase svakog pojedinačnog pokazatelja kvaliteta. Ovakav problem nedorečenosti zakona je donekle prevaziđen posebnim određivanjem klase kvaliteta na osnovu fizičko-hemijskih, bioloških i bakterioloških pokazatelja, i to aritmetičke sredine dve najnepovoljnije vrednosti pokazatelja.

Politika voda u Evropskoj uniji se zasniva na principu samoodrživog razvoja vodoprivrede primenom Okvirne Direktive o vodama (WFD) i ostalih Direktiva. Upoznavanje sa ovim Direktivama je značajno kao polazna osnova za pripremu naše zemlje u integracione procese EU sa gledišta aktuelne međunarodne saradnje u vodoprivredi. Kada je u pitanju zakonski okvir kontrole kvaliteta površinskih voda prema našoj Uredbi sa aspekta podobnosti korišćenja za vodosnabdevanje, komparativna je DIREKTIVA SAVETA 75/440/EEC koja se odnosi na zahtevani kvalitet površinske vode namenjene za zahvatanje za vodu za piće u državama članicama. [2] Ovom Direktivom površinske vode su razvrstane u odnosu na granične vrednosti u tri kategorije: A1 (jednostavan fizički tretman i dezinfekcija, npr. Brza filtracija i dezinfekcija), A2 (normalan fizički tretman i dezinfekcija, npr. prethodna oksidacija/dezinfekcija, koagulacija, flokulacija, filtracija, dezinfekcija), A3 (intenzivni fizički i hemijski tretman, produžen tretman i dezinfekcija, npr. kontaktno hlorisanje, koagulacija, flokulacija, adsorpcija, dezinfekcija). Ove grupe odgovaraju trima različitim kvalitetima površinske vode prema njihovim fizičkim, hemijskim i mikrobiološkim karakteristikama uspostavljenim u tabelarnom pregledu (Anex II). Površinske vode čije fizičke, hemijske i mikrobiološke karakteristike odstupaju od obaveznih graničnih vrednosti koje odgovaraju tretmanu tipa A3 ne mogu se koristiti za zahvatanje za vodu za piće. Međutim, voda takvog sniženog kvaliteta može se, u izuzetnim okolnostima, koristiti ako se primene odgovarajući postupci kako bi se kvalitativne karakteristike vode dovele do nivoa standarda kvaliteta za vodu za piće.

## **KORELACIJA METODE WQI I DIREKTIVE 75/440/EEC**

Površinske vode su složeni višekomponentni sistemi čije izučavanje zavisi od primene i usvajanja činjenica, principa i metoda hemije, fizike, geologije, hidrologije, meteorologije, matematike i drugih nauka, da bi se rešili problemi koji su u osnovi ekološke prirode. Specifičnost i kompleksnost hemijskog sastava površinskih voda i pokazatelja kvaliteta kao posledica u njoj rastvorenih mineralnih i organskih materija, gasova, koloida, suspendovanih čestica i mikroorganizama, dospelih u vodi prirodnim ili veštačkim procesima, naglašavaju značaj primene indeksnih metoda za njihovo ocenjivanje iznalaženjem zajedničkog faktora koji obuhvata kvalitet kao celinu.

Klasifikacioni sistem opisivanja kvaliteta površinskih voda metodom Water Quality Index (WQI) predstavlja način procenjivanja kvaliteta za grupu odabranih parametara, a prethodna istraživanja i

objavljeni radovi ukazuju da se primenom ovakve metode može dobiti sveobuhvatna predstava stanja kvaliteta površinskih voda. [3], [4], [5] Suština metode Indeksa kvaliteta vode (WQI) je da deset odabranih parametara (Zasićenost kiseonikom, BPK<sub>5</sub>, Amonijak, PH vrednost, Oksidi azota, Fosfati, Suspendovne materije, Temperatura, Provodljivost, E.Coli) svojim svojstvima reprezentuju osobine površinskih voda svodeći ih na jedan indeksni broj. Udeo svakog od deset odabranih parametara na ukupni kvalitet vode nema isti relativni značaj, zato je svaki od njih dobio svoju težinu i broj bodova prema udelu u ugrožavanju kvaliteta. Sumiranjem proizvoda ( $q_i \times w_i$ ) dobija se indeks 100 kao idealan zbir težina svih parametara. Koliko će indeksnih poena u rasponu od 0 do 100 pripasti nekoj vodi zavisi od osvojenih poena pojedinih parametara.

Tabela 1. Korelacija metode WQI i DIREKTIVE 75/440/EEC  
Table 1. Correlation of Method WQI and DIRECTIVE 75/440/EEC

Parametri / jedinica mere	WQI <sub>max</sub> q <sub>i</sub> x w <sub>i</sub>	A1	WQI <sub>A1</sub> q <sub>i</sub> x w <sub>i</sub>	A2	WQI <sub>A2</sub> q <sub>i</sub> x w <sub>i</sub>	A3	WQI <sub>A3</sub> q <sub>i</sub> x w <sub>i</sub>
Saturacija / % O <sub>2</sub>	18	> 70	<b>11</b>	> 50	<b>6</b>	> 30	<b>2</b>
BPK <sub>5</sub> / mg/l	15	< 3	<b>11</b>	< 5	<b>7</b>	< 7	<b>4</b>
Amonijum jon / mg/l NO <sub>3</sub>	12	0,05	<b>12</b>	1	<b>3</b>	2	<b>2</b>
PH vrednost	9	6,5-8,5	<b>9-7</b>	5,5-9	<b>5</b>	5,5-9	<b>5</b>
Azot / mg/l N	8	1	<b>7</b>	2	<b>6</b>	3	<b>5</b>
Fosfati / mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8	0,4	<b>4</b>	0,7	<b>1</b>	0,7	<b>1</b>
Suspendovne materije / mg/l SM	7	25	<b>4</b>	25	<b>4</b>	25	<b>4</b>
Temperatura / °C	5	22	<b>2</b>	22	<b>2</b>	22	<b>2</b>
Provodljivost / μS/cm	6	1000	<b>0</b>	1000	<b>0</b>	1000	<b>0</b>
E.Coli /MPN/ 100 ml	12	20	<b>12</b>	2000	<b>10</b>	20000	<b>7</b>
Σq <sub>i</sub> x w <sub>i</sub> = WQI	<b>100</b>		<b>70</b>		<b>44</b>		<b>32</b>

U tabelarnom pregledu (Tabela 1) date su dobijene vrednosti indeksa WQI (WQI<sub>A1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>) prema tri kategorije kvaliteta površinske vode (A1, A2, A3). Kvalitet površinskih voda koji odgovara kategoriji A1 Direktive, metodom WQI dobija 70 indeksnih poena, A2 44 poena i kategoriji A3 32 indeksna poena.

### **ANALIZA KVALITETA VODA AKUMULACIJA U SRBIJI KOMPARIJANJEM DIREKTIVE 75/440/EEC I METODE WQI**

Površinski tokovi i akumulacije su danas sve značajniji prijemnici otpadnih voda iz kanalizacionih sistema i zagađenih spiranih površina, a tako nastali fizičko-hemijski uslovi i antropogeni faktori pogoršavaju kvalitet akvatične sredine. Nedostatak vode za piće je sve aktuelniji, troškovi izgradnje akumulacija su veliki a sanacija nastalih ekoloških problema kod postojećih akumulacija složena i preskupa, što još više naglašava značaj monitoringa kvaliteta. Za prikaz postojećeg stanja kvaliteta voda akumulacija u Srbiji korišćen je fond podataka RHMZ Srbije za period 2000-2004. godina. [6]

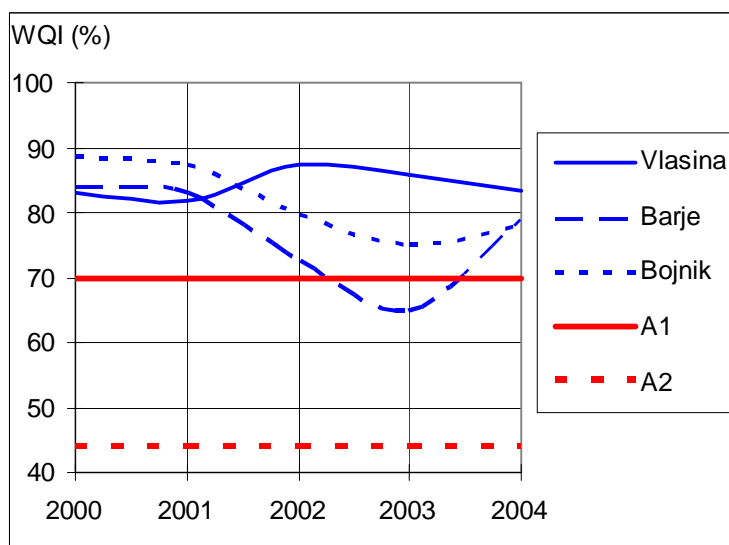
Istraživano je osam akumulacija namenjenih vodosnabdevanju, procenjivanjem kvaliteta koji se zasniva na slučajnim uzorcima uzetim jednom godišnje (juni – oktobar), određivanjem indeksa kvaliteta vode metodom Water Quality Index.

Tabela 2. Istraživane akumulacije u Srbiji namenjene vodosnabdevanju  
Table 2. Research done in Serbian Accumulations designed for Water Supply

Akumulacija	Vodotok	Godina izgradnje	Visina brane (m)	Zapremina tela brane ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Ukupna zapremina akumulacije ( $10^6 \text{ m}^3$ )
<b>Vlasina</b>	Vlasina	1949	34	365	176
<b>Ćelije</b>	Rasina	1978	52	409	60
<b>Bovan</b>	Moravica	1978	52	297	59
<b>Vrutci</b>	Đetinja	1984	77	83	54
<b>Gruža</b>	Gruža	1984	52	78	65
<b>Brestovac</b>	Pusta reka	1985	31	240	10
<b>Grlišće</b>	Grliška reka	1988	32	103	12
<b>Barje</b>	Veternica	1991	75	1300	41

Shodno RHMZ programu ispitivanje kvaliteta voda akumulacija obavlja se na tri lokacije (kod brane, sredina jezera i početak jezera) i po dubini (površina, sredina vertikalne i dno). Za potrebe ovog istraživanja za period 2000-2004. godina urađeno je osrednjavanje pojedinačnih pokazatelja kvaliteta vode prema uputstvu *Eurowaternet – Lakes Aggregation of station data* i dobijena procenjena vrednost kvaliteta izražena odgovarajućim WQI indeksnim brojem.

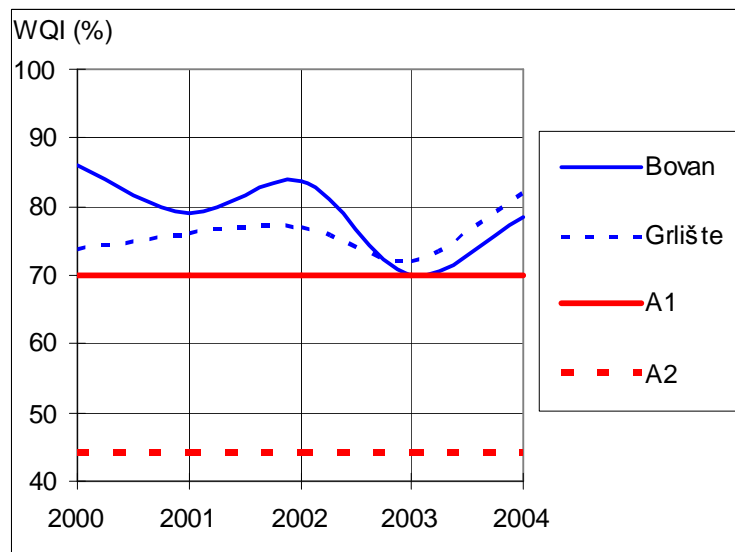
Slika 1. Kvalitet vode akumulacija Vlasina, Barje i Bojnik  
Figure 1. Water Quality in Accumulations of Vlasina, Barje and Bojnik



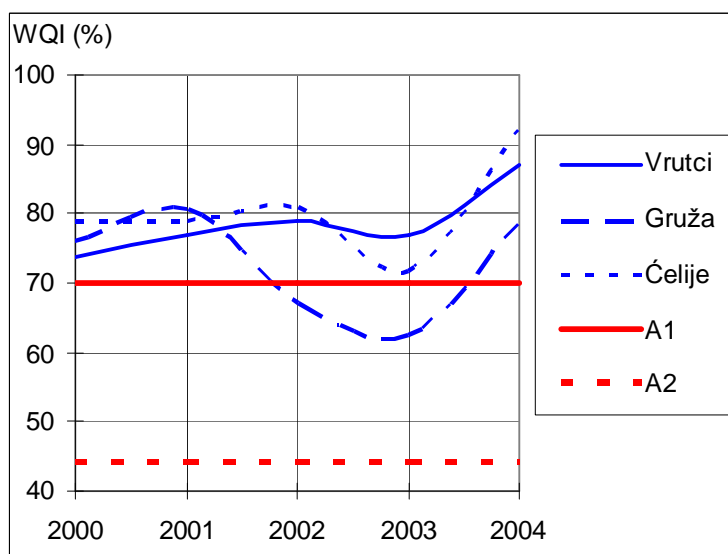
Rezultati istraživanja prezentovani su na linijskim dijagramima (Slika 1-3), gde su na ordinati predstavljene procenjene vrednosti kvaliteta vode akumulacija izražene metodom WQI a na apcisi godine. Takođe je na dijagramima predstavljeno granično područje/linija koja odgovara/razdvaja zahtevani kvalitet kategorije A1 i A2 DIREKTIVE 75/440/EEC sa pripadajućim vrednostima WQI. Predstavljene rezultati daju uvid u kvalitet voda istraživanih akumulacija sa aspekta podobnosti za vodosnabdevanje. Predstavljene rezultati daju uvid u kvalitet voda istraživanih akumulacija sa aspekta podobnosti korišćenja za vodosnabdevanje. Komparativna analiza pokazuje da je samo kvalitet voda akumulacije Barje i Gruža bio ispod A1 granične vrednosti koja se odnosi na zahtevani kvalitet površinske vode namenjene za zahvatanje za vodu za piće.

Metoda WQI procenjivanja kvaliteta površinskih voda je ograničena za grupu deset odabranih parametara, a naša UREDBA i evropska DIREKTIVA uzimaju u obzir i ostale parametre i grupe opasnih i štetnih materija čije povišene koncentracije iznad preporučenih mogu ugroziti zdravlje ljudi. Fond podataka RHMZ Srbije za kvalitet voda istraživanih akumulacija obuhvata i podatke o koncentracijama niza opasnih i štetnih materija (Cu, Zn, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, CN<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, PAH, BCH, Dieldrin). Od ovih parametara samo je kvalitet vode akumulacije Bovan za period 2000-2004. godina kod jednog uzorka pokazao koncentraciju Cu=0.036 mg/l i akumulacije Čelije koncentracija Cu=0.05 mg/l (preporučene vrednosti za A1 Cu=0.02 mg/l i A2 Cu=0.05 mg/l).

Slika 2. Kvalitet vode akumulacija Bovan i Grišće  
Figure 2. Water Quality in Accumulations of Bovan i Grišće



Slika 3. Kvalitet vode akumulacija Vrutci, Gruža i Čelije  
Figure 3. Water Quality in Accumulations of Vrutci, Gruža i Čelije



Kod svih uzoraka kvalitet voda akumulacija pokazao je povišene koncentracije Fe u odnosu na preporučenu vrednost za kategoriju kvaliteta A2 (preporučene koncentracije: Fe = 0,1 mg/l). Prema parametaru Mn uzorci prekoračuju preporučene koncentracije za kategoriju A2 (Mn = 0,1 mg/l). Kvalitet vode akumulacije Gruža jednog uzorka je bio sa koncentracijom Mn=1,537 mg/l, što u odnosu na preporučenu vrednost odgovara kategoriji kvaliteta A3 DIREKTIVE.

## ZAKLJUČAK

Generalno je kvalitet voda istraživanih akumulacija u periodu 2000-2004. godina, prema podacima RHMZ Srbije, bio u graničnim vrednostima u odnosu na zahtevani kvalitet površinske vode namenjene za zahvatanje za vodu za piće prema DIREKTIVI SAVETA 75/440/EEC. Prezentovani rezultati komparativne analize primenom metode WQI pokazuju da se ona može koristiti u sistemu monitoringa kod akumulacija namenjenih vodosnabdevanju.

## LITERATURA

- [1] *Vodoprivredna osnova Republike Srbije*, Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Republike Srbije, 2001.
- [2] *Direktive Evropske Unije o vodama*, Republička Direkcija za vode, Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Republike Srbije, 2005.
- [3] N.Veljković, eds, *Određivanje indeksa kvaliteta voda sliva Južne Morave primenom WQI metode*, Zaštita voda 2000, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd, 2000.
- [4] N.Veljković, eds, *Measuring indicators of sustainable water development for agglomerations in the South Morava basin*, 11<sup>th</sup> Stockholm Water Symposium, Abstract Volume: Building Bridges Through Dialogue, Stockholm, Sweden, 2001.
- [5] N.Veljkovic, *Indicator of sustainable development of Southern Morava river basin -Ecoagglomeration Development Index*, Environmental and Public Health Recovery and Protection, UCIS, University of Pittsburgh, USA, 2003.
- [6] Republički hidrometeorološki zavod, *Hidrološki godišnjak – 3. Kvalitet voda 2000-2004*, Beograd.