



INDIKATOR URBANE ODRŽIVOSTI NA NACIONALNOM NIVOU – STUDIJA SLUČAJA ZA SRBIJU

URBAN SUSTAINABLE INDICATOR AT THE NATIONAL LEVEL – CASE STUDY FOR SERBIA

IZVOD

U radu je prezentovana analiza koja ima za cilj da ukaže na stanje kvaliteta vodotokova kao posledicu uticaja ispuštanja gradskih otpadnih voda i predloži smernice za definisanje prioriteta u izgradnji gradskih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (GPPOV). Analiza je urađena korišćenjem indikatora *Serbian Water Quality Index (SWQI)* na nacionalnom nivou. *SWQI* kao indikator urbane održivosti prezentuje informacije o prostornom rasporedu stanja kvaliteta površinskih voda na slivnim područjima nizvodno od ispusta gradskih otpadnih voda. Rezultati istraživanja mogu pomoći donosiocima odluka na nacionalnom i lokalnom nivou u praćenju napretka ka postavljenim ciljevima zaštite voda.

Ključne reči: prečišćavanje otpadnih voda, indikator urbane održivosti

ABSTRACT

This paper presents an analysis with the main goal to pointing out the quality of watercourses due to impact of urban wastewater discharges and proposing guidelines for defining priorities in the construction of urban wastewater treatment plants (UWWTP). The analysis was done using the Serbian Water Quality Index (SWQI) at the national level. SWQI as an indicator of urban sustainability presents information on the spatial distribution of surface water quality in catchments downstream of urban wastewater discharges. The results of the research can help decision makers at national and local level to monitor progress towards the set water protection goals.

Keywords: wastewater treatment plants, urban sustainable indicator

UVOD

Planiranje održivog razvoja podrazumeva za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda uspostavljanje veza između korišćenja resursa, obezbeđuju osnovne usluge koje omogućavaju zagađenja vazduha, voda i zemljišta i nastajanje ekonomski i društveni razvoj i istovremeno imaju otpada kao posledice socijalnih i ekonomskih uticaja uticaja na način kako se društvo odnosi prema u razvoju urbanih sredina i širih prostornih veštačkih vodi kao resursu za razvoj. Snabdevanje naselja i prirodnih ekosistemskih celina. Urbani razvoj je deo vodom, kanalisanje i prečišćavanje upotrebljenih globalnog koncepta održivog razvoja i podrazumeva voda se može smatrati najvažnijim problemom primenu politike zaštite životne sredine sa težištem na razvoja komunalne infrastrukture i direktno zavisi projektima koji doprinose smanjenju potrošnje resursa od broja stanovnika i razvijenosti zemlje i regije. U radu je dat primer korišćenja indikatora kvaliteta sektora na životnu sredinu. Kriterijumi za ocenu površinskih voda Serbian Water Quality Index kao održivog upravljanja sistemima za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda treba da obuhvate indikatora urbane održivosti u skladu sa priručnikom i odvođenje otpadnih voda treba da obuhvate „Monitoring i evaluacija strategija lokalnog održivog ekološke, društvene i ekonomske aspekte komunalne razvoja“, koji je pripremljen u okviru projekta Program infrastrukture. Ovi aspekti treba da obezbede nivo podrške opštinama IPA 2007 (MSP ISP 2007). Rezultati usluga svim građanima zajednice bez ugrožavanja rada mogu poslužiti kao primer alata u sprovođenju celokupnosti prirodnih, izgrađenih i društvenih nacionalne politike i lokalnih strateških planova u sistema od kojih pružanje ovih usluga zavisi. Sistemi oblasti zaštite voda.

Nebojša VELJKOVIĆ, Tamara PERUNOVIĆ, Milorad JOVIČIĆ, Ljubiša DENIĆ, Tatjana DOPUĐA GLIŠIĆ,
Nebojša REDŽIĆ, Sandra RADIĆ, AGENCIJA ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE

INDIKATORI ŽIVOTNE SREDINE I URBANOG ODRŽIVOG RAZVOJA

Savremeni sistemi za snabdevanje vodom, odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda na više načina utiču na životnu sredinu. Integralni pristup uticaja ovog sistema na životnu sredinu predstavljen je blok-dijagramom (slika 1) i obuhvata:

1. Zahvatanje sirove vode za proizvodnju vode za piće.
2. Korišćenje električne energije, hemikalija i drugih proizvoda.
3. Ispuštanje gradskih atmosferskih, neprečišćenih i prečišćenih otpadnih voda u vodoprijemnike.
4. Korišćenje bioloških otpadnih materija iz procesa prečišćavanja u poljoprivredi.
5. Ispuštanje gasova iz procesa direktno ili indirektno povezanih sa vodosnabdevanjem i prečišćavanjem otpadnih voda.

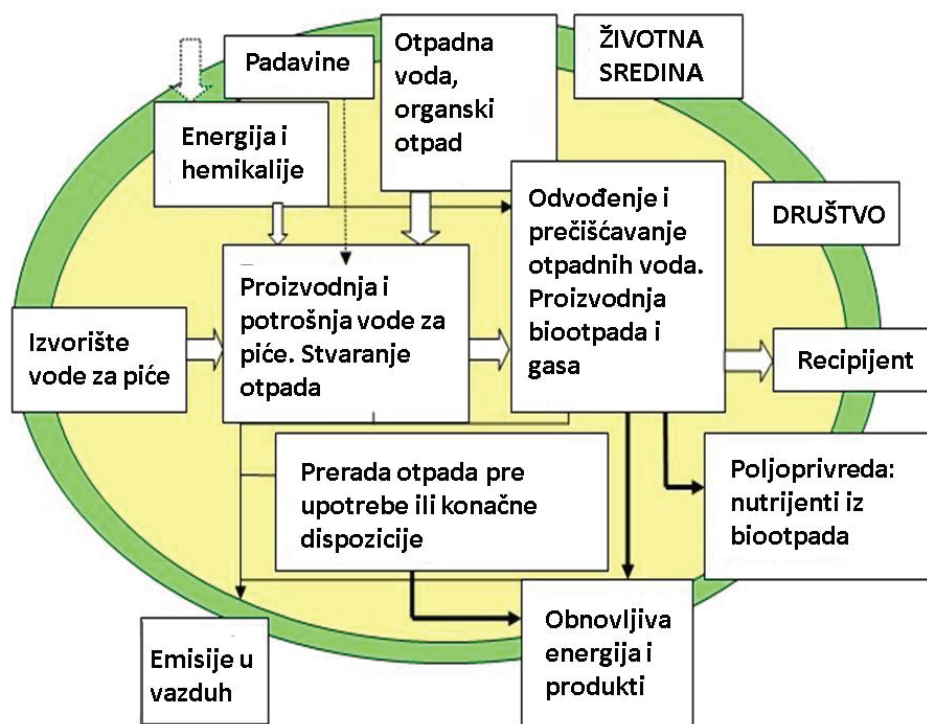
Osnovna funkcija sistema za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda je obezbeđenje higijenski ispravne vode za piće, dispozicija otpadne vode, prečišćavanje otpadnih voda radi zaštite vodoprijemnika i dispozicija atmosferskih padavina radi sprečavanja štete od poplava u urbanoj sredini. Kriterijum održivosti obuhvata sve prethodne zahteve koje treba da ispuni preduzeće za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda i lokalna samouprava kao osnivač.

Ako indikator shvatimo kao stepen ispunjenja utvrđenih kriterijuma onda se mogu razmotriti sledeći pristupi za definisanje ekološke održivosti

urbanih sistema za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda:

1. Ekološka održivost definisana kao saglasnost sa politički utvrđenim kriterijumima kvaliteta životne sredine.
2. Ekološka održivost definisana uz pomoć naučno utvrđenih nivoa kritičnog opterećenja i kapaciteta nosivosti.
3. Ekološka održivost definisana uz poštovanje *kriterijuma održivosti*.

Prvi pristup znači da se za neku aktivnost može reći da je održiva ukoliko je u skladu sa politički utvrđenim kriterijumima zaštite životne sredine, kao što su: *Nacionalni program zaštite životne sredine (2007)*, *Nacionalna strategija održivog razvoja Srbije (2008)*, *Strategija upravljanja vodama na teritoriji Republike Srbije do 2034 (2016)*, (nacr) *Strategija upravljanja otpadom za period 2019-2024 (2019)*. Drugi pristup se zasniva na konceptu kritičnog opterećenja i kapaciteta nosivosti u pogledu maksimalnog zagađenja ili eksploatabilnih mogućnosti koje neki ekosistem može da podnese, a da *opterećenje pritisak* ne prouzrokuje štetne ili negativne efekte. Treći pristup se može formulisati preko *kriterijuma održivosti* koji definišu ocenu održivosti izvesne aktivnosti ili sistema kao celine korišćenjem odgovarajućih indikatora. Određivanje indikatora životne sredine i održivog razvoja je suštinski preduslov za unapređenje održivog društva, tako da su se tokom devedesetih godina prošlog veka pojavili brojni programi koji su imali za cilj izradu indikatora kao kvalitativnih i kvantitativnih pokazatelja održivog razvoja.



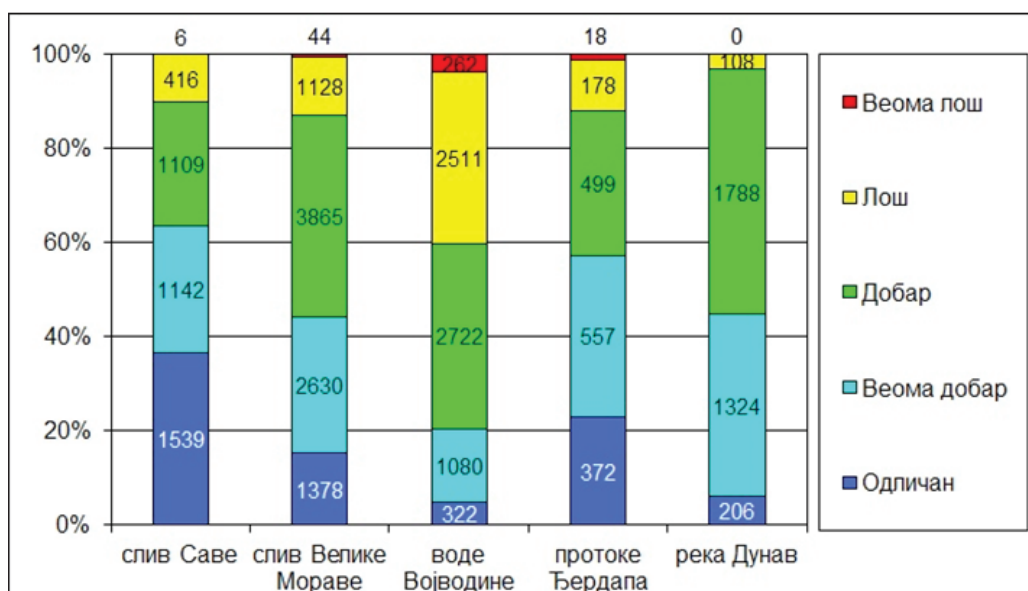
Slika 1. Prikaz sistema za vodosnabdevanje, odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda kao podistema životne sredine i društva [1]

U Agenciji za zaštitu životne sredine je razvijen indikator životne sredine *Serbian Water Quality Index* koji je namenjen izveštavanju javnosti, stručnjaka i donosioca političkih odluka (lokalna samouprava, državni organi). Indikator se zasniva na metodi prema kojoj se deset parametara fizičko-hemijskog i mikrobiološkog kvaliteta (zasićenost kiseonikom, BPK₅, amonijum jon, pH vrednost, ukupni oksidi azota, ortofosfati, suspendovane materije, temperatura, elektroprovodljivost i koliformne bakterije) agregiraju u kompozitni indikator kvaliteta površinskih voda vrednujući kvalitet u neprekinutom nizu od 0 do 100 [2], [3].

Prema analizi 25204 uzorka sa 248 mernih mesta uzorkovanih u proseku jednom mesečno u periodu od 1998-2017. godine najlošije stanje je na teritoriji Autonomne Pokrajine Vojvodine. Indikatoru kvaliteta loš i veoma loš pripada 40% uzoraka sa ove teritorije, a samo klasi veoma loš čak 79% uzoraka (Slika 2), [4].

ODREĐIVANJE INDIKATORA URBANE ODRŽIVOSTI - SERBIAN WATER QUALITY INDEX

Gradska otpadna voda je upotrebljena voda iz domaćinstava ili mešavina upotrebljene vode iz domaćinstava sa industrijskom upotrebljenom vodom i/ili kišnicom. Otpadna voda iz domaćinstva je otpadna voda iz stambenih naselja i servisa, koje potiču pretežno od ljudskog metabolizma i kućnih aktivnosti. Industrijska otpadna voda je bilo koja otpadna voda koja se izliva iz prostorija koje se koriste za vršenje zanatske ili industrijske delatnosti, osim otpadne vode iz domaćinstva i oticaja od kišnice. U naselju kao oblasti gde su stanovništvo i/ili privredne aktivnosti dovoljno koncentrisane, gradska otpadna voda se putem sistema javne kanalizacije sakuplja i odvodi do gradskog postrojenja za prečišćavanje ili do izliva u vodoprijemnik.



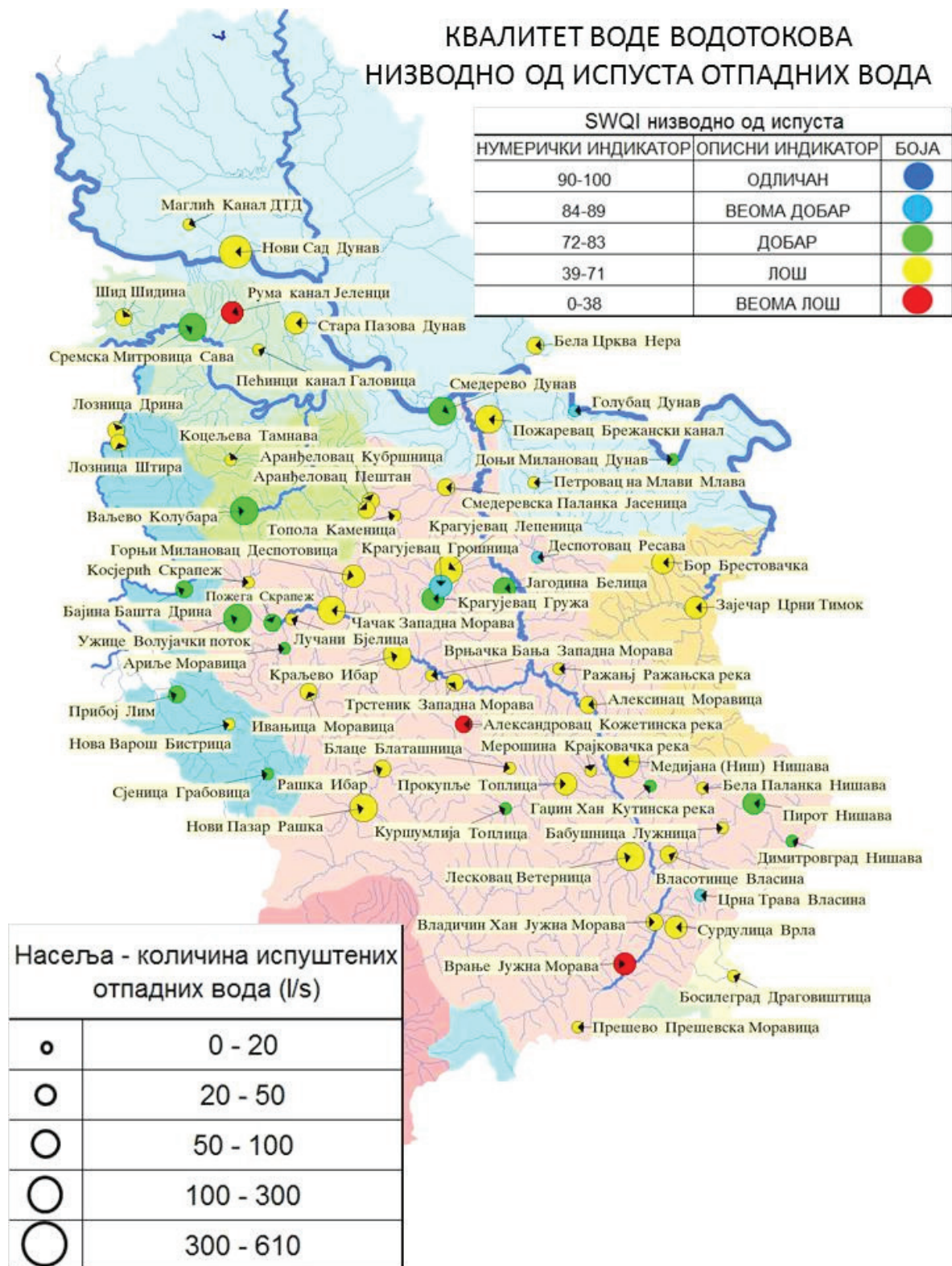
Slika 2. Analiza uzoraka vode metodom SWQI po slivnim područjima Republike Srbije (1998-2017)

Korišćenje indikatora kvaliteta površinskih voda *Serbian Water Quality Index (SWQI)* kao indikatora urbane održivosti na nacionalnom nivou na primeru Srbije, prezentovanog u ovom radu, zasniva se na preporuci projekta *Program podrške opštinama IPA 2007 (MSP ISP 2007)* [5]. Metodološki pristup i set predloženih indikatora urbane održivosti datih u priručniku projekta treba da posluži opštinama i gradovima u Srbiji kao koristan alat u sprovođenju njihovih lokalnih strateških planova. Ovaj rad/studija slučaja može poslužiti zaposlenima u gradskim i opštinskim upravama koji rade na sprovođenju Strategija lokalnog održivog razvoja (SLOR) i drugih strateških planova za razvoj pojedinačnih sektora, ali i donosiocima odluka kojima praćenje i evaluacija sprovođenja strateških dokumenata u oblasti zaštite voda može služiti kao podloga za donošenje novih odluka.

U Srbiji se u reke i kanale putem javnih kanalizacionih sistema ispušta godišnje 294 miliona m³ otpadne vode, a od toga se prečišćava nekim vidom tretmana (primarni, sekundarni, tercijarni) svega 17 % otpadne vode. Ovako velika količina ispuštenih otpadnih voda koje nisu prethodno prečišćene utiče veoma nepovoljno na živi svet u vodi, na kvalitet vode reka namenjene rekreaciji i dovodi u pitanje podobnost površinske vode kao izvorišta za vodosnabdevanje. Ova analiza ima za cilj da ukaže na stanje kvalitet vodoprijemnika kao posledicu uticaja ispuštanja gradskih otpadnih voda i prvi put predloži smernice za definisanje kriterijuma prioriteta u izgradnji gradskih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (GPPOV). Podaci o kvalitetu vode reka uzvodno i nizvodno od ispusta gradskih otpadnih voda su preuzeti iz izveštaja o monitoringu koje javna komunalna preduzeća dostavljaju Agenciji za zaštitu

životne sredine u skladu sa zakonom [6]. Rezultati monitoringa kvaliteta vode reka obuhvataju period od tri godine (2016 – 2018) sa učestalošću ispitivanja više puta u toku godine, što je dovoljno da se metodom *Serbian Water Quality Index* oceni kvalitet sa osrednjim indeksom i prezentuje opisni indikator. Analizama su obuhvaćena 66 profila na rekama u

kojima se posle mešanja ispuštenih otpadnih voda od strane odgovarajućih JKP vrši kontrola kvaliteta. Kvalitet vode reka na mestima nizvodno od izliva gradskih otpadnih voda predstavljen je indikatorom *Serbian Water Quality Index* sa odgovarajućom bojom simbola naselja, istovremeno veličina simbola predstavlja količinu ispuštene otpadne vode [7].



Slika 3. Kvalitet vode reka nizvodno od izliva komunalnih otpadnih voda [5]

Obim podataka o kvalitetu vode reka uzvodno i nizvodno od ispusta 62 JKP iz njihovih kanalizacionih sistema, od najvećih gradova (Novi Sad, Kragujevac, Niš, Leskovac, Jagodina, Kraljevo, Vranje, itd) do najmanjih naseljenih mesta (Maglič, Blace, Pećinci, itd), sa podacima o količinama otpadnih voda koje se ispuštaju u reke i pripadajućim podatkom o minimalnom srednjem mesečnom proticaju 95-% obezbeđenosti, predstavlja dovoljan preduslov da se uradi analiza uticaja komunalnih otpadnih voda na vodoprijemnik i predloži metodološki postupak za definisanje kriterijuma za određivanje prioriteta u izgradnji GPPOV (Tabela 1).

njihovih otpadnih voda na kvalitet vodoprijemnika. U ovim primerima uzvodni profili, pre ispusta otpadnih voda, imaju kvalitet ocenjen kategorijom *dobar* sa vrednostima bliskim jedinici za *indeks uticaja* ($_{95\%}Index_{ww}$), što znači da je uticaj količina izlivenih otpadnih voda na recipijent zapreminski veoma mali. Ipak je na nizvodnom profilu posle mešanja sa otpadnom vodom kvalitet vode vodoprijemnika pogoršan do kategorije *loš* i pripadaju im visoke vrednosti indikatora $\Delta(SWQI_{nizv} - SWQI_{uzv})$. Primer naselja Koceljeva daje drugačiju sliku uticaja, uzvodni profili pre ispusta otpadnih voda ima kvalitet ocenjen kategorijom *loš* sa niskom vrednosti *indeksa uticaja*

Tabela 1. Prioritet u izgradnji GPPOV: Kriterijum „ $\Delta(SWQI_{nizv} - SWQI_{uzv}) < -10$ ”

Red. br.	Naselje	Vodotok (Recipijent)	$Q_{95\%}$ (m ³ /s)	Q_{ww} (m ³ /s)	$_{95\%}Index_{ww}$	$SWQI_{uzv}$	$SWQI_{nizv}$	$\Delta(SWQI_{nizv} - SWQI_{uzv})$
1	Zaječar	Crni Timok	0.655	0.067	0.907	79	55	-24
2	Loznica	Štira	-	0.092	-	65	43	-22
3	Babušnica	Lužnica	0.680	0.012	0.983	78	60	-18
4	Trstenik	Zapadna Morava	16.5	0.025	0.998	68	50	-18
5	Aleksandrovac	Kožetinska reka - sliv Pepeljuše	-	0.036	-	52	35	-17
6	Čačak	Zapadna Morava	4.35	0.280	0.94	74	59	-15
7	Pećinci	Kanal Galovica	-	0.017	-	71	56	-15
8	Ruma	Kanal Jelenci	-	0.085	-	45	30	-15
9	Koceljeva	Tamnava	0.021	0.018	0.538	66	52	-14
10	Novi Sad	Dunav	-	0.609	-	67	53	-14
11	Nova Varoš	Bistrica	0.131	0.012	0.916	69	56	-13
12	Vladičin Han	Južna Morava	1.45	0.022	0.985	55	42	-13
13	Bosilegrad	Dragovištica	-	0.006	-	69	57	-12
14	Ivanjica	Moravica - sliv Zapadne Morave	0.781	0.024	0.97	83	71	-12
15	Preševo	Preševska Moravica	0.040	0.013	0.755	53	42	-11

Izbor prvih 15 gradova/naseljenih mesta kojima se daje prioritet u izgradnji GPPOV bazira se na kriterijumu „ $\Delta(SWQI_{nizv} - SWQI_{uzv}) < -10$ ”, koji se izračunava kao razlika kvaliteta vode reke nizvodno i uzvodno od ispusta otpadnih voda. Kriterijum „ $_{95\%}Index_{ww}$ ” je prateći i daje samo uvid u uticaj količine ispuštenih otpadnih voda na kvalitet vodoprijemnika. Ovaj kriterijum se izračunava iz količnika, gde brojilac predstavlja minimalni srednje mesečni proticaj 95-% obezbeđenosti a imenilac zbir minimalnog srednjeg mesečnog proticaja 95-% obezbeđenosti i količine izlivenih otpadnih voda. Primer u ovom pregledu prioriteta za naselja Zaječar, Babušnica, Čačak i Ivanjica daje jasnu sliku uticaja

($_{95\%}Index_{ww}$), što znači da je uticaj količina izlivenih otpadnih voda na recipijent zapreminski veoma visok. Dok je na nizvodnom profilu posle mešanja sa otpadnom vodom kvalitet vode reke Tamnave zadržao kategoriju *loš* sa smanjenom vrednošću indikatora $\Delta(SWQI_{nizv} - SWQI_{uzv})$ za 14 $SWQI$ poena.

Dobar primer su naselja Golubac i Crna Trava koja se ne nalaze na listi prioriteta izgradnje GPPOV (Slika 3). Golubac daje sliku uticaja tako što uzvodni profil na Dunavu pre ispusta otpadnih voda ima kvalitet ocenjen kategorijom *veoma dobar* sa uticajem količina izlivenih otpadnih voda na recipijent zapreminski „beznačajnim”, zato je na nizvodnom profilu posle



mešanja sa otpadnom vodom kvalitet vode Dunava zadržao kategoriju *veoma dobar* sa vrednošću 87 *SWQI*. Sa druge strane u Južnoj Srbiji, primer naselja Crna Trava daje drugačiju sliku uticaja. Uzvodni profil na Vlasini pre ispusta otpadnih voda ovog opštinskog centra ima kvalitet ocenjen kategorijom *veoma dobar* (89 *SWQI*), dok na nizvodnom profilu posle mešanja sa otpadnom vodom kvalitet vode reke zadržava kategoriju *veoma dobar* sa vrednošću 88 *SWQI*. Demografski ispražnjen i bez privredne aktivnosti ovaj opštinski centar u Jugoistočnoj Srbiji ne predstavlja „pritisak“ na životnu sredinu.

ZAKLJUČAK

Urbani razvoj kao deo strategije održivog razvoja je koncept rešavanja pitanja napretka u pogledu dostizanja ciljeva na državnom, regionalnom i lokalnom nivou. Upravljanje sistemima za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda je integrisani proces urbanog održivog razvoja koji

uključuje analizu situacije, formulisanje politike i akcionih planova, primenu, monitoring i redovne analize stanja korišćenjem odgovarajućih indikatora, kao što je *Serbian Water Quality Index*. Rezultati istraživanja vrednosti indikatora *SWQI* na nacionalnom nivou pokazuje kako ovaj indikator može pomoći u praćenju napretka ka postavljenim ciljevima. Indikator urbane održivosti *SWQI* prezentuje informacije o prostornom rasporedu stanja kvaliteta površinskih voda na slivnim područjima nizvodno od ispusta gradskih otpadnih voda. Informacije koje pruža indikator su lako razumljive i smislene i mogu pomoći donosiocima odluka na nacionalnom i lokalnom nivou da razumeju situaciju i donesu odluku o daljim delovanjima u oblasti zaštite voda. Lokalnim samoupravama je jako važno da prikupljanje podataka u okviru praćenja dostizanja ciljeva politike i akcionih planova bude prema jedinstvenoj nacionalnoj metodologiji i da se podaci za izradu indikatora redovno ažuriraju [8]. Ove uslove *SWQI* kao indikator urbane održivosti ispunjava.

LITERATURA

1. Veljković, N: *Savremena eksploatacija i održavanje objekata i postrojenja u sistemima vodovoda i kanalizacije*, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd, 2008. str. 277-286.
2. *Pravilnik o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine* („Službeni glasnik“ RS broj 37/11) http://www.sepa.gov.rs/download/NLI_web.pdf
3. *Izračunajte Serbian Water Quality Index vašeg vodotoka ili jezera!* <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=46&id=8012&akcija=showExternal>
4. *Životna sredina u Srbiji 2004 – 2019*, Agencija za zaštitu životne sredine, 2019. http://www.sepa.gov.rs/download/FIN_JubilarnaPublikacija.pdf
5. *Monitoring i evaluacija strategija lokalnog održivog razvoja – Priručnik*, Program podrške opštinama IPA 2007 „Dobra uprava, planiranje i pružanje usluga“, 2012.
6. *Pravilnik o metodologiji za izradu nacionalnog i lokalnog registra izvora zagađivanja, kao i metodologiji za vrste, načine i rokove prikupljanja podataka* („Službeni glasnik RS“, br. 91/2010, 10/2013 i 98/2016)
7. *Izvor: Upitnik – nedostatak vode za piće*, Agencija za zaštitu životne sredine i MUP/Sektor za vanredne situacije, 2016. ($Q_{\text{otpadna voda}} = 80\% \times Q_{\text{isporučene količine vode za piće}}$)
8. *Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje* („Sl. Glasnik RS“, br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016), član 19, stav 3.