

ANALIZA KVALITETA DUNAVA KROZ SRBIJU METODOM WATER QUALITY INDEX*

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

Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije
Agencija za zaštitu životne sredine, nebojsa.veljkovic@sepa.sr.gov.yu

REZIME

U radu je analiziran kvalitet Dunava kroz Srbiju korišćenjem fonda podataka RHMZ Srbije za period 2001-2005. godina. Za proračun su korišćeni podaci o kvalitetu voda uzorkovani u proseku jednom mesečno prema odgovarajućim parametrima metodom Water Quality Index. Sračunata je srednja vrednost za svako merno mesto na godišnjem nivou i iz medijane uređenog niza indeksa kvaliteta WQI svih stanica dobijen sintetizovani indikator kvaliteta. Istraživanje je pokazalo pad kvaliteta izražen indeksom WQI za analizirani period.

KLJUČNE REČI: kvalitet površinskih voda, WQI, opisni indeks kvaliteta

DANUBE RIVER WATER QUALITY ANALYSIS USING WATER QUALITY INDEX METHODOLOGY

ABSTRACT

This paper presents the results of the Danube River water quality analysis, using the data set for the period 2001 - 2005, provided by the Hydrometeorological service of Republic of Serbia. Main input parameters - data on water quality resulting from sampling performed generally once per month for relevant parameters, are used according to Water Quality Index (WQI) methodology. Data grouped on a sampling site basis, averaged on a yearly level, resulting with a median WQI of each sampling station are employed to create a synthesized quality indicator. Final result of such an analysis shows a general deterioration of quality expressed using WQI for the observed period.

KEY WORDS: surface water quality, WQI, descriptive quality index

UVOD

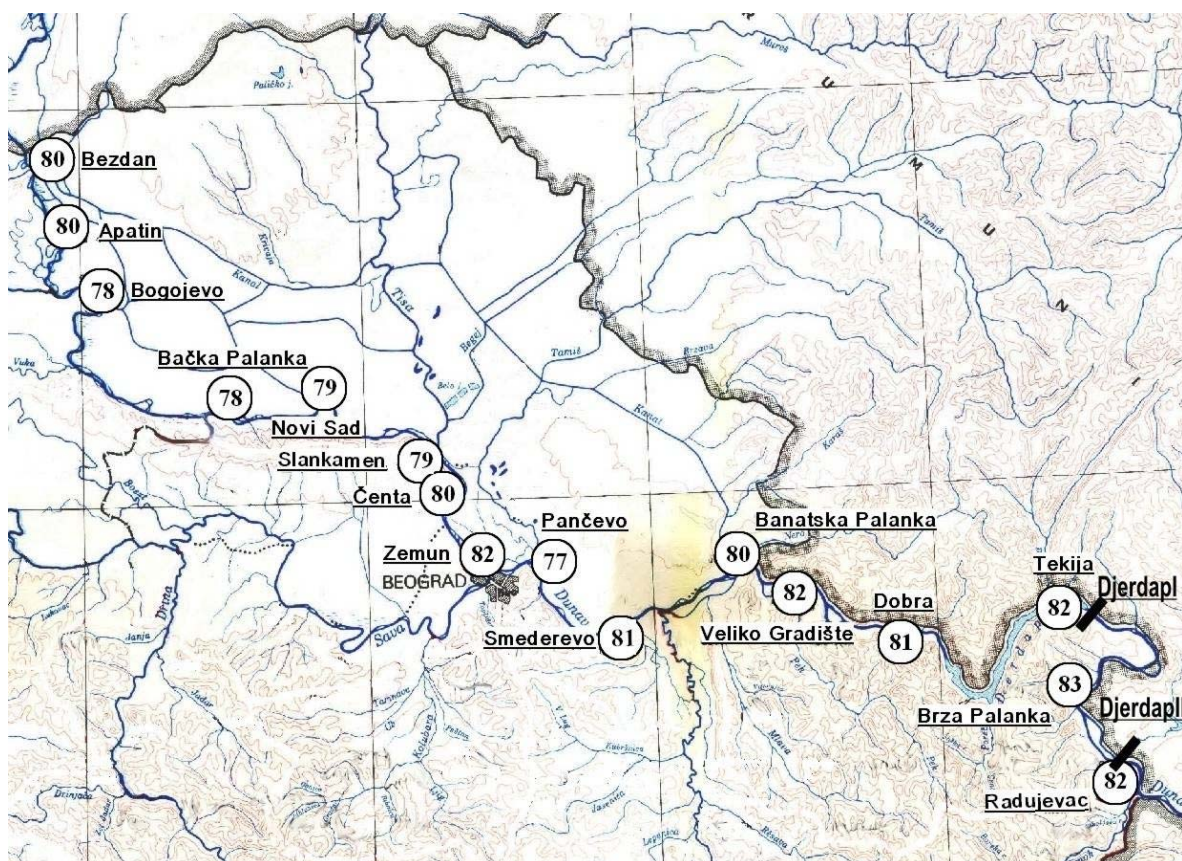
Reka Dunav sa dužinom od 2.783 km zauzima 33. mesto, a po površini sliva od 817.000 km² je na 32. mestu u svetu. Pritoke koje imaju najveći uticaj na njegov proticaj su Drava, Tisa, Sava, Velika Morava i Olt, Siret i Prut (Rumunija, Moldavija). Deo toka Dunava u dužini od 587,4 km geografski pripada Srbiji i obuhvata srednji (panonski) i donji (vlaški) deo. Izgradnjom HEPS Đerdap došlo je do promena vodnog režima i formiranja tri akvatične zone: uzvodno od uspora, zona pod usporom (akumulacije Đerdap I i II) i nizvodno od Đerdapa II. Pri visokim vodama Dunava uspor vode oseća se do ušća Nere, odnosno do ušća kanala Dunav-Tisa-Dunav kod Banatske Palanke. Pri malim vodama

* Rad je objavljen u zborniku referata konferencije „Voda 2007, JDZV i Institut „J.Černi“, Beograd.

jezero se uzvodno od brane prostire do sela Surduka koje je 37 km uzvodno od Beograda, a zahvaćeni su i delovi oko ušća velikih dunavskih pritoka Save, Tise i Velike Morave. Većina zagađujućih materija koje dospevaju u Dunav u vidu otpadnih voda potiču iz njegovih pritoka, sa spiranih poljoprivrednih površina i iz industrijskih i javnih kanalizacionih sistema duž toka. Mnogobrojna dosadašnja istraživanja kvaliteta celog toka Dunava ukazuju na opštu konstataciju da se akumulacija Đerdap I negativno odražava na sadržaj nutrijenata, jona gvožđa i mangana, mikroelemenata i organskih materija. Istraživanja pokazuju da se njihovo zadržavanje u uzvodnoj akumulaciji odražava na smanjenje sadržaja ovih komponenti u akumulaciji Đerdap II. Specifičnost i kompleksnost promene kvaliteta vode Dunava kroz Srbiju naglašava značaj primene indeksnih metoda koje omogućuju iznalaženje zajedničke vrednosti koja obuhvata kvalitet kao celinu. Metoda Water Quality Index nudi način da se odgovori ovom zahtevu. [4], [6], [7], [8]

PREDMET ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja je analiza kvaliteta Dunava kroz Srbiju korišćenjem fonda podataka RHMZ Srbije za period 2001-2005. godina. [3] Obimom istraživanja obuhvaćene su vodomerne stanice duž toka, i to: Bezdán kao ulazni profil; Apatin, Bogojevo, Bačka Palanka, Novi Sad pre ušća kanala DTD, Slankamen pre ušća Tise, Čenta posle ušća Tise, Zemun pre ušća Save, Pančevo na ušću Tamiša, Smederevo pre ušća Velike Morave, Banatska Palanka na ušću Vršačkog kanala, Veliko Gradište, Dobra, Tekija pre Đerdapa I, Brza Palanka između Đerdapa I i II i Radujevac posle Đerdapa II kao izlazni profil. (slika 1)



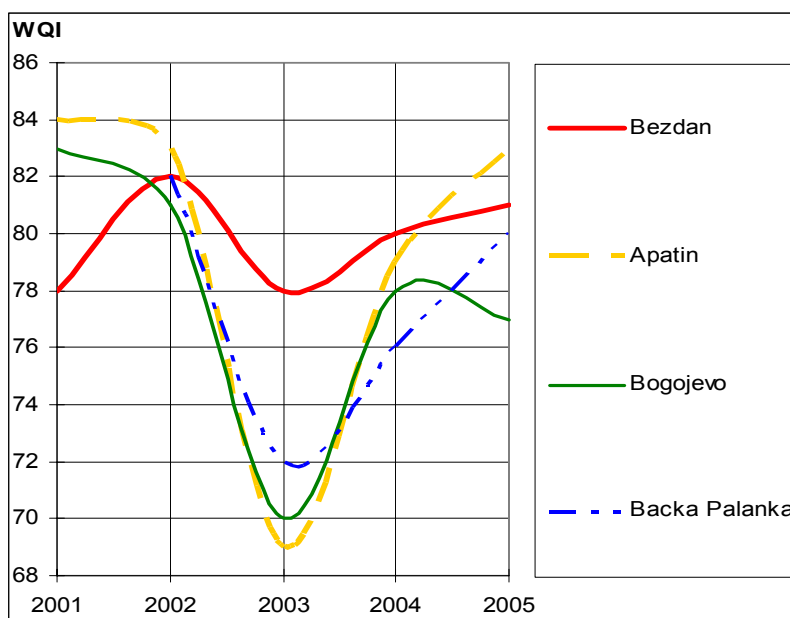
Slika 1. Merna mesta na Dunavu obuhvaćena istraživanjem sa prosečnim vrednostima WQI za 2001-2005.
Figure 1. Averaged WQI for the period 2001 - 2005 at the measuring sites on the Danube River

METODOLOGIJA

U radu je korišćen klasifikacioni sistem opisivanja kvaliteta površinskih voda metodom Water Quality Index (WQI) koji predstavlja način procenjivanja kvaliteta za grupu odabranih parametara. Metodom *Indeksa kvaliteta vode* (WQI) deset odabranih parametara (zasićenost kiseonikom, BPK₅, amonijak, pH vrednost, oksidi azota, fosfati, suspendovne materije, temperatura, provodljivost i koliformne bakterije) svojim kvalitetom (q_i) 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 (w_i) i broj bodova prema udelu u ugrožavanju kvaliteta. Sumiranjem proizvoda ($q_i \times w_i$) dobija se indeks 100 kao idealan zbir udela kvaliteta svih parametara. [1], [2] Za interpretaciju dobijenih rezultata i ocenu kvaliteta vodotoka korišćena je metoda kompariranja pokazatelja kvaliteta prema našoj klasifikaciji i metode *Water Quality Index*. Kvalitetu površinskih voda koji odgovara I klasi prema našoj *Uredbi* metodom WQI pripada 84-85 poena, II klasi 72-78 poena, III klasi 48-63 poena i IV klasi 37-38 poena. Usvojene su vrednosti za *opisni indikator* kvaliteta WQI = 0 – 38 *veoma loš*, WQI = 39 – 71 *loš*, WQI = 72 – 83 *dobar*, WQI = 84 – 89 *veoma dobar* i WQI = 90 – 100 *odličan*. [5] Za proračun su korišćeni podaci o kvalitetu vode Dunava uzorkovani u proseku jednom mesečno prema odgovarajućim parametrima metode WQI i sračunata srednja vrednost za svako merno mesto na godišnjem nivou. (Slike 2-5) Za prezentovanje sveobuhvatnog kvaliteta Dunava kroz Srbiju, za svaku godinu istraživanja, sračunata je medijana uredenog niza srednjih vrednosti indeksa kvaliteta WQI svih stanica i dobijen sintetizovani indikator kvaliteta. (Slika 6)

REZULTATI

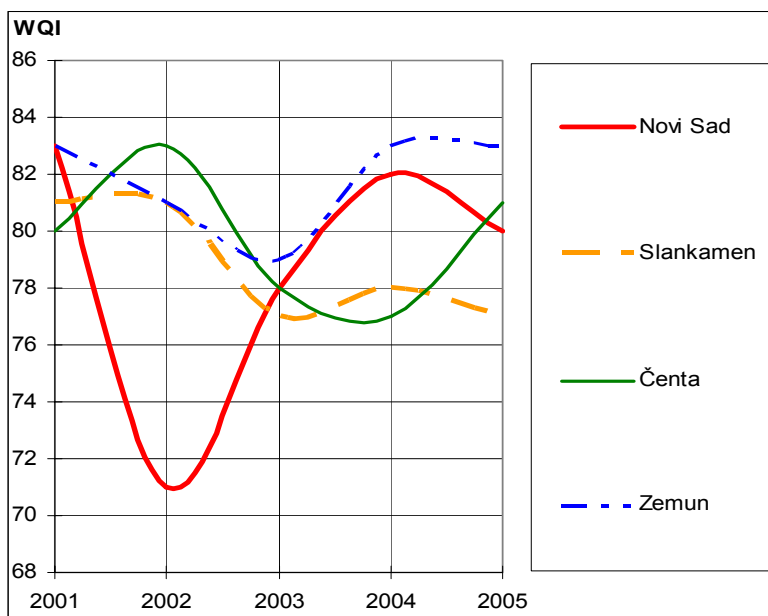
Rezultati istraživanja prezentovani su na linijskim dijagramima, gde su na ordinati predstavljene procenjene vrednosti kvaliteta vode Dunava na stanicama za kontrolu kvaliteta izražene metodom WQI. Analiza deonice Dunava od ulaza u zemlju do Bačke Palanke u dužini od 134,5km na četiri profila pokazuje uticaj reke Drave i nizvodnih manjih aglomeracija na kvalitet. (slika 2)



Slika 2. Kvalitet Dunava na stanicama Bezdan, Apatin, Bogojevo i B. Palanka

Figure 2. Danube River water quality at the measuring sites Bezdan, Apatin, Bogojevo and B. Palanka

Naredna deonica do stanice Zemun u dužini od 125,5km obuhvata četiri stanice za kontrolu kvaliteta koje svojim položajem reprezentuju uticaj aglomeracije Novog Sada i reke Tise kao pritoke na kvalitet Dunava. (slika 3)

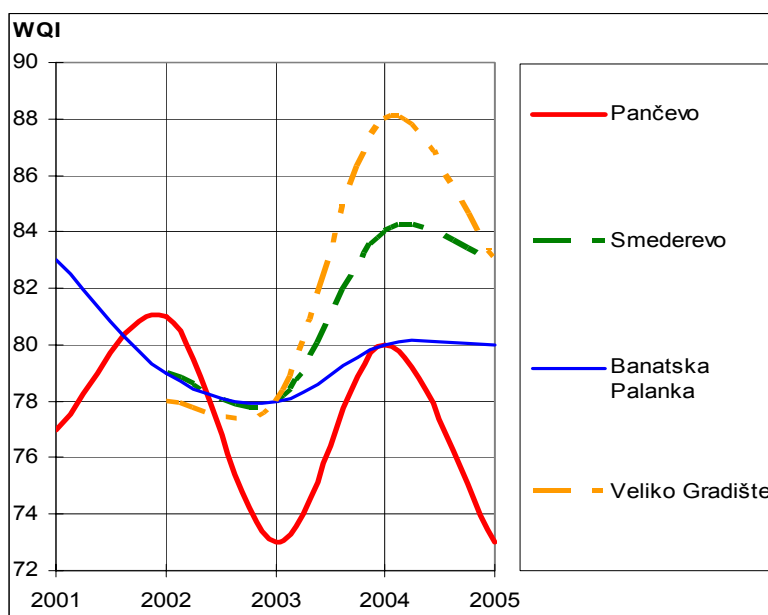


Slika 3. Kvalitet Dunava na stanicama Novi Sad, Slankamen, Čenta i Zemun
Figure 3. Danube River water quality at the measuring sites Novi Sad, Slankamen, Čenta i Zemun

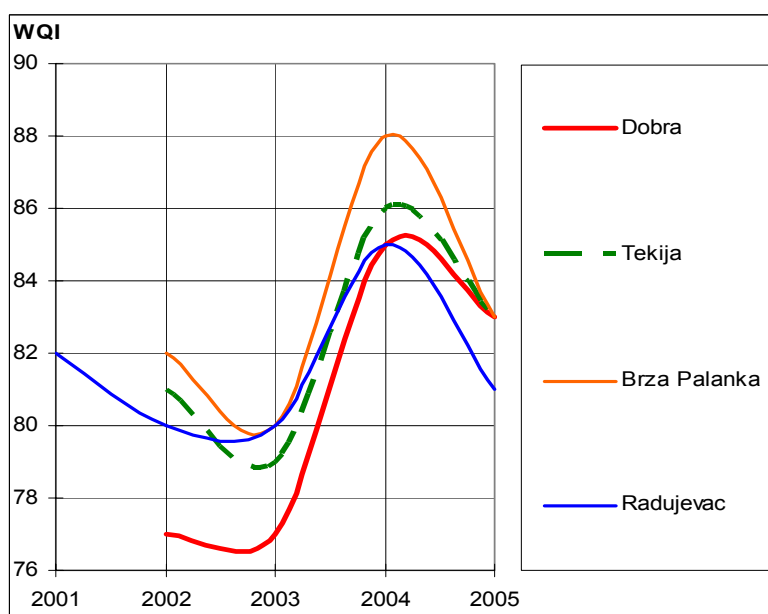
Deonica u dužini od 114km od Zemuna do profila Veliko Gradište predstavlja završetak panonskog dela Dunava kroz Srbiju i obuhvata četiri stanice za kontrolu kvaliteta koje reprezentuju najveće aglomeracije kao zagađivače (Beograd, Pančevo i Smederevo), reku Savu i Vršački kanal.(slika 4) Poslednja deonica sa četiri stanice za kontrolu kvaliteta u dužini od 207km obuhvata akumulacije Đerdap I i II i najnižvodnji profil Radujevac. (Slika 5)

Kvalitet Dunava na stanicama Bezdán, Apatin, Bogojévo i B.Palanka bio je u opisnoj klasi *veoma dobar* i *dobar*, osim u 2003. godini kada je ocenjen sa *dobar* i *loš* (Slika 2), na stanicama Novi Sad, Slankamen, Čenta i Zemun kvalitet je bio *dobar*, osim na stanici Novi Sad 2002. godine kada je zabeleženo stanje *loš*. (Slika 3) Kvalitet Dunava na stanicama Pančevo, Smederevo, Banatska Palanka i Veliko Gradište je bio *dobar*, osim stanica Smederevo i Veliko Gradište gde je 2004. godine bio *veoma dobar* (Slika 4), i na stanicama Dobra, Tekija, Brza Palanka i Radujevac kvalitet je bio *dobar* u svim godinama istraživanja, osim u 2004. kad je bio *veoma dobar*. (Slika 5)

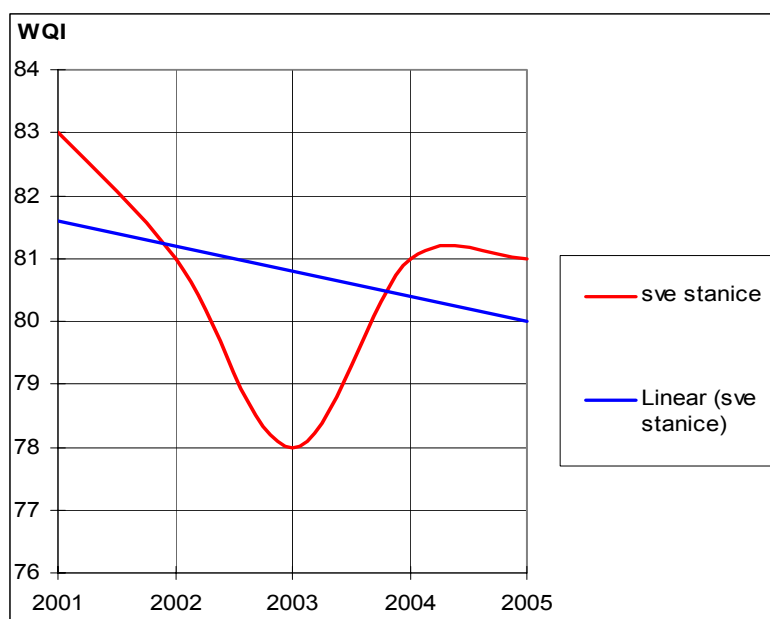
Sračunate srednje vrednosti WQI za svako merno mesto u periodu od 2001-2005. godine pokazuju da je kvalitet Dunava duž toka generalno bio u rasponu od 77-83 WQI indeksa što odgovara opisnom indikatoru *dobar*. (slika 1) Na ulaznom profilu Bezdán indeks WQI iznosio je 80, a na izlaznom profilu Radujevac 82. Najviša vrednost WQI 83 je sračunata za profil Brza Palanka nizvodno od Đerdapa I, a najniži indeks je bio 77 na mernom mestu Pančevo nizvodno od Beograda.



Slika 4. Kvalitet Dunava na stanicama Pančevo, Smederevo, Banatska Palanka i Veliko Gradište
 Figure 4. Danube River water quality at the measuring sites Pančevo, Smederevo, B. Palanka i V. Gradište



Slika 5. Kvalitet Dunava na stanicama Dobra, Tekija, Brza Palanka i Radujevac
 Figure 5. Danube River water quality at the measuring sites Dobra, Tekija, Brza Palanka i Radujevac



Slika 6. Kvalitet Dunava na svim stanicama duž toka kroz Srbiju
 Figure 6. Danube River water quality at all measuring sites in Republic of Serbia

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kvalitet Dunava određen medijanom uredenog niza srednjih vrednosti WQI svih stanica duž toka kroz Srbiju na nivou godine pokazuje pad kvaliteta. (Slika 6) Indeks WQI iznosio je 83 za 2001. i 81 za 2005. godinu. Najmanja vrednost indeksa zabeležena je 2003. godine sa vrednošću 78 koja govori i o nepovoljnim hidrološkim uslovima (ekstremno niskom vodostaju) u toj godini. Prezentovano istraživanje ukazuje da se primenom metode *WQI* može dobiti sveobuhvatna predstava stanja kvaliteta površinskih voda sa analizom trenda i interpretacija rezultata opisnim indikatorom kvaliteta.

LITERATURA

- [1] *Development of a Water Quality Index*, Scottish Development Department, Engineering Division, Edinburgh, 1976.
- [2] *Oregon Water Quality Index Summary Report*, Water Years 1996-2005, Curtis Cude, DEQ Laboratory Division, Water Quality Monitoring Section, USA.
- [3] Republički hidrometeorološki zavod, *Hidrološki godišnjak – 3. Kvalitet voda 2001-2005*, Beograd.
- [4] N.Veljković, eds, *Određivanje indeksa kvaliteta voda sliva Južne Morave primenom WQI metode*, Zaštita voda 2000, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd, 2000.
- [5] N.Veljković, *Indikatori kvaliteta površinskih voda sa aspekta integralnog upravljanja održivim industrijskim i urbanim razvojem u slivu Južne Morave*, Magistarski rad, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2000.
- [6] 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.
- [7] N.Veljković, *Indeks razvoja ekoaglomeracija kao indikator održivog razvoja*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2005.
- [8] N.Veljković, M. Jovičić, *Analiza kvaliteta voda akumulacija u Srbiji u odnosu na granične vrednosti Direktive 75/440/EEC*, Zaštita voda 2006, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd, 2006.