

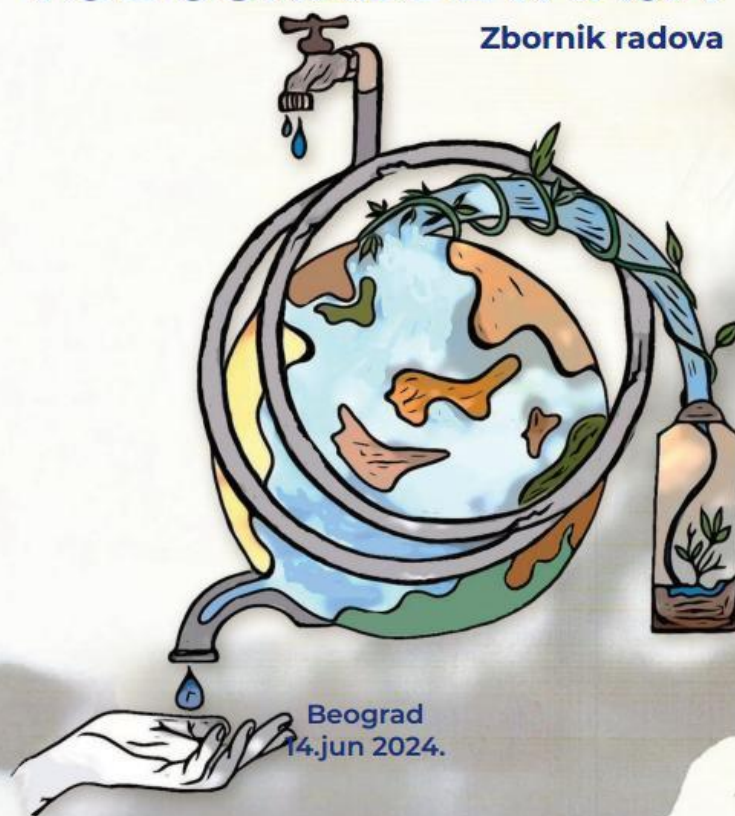
SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE



Treća naučna konferencija
sa međunarodnim učešćem

GUBICI VODE U SISTEMU JAVNOG VODOSNABDEVANJA

Zbornik radova



Beograd
14.jun 2024.



SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE

**Treća naučna konferencija
sa međunarodnim učešćem**

**Gubici vode
u sistemu javnog vodosnabdevanja**

Zbornik radova

Beograd, 2024.

Izdavač:

Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd

Za izdavača:

Mr Bogdan Vlahović, generalni sekretar

Programski odbor:

Doc. dr Branislav Babić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, Nikica Ivić, JKP „Vodovod i kanalizacija“, Novi Sad, prof. dr Dragan Milićević, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, prof. dr Goran Sekulić, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, Podgorica, doc. dr Milan Jakšić, Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Banja Luka, Dušan Đurić, dipl. inž, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd, prof. dr Goce Taseski, Univerzitet „Sv. Kiril i Metodije“, Građevinski fakultet Skoplje, prof. dr Goran Orašanin, Univerzitet Istočno Sarajevo, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, Vladimir Milojević, dipl. inž, JKP „Beogradski vodovod i kanalizacija“, Beograd, Ivan Bogdanović, dipl. inž, JKP „Vodovod i kanalizacija“, Kragujevac, Ikonija Karadžić, dipl. inž, JKP „Vodovod i kanalizacija“, Novi Sad, Maja Medenica, dipl. inž, JKP „Beogradski vodovod i kanalizacija“, Beograd

Organizacioni odbor:

Mr Bogdan Vlahović, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, emeritus profesor dr Ilija Ćosić, Inženjerska akademija Srbije, Beograd, Dalibor Joknić, dipl. ekon, Privredna komora Srbije, Beograd, prof. dr Alekandar Đukić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, Uroš Lončar, master prav, JKP „Vodovod i kanalizacija“, Novi Sad, Nebojša Jakovljević, dipl. ekon, JKP „Vodovod i kanalizacija“, Kragujevac, Olivera Ćosović, MSc, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, Marijana Mihajlović, ekon, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, Olja Jovičić, dipl. prav, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd

Glavni i odgovorni urednik:

Doc. dr Branislav Babić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd

Naučni savet publikacije:

Doc. dr Branislav Babić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Beograd, prof. dr Alekandar Đukić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, prof. dr Dragan Milićević, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš

Recenzenti:

Prof. dr Goran Sekulić, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, Podgorica, Crna Gora, doc. dr Branislav Babić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, doc. dr Željko Vasilić, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, doc. dr Milan Jakišić, Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

Lektura i korektura:

Olivera Ćosović, mast. filol.

Tehnički urednik:

Olja Jovičić, dipl. prav.

Korica: idejno rešenje Jovana Sokić

Štampa: Akademska izdanja, Zemun

Tiraž: 180 primeraka

ISBN: 978-86-82563-29-7

Godina izdavanja: 2024.



ORGANIZATOR
SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE

SUORGANIZATORI

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd

Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd

Inženjerska akademija Srbije, Beograd

JKP „Vodovod i kanalizacija“, Novi Sad

JKP „Vodovod i kanalizacija“, Kragujevac

UZ PODRŠKU

**Privredne komore Srbije - Udruženje za komunalne
delatnosti, Beograd**

Inženjerske komore Srbije, Beograd

POD POKROVITELJSTVOM

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

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

628.1(082)

НАУЧНА конференција са међународним учешћем Губици воде у систему јавног водоснабдевања (3 ; 2024 ; Београд)

Zbornik radova / Treća naučna konferencija sa međunarodnim učešćem Gubici vode u sistemu javnog vodosnabdevanja, Beograd, [14. jun] 2024. ; [organizator Savez inženjera i tehničara Srbije] ; [glavni i odgovorni urednik Branislav Babić]. - Beograd : Savez inženjera i tehničara Srbije, 2024 (Zemun : Akademska izdanja). - 128 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 180. - Str. 8-9: Predgovor / urednik. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-82563-29-7

a) Снабдевање водом -- Зборници

COBISS.SR-ID 146005769

PREDGOVOR

Nakon uspešno organizovane dve konferencije 2022. i 2023. godine, Savez inženjera i tehničara Srbije (SITS) organizuje ove godine, treću po redu, godišnju konferenciju o aktuelnim temama iz oblasti upravljanja gubicima vode u sistemima javnog vodosnabdevanja.

Suorganizatori konferencije su Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ Beograd, Inženjerska akademija Srbije Beograd, JKP „Vodovod i kanalizacija“ Novi Sad, JKP „Vodovod i kanalizacija“ Kragujevac, uz podršku Privredne komore Srbije - Udruženja za komunalne delatnosti i Inženjerske komore Srbije.

Konferencija se odvija pod pokroviteljstvom Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

Osnovni cilj Konferencije je promocija i publikovanje rezultata naučnog rada, istraživanja i stručnog rada, kao i razmena ideja i iskustava stručnjaka iz oblasti planiranja, izgradnje i upravljanja vodovodnim sistemima, sa naglaskom na upravljanju gubicima vode.

Problematika gubitaka vode u sistemima javnog vodosnabdevanja se već duže vreme nameće kao veoma aktuelna sa više aspekata. Konferencija želi da ukaže na značaj upravljanja vodovodima i naročito na problematiku odgovornog poslovanja i upravljanja gubicima vode, odnosno korišćenja ovog prirodnog resursa na način koji je održiv za generacije koje dolaze, u skladu sa ciljem održivog razvoja Ujedinjenih nacija broj 6: „Svima obezbediti čistu vodu za piće i sanitaciju“.

Na Konferenciji će biti razmatrana problematika razvoja i unapređenja sistema upravljanja gubicima vode u procesima vodosnabdevanja s ciljem da se stečena znanja sistematizuju i prenesu na nivoe vodovodnih preduzeća, njihovih osnivača i nadležnih ministarstava. Cilj Konferencije je i da se ukaže na potrebe za jasnom raspodelom nadležnosti, kao i na činjenicu da uspešno i održivo smanjenje gubitaka vode za piće traži zakonski i finansijski okvir iz kojih proističu obavezujući propisi, definisani ciljevi, stimulatívne mere i finansijski izvori.

Zbornik radova konferencije „Gubici vode u sistemu javnog vodosnabdevanja“ sadrži ukupno 10 radova koje je Programski odbor prihvatio, nakon izvršene recenzije, za izlaganje na Konferenciji i štampanje u Zborniku radova. Pored autora radova iz Srbije, zastupljeni su i radovi autora iz regiona.

Od aktuelnih tema koje su našle svoje mesto u radovima ovog Zbornika posebno ističemo problematiku pouzdanosti procene prividnih gubitaka, strategija i planova upravljanja gubicima, organizovanje aktivnosti na kontroli gubitaka i primerima relizovanih projekata smanjenja gubitaka vode u vodovodima različitih veličina i konfiguracija.

Savez inženjera i tehničara Srbije zahvaljuje ovim putem preduzećima i institucijama koje su pomogle održavanje ove konferencije, članovima Programskog i Organizacionog odbora i recenzentima, kao i autorima radova na uloženom trudu i njihovom stvaralačkom radu u pripremi radova.

Nadamo se i želimo da ovogodišnja konferencija bude plodonosna i da se svi učesnici vrate u svoju sredinu obogaćeni novim saznanjima i kolegijalnim poznanstvima.

Beograd, maj 2024.

UREDNIK
Dr Branislav Babić

SADRŽAJ

<i>Branislav Babić, Aleksandar Đukić</i> Kako povećati pouzdanost procene prividnih gubitaka vode u vodovodnim sistemima?	13
<i>Dragan Milićević, Marija Milićević, Rastislav Trajković</i> Izazovi u upravljanju gubicima vode u vodovodnim sistemima	37
<i>Jurica Kovač</i> Strategija i planovi kontrole gubitaka vode	51
<i>Danilo Stipić, Nina Pavlović, Matija Stipić, Lila Ačai, Nikica Ivić</i> Analiza gubitaka vode vodovodnog sistema grada Novog Sada	63
<i>Goce Taseski</i> Hidraulička analiza za smanjenje gubitaka vode u sistemu vodosnabdevanja bez rezervoara	73
<i>Marina Nikolić</i> Primena hidrauličkog modeliranja za smanjenje gubitaka u beogradskom vodovodnom sistemu - leva obala Save	82
<i>Goran Gavrilović</i> Analiza rada merača protoka u praksi	90
<i>José Ferreira, Joaquim Beleza, Rui Marques, Sinisa Petrić, Zoran Protić</i> Izrada akcionog plana za kontrolu neprihodovane vode u Zrenjaninu, Srbija	96
<i>Devad Koldžo</i> Projekat smanjenja NRW na bazi učinka (PBC) u Dar Es Salaamu (Tanzanija)	106
<i>Dejan Dimkić</i> Pristup smanjenju gubitaka u vodovodnim sistemima: samoinicijativa ili sistemski?	112

ПРИСТУП СМАЊЕЊУ ГУБИТАКА У ВОДОВОДНИМ СИСТЕМИМА: САМОИНИЦИЈАТИВА ИЛИ СИСТЕМСКИ?

APPROACH TO LOSS REDUCTION IN WATER SUPPLY SYSTEMS: SELF-INITIATIVE OR SYSTEMIC?

ДЕЈАН ДИМКИЋ¹

Стручни рад
DOI: 10.5937/GV24010D

Резиме: Нефактурисане воде (NRW), у водоводним системима имају различите компоненте и шаролике вредности у нашем региону. Слично важи и за факторе који на њих утичу. Побољшању рада/смањење губитака неког WSS се може приступити на више начина, при чему су доминантна два приступа/размишљања: самоиницијатива предузетних људи једне комуналне фирме и системски приступ.

Самоиницијатива подразумева предузимање радњи које су изводљиве у домену водовода (смањење привидних губитака, једноставније радње на смањењу реалних губитака), и везана су за мала финансијска средства, доступна свим водоводима.

Системски приступ може бити на два нивоа. Први је локални, где су опет ослонац предузетни људи у водоводу, који углавном уз помоћ експерата са стране раде моделе, зонирају мрежу, и касније набављају опрему на откривању и смањењу губитака. Овај приступ већ захтева мало већа средства, која су доступна углавном само већим и боље организованим водоводима.

Други (виши) ниво системског приступа би био уз помоћ државе и одговарајуће регулативе, а који би омогућио систематско финансирање и контролисано трошење средстава које би сакупљала комунална фирма уз постепени прелазак са социјалне на економску цену воде. Овај приступ је и једини можда дугорочније само-одржив.

Кључне речи: водоводни систем, губици, NRW, притисак, цена воде

Abstract: Non-Revenue water (NRW), in water supply systems (WSS) have different components and varied values in our region. Similar is valid for the factors that influence them. Improving the work/reducing the losses of a WSS can be done in several ways, where two approaches/thinking are dominant: self-initiative of enterprising people of a utility company (UC) and systemic approach.

Self-initiative means undertaking actions that are feasible in the domain of UC (reduction of apparent losses, simpler actions to reduce real losses), and are related to small financial resources, available to all Waterworks companies.

The system approach can be on two levels. The first is local, where once again the mainstay

¹Дејан Димкић, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Јарослава Черног 80, Београд, ORCID: 0000-0003-4994-2683

is enterprising people in the waterworks, who, mostly with the help of experts from the outside, do models, network zoning, and later acquire equipment for detection and reduction of losses. This approach already requires a little more resource, which are generally available only to larger and better organized UC.

The second (higher) level of systemic approach comprises the help of the State and appropriate regulations, which would enable systematic financing and controlled spending of funds that would be collected by the UC, with a gradual transition from social to economic price of water. This approach is perhaps the only long-term self-sustainable one.

Key Words: water supply system, losses, NRW, pressure, water price

1. Увод

Водоводни системи (WSS) се разликују у много аспеката: топографски и климатски услови, доступност ресурса, густине насељености, број и навике потрошача, бројност индустрије и институција које су повезане са WSS, рационалности у управљању - нефактурисана легална потрошња, степен привидних и реалних губитака, просечан притисак у мрежи и др. [1, 2, 3].

Узроци у просеку високих вредности губитака у нашем региону су различити. Првенствено су резултат деценија неулагања или ниског улагања у инфраструктуру. Додатни разлози се могу тражити у топографији терена, расположивости вода, свести потрошача, навикама, клими, итд.

Овај рад претпоставља познавање читаоца са основном проблематиком водоводних система и губитака воде у њима, па се тај део само укратко приказује, а акценат је на могућим организационим приступима у решавању питања смањења нефактурисаних количина вода. Такође, значајан део рада заузимају преузети примери из литературе око решавања питања и врсте губитака у системима.

Коришћене су следеће скраћенице:

SIV	Произведена вода;	P	Притисак у мрежи;
NLP	Нефактурисана легална потрошња;	OZB	Основна зона билансирања;
LOS	Губици воде (привидни+реални);	IP	Илегална потрошња;
GNC	Губици на цевоводима;	NV	Нетачности водомера;
GPR	Губици и преливи на резервоарима;	RW	Фактурисана вода;
GKP	Губици на кућним прикључцима;	NRW	Не фактурисана вода;
IWA	Међународна асоцијација вода;	APL	Привидни губици;
ILI	Инфраструктурни индекс губитака;	REL	Реални губици;
TIRL	Технички показатељ стварних губитака;	WSS	Водоводни систем;
ELL	Ниво економске оправданости смањења губитака;	SS	Канализациони систем;
ALC	Активна контрола губитака;	PM	Управљање притиском;
LR	Брзина и квалитет отклањања кварова – цурења;	IM	Управљање инфраструктуром;
JKP	Јавно комунално предузеће;	PPV	Постројење за прераду воде;
SEE	Југо-источна Европа;	ECV	Економска цена воде;

2. Фактори који утичу на губитке и методе њиховог смањивања

2.1. Фактори који утичу на губитке и категоризација TIRL и ILI

Бројни фактори утичу на висину губитака и NRW: Степен исправности водомера и број нелегалних прикључака, нефактурисана легална потрошња, старост и врста цевног материјала, број прикључака, топографија и састав терена, густина насељености, клима... Високи, а поготову нестабилни притисци, су вероватно главни разлог високих губитака у многим системима.

Табелу са терминима које је дефинисала IWA за анализу биланса унутар WSS сматрамо познатим стручној јавности и овде се неће приказивати. Због касније дискусије, дају се у табели 1 границе индекса ефикасности ILI и TIRL, за средње развијене земље (усвојене средње вредности од оних за развијене и неразвијене земље по категоризацији World Bank Institute) – оцењено као приближно адекватне за Србију и земље региона:

Табела 1. TIRL и ILI критеријуми за процену ефикасности WSS за средње развијене земље

Категорија ефикасности	ILI	TIRL (L/priklj./dan) када је систем под притиском од:					
		30 m	35 m	40 m	45 m	50 m	
За средње развијене земље	A	1÷3	< 112	< 131	< 150	< 168	< 187
	B	3÷6	113 – 225	132 – 262	150 – 300	169 – 337	188 – 375
	C	6÷12	225 – 450	263 – 525	300 – 600	338 – 675	375 – 750
	D	> 12	> 450	> 525	> 600	> 675	> 750

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

2.2. Начини (методи) смањивања губитака у водоводном систему

Углавном је опште прихваћено да се методе смањивања губитака у водоводном систему могу поделити у неколико основних група:

- M.0 Базне активности на упознавању WSS: Анализа података о захваћеним, испорученим и фактурисаним водама, Израда хидрауличног модела мреже, Подела мреже на већи број OZB, Израда табела биланса вода, Припрема плана примене различитих метода на смањењу губитака. Ово је најважнија активност, од чијег квалитета зависе каснији резултати.
- M.1 Управљање притиском (PM): Вероватно најважнији метод за већину WSS, поготову оних са високим губицима. Иако се краткорочно и средњорочно веома исплате, они нису замена за дугорочне програме санације мреже. У зависности од анализе система, мере санације и управљања притиском треба да се допуњују како би се постигао идеалан концепт за смањење губитака воде [4].
- M.2 Активна контрола губитака (ALC): Комунално предузеће распоређује средства, особље и техничку опрему да активно открије и поправи цурења. Главна сврха ALC је смањење времена скривених цурења како би се минимизирали стварни губици воде. Може се поделити у 3 фазе: А) континуирано праћење промена (промене протока, притиска и/или

звука) и анализа биланса вода; Б) Детекција квара на одређено подручје мреже или на одређени део ценовода; В) Локација цурења путем акустичних и неакустичних метода за прецизно одређивање цурења.

- М.3 Брзина и квалитет отклањања кварова - цурења (LR): Јасно је да се са овом мером и краткорочно и дугорочно смањују губици.
- М.4 Управљање инфраструктуром (IM): Подразумева систематско обнављање мреже (замене проблематичних цеви, прикључака и других елемената WSS), што захтева и уредно обезбеђивање финансија.

2.3. Неколико примера везано за губитке у водоводним системима

Пример 7 водовода у Србији - компоненте биланса (докторски рад кандидата М.С. урађен на Факултету техничких наука у Новом Саду, 2017.)

Анализирани су 7 водовода у Србији са својим пилот зонама за детаљна мерења и анализе. Резултати (табела 2) указују на одређене сличности (у просеку најмањи % су везани за NLP и GPR, и највећи за GNC и GKP), али и на бројне разлике у вредностима за скоро све врсте NRW [5].

Табела 2. Биланс вода у складу са IWA терминологијом за 7 градова у Србији

Све цифре су у %		Не фактурисана вода (NRW)						NRW	RW
Р. бр.	Град и пилот подручје у оквиру града	NLP	Привидни губици (APL)		Реални губици (REL)				
			IP	NV	GNC	GPR	GKP		
1	Краљево	2.1	3.0	6.0	13.6	0.0	7.0	31.7	68.3
	пилот подручје	0.0	8.6	6.0	0.0	0.0	1.9	16.5	83.5
2	Лозница	4.6	5.0	0.6	36.9	5.6 *	13.5	66.2	33.8
	пилот подручје	0.0	10.8	0.6	0.0	0.0	60.9	72.3	27.7
3	Панчево	2.0	3.0	11.0	14.6	0.0	7.5	38.1	61.9
	пилот подручје	3.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	4.1	95.9
4	Шабац	2.0	7.0	6.0	21.8	0.0	11.3	48.1	51.9
	пилот подручје	0.0	24.2	6.0	0.0	0.0	12.5	42.7	57.3
5	Смедерево	4.8	4.0	8.7	14.4	0.0	7.4	39.3	60.7
	пилот подручје	0.0	9.6	8.7	0.0	0.0	13.0	31.3	68.7
6	Сомбор	2.0	3.0	1.5	15.7	0.0	5.2	27.4	72.6
	пилот подручје	2.1	1.5	1.5	17.3	0.0	5.9	28.3	71.7
7	Вршац	2.0	3.0	4.2	18.0	0.0	9.2	36.4	63.6
	пилот подручје	0.0	0.0	4.2	2.4	0.0	0.0	6.6	93.4

* Вишегодишњи просек GPR је вероватно знатно нижи за овај WSS (прим. аутора)

Неки од закључака овог рада су:

- Оптималан избор активности на смањењу губитака зависи од компоненти биланса датог система,
- Детаљно снимање стања појединих делова WSS (пилот подручја) може дати доста поуздан увид у стање већине параметара целог система,

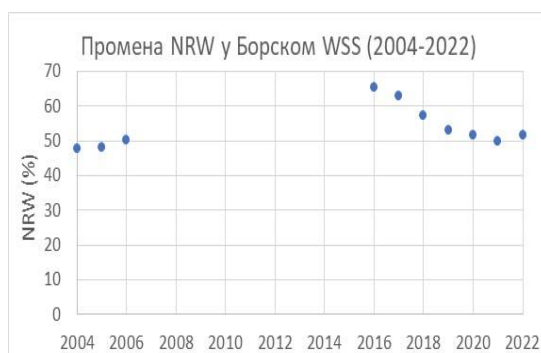
- Боље и трајније резултате на смањењу NRW бележе они водоводи који су заузели систематичнији и дуготрајнији приступ санацији губитака.

Пример Новог Сада [6]

Група предузетних људи из Водовода Нови Сад је крајем прве декаде 21. века прилично упорно радила на смањењу губитака (и привидних и реалних) и успели су да NRW смање са око 30% на око 24% за 4-5 година, уз планове за смањење на 21% у наредне 2-3 године. Уграђен је фреквентни регулатор на главној пумпној станици, смањени притисци у мрежи (посебно ноћни) за око 10%, и спроведене још неке од препоручених метода. На жалост, услед немања сталне финансијске подршке, ентузијазам се постепено смањивао, и губици су се полако повећавали тако да су данас опет око 30%.

Пример Бора

WSS Бора обухвата град Бор и већи број села. Највећи NRW је регистрован пре око 10 година ($\approx 65\%$), и након 2 године ангажовања људи из Водовода, тај проценат је смањен на испод 60% (доминантно смањивани APL) – слика 1. Касније се наставило са активностима на смањењу обе врсте губитака, тако да данас NRW износи око 50%.



Слика 1. Промена процента не фактурисаних вода у борском водоводном систему

Простора за даље смањење има – поменимо да један квартал где Роми живе уопште не плаћа воду из социјално-политичких разлога.

Примери високих NLP и APL (Бољевац и Мајданпек)

У Бољевцу је изразито висок NRW (око 80%). Поред значајних REL, разлог су, пре свега, велики NLP - прање хидрантима (2023. септембар: 15.000 m³/mes – 20% од SIV), и високи APL: домаћинствима у зони Мрљиша се не фактурише вода (потрошња и до 5-10 L/s). Често су и водомери неадекватни - вишеспратнице најчешће имају мераче протока од два цола, који ни не региструју, за такве водомере малу, потрошњу у тим зградама.

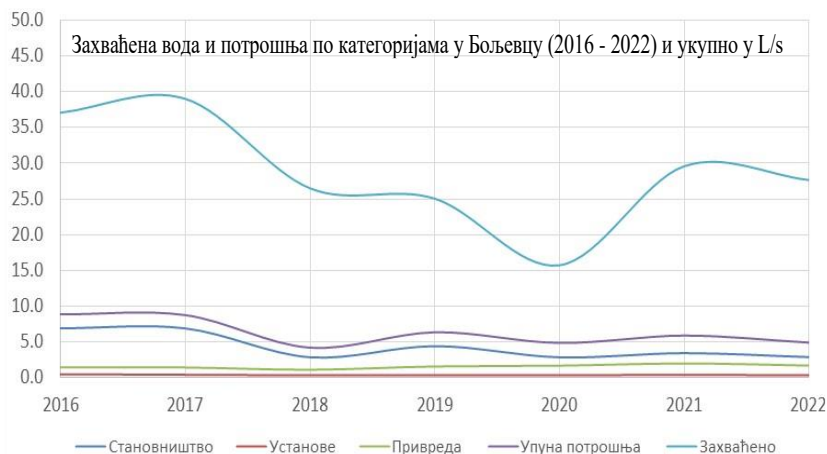
Слично је важило и за Водовод Мајданпек, где је доминантан потрошач РТБ Мајданпек, који није плаћао воду. Пре 15-ак година, у оквиру овог рудничког погона, бројни тушеви из којих су се прали радници након завршетка

смене су константно цурили или се чак и нису гасили (није познато шта се од тада променило).

Примери губитака на главним доводима

Често су присутни високи губици на главним доводима. На доводима за Бољевац и Алексинац доминантни су реални губици, док је на доводу са Брестовачког језера била присутна и (не)легална не фактурисана потрошња. Књажевац је позитиван пример смањења губитака са доводом са Сињег Вира.

Бољевац се снабдева питком водом са извора Мировиштица након хлорисања. Доводни цевовод АС250 је стар преко 50 година. Кварови на овом цевоводу су чести, а поред старости и материјала, главни узрок су хидро удари. На жалост значајне активности на смањењу губитака из 2020. године су имале краткорочан ефекат (слика 2).



Слика 2. Захваћена вода и потрошња воде у Бољевцу у периоду 2016-2022. (L/s)

Алексинац: Вода се захвата из Бованског језера и армирано-бетонским цевоводом DN 600 дужине 8 km доводи до РРV Бресје. Губици су пре 5 година износили преко 20% од захватаних вода, и планирала се замена цевовода.

Бојник и Дољевац: Вода се захвата из Брестовачког језера и цевоводом дужине 15.5 km DN300 доводи до РРV које се налази испред Бојника. Разлика између захватаних и вода које се испоручују након третмана нису никад систематски праћене (не постоји мерач код језера), и процењују се од 10% до 20%. Треба напоменути да је до пре око 10 година и локално пољопривредно добро наводњавало своје површине из овог довода.

Књажевац: Уз тренд опадања захваћених и фактурисаних вода у периоду 1998-2022, приметно је велико смањење захваћених вода (уз неопдање фактурисаних) у последњих пар година, као последица радова на смањењу губитака, пре свега замене главног довода (DN500, L=9 km) са карстног изворишта Сињи Вир (NRW је смањен са 65-70% на око 50%) – слика 3.



Слика 3. Захватане и фактурисане воде у Књажевцу у L/s (1998-2022)

Пример Лознице и Крупња (упоређење NRW и ILI)

Стање WSS у Србији (и региону) по IWA класификацији (индекси TIRL и ILI) је доста повољније него када се само као критеријум узме NRW (%). Као примери, наводи се: Лозница има коефицијент ILI око 3.5 (граница врло добро - солидно стање), а NRW око 50÷55% (сматра се превисоким), и Крупња који има коефицијент ILI око 6 (граница солидно – подношљиво стање), а NRW око 70% (сматра се недопустиво високим). Разлози се могу тражити, поред осталих, у разуђености дистрибутивних мрежа и великог броја (неактивних) прикључака.

Притисак у мрежи и показатељи ефикасности у Србији и Црној Гори [7]

Притисак (P) у мрежи је важан фактор рационалног и ефикасног рада водовода [8]. Табела 3 приказује просечне вредности за индексе ILI и NRW (%) када се 37 централно-општинских WSS (27 из централне Србије и 10 из Црне Горе) групишу у категорије у зависности од процењеног просечног P (35 m, 40 m, 45 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, врло присутни у неким WSS, додатно повећавају губитке.

Табела 3. 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 ILI	Просечан NRW (%)
Лесковац, Дољевац, Лебане, Бојник, Гацин Хан, Ражањ, Неготин, Шабац, Богатић, Коцељева, Тиват	35	4,5	43
Медвеђа, Ниш, Нишка Бања, Димитровград, Алексинац, Бор, Бољевац, Књажевац, Зајечар, Љубовија, Мали Зворник, Крупња, Осечина, Лозница, Подгорица, Мојковац, Будва	40	7,6	58
Пирот, Б. Паланка, Даниловград, Жабљак, Х. Нови, Сокобања, Никшић, Беране, Бијело Поље	45	8,2	63

Пример Никшића [9]

Пример WSS Никшић илуструје претходно разматрање: док су притисци у мрежи били високи, али релативно стабилни, губици су се умерено повећавали. Са преласком на нешто ниже, али врло променљиве притиске у мрежи, губици су достигли високе вредности (данас је NRW око 70%). Предложено решење за овај водовод показује да инвестиције у побољшање рада једног WSS могу бити и директно врло исплативе. Рачунски је добијен повратак инвестиције од око 4 милиона € у реконструкцију WSS Никшић за око 5-6 година. Прорачуни указују да се променом концепта рада система (прелазак на доминантно гравитациони) може очекивати просечно смањење притиска на већем делу мреже 5-10 m, што би уз одређено смањење APL резултирало спуштањем NRW са 70% на испод 50%, као и бројем кварова на цевоводима за скоро 1/3. То би омогућило каснији систематски рад на смањењу реалних губитака. Треба поменути да се са наменским радовима 2015. године, NRW смањено за 6-7%, али услед недостатка финансирања и систематског приступа (слично као и у Новом Саду и Бољевцу), губици су се за пар година вратили на претходни ниво.

Поређење NRW у водоводима Црне Горе, централне Србије и Војводине

Поређењем упросечених NRW (%) у Црној Гори, централној Србији и Војводини, добија се сукцесивно око 60% у ЦГ, око 45% у ЦС и око 30% у Војводини [3, 7]. Поред можда одређених разлика у навикама и нивоима привидних губитака, намеће се запажање да се са топографски променљивијим тереном и већим просечним притиском у дистрибутивној мрежи и NRW повећава. Наравно, прилике су доста различите од система до система у свакој од три поменуте географске целине.

Неколико примера из иностранства

У оквиру неких InterReg EU програма [10, 11] даје се преглед од пре 10-ак година просечних REL у неким европским земљама. Подаци о NRW (%) за земље SEE је добијено са већег броја конференција и радова (табела 4). Ове вредности су свакако променљиве и за дискусију, али и дају одређени увид.

Табела 4. Реални губици и не фактурисана вода у неким Европским земљама (%)

Земље EU са нижим REL (%)		Земље EU са вишим REL (%)		Регион SEE: NRW (%)	
Држава	Просек (распон)	Држава	Просек (распон)	Држава	Просек (распон)
Луксембург	3	Ирска	42	Мађарска	24 (REL=20)
Немачка	6	Летонија	40	Словенија	30 (20÷40)
Данска	8	Италија	35 (20÷50)	Србија	35 (15÷70)
Холандија	8	Литванија	29	Хрватска	35 (25÷50)
Аустрија	11	Малта	27	Румунија	50
Белгија	13	Словачка	27	БиХ	35÷70
Финска	15 (12÷25)	Португал	23 (18÷58)	Бугарска	60 (40÷70)
Шпанија	18	В. Британија	22	Македонија	40÷70
Чешка	19	Француска	22 (10÷40)	Црна Гора	40÷70
Шведска	20	Естонија	20	Албанија	30÷70

Даблин (Ирска) [2]: Даблин се 1994. суочио са озбиљном несташицом воде, узроковано деценијама недовољног улагања у дистрибутивну мрежу, и без систематске активне контроле цурења, па су физички губици достигли висок ниво. Циљ пројекта је био веома амбициозан: смањити цурење за две године са 40 на 20% (у запреминском смислу, са 175.000 на 87.000 м³/дан). Ангажована је искусна фирма, која је успоставила укупно 500 малих ОЗВ (мање од 1.000 прикључака сваки), покривајући целу дистрибутивну мрежу. Отклоњено је око 15.000 цурења, а замењено је око 20 km цеви. Укупно цурење је смањено са 175.000 на око 125.000 м³/дан, а иако циљ од 20% цурења није постигнут, пројекат је оцењен успешним.

Интересантан је пример Скандинавских земаља Данске и Норвешке: У Данској је просечан NRW око 8% (водоводи плаћају пенале ако пређе 10%), док су у Норвешкој око 40%. Поред можда различитог давања значаја овој проблематици и неповољније климе у северним деловима Норвешке, извесно је и да топографија терена, и променљивост притиска у мрежи имају значајну улогу. У Норвешкој је као примарна системска мера усвојен приступ са детаљним зонирањем мреже уз мање распоне притисака по зони.

Милано-Италија [12]: WSS Милана (испоручује ≈220 мил. м³/год.) успева да држи низак ниво губитака (12%) - пуно испод просека у Италији (≈35%). NRW у Милану се редовно прати и усвојена стратегија подразумева:

- Анализе губитака применом уобичајених метода и термина, (IWA).
- Корективне теренске инспекције: електро-акустичке мере (корелатор, снимач буке, геофон, акустични детектор итд.), савремена бројила и РМ.

За смањење реалних губитака (REL), активности у WSS Милана су следеће:

- Прављење водних биланса стандардним методама. Брза поправка уочених цурења. Управљање регулацијом притиска.
- Статистичка анализа и геореференцирање скривених и регистрованих цурења, укључујући анализу деоница где се кварови више пута понављају.

Када су у питању привидни губици (APL), активности су следеће:

- Анализа старости бројила и вредности потрошње датог корисника.
- Анализа података о потрошњи појединих типова корисника, упоређивање и указивање на значајна одступања (могу бити узрок кварова на цевима).
- Редовно и тачно читавање рачуна - смањује број спорова.
- Сарадња са потрошачима (пријава високих рачуна, видљивих губитака).
- Прављење биланса по зонама (ОЗВ) и мањим подручјима.

NLP је већ сведен на најмању меру, па нема додатних нових активности.

Мађарска: У оквиру системских мера, ова земља је планирала (да ли и применила?) да се сваке године замени 1% од свих цеви у својим водоводима.

Сао Паоло-Бразил [2]: Једно од већих WSS на свету (25 милиона становника) је уз помоћ приватног сектора приступило замени водомера и

смањењу губитака воде. Плаћање се врши по дужини испитане дистрибутивне мреже (сваке године се испитује око 40% мреже од 26.000 km). Уговори су везани искључиво за остварени учинак на смањењу NRW. Врло позитивна искуства.

3. Различити приступи решавању питања смањивања губитака у WSS

Приступи (у смислу организације) смањивања губитака у WSS се могу условно поделити у три различита могућа организациона приступа:

- Самоиницијатива водовода уз минимално улагање средстава,
- Системски ангажман водовода уз мању помоћ са стране,
- Системско решавање на нивоу државе у спреси са комуналним фирмама.

3.1. Самоиницијатива водовода уз минимално улагање средстава

Самоиницијатива подразумева предузимање радњи које су изводљиве у домену водовода (смањење привидних губитака, једноставније радње на смањењу реалних губитака), а везана су за мала финансијска средства, доступна свим водоводима. Овај вид побољшања рада WSS се код нас доста примењује последњих 15-ак година (неки примери су и наведени у раду), управо због мањих потребних средстава, као и услед финансијског не(довољног) подржавања од стране државе. Мана овог приступа је што су ефекти побољшања временски најкраћи.

3.2. Системски ангажман водовода уз мању помоћ са стране

И у овом случају су ослонац предузетни људи у водоводу, који углавном уз помоћ експерата са стране раде моделе, зонирају дистрибутивну мрежу, и касније набављају опрему за откривање и смањење губитака. Овај приступ, поред знања, захтева и мало већа средства, која су доступна углавном само већим и боље организованим водоводима. Са оваквим приступом се могу остварити и средњорочни ефекти, али се само са њим не може достићи ELL, и временом се опет јавља проблем враћања губитака услед недостатка средстава за њихово константно држање под контролом.

3.3. Системско решавање на нивоу државе у спреси са комуналним фирмама

Виши ниво системског приступа захтева реорганизацију сектора вода у држави и одговарајуће регулативе, што би омогућило системско финансирање и контролисано трошење средстава које би сакупљале комуналне фирме уз постепени прелазак са социјалне на економску цену воде. Овај приступ је и једини можда дугорочно самоодржив.

3.3.1. Колика је садашња (социјална) цена воде?

Три типа потрошача постоје у комуналним системима: домаћинства, установе (школе, болнице, домови културе...) и индустријски потрошачи. Цене воде за домаћинства и јавне установе су у већини случајева исте/сличне, док је цена за индустрију нешто виша. Код разматрања данашње цене воде, усвојено

је да се у просеку 85% воде испоручује домаћинствима и јавним установама, а 15% воде индустријским потрошачима. Уз ту претпоставку је израчуната укупна цена воде једне комуналне фирме као збир цене за домаћинства (вод + кан) помножено са 0,85 и цена за индустрију (вод + кан) помножено са 0,15 (1 € = 117,5 дин). Табела 5 (главни извор података сајтови ЈКР и KOMDEL 2022) приказује минималне, максималне и просечне постојеће цене (тачније из неке од последњих година - углавном 2022. или 2023.) са узорка који је обухватио 60% централно-општинских ЈКР у Србији, који имају и водоводни и канализациони систем. Подељена је на БВК као далеко највећи систем, Војводину и централну Србију. Иста табела даје и просек са узорка од 45% WSS у Србији од пре 5 година - углавном 2018. или 2019. (главни извор података KOMDEL 2019 [13]).

Табела 5. Минималне, максималне и просечне цене воде у Србији данас и пре 5 год.

Водоводни систем (WSS)		Постојеће цене (углавном 2022 или 2023)						Пре ≈ 5 година	
		Водовод (дин/м ³)		Канализација (дин/м ³)		Укупна цена		Укупна цена	
		стан.	инд.	стан.	инд.	дин/м ³	€/м ³	дин/м ³	€/м ³
	Београд (БВК)	74.25	122.87	30.01	66.12	117.0	1.00	89.2	0.76
Војводина	Минимална цена	41.98	103.14	20.96	59.25	77.9 ¹	0.66 ¹	69.4 ³	0.59 ³
	Максимална цена	84.02	84.02	116.19	116.19	200.2 ²	1.70 ²	110.6 ⁴	0.94 ⁴
	Просечна цена	63.9	108.9	43.3	72.4	114.3	0.97	92.0	0.78
Централна Србија	Минимална цена	44.16	60.00	10.28	12.00	57.1 ⁵	0.49 ⁵	41.1 ⁷	0.35 ⁷
	Максимална цена	88.00	152.09	63.40	83.93	164.1 ⁶	1.40 ⁶	112.3 ⁸	0.96 ⁸
	Просечна цена	60.3	119.4	24.3	45.7	96.2	0.82	75.1	0.64
Просечна цена Србија ⁹		62.5	118.4	30.3	54.9	103.6	0.88	80.1	0.68
Просечна цена Србија ¹⁰		68.5	133.9	29.3	57.8	110.4	0.94	84.8	0.72

¹ Нови Бечеј; ² Суботица; ³ Рума; ⁴ Беоцин; ⁵ Куршумлија; ⁶ Лесковац; ⁷ Димитровград; ⁸ Сокобања; ⁹ Као просек свих анализираних WSS; ¹⁰ Као количник (БВК + Војводина + централна Србија) / 3;

Види се да се просек од око 0.7 €/м³ од пре 5 година повећао на око 0.9 €/м³. Обе ове вредности разматрају само основну (најнижу) тарифну цену (где постоји тарифни систем), занемарују понегде вишу цену за установе у односу на домаћинства и не обухватају накнаде као и једнократна плаћања. Грубо, са њима су цене воде за 5 ÷ 10% веће од приказаних, па се оријентационо може рећи да су данашња просечна плаћања по кубичку воде 1.0 €, а да су пре 5 година била за око 0.2 € мања. Треба поменути и да су се цене у периоду од пре 10 година (обрађене детаљно у *Стратегији управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године* [3]) до пре 5 година само незнатно и у мањем

броју фирми мењале, и да су просеци за ова два временска пресека (оријентационо 2014. и 2019. година) били врло слични.

3.3.2. Шта подразумева економска цена воде и колика је она у Србији?

Економска цена воде подразумева покривање свих неопходних трошкова рада и одржавања једног ЈКР, сву амортизацију и планиране трошкове развоја WSS и SS (уз довођење NRW на ниво ELL), као и издатке за изградњу и уређење објеката од регионалног значаја. ECV подразумева и не остваривање профита оствареног продајом услуга ЈКР.

Као илустрацију, табела 6 приказује цене воде појединих европских градова из Дунавског слива [14]. Цене су из 2013, па су могућа/извесна одступања код појединих градова. Извесно је да један број цена потпада под економску, а други под социјалну цену воде. У Берлину је она вероватно и виша од економске, у циљу смањења потрошње, можда и повећања профита.

Табела 6. Цене воде (€/m³) за становништво (вод+кан) појединих европских градова

Држава/град	За пиће	Отпадна	Укупно	Држава/град	За пиће	Отпадна	Укупно
Немачка (Берлин)	2.0	4.3	6.3	Румунија (Букурешт)	1.0	0.2	1.2
Аустрија (Беч)	2.0	1.8	3.8	Хрватска (Загреб)	1.1	0.8	1.9
Словачка (Братислава)	1.6	0.7	2.3	Реп. Српска (Бања Лука)	0.4	0.5	0.9
Чешка (Брно)	1.7	0.7	2.4	Црна Гора (Х. Нови)	0.9	0.2	1.1
Мађарска (Будимпешта)	1.7	0.8	2.5	Србија (Београд)	0.4	0.2	0.6
Словенија (Љубљана)	0.7	0.5	1.2	Бугарска (Софија)	0.6	0.2	0.8

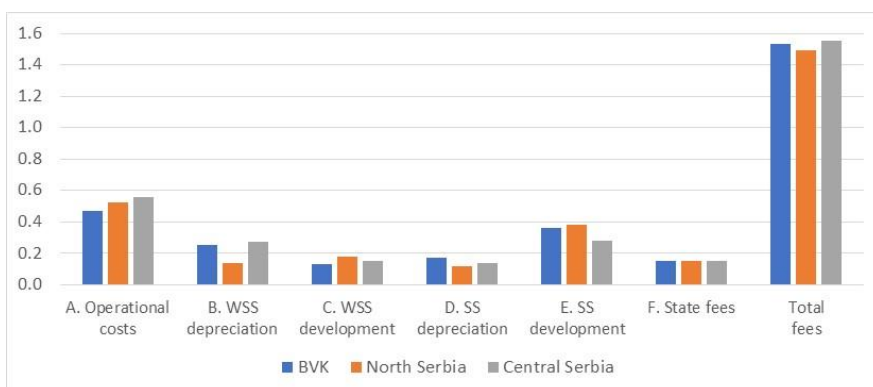
Водоводни системи су били у добром стању у Србији крајем 80-их услед сасвим пристojних улагања у сектор вода до тог времена. Уз веома социјалну цену воде, сектор вода је уживао велику помоћ државе. Оваква организација је била дугорочније неодржива услед домаћинског односа према води и у самим ЈКР и од стране народа (вода је бесплатна !). Због разних фактора, од тада се улагања државе у комуналне системе постепено и значајно смањује.

Приказано је да је просечна цена воде до пре 5 година била око 0.8 €/m³. Оваква цена је покривала оперативне трошкове пословања, и делимично инвестиционо одржавање у боље организованим ЈКР. Деградација водоводних и канализационих система је настала углавном због недостатка финансијских средстава, што онемогућава трајнију одрживост ових система, па постоји потреба за усклађивањем цене воде са стварним трошковима. Посебно је проблематично пословање мањих водовода. У последњих 30 година у њима је забележен мали број значајнијих инвестиција.

Економска цена воде се може поделити на 6 делова:

- A. Оперативни трошкови једне комуналне фирме;
- B. Трошкови амортизације водовода;
- C. Трошкови развоја система водоснабдевања;
- D. Трошкови амортизације канализације;
- E. Трошкови развоја канализационог система;
- F. Накнаде које се плаћају држави за изградњу објеката регионалног значаја.

У врло детаљним студијама, радовима и усвојеним документима [3, 15], рађеним пре 10-ак година (2012-2014), на узорку који је обухватио велики број комуналних система, објашњено је како је добијена просечна ECV за Србију од 1,5 €/m³. Њена структура се даје на слици 4 за БВК, Војводину и централну Србију. Стручној јавности је познато шта садрже делови од А до Е. Део F подразумева накнаде држави за изградњу објеката од ширег/јавног значаја. Држава субвенционише (обично 50%), изградњу значајних објеката: изворишта, постројења, главних довода, а посебно регионалне водоводне и канализационе системе. Такође и израду важних студија и пројеката који се односе на предметну област. Усвојено је да ове накнаде (F) треба да буду исте за све системе у Србији, и да су тада биле између 0.15 и 0.20 €/m³. Исказане укупне цене су просечне, а за највећи број система се кретала од 1.0 €/m³ до 2.5 €/m³.



Слика 4. Структура ECV (€/m³) за БВК, Војводину и централну Србију - Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године [3]

У последњих 10-ак година све цене су се повећале (посебно битна она за електричну енергију), па без обзира на исти курс динара према евра, данашње цене презентованих комуналних услуга су, грубо, око 30% више, што значи да је данашња просечна економска цена воде у Србији око 2.0 €/m³. Она је подложна променама у будућности зависно од осталих економских кретања. Разликује се од система до система, и креће се у распону 1.3 €/m³ ÷ 3.3 €/m³. Треба имати на уму и да, услед релативно малих активности на физичкој обнови већине система, исти су у лошијем стању него пре 10 година.

3.3.3. *Оправданост преласка са социјалне на економску цену воде*

Производња и испорука воде (захватање, пречишћавање, пумпање) до потрошача захтева утрошак рада и средстава, и има своју цену коштања, као и одржавање и потребан развој WSS. Исто важи и за канализационе системе. Са ниском (социјалном) ценом воде потрошачи нису у потребној мери стимулисани да је штеде, па смо сведоци често њене нерационалне употребе. Повратак организацији комуналног сектора вода, са високим финансирањем државе у одржавање и развој ових система је тешко оствариво (минимизирано задњих 30 година), а и када би се приступило таквом начину финансирања, где би се новац у буџет за комуналне услуге прикупљао преко неких других накнада, опет би то било на терет грађана. Последица финансијски нерегулисаног стања је девастација WSS и SS система, и повећање губитака воде.

Анализирајмо шта значи ECV за буџет грађана на примеру једне 4-члане породице која троши $18 \text{ m}^3/\text{mes.}$ ($150 \text{ L}/\text{stan}/\text{dan}$) и прикључена је и на водовод и на канализацију. Данас они плаћају ≈ 1.700 динара месечно (просек за Србију), а у условима ECV би плаћали приближно дупло више (око 3.500 динара).

ECV је и даље осетно испод 5% просечне нето зараде, колико је сугерисано да је граница рачуна за воду у методологији за одређивање цена комуналних услуга публикован од Сталне конференције градова и општина (и испод 2% ако су запослена 2 члана домаћинства). Поменимо и да 4-члана породица у Србији троши данас у просеку око 7.000 динара месечно на рачуне за мобилне телефоне.

С тога, прелазак са социјалне на економску цену воде није социјално већ политичко питање. Прво је потребно подићи свест људи да је таква одлука и оправдана и у интересу свих. Одлука о преласку на ECV није лака имајући у виду уврежено мишљење да вода треба да буде (скоро) бесплатна, као и све препреке које ће такву одлуку пратити (непринципијелни напади нестручних или не добронамерних кругова).

3.3.4. *Реорганизација сектора вода и регулативе у држави*

Да би се реорганизовао сектор вода, и прешло са социјалне на економску цену воде, потребна је помоћ/сарадња државе. Ова проблематика је детаљно обрађена у Стратегији [3], а у овом раду се дају основне назнаке.

- Први корак је да доносиоци одлука разумеју потребу и корист од успостављања ECV, и да донесу начелну, али чврсту одлуку за њено спровођење. Пожељно је да период преласка ($\approx 5 \div 6$ година) са социјалне на економску цену прати и социјални програм за оне најугроженије.
- Затим је потребно оформити агенцију за воде (или прилагодити неко од постојећих удружења) са реномираним стручним људима који би у сарадњи са ЈКР одређивали ECV по усвојеним принципима (укључујући и

структуре цена по тачкама А. ÷ Е.) за сваку од њих понаособ. Из тога би произашла и Студија показатеља ефикасности WSS и SS преко NRW (%), TIRL и ILI која би дала увид који системи су приоритетнији за санацију. Узгред, ова агенција би могла да помаже ЈКР у тумачењу одређених чланова Директиве о водама, ако до њене примене код нас дође.

- Потребно је да се централно-општински ЈКР у некој мери прилагоде новим условима: да преузму бригу о (већини/свим) мањим водоводима на својој општини, да ојачају стручни млађи кадар, да смање или бар не повећавају непотребан број запослених. Сваки од 5 делова (А. ÷ Е.) ECV треба би да има посебан рачун у оквиру датог ЈКР. Од укупно наплаћених средстава, ЈКР би задржао 88 ÷ 90%, а 10 ÷ 12% би прослеђивао у Фонд за воде. Поред обезбеђења потребних средстава за оперативне и трошкове одржавања/амортизације оба система, са ECV би се обезбедило за развој WSS и SS (у оквиру општине) око 0.6 €/m³. Као и до сада, ЈКР би био одговоран за пословање пред својом локалном самоуправом (општином).
- Део F (10% ÷ 12% у оквиру ECV) сваки ЈКР би уплаћивао Фонду за воде који би се формирао при надлежном министарству (вероватно у оквиру Републичке дирекције за воде). Из њега би се финансирани (са 30% ÷ 70%) објекти од ширег/регионалног значаја. Са ценом за F од 0.20÷0.25 €/m³ овај Фонд би на годишњем нивоу располагао са 80÷100 милиона €.

4. Закључак

Водоводни системи, као и сви други, се троше (старе), и уколико се не одржавају/обнављају, неминовно долази до девастације и повећања губитака. Технички, они се могу редуковати на испод 10%. Међутим, то не значи да је то и техно-економски оправдано, чак и у земљама које су на пољу смањења губитака најдаље отишле. ELL је различит од земље до земље и од система до система. Извесно је да у већини WSS са преко 30% NRW постоји простор за економски оправдано улагање у напоре за смањење губитака.

Технички аспект смањења губитака у WSS

Више фактора утиче на квалитет рада водовода.

- У системима где су високи привидни губици, од њиховог смањења треба започети повећање ефикасности/смањење NRW једног WSS.
- Дужи главни довод, поготову ако је од неадекватног материјала у односу на услове на терену, често значајно утиче на повећане губитке у WSS.
- Мања густина насељености генерално утиче на повећање NRW, али и на смањење друга два показатеља ефикасности (ILI и TIRL).
- Топографија и састав терена значајно утичу на степен REL, пре свега кроз фактор притиска у мрежи, који можда треба издвојити по значају.
- У различитој мери утичу и други фактори (концепт рада система, клима, саобраћајнице изнад цевовода, дубина укопавања и др).

Неки од више или мање познатих факата (везано за Р) би били:

- Виши притисак у мрежи → виши губици. За исти притисак у мрежи, појава кварова и губици су вишеструко већи ако су учестале нагле промене притиска (чак и више десетина пута). Већи број висинских зона, као и OZB треба размотрити код оптимизације концепта рада система.
- У познатој формули: $(Q1/Q0) = (P1/P0)N1$; N1 зависи од врсте оштећења и услова на месту квара, и посебно од врсте цевног материјала. Он је близак теоријских 0.5 код „чврстих“ цеви (LG, ЏС, DU), док код „флексибилних“ цеви (PE, PVC) може ићи и преко 1.5 (обично се усваја $1.0 \div 1.3$); Стога је управљање/оптимална регулација Р посебно важна у дистрибутивним мрежама са доминантном заступљеношћу „флексибилних“ цеви.

Организациони приступи смањењу губитака у WSS

Свакако је за подршку сваки ниво акције на смањењу губитака (и самоиницијатива, и системски на нивоу ЈКР, и системски на државном нивоу). Притом, извесно није корисно улагати напоре на смањењу преко нивоа економске оправданости (ELL) код сва три приступа. Ова граница је за сваки систем различита, а поред осталог, зависи и од нивоа организације приступа смањењу губитака.

Први приступ - самоиницијатива (смањење APL, једноставније радње на смањењу REL) захтева мала финансијска средства, доступна свим ЈКР, што је уз тешко доступна средства са стране, и разлог честе примене последњих година. Добра страна овог приступа је и што нема негативних ефеката, а мана што се најмање смањују REL и ефекти побољшања углавном нису превелики/дугорочни.

Други приступ (системски на локалу) захтева нешто већа средства, и са њим се могу остварити и средњорочни ефекти. Добра страна је што се могу одрадити озбиљне корисне радње за један WSS, али се само са њим не може достићи ELL, и такође сам не обезбеђује трајније решење проблема губитака.

Системски приступ на државном нивоу је једини можда дугорочно самоодржив. Њему треба да претходи озбиљна припрема како би се обезбедила прихватљивост овакве промене, и што позитивнији исход целог подухвата. Она није могућа без чврсте одлуке државе (и истрајности) да се ова промена спроведе. Без ње је можда не треба ни започињати јер може имати негативне ефекте, али треба нагласити и да је добит од успешне примене велика.

Додатно, треба поменути и:

- Оптимизација концепта рада неких WSS и замена једног броја цеви код већине је услов битнијег смањења REL → захтева озбиљан рад и средства.
- Потребно је оснивање агенције за воде за рад (са ЈКР) на одређивању и успостављању ECV, мања реорганизација ЈКР и оснивање Фонда за воде.
- Вероватно најважнији услов успешне борбе са губицима, уз обезбеђивање финансијске подршке, је квалитетан и амбициозан кадар у водоводима.

- Ангажовање експерата/фирми са стране уз везивање плаћања према смањењу NRW није заживело код нас, а искуства других су претежно позитивна. Овај вид пословања вероватно не треба применити у првим годинама, већ тек по постизању видљивих резултата на смањењу NRW.

5. Литература

- [1] Kujundzić B, 1996, Book: Large Water supply systems, Publisher: Association for Water Technology and Sanitary Engineering, Belgrade, ISBN 86-82931-01-X
- [2] (NRW) in Developing Countries. World Bank, Washington, USA, 2006.
- [3] Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године ИЈЧ, Београд 2016.
- [4] IDS Water, Leakage Economics – Plugging the knowlegde gap. 2004.
- [5] <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/9108>
- [6] Arvaji Z, Karadžić I, Upravljanje gubicima u Novom Sadu – primer iz prakse, 33. Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija '12“, 09.–12.10.2012. Vršac, ISBN 978-86-80067-28-5, Izdavač: Savez inženjera i tehničara Srbije, str. 95-100
- [7] Dimkić D, Kovač D, Papović M, Faktori efikasnosti u vodosnabdevanju – upoređenje sa slučajem Vodovoda Nikšić (CG), 43. Međunarodna konferencija „ViK '22“, 11.–14.10.2022. Zrenjanin, SITS, 130-138, 2022.
- [8] B. Babić, A. Đukić and M. Stanić, Managing water pressure for water savings in developing countries, Water SA, <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v40i2.4>, 2014.
- [9] 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.
- [10] <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/Digital-Learning-Resources/03-Water-Loss.pdf>
- [11] Lambert A.O. et al, Water Losses Management and Techniques, Water Science and Technology: Water Supply 2(4), August 2002.
- [12] <https://www.mmspa.eu/wps/portal/mmspa/en/home/mm-for-milan/the-water-service/water-losses/>
- [13] <https://www.udruzenjevodovoda.org/wp-content/uploads/2019/10/Cene-vode-i-kanalizacije-min.pdf>
- [14] Dimkić M, Milovanović M, Milankovich Anniversary UNESCO Symposium: Water Management in Transition Countries as impacted by Climate Change and Other Global Changes, Lessons from Paleoclimate and Regional Issues. 3-5 September 2014, Belgrade, Serbia
- [15] Dimkić D, Milovanović M, Dimkić M, Milojković S, (2020), Current and Economic Price of Water in Serbia, 4th EWaS International Conference Valuing the Water, Carbon, Ecological Footprints of Human Activities, Greece, pp. 67-74, Environmen. Science Proceedings. 2, 45; doi:10.3390/environsciproc2020002045, 2020.