

## ФАКТОРИ ЕФИКАСНОСТИ У ВОДОСНАБДЕВАЊУ – УПОРЕЂЕЊЕ СА СЛУЧАЈЕМ ВОДОВОДА НИКШИЋ (ЦГ)

### EFFICIENCY FACTORS IN WATER SUPPLY - COMPARISON WITH THE NIKŠIĆ WATER SUPPLY CASE (MONTENEGRO)

ДЕЈАН ДИМКИЋ<sup>1</sup>, ДАРКО КОВАЧ<sup>2</sup>, МИРА ПАПОВИЋ<sup>3</sup>

**Резиме:** Побољшање рада неког водоводног система (ВС) се може извести на пуно начина, зависно од његових специфичности. Анализа ефикасности 37 ВС у Србији и Црној Гори се даје преко индекса неприходоване воде (NRW), Инфраструктурног индекса губитака (ILI) и Техничког показатеља стварних губитака (TIRL). Врши се упоређење између њих, и анализирају различитости. Затим се врши упоређење са детаљно анализираним ВС Никшић. Изводе се закључци, и дају смернице које можда могу бити интересантне за цео регион. Једна од њих је да је висина и (не)уједначеност притиска (P) у мрежи веома важан фактор ефикасности ВС, и да начину управљања P треба у многим ВС посветити више пажње.

**Кључне речи:** водоводни систем, губици, NRW, ILI, TIRL, притисак

**Abstract:** Improving the operation of a water supply system (WSS) can be done in many ways, depending on their specifics. An analysis of the efficiency of 37 WSS in Serbia and Montenegro is made through the index of non-revenue water (NRW), the Infrastructure Loss Index (ILI) and the Technical Indicator of Actual Losses (TIRL). A comparison between them is made, and the differences are analyzed. Then a comparison is made with in detail analyzed WSS Nikšić. Conclusions are drawn, and guidelines are given that may be of interest to the entire region. One of them is that the height and (un)uniformity of the pressure (P) in the network is a very important factor in the efficiency of the WSS, and that the way of P management should be paid more attention in many WSS.

**Key Words:** water supply system, losses, NRW, ILI, TIRL, pressure

#### 1. Увод

ВС се разликују у много аспеката [1]: у погледу топографских и климатских услова, доступности воде, густине насељености подручја и навика потрошача, бројности индустрије и институција које су повезане са ВС, рационалности у управљању - степен привидних губитака, просечан притисак у мрежи

<sup>1</sup> Дејан Димкић, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Јарослава Черног 80, Београд

<sup>2</sup> Дарко Ковач, „Водовод и канализација“ доо, Херцеговачки пут 4, Никшић, Црна Гора

<sup>3</sup> Мира Паповић, „Водовод и канализација“ доо, Херцеговачки пут 4, Никшић, Црна Гора

и др. [2]. У овом раду анализира се стање неприходоване воде (NRW) у 37 градова Србије (СРБ) и Црне Горе (ЦГ). NRW у њиховим системима се креће од 25 % до преко 70 %, а узроци високих вредности су различити. Првенствено су резултат деценија неулагања или ниског улагања у инфраструктуру. Ефикасност једног ВС се може добити и путем одговарајућих индекса, као што су ILI или TIRL, а дискусијом о резултатима, може се указати на могуће правце решавања проблема. Фактор који се издваја и чини се најважнијим када су у питању губици и ефикасност водоводних система је висина и (не)уједначеност притиска у мрежи.

Тај закључак се у раду пореди са детаљно анализираним ВС Никшић. Показује се да је у овом систему то засигурно доминантан разлог високих губитака и честих пуцања цеви. У Међународном пројекту МУНА [3], где је ВС Никшић једно од пилот подручја, развијен је програмски алат који, на основу унетих података, оцењује слабости једног ВС и указује на најслабије делова система, са којима се треба прво позабавити. Резултати те анализе за ВС Никшић се поклапају са претходно изнетим оценама, а за заинтересоване овај програмски алат је доступан на линку <http://muha.apps.vokas.si/>.

## 2. Анализа ефикасности водоводних система у Србији и Црној Гори

### 2.1. Методологија и анализирани системи

Табелу са терминима које је дефинисала Међународна асоцијација вода (IWA) за анализу биланса унутар водоводних система сматрамо познатим стручној јавности и овде је нећемо приказивати. Само се даје дефиниција и начин рачунања индекса ефикасности који се користе у раду (ILI и TIRL).

Индекс TIRL је количник реалних губитака CARL (изражених у  $m^3/god$  или у  $L/dan$ ) и броја прикључака ( $Nc$ ) у неком ВС (обично изражено у  $L/priklj./dan$ ). За ВС где је урађена (срачуната) IWA биланс табела, добијена вредност реалних губитака се користи за CARL. За остале ВС (већина анализираних), CARL је рачунат са емпиријском формулом:

$$CARL = (23,25 \cdot \ln(NRW \text{ у } \%) - 55,67) \cdot SIV / 100 \quad (1)$$

Ова формула је базирана на анализи резултата компоненти водног биланса неколико ВС, а односи се на оне где је  $NRW > 20\%$  -већина у региону.

Можда најпопуларнији индекс ефикасности једног ВС је инфраструктурни индекс цурења ILI. Он представља количник реалних губитака (CARL), и неизбежних губитака (UARL) – оба се обично рачунају у  $m^3/god$  или у  $L/dan$ . ILI се рачуна по формули:

$$ILI = CARL / UARL; \quad (2)$$

где је:

$$UARL = (18 \times Lm + 0.80 \times Nc + 25 \times Lp) \times P; \quad (3)$$

где су:

$L_m$  је дужина дистрибутивне мреже у km (постоје подаци за све BC);

$N_c$  је број корисничких прикључака (постоје подаци за све BC);

$L_p$  је укупна дужина прикључних цеви од улице до корисничких мерача протока у km (усвојена је просечна дужина једне цеви од 5m за све BC);

$P$  је просечан радни притисак у мрежи изражен у m – усвојене су просечне вредности од 35 m (у равничарским BC) до 50 m (у врло брдовитим BC).

Табела 1 приказује категорије ефикасности индекса ILI и TIRL по категоризацији World Bank Institute, за земље у развоју:

Табела 1. TIRL и ILI критеријуми код оцене ефикасности водоводних система

Категорија ефикасности	ILI	TIRL (L/priklj./dan) када је систем под притиском од:					
		30 m	35 m	40 m	45 m	50 m	
За земље у развоју	A	1÷4	< 150	< 175	< 200	< 225	< 250
	B	4÷8	150÷300	175÷350	200÷400	225÷450	250÷500
	C	8÷16	300÷600	350÷700	400÷800	450÷900	500÷1000
	D	> 16	> 600	> 700	> 800	> 900	> 1000

A – врло добро стање; B – добро стање; C – прихватљиво стање; D – лоше стање

Анализирани су централно-општински водоводни системи (ЦОВС), и то 2 групе градова са 10 BC (укупно) у Црној Гори, и 4 региона са 27 градских BC (укупно) у Србији (приказ је дат на слици 1):

- Црна Гора – континентални градови (6): Подгорица, Никшић, Мојковац, Беране, Бијело Поље, Даниловград;
- Црна Гора – туристички градови (4): Будва, Тиват, Херцег Нови, Жабљак;
- Србија – Нишавски регион (9): Ниш, Нишка Бања, Гацин Хан, Б. Паланка, Пирот, Димитровград, Алексинац, Сокобања, Ражањ;
- Србија – Јабланички рег. (5): Лесковац, Бојник, Дољевац, Лебане, Медвеђа;
- Србија – Тимочки регион (5): Бор, Бољевац, Зајечар, Књажевац, Неготин;
- Србија – Мачвански регион (8): Богатић, Шабац, Лозница, Мали Зворник, Коцелјева, Крупањ, Осечина, Љубовија;

Недостатак довољно тачних података је проблем за неке BC. Генерално, „сигурнији“ улазни подаци су они о дужини мреже ( $L_m$ ), броју прикључака ( $N_c$ ) и приходованој води ( $RW$ ).

Подаци који се односе на укупну дужину прикључних цеви од уличне мреже до корисничких водомера ( $L_p$ ) и средњи радни притисак у мрежи ( $P$ ) имају мању, али прихватљиву тачност. Најизазовнији подаци се односе на улаз воде у систем (SIV). Одсуство мерача протока није неуобичајено, и често доводи до грубе процене улазних вода.



Слика 1. Локације градова у којима су анализирани централни ВС

## 2.2. Резултати

Табела 2 даје резултате прорачуна индекса TIRL, ILI, NRW% и CARL% (екстрими и просеци) за анализирани регионе у СРБ и групе градова у ЦГ.

Табела 2. Општина/град, Број становника прикључених на ЦОВС, Улазни подаци, Срачунати параметри, Индекси TIRL и ILI (са класама), и NRW и CARL (%) за ЦОВС са најмањим и највећим NRW (у %), и просеци за сваки од региона у Србији и група градова у Црној Гори, као и просеци за обе државе

Централ. ВС у општини	Број прикљ. станов. 10 <sup>3</sup>	Улазни подаци						Срачунати параметри			Индекси (и класе)			
		Lm km	Nc	Lp km	P m	SIV 10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> /y	RW 10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> /y	NRW 10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> /y	UARL 10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> /y	CARL 10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> /y	TIRL L/con./d	ILI -	NRW %	CARL %
Дољевац <sup>1</sup>	2,5	80	704	4	35	152	114	38	27	29	113 (A)	1,1(A)	25,0	19,2
Медвеђа <sup>2</sup>	3,7	50	1406	7	40	419	163	256	32	167	326 (B)	5,2(B)	61,1	39,9
<b>Просечне вредности индекса за Јабланички регион:</b>											<b>233</b>	<b>4,0</b>	<b>42,5</b>	<b>30,0</b>
Пирот <sup>1</sup>	44,8	225	16700	84	45	6.500	3.712	2.788	320	2.062	338 (B)	6,4(B)	42,9	31,7
Б.Паланка <sup>2</sup>	7,7	42	2950	15	45	1.289	388	901	57	555	516 (C)	9,7(C)	69,9	43,1
<b>Просечне вредности индекса за Нишавски регион:</b>											<b>431</b>	<b>8,3</b>	<b>54,6</b>	<b>37,0</b>
Неготин <sup>1</sup>	18,4	110	10346	52	35	2.000	1.100	900	148	657	174 (A)	4,5(B)	45,0	32,8
Бољевац <sup>2</sup>	6,1	105	2075	10	40	1.200	270	930	56	546	720 (C)	9,8(C)	77,5	45,5
<b>Просечне вредности индекса за Тимошки регион:</b>											<b>479</b>	<b>8,0</b>	<b>62,4</b>	<b>40,0</b>
Шабач <sup>1</sup>	69,4	413	30750	154	35	6.437	4.534	1.903	458	1.485	132 (A)	3,2(A)	29,6	23,1
М.Зворник <sup>2</sup>	7,0	47	2810	14	40	1.332	314	1.018	50	601	586 (C)	12,0(C)	76,4	45,1
<b>Просечне вредности индекса за Мачвански регион:</b>											<b>298</b>	<b>5,0</b>	<b>50,1</b>	<b>34,0</b>
<b>Просечне вредности индекса за 27 централ. ВС у Србији</b>											<b>364</b>	<b>6,5</b>	<b>52,5</b>	<b>35,4</b>
Подгорица <sup>1</sup>	175	1200	68000	340	40	32300	16985	15.315	1.234	10998	443 (C)	8,9 (C)	47,4	34,1
Б. Поље <sup>2</sup>	25	170	8000	40	50	3500	1100	2.400	191	1492	511 (C)	7,8 (B)	68,6	42,6
<b>Просечне вредности индекса за континенталне градове у ЦГ:</b>											<b>431</b>	<b>6,7</b>	<b>59,7</b>	<b>39,2</b>
Жабљак <sup>1</sup>	2,5	43	1600	8	45	630	320	310	37	220	377 (B)	5,9 (B)	49,2	34,9
Херц. Нови <sup>2</sup>	22	204	21500	108	45	14024	2130	11.894	387	6671	850 (C)	17,2(D)	84,8	47,6
<b>Просечне вредности индекса за туристичке градове у ЦГ:</b>											<b>460</b>	<b>9,5</b>	<b>61,3</b>	<b>39,5</b>
<b>Просечне вредности индекса за 10 цент. ВС у Црној Гори</b>											<b>443</b>	<b>7,8</b>	<b>60,3</b>	<b>39,3</b>

<sup>1</sup>Општина са најмањим NRW% у региону/групи; <sup>2</sup>Општина са највећим NRW% у региону/групи

Специфична потрошња, укупна и за домаћинства, као и дужина цевовода по 1 становнику, и број становника по 1 прикључку су приказани у табели 3, и то min, max и просек за сваки од региона/групе градова.

Табела 3. Укупна специфична потрошња за домаћинства, дужина цевовода по једном становнику, број становника по једном прикључку

Регион у Србији/Група градова у Црној Гори	Укупна специфична потрошња			Специфична потрошња у домаћинству			Укупна дужина цевовода у ВС / Број прикључених становника			Број становника/ по 1 прикључку		
	L/стан./дан			L/стан./дан			m/прикљ.стан.			Бр.стан./прикљ.		
	min	max	просек	min	max	просек	min	max	просек	min	max	просек
Јабланички регион	163	310	240	116	165	129	6,8	32,0	15,2	2,6	3,6	3,1
Нишавски регион	236	573	420	110	286	186	3,8	17,2	7,5	1,2	5,5	2,8
Тимочки регион	298	539	417	121	181	147	6,0	17,2	10,6	1,8	3,4	2,7
Мачвански регион	251	560	394	123	211	183	6,0	68,9	21,7	1,3	3,0	2,2
Контин. град. у ЦГ	384	548	478	121	266	194	6,8	33,3	12,9	1,1	3,1	2,3
Турист. град. у ЦГ	557	1746	968	251	384	313	7,7	17,2	11,5	0,8	1,6	1,3

Градови са најнижом фактурисаном потрошњом по становнику су у Јабланичком округу – разлози за то су нижи притисци у мрежи и навике људи у овом округу, као и недостатак воде у два ЦОВС током најсушнијих делова године. Као што се и очекивало, највећу укупну, као и фактурисану потрошњу воде по становнику имају туристички градови. Слично важи и за број становника по прикључку. Дужине цеви по становнику се значајно разликују и зависе од локације извора и густине насељености.

NRW (%) у Црној Гори су нешто већи у поређењу са централном Србијом. Већи просечни притисак у дистрибутивној мрежи и већи нивои привидних губитака, између осталог, су вероватно најважнији фактори. Фактурисана потрошња (углавном домаћинства) је такође нешто већа у ЦГ, због топлијих климатских услова, који утичу на већу потрошњу [4].

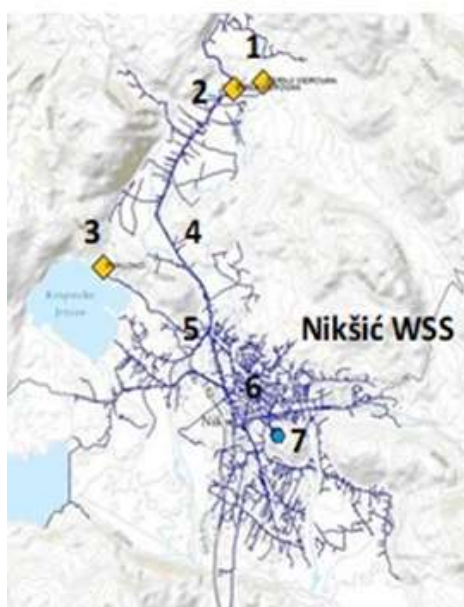
Притисак (P) у мрежи је важан фактор за рационалност и ефикасност ВС [2]. Табела 4 приказује просечне вредности за индексе ILI и NRW (%) када се свих 37 ЦОВС групишу у категорије у зависности од процењеног просечног P (35 m, 40 m, 45 m, 50 m). Са порастом P расту и вредности разматраних индекса, а просечне вредности за градове са најнижим просечним P (35 m) показују значај овог параметра у регулисању стања водоводних система. Променљиви P, осетно присутни у неким ВС, додатно повећавају губитке.

Табела 4. Просечне вредности индекса *ILI* и *NRW%* зависно од притиска у мрежи

Листа градова са приближно истим просечним притиском у мрежи, по категоријама	Просечан притисак (m)	Просечан <i>ILI</i>	Просечан <i>NRW (%)</i>
Лесковац, Дољевац, Лебане, Бојник, Гацин Хан, Ражањ, Неготин, Шабац, Богатић, Коцељева, Тиват	35	4,5	43,4
Медвеђа, Ниш, Нишка Бања, Димитровград, Алексинац, Бор, Бољевац, Књажевац, Зајечар, Љубовија, Мали Зворник, Крупањ, Осечина, Лозница, Подгорица, Мојковац, Будва	40	7,6	57,9
Пирот, Б. Паланка, Даниловград, Жабљак, Х. Нови	45	8,6	60,3
Сокобања, Никшић, Беране, Бијело Поље	50	7,8	64,5

### 3. Водоводни систем Никшића

Водоводни систем Никшића обухвата град Никшић (центар обележен бројем 6) и већи број приградских насеља. Има око 23.000 прикључака, и снабдева око 65.000 становника. Главни елементи Никшићког ВС су: карстни извори Горњи (1) и Доњи (2) Видрован, гравитациони цевовод Ø1000 (4) који доводи воду до бустер пумпне станице Дукло (5), која је даље дистрибуира граду (слика 2).

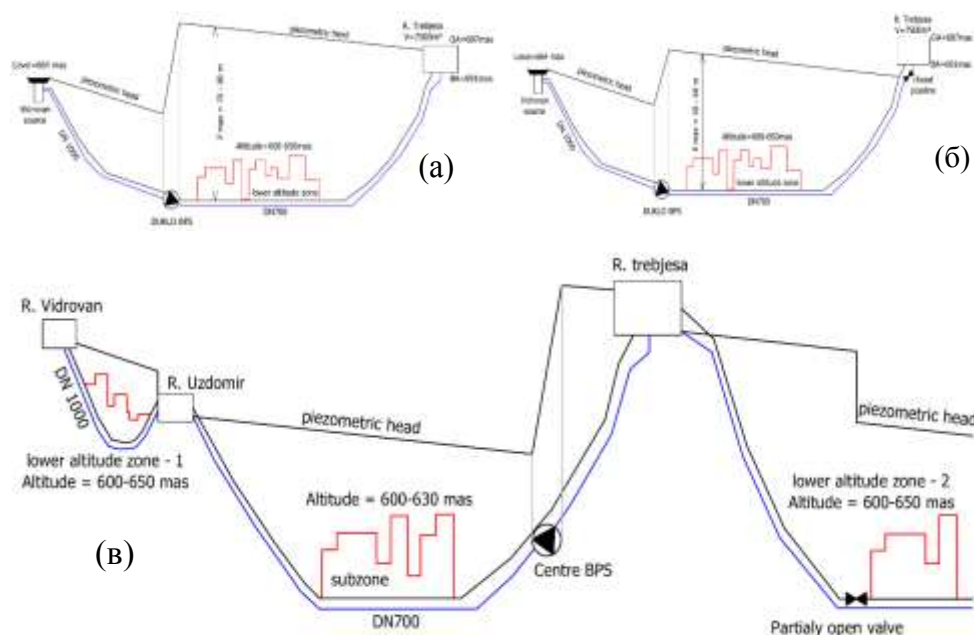


Слика 2. Водоводни систем Никшић

Некада се „вишак“ вода транспортовао у контрарезервоар Требјеса (7) - слика 3а, док се пре 15-ак година, услед жеље за смањењем цурења и утрошка ел. енергије (ЕЕ), смањује потисни притисак на БПС Дукло, па Р Требјеса не ради - слика 3б. У маловођу, изворишта Видрован немају довољан капацитет да задовоље нарасле потребе за водом, па је урађено извориште Поклонци (3) кога чине 5 бунара поред језера Крупац и два бунара код Блаца. Вода се одавде

пумпама, путем цеговода Ø500 укључује у довод са Видрована Ø1000 непосредно испред БПС Дукло.

Фактурисане количине вода данас обухватају свега око 30% произведених вода.



Слика 3. Развој концепта ВС Никшић: почетни (а); од пре 15 год. (б); који се предлаже (в)

Основни недостаци никшићког ВС су: високи и привидни и реални губици, велики број пуцања цеви, недостатак оперативног резервоарског простора, висок утрощак за ЕЕ, „уска грла“ на мањем подручју града.

Основни разлог оваквог стања је од старта неуспостављен адекватан концепт рада ВС према конфигурацији терена. Временом су се проблеми усложнили и услед недостатка средстава за решавање главног проблема: врло променљивих и на значајном делу мреже високих притисака. Не улазећи у детаље предложеног решења промене концепта, датог на слици 3б (и детаљно у лит. [5]), констатујемо да се Основна идеја реконструкције ВС састоји у:

- Успостављању стабилног и колико је могуће нижег притиска у мрежи (уз услов да је свуда већи од 2 бара),
- Активирању постојећег и изградњи новог резервоарског простора,
- Што је могуће више успостављање гравитационог транспорта воде,
- Максималном смањењу рада пумпи у току дана (када је цена ЕЕ виша), и пребацивању на рад у току ноћи (када је цена ЕЕ нижа),
- Повећаној контроли рада система и побољшаној аутоматизацији.

Прорачуни указују да се може очекивати смањење притиска на већем делу мреже од просечно 10 m, што уз одређено смањење привидних губитака треба да резултира спуштањем нефактурисаних количина са око 70% на испод 50%, као и бројем кварова на цевоводима за скоро 1/3.

Узгред, извесно је битно смањење утрошка средстава за електричну енергију, као и нешто нижи остали годишњи трошкови. Очекује се повратак инвестиције од око 4 мил. € у реконструкцију ВС Никшић за око 5 година.

#### **4. Закључак**

Више фактора утиче на ефикасност ВС.

Степен привидних губитака је значајан, и у системима где су високи, извесно од њиховог смањења треба започети повећање ефикасности ВС.

Климатски услови, пре свега температура је такође један од фактора који не много, али видљиво утиче на потрошњу и укупну ефикасност система.

Дужи главни довод, поготову ако је од неадекватног материјала у односу на услове на терену, често значајно утиче на повећане губитке и лошију ефикасност ВС.

Мања густина насељености генерално утиче на повећање NRW, али и на смањење друга два показатеља ефикасности (ILI и TIRL).

Топографија и састав терена, мало анализирана у овом раду, има значај на већи или мањи број кварова на цевима – то показује и пример ВС Никшић.

Претходни фактор је најчешће и у спрези са фактором притиска у мрежи, који можда треба издвојити по значају. Пример ВС Никшић (тачка 3) јасно показује изнето запажање у тачки 2 да су високи, а поготову нестабилни притисци, вероватно главни разлог високих губитака у многим системима.

На овакве резултате у ВС Никшић је указао и поменути програмски алат - МУНА toolkit. Углавном у мањој мери, и не увек једнозначно, утичу и неки други анализирани и неанализирани параметри.

#### **5. Захвалница**

Међународном пројекту МУНА (2020-2022) и UNESCO центру II категорије Вода за одрживи развој и прилагођавање на климатске промене (WS-DAC) – Београд

#### **6. Литература**

- [1] Kujundzic B, Book: Large Water supply systems, Publisher: Association for Water Technology and Sanitary Engineering, Belgrade, ISBN 86-82931-01-X, 1996,
- [2] B. Babić, A. Đukić and M. Stanić, Managing water pressure for water savings in developing countries, Water SA, 2014.



- [3] E. Romano, P. Banovec, I. Boljat, E. Campione, B. C. Curk, D. Dimkic, A. Duro, V. Kanakoudis, D. Kovac, J. L. Reberski, B. Matic, A. Papadopoulou A. Papanstantinou, S. Tsitsifli, A. Sbrilli, The Adrion Project MUHA – Multihazard framework for water related risks management: linking water utilities and civil protection mechanisms through water safety plans, Conference: *EWaS5 International Conference Water Security and Safety Management: emerging threats or new challenges? Moving from Therapy and Restoration to Prognosis and Prevention* at: Naples, ITALY, July 2022.
- [4] Dimkić D, Temperature impact on drinking water consumption, 4th EWaS International Conference “Valuing the “Water, Carbon, Ecological” Footprints of Human Activities”, Greece, pp. 92-101, *Environ. Sci. Proc.* 2, 31, 2020.
- [5] Daničić A, Dimkić D, Papović M, Kovač D, Sub zoning as a measure for water supply optimization – case study of the city of Nikšić, *4th EWaS International Conference Valuing the Water, Carbon, Ecological Footprints of Human Activities*, 24–27 June 2020, Corfu Island, Greece, Editors: Vasilis Kanakoudis and Evangelos Keramaris, pp. 102-110, 2020.

SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE



**43. MEĐUNARODNA  
KONFERENCIJA**

**ZBORNİK RADOVA**

**VODOVOD I KANALIZACIJA '22**

**Zrenjanin**

**11 - 14. oktobar 2022.**



**SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE**

**43. Međunarodna konferencija**  
**VODOVOD I KANALIZACIJA '22**

**Zbornik radova**

**Zrenjanin, 11 – 14. oktobar 2022.**

---

**Izdavač:**

Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd

**Za izdavača:**

mr Bogdan Vlahović, dipl. inž, generalni sekretar

**Programski odbor:**

prof. dr Milovan Živković, (predsednik), prof. dr Srđan Kolaković, prof. dr Srđan Rončević, prof. dr Aleksandar Đukić, prof. dr Jovan Despotović, prof. dr Dragan Milićević, prof. dr Rada Petrović, Vladimir Milojević, Dušan Đurić, Miodrag Popović, dr Zorica Lopičić, dr Dragana Randelović, prof. dr Goran Orašanin, prof. dr Darko Vuksanović, prof. dr Goran Sekulić, prof. dr Vaso Novaković, mr Olivera Doklestić, prof. dr Dragica Chamovska, prof. dr Filip Kokalj

**Organizacioni odbor:**

mr Bogdan Vlahović (predsednik), Simo Salapura, Dalibor Joknić, Nebojša Jakovljević, Nikica Ivić, Predrag Bodiroga, Goran Marinković, mr Zoran Pendić, dr Tatjana Šoštarčić, dr Dušan Milojkov, dr Jelena Petrović, Zoran Nikolić, Milan Đorđević, Marijana Mihajlović, Olivera Ćosović, MSc i Olja Jovičić

**Glavni i odgovorni urednik:**

prof. dr Milovan Živković, dipl. inž.

**Lektura i korektura:**

Olivera Ćosović, mast. filol.

**Tehnički urednik:**

Olja Jovičić, dipl. prav.

**Štampa:**

Akademski izdanja, Zemun

**Naslovna strana:**

Taranto, Pulja, Italija

**ISBN:** 978-86-80067-53-7

**Godina izdavanja:** 2022.

**Tiraž:** 200 primeraka

**Organizator:**  
**Savez inženjera i tehničara Srbije**

**Suorganizatori:**

**ITNMS - Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih  
mineralnih sirovina, Beograd**

**Prirodno-matematički fakultet – Departman za hemiju,  
biohemiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad**

**Tehnološko-metalurški fakultet – Katedra za neogransku  
hemijsku tehnologiju, Beograd**

**Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd**

**Inženjerska akademija Srbije, Beograd**

**IPIN Institut za primjenjenu geologiju i vodoinženjering,  
Bijeljina**

**JKP „Vodovod i kanalizacija“, Zrenjanin**

**Društvo inženjera Zrenjanin**

**Uz podršku:**

**Inženjerske komore Srbije, Beograd**

**Pod pokroviteljstvom:**

**Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja  
Republike Srbije i**

**Grada Zrenjanina**

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

628.1/3(082)

МЕЂУНАРОДНА конференција Водовод и канализација  
(43 ; 2022 ; Зрењанин)

Zbornik radova / 43. Međunarodna konferencija Vodovod i  
kanalizacija '22, Zrenjanin, 11-14. oktobar 2022. ; [organizator]  
Savez inženjera i tehničara Srbije ; [suorganizatori ITNMS -  
Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina,  
Beograd ... [et al.]] ; [glavni i odgovorni urednik Milovan  
Živković]. - Beograd : Savez inženjera i tehničara Srbije, 2022  
(Zemun : Akademska izdanja). - 364 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp, hrv. i bos. jeziku. - Tekst lat. i ćir. - Tiraž 200. -  
Napomene uz radove. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN

978-86-80067-53-7

а) Водовод -- Зборници б) Канализација -- Зборници в)  
Отпадне воде -- Зборници г) Водозхвати -- Зборници

COBISS.SR-ID 76214537

<i>Aleksandar Krstić</i>	
<b>Benčmarking kao alat za sveobuhvatno planiranje i nadzor nad unapređenjem učinka vodovodnih i kanalizacionih preduzeća .....</b>	<b>97</b>
<i>Vladimir Kapetina, Goran Orašanin</i>	
<b>Analiza potrošnje vode ruralnih i urbanih dijelova vodovodnog sistema Istočno Sarajevo .....</b>	<b>104</b>
<i>Dušan Milojkov, Angelina Mitrović, Danijela Smiljanić, Gvozden Jovanović, Miroslav Sokić</i>	
<b>Identifikacija metoda za separaciju i karakterizaciju nanoplastike iz vodenih sredina .....</b>	<b>110</b>
<i>Isidora Protić, Milana Drašković, Danijela Jašin</i>	
<b>Mikrobiološka kontrola vode za piće grada Zrenjanina .....</b>	<b>116</b>
<i>Njegoš Dragović, Snežana Urošević, Milovan Vuković</i>	
<b>Mineralne vode za piće u Bujanovačkoj Banji .....</b>	<b>122</b>
<i>Dejan Dimkić, Darko Kovač, Mira Papović</i>	
<b>Faktori efikasnosti u vodosnabdevanju – upoređenje sa slučajem Vodovoda Nikšić (CG).....</b>	<b>130</b>
<i>Tajana Simetić, Mladen Popov, Sanja Vasiljević, Marijana Kragulj Isakovski, Aleksandra Tubić, Nikica Ivić, Jasmina Agbaba</i>	
<b>Određivanje sadržaja ukupnog organskog ugljenika i trihalometana u vodi .....</b>	<b>139</b>
<i>Dragan Marinović, Svetlana Belošević, Zoran Milićević, Zoran Dimitrijević, Dušanka Marinović, Jovana Belošević</i>	
<b>Higijenska ispravnost vode za piće Vrnjačke Banje.....</b>	<b>146</b>
<i>Radoslav Raković</i>	
<b>Zaštita podataka o ličnosti u korporacijskim mrežama za potrebe vodovoda i kanalizacije .....</b>	<b>153</b>
<i>Mirko Vujović</i>	
<b>Izrada i realizacija Akcionog plana za upravljanje neprihodovanom vodom i smanjenje gubitaka .....</b>	<b>159</b>
<i>Predrag Bogdanović, Zorana Petrović, Aida Bučo-Smajić</i>	
<b>Zahtevi u pogledu kvalifikovanosti zaposlenih u preduzećima vodovoda – tehničko pravilo UTVSI DVGW W 1000 .....</b>	<b>166</b>
<i>Marina Orlić, Tatjana Šoštarić, Anja Antanasković, Vladimir Adamović, Jelena Milojković, Zorica Lopičić</i>	
<b>Uklanjanje fosfata sorbentom na bazi biočadi koštice šljive impregnisane magnezijumom.....</b>	<b>173</b>