



Milica Stanišić¹

Stručni rad

DOI: 10.5937/VIK25163S

POBOLJŠANJE EFIKASNOSTI VODOSNABDIJEVANJA ZAMJENOM AZBESTNO-CEMENTNIH CJEVOVODA U CRNOJ GORI

Rezime: Ovaj rad analizira aktuelno stanje vodovodnih sistema u Crnoj Gori, sa posebnim fokusom na zamjenu azbestno-cementnih (AC) cjevovoda radi povećanja efikasnosti, bezbjednosti i održivosti snadbijevanja vodom. Prikazane su ključne slabosti mreže, glavni rezultati studije o potrebama i investicijama do 2055. godine i date preporuke za prioritete mjere, uz naznaku za potrebu GIS i hidrauličkog modeliranja kao osnove za donošenje ispravnih odluka. Poseban akcenat je stavljen na analizu nefakturisanih gubitaka vode (NRW), investicije, prioritetsnu listu radova koji je potrebno izvesti kao i neophodnu digitalizaciju infrastrukture.

Ključne reči: vodovod, azbestno-cementne cijevi, gubici vode, GIS, Crna Gora

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WATER SUPPLY BY REPLACING ASBESTOS-CEMENT PIPES IN MONTENEGRO

Abstract: The paper presents the results of a comprehensive project for the modernization and improvement of water supply systems in Montenegro through the replacement of asbestos-cement (AC) pipes. The analysis covered 23 cities, assessing network conditions, identifying technical and management challenges, and elaborating investment priorities up to 2055. Key challenges include extremely high water losses, obsolete materials, and a lack of hydraulic models and GIS data. Proposed solutions and an investment plan focus on public health and economically sustainable water management.

Key Words: water supply, asbestos-cement pipes, GIS, water losses, Montenegro

1. Uvod

Vodovodni sistemi u Crnoj Gori (ukupno 23 gradske opštine (25 lokaliteta)), se suočavaju sa brojnim izazovima, uključujući visok stepen gubitaka vode (NRW $\approx$ 67%), korišćenje zastarelih materijala (azbest-cementnih cijevi $\approx$ 18% ukupne mreže, nepostojanje sistematskih baza podataka i nedostatak savremenih analitičkih alata za upravljanje mrežom. Sve gore navedeno direktno utiče na energetska, ekonomska i zdravstvena održivost sistema.

2. Prikupljanje i analiza podataka

Analiza vodovodnih sistema je sprovedena u tri faze: prva faza obuhvatala je prikupljanje i verifikaciju podataka o postojećem stanju sistema, druga faza uključivala je izradu osnovnih

¹ E3 Consulting, Podgorica, Crna Gora, msmilicastanasic@gmail.com



hidrauličkih modela bez kalibracije, dok je treća faza podrazumijevala ekonomsku procjenu i izradu investicionog plana za zamjenu azbestno-cementnih cijevi i poboljšanje efikasnosti vodovodnih sistema.

2.1. Prikupljanje podataka

Podaci o osnovnim karakteristikama vodosnabdevanja prikupljani su višestepenim pristupom – upitnicima, terenskim obilascima, analizom postojeće dokumentacije i konsultacijama sa stručnjacima vodovodnih preduzeća i opština. U velikom broju opština uočena je parcijalnost ili nedostatak podataka, a posebno podataka koji se tiču starosti, materijala i statusa cjevovoda, kapaciteta izvorišta, rezervoara i pumpnih stanica.

2.2. Podaci o hidrauličkim i GIS modelima i analiza podataka

Dostupnost i kvalitet GIS baza i hidrauličkih modela bili su veoma ograničeni – samo 4 vodovodna preduzeća dostavila su osnovne modele (a toga nijedan nije bio kalibrisan). Stručni tim je izradio osnovne-inicijalne modele za ostale sisteme za potrebe procjene i detekcije kritičnih tačaka sistema. GIS baza i hidraulički modeli mreže preporučeni su kao neophodni alat za kvalitetno planiranje i upravljanje sistemima.

2.3. Ekonomska analiza

Ekonomska analiza koja je dala mjere prioritizacije urađena je po smjernicama Evropske komisije. Ukupne investicione potrebe analizirane su kroz tri faze: hitne mjere (2024–2030), srednjoročne (2030–2040) i dugoročne mjere (2040–2055).

3. Rezultati

3.1. Stepen izgrađenosti vodovodnog sistema i gubici vode

Vodovodni sistemi u Crnoj Gori pokrivaju 93% stanovništva, ali je efikasnost distributivne mreže izuzetno niska zbog velikih gubitka vode („non-revenue water“ – NRW) koja iznosi prosječno oko 66,7%.

System Input Volume 135,956,874 m ³ /year	Authorised Consumption 49,547,185 m ³ /year 36.4% of SIV	Billed, authorised Consumption 45,283,365 m ³ /year	Billed metered Consumption 36,525,794 m ³ /year	Revenue Water 45,283,365 m ³ /year 33.3% of SIV
			Billed unmetered Consumption 4,463,435 m ³ /year	
	Water Losses 86,409,688 m ³ /year 63.6% of SIV 95.3% of NRW	Unbilled, authorised Consumption 4,263,820 m ³ /year 3.1% of SIV	Unbilled metered Consumption m ³ /year	Non-Revenue Water 90,673,508 m ³ /year 66.7% of SIV
			Unbilled unmetered Consumption 2,771,585 m ³ /year	
		Commercial Losses 25,447,651 m ³ /year 18.7% of SIV 28.1% of NRW	Unauthorised Consumption m ³ /year	
			Customer Meter Inaccuracies and Data Handling Errors m ³ /year	
		Physical Losses 60,962,038 m ³ /year	44.8% of SIV 80.0% of NRW	

Slika 1. Vodni bilans crnogorskih vodovoda

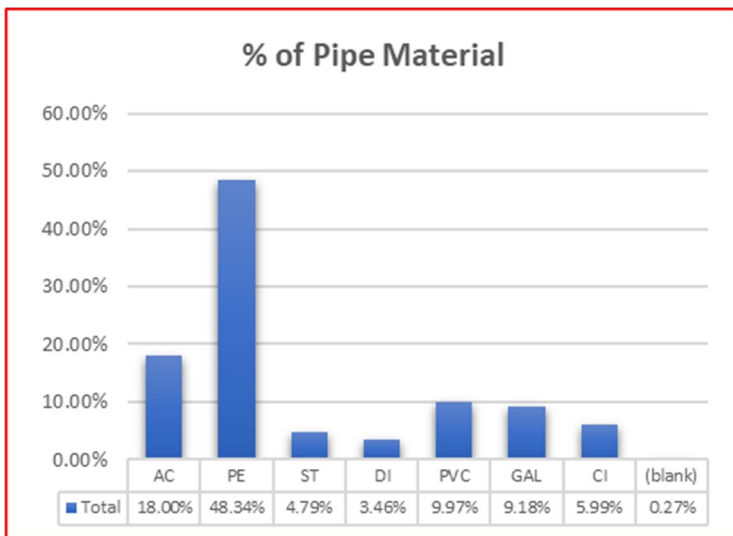
Figure 1. Water balance



U pojedinim sistemima, osim Podgorice, gubici prelaze 80%. Glavni razlozi su zastarjeli azbest-cementni cjevovodi, visok pritisak, nedostatak zoniranja mreže (slika 1), itd.

3.2. Struktura i dužina cjevovoda

Ukupna dužina vodovodne mreže iznosi 3.386 km, od čega oko 609 km čine azbestno-cementne cijevi. Najveći dio (48%) su PE cijevi, dok je ostalo raspoređeno na PVC (10%), duktilne (9%), pocinčane (6%), ST (5%) i ostale materijale.



Slika 2. Materijal cjevovoda u vodovodnim sistemima Crne Gore (%)

Figure 2. Pipe material in WS of Montenegro (%)

3.3. Investicione potrebe

Procjena ukupnih troškova do 2055. iznosi oko 506 miliona eura, od čega je neophodno 135 miliona eura za zamjenu azbest-cementnih cijevi. Investicioni plan predviđa raspodjelu sredstava na urgentne mjere (2024–2030), srednjoročna i dugoročna ulaganja (tabela 1).

Tabela 1. Procjena investicija za rekonstrukciju i izradu vodovodnog sistema do 2055.

Table 1. Cost estimation for Rehabilitation/ Reconstruction/ Development of WSSs up to 2055.

#	Opština	Hitne mjere (2024-2030) (EUR)	Srednjoročne mjere (2030- 2040) (EUR)	Dugoročne mjere (2040- 2055) (EUR)	Ukupno (EUR)	Procjena investicija za zamjenu AC cijevi (EUR)
1	Andrijevica	1,126,000	1,006,000	615,000	2,747,000	184,000
2	Bar	4,999,000	7,103,000	1,653,000	13,755,000	4,993,435
3	Berane	7,228,000	6,489,000	8,160,000	21,877,000	6,833,011



46. Конференција „ВОДОВОД И КАНАЛИЗАЦИЈА '25“

#	Opština	Hitne mjere (2024-2030) (EUR)	Srednjoročne mjere (2030- 2040) (EUR)	Dugoročne mjere (2040- 2055) (EUR)	Ukupno (EUR)	Procjena investicija za zamjenu AC cijevi (EUR)
4	Bijelo Polje	14,712,000	3,373,000	11,168,000	29,253,000	15,286,300
5	Budva	6,884,000	13,214,000	9,925,000	30,023,000	7,565,324
6	Cetinje	23,178,000	11,764,000	2,359,000	37,301,000	1,992,565
7	Danilovgrad	8,033,000	12,496,000	10,416,000	30,945,000	16,737,620
8	Herceg Novi	10,822,000	12,900,000	9,181,000	32,903,000	3,780,985
9	Kolašin	2,974,000	6,308,000	1,261,000	10,543,000	2,280,610
10	Kotor	7,178,000	7,432,000	4,136,000	18,746,000	5,731,566
11	Mojkovac	3,104,000	1,025,000	1,092,000	5,221,000	602,000
12	Nikšić	13,811,000	19,986,000	19,970,000	53,767,000	6,831,522
13	Plav	6,665,000	5,073,000	875,000	12,613,000	479,635
14	Pljevlja	13,682,000	3,570,000	1,812,000	19,064,000	8,193,025
15	Plužine	1,328,000	933,000	791,000	3,052,000	0
16	Podgorica	30,619,000	23,499,000	44,507,000	98,625,000	24,670,713
17	Rožaje	1,482,000	5,273,000	1,670,000	8,425,000	3,109,489
18	Šavnik	344,000	211,000	170,000	725,000	0
19	Tivat	7,625,000	1,734,000	514,000	9,873,000	3,952,350
20	Ulcinj	5,060,000	21,444,000	21,154,000	47,658,000	19,450,384
21	Žabljak	2,465,000	4,206,000	1,621,000	8,292,000	2,229,850
22	Gusinje	4,365,000	4,106,000	500,000	8,971,000	418,605
23	Petnjica	1,092,000	327,000	50,000	1,469,000	0
	Ukupno	178,776,000	173,472,000	153,600,000	505,848,000	135,322,989

3.4. Glavni nedostaci vodovodnog sistema i preporuke

Analize su pokazale da se glavne slabosti vodovodnih sistema mogu sažeti na sledeći način:

- Nedostatak podataka, GIS-a baza, hidrauličnih modela i mjerenja u sistemu;
- Visok procenat nefakturisanih gubitaka vode (NRW), oko 66,7% ulazne zapremine vode;



- Veliki fizički gubici uzrokovani visokim pritiskom u sistemu
- Nedostatak zoniranja distributivne mreže – sistem radi pod visokim pritiskom
- Nedostatak rezervoarskog prostora
- Relativno visok procenat azbestno-cementnih cijevi, oko 18% ukupne dužine (609 km)
- Oko 32% cijevi ima neadekvatan prečnik, manji od 80 milimetara
- Zbog loših odluka u prošlosti, prvenstveno nedostatka hidrauličnih modela, sistemi su konceptualno pogrešni (što je glavni razlog za visok pritisak u sistemu)

Za efikasniji rad vodovodnih sistema neophodno je sprovesti sledeće aktivnosti:

- Smanjenje ne-fizičkih gubitaka, što uključuje otkrivanje i eliminaciju ilegalnih priključaka, kao i precizno evidentiranje stvarne potrošnje, obzirom da postojeća potrošnja često nije pravilno mjerena i naplaćena;
- Smanjenje fizičkih gubitaka kroz pronalaženje i sanaciju curenja na mreži;
- Izrada i korišćenje GIS i hidrauličkih modela cjelokupnog sistema, što omogućava precizno planiranje i upravljanje mrežom;
- Zoniranje mreže za bolje upravljanje pritiskom i sprečavanje prekomjernog pritiska u cjevovoda;
- Instalacija savremenih uređaja za praćenje parametara sistema, uključujući i vodozahvate, unutrašnje sekcije mreže i korisnike;
- Kontinuirani monitoring kako fizičkih tako i ne-fizičkih gubitaka, uz sistematsko otkrivanje i brzo reagovanje na kvarove;
- Ugradnja i redovno očitavanje, kao i kalibracija vodomjera kod svih korisnika, u cilju povećanja tačnosti obračuna i efikasnosti naplate usluga.

Ove mjere su ključne za efikasnu borbu protiv visokog nivoa gubitaka vode i održivo upravljanje vodovodnim sistemima.

4. Zaključak

Analiza dostupnih podataka pokazala je da efikasno upravljanje vodosnadbijevanje u Crnoj Gori nije moguće bez integrisane zamjene AC cijevi, implementacije GIS i hidrauličkih modela i modernizacije sistema naplate i kontrole potrošnje. Dugoročan plan zahtjeva ulaganja i sistematsko unapređenje digitalnog vođenja infrastrukture, čime bi se obezbjedila optimalna ekonomska i zdravstvena sigurnost građana.

Zahvalnica

Rad je nastao shodno podprojektu „Unapređenje efikasnosti vodosnadbijevanja zamjenom azbestno-cementnih cijevi na teritoriji Crne Gore (MNE: FS-AC)“, realizovanom u periodu od septembra 2023. do aprila 2024. godine, u okviru Programa za pripremu projekata u oblasti životne sredine i klimatskih promjena (PPF).



5. Literatura

- [1] FS-AC, *Summary Report – Improving the Efficiency of Water Supply by replacing Asbestos-Cement Pipes*, Crna Gora, 2024.
- [2] Službeni podaci ViK preduzeća Crne Gore.
- [3] Evropska komisija, *Cost Benefit Analysis Guidelines*, 2021.