



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA
SISTEMIMA
SNABDIJEVANJA VODOM U
PRIMORSKOM REGIONU
PRIMJENOM INDIKATORA
PERFORMANSI

Doktorska disertacija

Mentori:

Prof. dr Nenad Simeunović

Prof. dr Srđan Kolaković

Kandidat:

Olivera Doklešić

Novi Sad, 2024. godine

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА¹

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Оливера Доклестић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција):	Др Ненад Симеуновић, редовни професор, Факултет техничких наука Др Срђан Колаковић, редовни професор, Факултет техничких наука
Наслов рада:	Унапређење управљања системима снабдијевања водом у приморском региону примјеном индикатора перформанси
Језик публикације (писмо):	Српски (латиница)
Физички опис рада:	Унети број: Страница 179 Поглавља 9 Референци 96 Табела 46 Слика 59 Графикана / Прилога /
Научна област:	Индустријско инжењерство / инжењерски менаџмент
Ужа научна област (научна дисциплина):	Производни и услужни системи, организација и менаџмент
Кључне речи / предметна одредница:	Водоводни системи, модел водоводног система, процена модела, индикатори перформанси
Резиме на језику рада:	Приказан је развијени модел управљања водоводним системом применом индикатора перформанси. Модел узима у обзир принцип сезонске неравномерности произведене и потрошене воде. Ова врста експерименталног истраживања са тестирањем први пут је изведена и спроведена у приморском региону Црне Горе.
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	25.04.2019.
Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	Председник: Проф. др Илија Ћосић, професор емеритус, Факултет техничких наука, Нови Сад Члан: Проф. др Драган Милићевић, редовни професор, Грађевинско архитектонски факултет, Ниш Члан: Проф. др Ранко Бојанић, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад Ментор: Проф. др Срђан Колаковић, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад Ментор: Проф. др Ненад Симеуновић, редовни професор, Факултет техничких наука, Нови Сад
Напомена:	

¹ Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:

5б – Изјава о ауторству;

5в – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије и о личним подацима;

5г – Изјава о коришћењу.

Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не корице се са тезом.

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES

KEY WORD DOCUMENTATION²

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Olivera Doklešić
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Dr Nenad Simeunović, Full Professor, Faculty of Technical Sciences Dr Srdjan Kolaković, Full Professor, Faculty of Technical Sciences
Thesis title:	Improvement of water supply systems management in the coastal region using performance indicators
Language of text (script):	Serbian language (latin script)
Physical description:	Number of: Pages 179 Chapters 9 References 96 Tables 46 Illustrations 59 Graphs / Appendices /
Scientific field:	Industrial engineering and engineering management
Scientific subfield (scientific discipline):	Production and service systems, organization and management
Subject, Key words:	Aquatic systems, aquatic system model, model assessment, performance indicator
Abstract in English language:	The developed model for water supply system management using performance indicators is presented. The model takes into account the principle of seasonal variability of produced and consumed water. This type of experimental research with testing was conducted for the first time in the coastal region of Montenegro.
Accepted on Scientific Board on:	25.04.2019.
Defended: (Filled by the faculty service)	
Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	President: Prof.dr Ilija Ćosić, professor emeritus, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad Member: Prof.dr Dragan Milićević, full professor, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš Member: Prof.dr Ranko Bojanić, full professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad Supervisor: Prof.dr Srdan Kolaković, full professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad Supervisor: Prof.dr Nenad Simeunović, full professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
Note:	

² The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:

56 – Statement on the authority,

5B – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,

5r – Statement on copyright licenses.

The paper and e-versions of Statements are held at the faculty and are not included into the printed thesis.

Sadržaj:

1.	UVOD	11
1.1.	Predmet istraživanja	12
1.2.	Ciljevi i hipoteze istraživanja	16
1.3.	Dobijeni rezultati	25
1.4.	Primjenjena metodologija rada	25
1.5.	Kratak sadržaj rada po poglavljima	30
2.	PREGLED LITERATURE	34
2.1.	Zakonska regulativa i strateški dokumenti	34
2.2.	Literatura iz oblasti upravljanja sistemima	34
2.3.	Literatura iz oblasti modeliranja	38
2.4.	Literatura koja povezuje turističku privredu, vodne resurse i snabdijevanje vodom .	39
2.5.	Literatura iz oblasti reparacije cjevovoda i saniranja kvarova na mreži	45
3.	PRIKAZ STANJA PREDMETA ISTRAŽIVANJA	49
3.1.	Opšta razmatranja o vodnim resursima	49
3.2.	Vodni resursi u primorskom regionu Crne Gore	49
3.3.	Vodovodni sistemi u primorju Crne Gore, karakteristični po recipročnom odnosu proizvedene i potrošene vode, tokom dva godišnja perioda	54
3.4.	Kratka analiza stanja vodovodnih sistema u primorskom regionu Crne Gore	56
3.5.	Analiza stanja reprezentativnog vodovodnog sistema, sistem snabdijevanja Herceg-Novog.	57
3.6.	Analiza slabosti i snage sistema primjenom SWOT analize	63
3.7.	Formiranje modela	70
3.8.	Definisanje dva perioda u funkcionisanju sistema snabdijevanja	74
3.9.	Opšti ciljevi za poboljšanje rada preduzeća koje upravlja vodovodnim sistemom	80
4.	METODOLOGIJA	82
4.1.	Uvod	82
4.2.	Opravdanost za paradigme i metodologiju	84
4.3.	Analiza stanja ključnih elemenata koji su značajni za unapređenje efikasnosti sistema snabdijevanja vodom	85
4.4.	Analiza gubitaka u vodovodnim sistemima	93
5.	ANALIZA PODATAKA	107
5.1.	Predmet analiziranja	107
5.2.	Korištenje baze podataka za istraživanje i dokazivanje hipoteza	107
5.3.	Analiza stanja vodovodne mreže	108
6.	REZULTATI	113
6.1.	Uvod	113
6.2.	Osnovne karakteristike operativnog sistema u pogledu sanacije kvarova	114

6.3.	Kvantifikovanje Indikatora performansi po aktivnostima na sanaciji kvarova na mreži	134
6.4.	Uvezivanje visine pritisaka i stanja kvarova na mreži	137
6.5.	Razmatranja o efektima operativnosti na mreži	140
6.6.	Pokazatelji stanja po Indikatorima performansi	147
6.7.	Ključni indikatori performansi za period zime i ljeta.....	155
6.8.	Poboljšanje upravljanja na osnovu dosadašnjih zapažanja.....	156
7.	Diskusija rezultata	159
7.1.	Ograničenja	169
8.	Zaključak.....	171
8.1.	Pravci daljih istraživanja	172
9.	LITERATURA.....	174

Lista slika

Slika 1.1.1. Procenat pokrivenosti potrošača, u primorskom opštinama u 2022. godinu	16
Slika 1.1.2. Dijagram kumulativne godišnje proizvodnje vode po stanovniku, za 2012. godinu (izvor: Vodacom).....	15
Slika 1.1.3. Dijagram prodaje vode po stalnom stanovniku na dan, u 2016. godini, zanemarujući broj nedomicilnih korisnika vode iz sistema snabdijevanja (izvor: Vodacom)...	15
Slika 1.1.4. Evolucija upravljanja ljudskim resursima (iz knjige „Upravljanje ljudskim resursima u građevinarstvu“)	20
Slika 1.1.5. Shema porcedure sanacije kvara na vodovodnoj mreži	23
Slika 1.1.6. Shema radnih podjedinica u tehničkom sektoru	24
Slika 2.2.1. Model „Babe“ vodna ravnoteža u sistemu gubitaka	38
Slika 2.4.1. Udio potrošnje domaćeg stanovništva u potrošenoj vodi (plavo) i udio internacionalnog turizma u potrošenoj vodi (crveno) u zemljama svijeta	42
Slika 2.4.2. Prosječna potrošnja vode po rezidentu i po turistu, u pojedinim zemljama Mediterana.....	43
Slika 2.4.3. Odnos broja rezidencijalnih stanovnika i turista po županijama u primorskom pojasu Hrvatske. Županije: I–Istarska, PG–Primorskogoranska, LS–Ličkosenjska, Z– Zadarska, ŠK–Šibenskokninska, SD–Splitskodalmatinska, DN–Dubrovačko neretvanska.....	46
Slika 3.2.1. Histogram padavina za period 1960 – 2018.....	50
Slika 3.2.2. Piramida vodnih resursa za primorje Crne Gore (istraživanje iz kojeg je proizašla ova piramida vodnih resursa objavljeno je na savjetovanju „Voda 2008“ i publikovano u zborniku radova sa te konferencije)	52
Slika 3.2.3. Piramida vodnih resursa za Boku Kotorsku (Herceg-Novi, Kotor i Tivat)	53
Slika 3.2.4. Godišnja proizvodnja vode po stanovniku, u primorskom regionu Crne Gore, u 2015 i 2016. godini (izvor: Vodacom, d.o.o.).....	53
Slika 3.3.1. Shema vodnih resursa, broja potrošača, zapremina rezervoara, količine „proizvedene“ vode u sistemima, obračunate količine vode za svaku opštinu pojedinačno na primorju, broj potrošača (prvi red).....	57
Slika 3.3.2. Procenat pokrivenosti konzuma uslugama javnog snabdijevanja vodom na primorju Crne Gore	57
Slika 3.4.1. Područje primorskog regiona Crne Gore, izvor Google Earth.....	58
Slika 3.5.1. Karta vodovodnog sistema Herceg Novog, sa ucrtanom primarnom mrežom i rezervoarima.....	59
Slika 3.5.2. Zastupljenost različitih prečnika u mreži Herceg Novog.....	62
Slika 3.5.3. Visinske zone snabdijevanja hercegnovskog vodovodnog sistema (do 60 mm – I zona, do 120 mm – II zona, iznad 120 – III zona snabdijevanja)	63
Slika 3.5.4. Shema rezervoara u telemetrijskoj kompoziciji.....	64

Slika 3.7.1. Shema matematičkog modela vodovodnog sistema za dva perioda godine	73
Slika 3.8.1. Kretanje broja turista u Herceg Novom u 2017. godini	79
Slika 3.8.2. Trajanje turističke sezone u različitim periodima godina	80
Slika 3.8.3. Dijagram ukupnog broja turista u Herceg Novom u sezoni 2018.....	80
Slika 4.3.1. Karta vodovodne mreže sa ucrtanim kvarovima u „map info“, hercegnovska rivijera, Đenovići, plavom bojom je prikazana vodovodna mreža a roza su tačke sa otklonjenim kvarovima	89
Slika 4.3.2. Radni ciklus sanacije kvara.....	90
Slika 4.3.3. Grafički prikaz učestalosti ugradnje spojki raznih dimenzija, po mjesecima.....	91
Slika 4.3.4. Grafički prikaz učestalosti ugradnje raznih dimenzija „d“ nipel, po mjesecima ..	92
Slika 4.3.5. Grafički prikaz učestalosti ugradnje alkatanskih cjevi raznih dimenzija, mjesečno.....	92
Slika 4.3.6. Mjesečna učestalost ugrađenih rosfrajnih djelova u popravljenim kvarovima na mreži	93
Slika 4.3.7. Grafički prikaz dužine ugrađenih cjevi, po prečnicima, mjesečno	93
Slika 4.3.8. Krive sezonski ugrađenog materijala	94
Slika 4.4.1. „Dvokolosječna“ procedura za provođenje upravljanja gubicima.....	98
Slika 4.4.2. Izvedeni dijagrami za proračun UARL veličina	100
Slika 4.4.3. Četiri bazične metode za upravljanje realnim gubicima	102
Slika 4.4.4. Dijagram vrijednosti koeficijenta ILI u raznim zemljama svijeta, crvena pozicija „0“ označava graničnu vrijednost između održivog i neodrživog stanja	102
Slika 4.4.5. Vodovodna mreža pilot zone Kamenari.....	105
Slika 4.4.6. Dijagram pritiska noćne potrošnje u pilot zoni Kamenari, na dva različita mjerna mjesta	105
Slika 5.3.1. Vodovodna mreža dijela Sutorine sa ucrtanim mjestima izmjerenih pritiska, koji se kreću od 8,5 do 12 bara.....	112
Slika 6.2.1. Shema upravljanja gubicima vode modifikovana prema realnim mogućnostima u vodovodnim sistemima na primorju Crne Gore	117
Slika 6.2.2. Dijagram za januar 2015-2018.....	122
Slika 6.2.3. Dijagram za februar 2015-2018.	122
Slika 6.2.4. Dijagram za mart 2015-2018.	123
Slika 6.2.5. Dijagram za april 2015-2018	123
Slika 6.2.6. Dijagram za maj 2015-2018.....	124
Slika 6.2.7. Dijagram za oktobar 2015-2018.	124
Slika 6.2.8. Dijagram za novembar 2015-2018.....	125
Slika 6.2.9. Dijagram za decembar 2015-2018.	125

Slika 6.2.10. Dijagram za jun 2015.-2018.....	126
Slika 6.2.11. Dijagram za jul 2015-2018.	126
Slika 6.2.12. Dijagram za avgust 2015-2018.	127
Slika 6.2.13. Dijagram za septembar 2015-2018.	127
Slika 6.2.14. Otklonjeni kvarovi, po mjesecima, za godine: 2016, 2017, 2018 i 2019.....	132
Slika 6.4.1. Modelska shema odnosa visine pritisaka u mreži, kvarova, popravki i indikatora performansi	139
Slika 6.5.1. Koeficijenti odnosa proizvedene i potrošene vode po potrošaču sa fokusom na minimalnoj vrijednosti u mjesecu maksimalne potrošnje	143
Slika 6.11.1.Dijagram IP Proizvedena količina vode po potrošaču, po mjesecima (1-12) i po godinama (2015-2020).	165
Slika 6.11.2.Dijagram IP Proizvedena količina vode po priključku, po mjesecima (1-12), po godinama (2015-2020)	166
Slika 6.11.3.Dijagram IP Neprihodovane vode po kilometru mreže na dan, po mjesecima (1-12), po godinama (2015-2020).....	167

Lista tabela

Tabela 1.5.1. Opis IP-a koji su primjenjeni u radu.....	29
Tabela 2.2.1. Shema vodnog bilansa prema IWA metodologiji.....	37
Tabela 3.5.1. Vodoizvorišta u sistemu snabdijevanja Herceg Novog.....	61
Tabela 3.5.2. Broj priključenih na vodovodni sistem u Herceg Novom, po godinama 2015-2018.	61
Tabela 3.5.3. Dužine primarne, sekundarne i retcijalne mreže u sistemu Herceg Novog.....	62
Tabela 3.6.1. SWOT analiza, opšta shema.....	65
Tabela 3.8.1. Ukupan broj turista u Crnoj Gori, u periodu 2014-2018, iskazan kroz ukupan broj gostiju i ukupan broj noćenja.....	81
Tabela 3.8.2. Broj noćenja gostiju u Crnoj Gori, u pojedinim opštinama na primorju, za 2017 i 2018.godinu	81
Tabela 3.8.3.Količine vode koje su potrošili samo turisti u 2017 i 2018. godini, izračunato po jednačini 2.1. u Herceg Novom	90
Tabela 4.3.1. Otklonjeni kvarovi na vodovodnoj mreži u periodu 2015-2019.....	91
Tabela 4.3.2. Mjesečni prikaz ugrađenih alkatanskih cjevi.....	92
Tabela 4.3.3. Tabela kumulativnih mjesečnih dužina ugrađenih cjevi prečnika od 80 do 315 mm, mjesečno	93
Tabela 4.3.4. Rezime ugrađenog materijala u vodovodnu mrežu, u zimskom i ljetnjem periodu i izdvajanje najučestalijeg tipa, sa brojčanim i procentualnim učešćem.....	94
Tabela 4.4.1. Odnos visine pritiska u mreži i gubitaka	98
Tabela 4.4.2. Mogućih količina koje se „gube“ kroz otvore na cjevovodu.....	98
Tabela 4.4.3. Broj potrošača po poligonima u pilot zoni Kamenari.....	108
Tabela 5.3.1. Starost ugrađenih vodomjera, njihov broj i količina vode po obračunu za 2018.....	112
Tabela 5.3.2. Zamjena vodomjera po godinama	112
Tabela 5.3.3. Intervencije na vodomjerima, u mjesecu julu, po godinama 2015-19.....	114
Tabela 5.3.5. Broj vodomjera koji pokazuju stanje nula, u mjesečnoj raspodjeli u toku jedne godine	114
Tabela 6.2.1. Proizvedena količina vode za period 2015.-2018 u m ³	118
Tabela 6.2.2. Fakturisana količina vode za period 2015-2018. u m ³	119
Tabela 6.2.3. Neobračunata voda u zimskom i ljetnjem periodu	119
Tabela 6.2.4. Komparativna tabela vrijednosti brzina (vremena) reagovanja u otklanjanju kvarova	121
Tabela 6.2.5.Otklonjeni kvarovi na vodovodnoj mreži, ukupno po godinama, 2016-2019	135
Tabela 6.2.6.Pojedinačni učinak vodoinstalatera u periodu: 2016.-2019.....	136
Tabela 6.2.7. Efektivnost učinka radne snage na vodovodnoj mreži u periodu: 2015-2020.....	136
Tabela 6.3.1. Ključni indikatori performansi (IP) za snabdijevanje vodom u vodovodnom sistemu Herceg-Novog, za period: 2015. – 2018.....	138
Tabela 6.3.2. Indikatori performansi osnovnih pokazatelja stanja vodovodnog sistema.....	140
Tabela 6.5.1. Komparacija podataka o količinama vode na FS “Mojdež”, 2017-2018, koje ulaze u sistem Herceg Novo.....	145
Tabela 6.5.2. Proizvodnja i potrošnja vode svedeno na potrošača–čitačko mjesto, u 2018. godini.....	146
Tabela 6.5.3. Odnos proizvedene i potrošene vode po potrošaču, mjesečno, na osnovu tabele 6.5.2.....	147

Tabela 6.5.4. Shema vodnog bilansa prema IWA metodologiji, komparacijom za februar mjesec 2017. i 2018. godine.....	149
Tabela 6.5.5. Shema vodnog bilansa prema IWA metodologiji, komparacijom za avgust mjesec 2017. i 2018. godine.....	151
Tabela 6.6.1. Indikatori performansi tehničke efikasnosti sistema za 2018, I – XII.....	153
Tabela 6.6.2. Ukupna potrošnja el. energije u VIK HN za period januar-maj (2017. i 2018.).....	155
Tabela 6.6.3. Ukupna potrošnja el. energije na lokalnom izvoristu PS Opačica za period januar-maj (2017. i 2018.).....	155
Tabela 6.6.4. Komparativni podaci i IP-i za najznačajnije pokazatelje stanja upravljanja vodovodnim sistemom, za godine: 2015, 2016, 2017 i 2018.....	155
Tabela 6.8.1. Broj vodomjernih satova bez registrovane potrošnje, u zimskom i ljetnjem periodu, u Herceg Novom, Budvi i Kotoru.....	159
Tabela 6.9.1. Ključni indikatori performansi posmatrani po sezoni za 2018 i 2019.....	161
Tabela 6.11.1. Indikatori performansi za potrošenu i neprihodovanu vodu, za period 2015-2020.....	167
Tabela 6.11.2. Indikatori performansi za potrošnju električne energije vode, za period 2015.....	168
Tabela 6.11.3. Indikatori performansi o kvalitetu usluga, za period 2015	170
Tabela 6.11.4. Pokazatelji broja kvarova na mreži i utrošenih radnih sati na mreži, za period 2015-2020	170
Tabela 6.11.5. Finansijski Indikatori stanja, dio zvaničnog benčmarking izvještaja o uspješnosti rada vodovodnog preduzeća.....	172

ZAHVALNOST

Ovaj rad, u ovakav kakav je u završnoj formi, posvećujem dragoj profesorici emeritus, dr Mirjani Vojnov Miloradov, za njenu veliku, nesebičnu pomoć, entuzijazam i angažovanje, a posebno zbog vjere u mene i moj rad na tezi.

Zahvalnost dugujem svojim mentorima, profesoru dr Srđanu Kolakoviću, na pomoći oko završne forme, određivanju ključnih elemenata i fokusiranja na postavke i najvažnije činjenice u istraživanju teme, kao i dr Nenadu Simeunoviću, na razgovorima i korisnim savjetima tokom izrade rada do uobličavanja u konačnu formu.

Takođe, zahvaljujem profesoru emeritus, dr Radomiru Foliću, sa Fakulteta Tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, na korisnim savjetima u pripremi disertacije.

Sama ideja za temu doktorske disertacije potekla je od profesora na Građevinskom fakultetu u Beogradu, odsjek za hidrotehniku, dr Dejana Ljubisavljevića i dr Marka Ivetića, koji su uočili postojanje neizučavanog fenomena sezonalnosti u funkcionisanju vodovodnih sistema u primorskom regionu i dali osnovu budućeg istraživanja kao osnove ove doktorske disertacije, i sa kojima sam prvo vrijeme sarađivala na izradi teze, te im iz tog razloga iskazujem zahvalnost.

Herceg-Novi, februar 2023.

*“If you cannot measure it, it does not exist”
Lord William Thomson, first baron Kelvin*

*“Ako nešto ne možeš da mjeriš, onda to i ne postoji”
Lord Viliam Tomson Kelvin*

1. UVOD

Snabdijevanje vodom je mjera stepena razvoja ljudske zajednice, primarna civilizacijska kategorija. Zadatak snabdijevanja vodom jedne sredine nije samo pitanje dopremanja vode do potrošača, već je to sistemsko pitanje količine i kvaliteta vode kojom se opskrbljuju konzumenti, kroz optimalan rad sistema sa eikasnim i efektivnim funkcionisanjem. Upravljanje sistemima javnog snabdijevanja vodom mora da bude u neprekidnom unapređivanju, razvijanju, poboljšavanju, kako u pogledu tehničke opremljenosti i stanja vodovodnog sistema, tako i u pogledu poboljšanja kvaliteta usluga prema korisnicima, u pogledu načina rada, organizacije i spremnosti za reagovanja na mreži, mobilnosti i operativnosti zaposlenih u svim sektorima preduzeća koje upravlja vodovodnim sistemom.

Voda u sistemima snabdijevanja potiče iz različitih prirodnih vodozahvata: izvora, bunara, rijeka, podzemnih i površinskih jezera ili vještačkih akumulacija. Prirodni vodni resursi su u direktnoj zavisnosti od hidroloških serija, godišnjeg i sezonskog bilansa padavina. Po analizama višegodišnjih hidroloških serija u Crnoj Gori, odnosno, u njenom primorskom regionu, u komparaciji sa planetarnom situacijom za količine raspoložive vode za snabdijevanje, Crnoj Gori i njenom primorskom regionu, u godišnjem hidrološkom ciklusu, pripada mjesto u zoni tzv. „bezvodnog stresa“³.

U predmetnom regionu osnovna privredna grana je turizam, a turizam je u uzročno-posljedičnoj vezi sa snabdijevanjem vodom. Kontinuitet u snabdijevanju potrošača je aksiom turističke usluge, odnosno, osnova dobre turističke privrede, i od nje zavisi opstanak i razvoj smještajnih kapaciteta, kao i nivo i kvalitet usluga. Bez urednog cjelodnevnog snabdijevanja, tokom trajanja sezone turista, ne može se računati na pravilan razvoj turističke privrede. U toku ljetnje sezone turistička privreda doživljava kulminaciju po broju turista, te se računa na uvećanje broja potrošača za nekoliko puta u odnosu na potrošnju stalnih stanovnika, u zavisnosti od sredine i stepena razvoja turističkih usluga. Priliv broja potrošača dovodi do povećanja potreba vode, kako u pogledu specifične potrošnje po čovjeku, tako i ukupne dnevne i mjesečne potrošnje. U „špicu“ ljetnje sezone uvećanje količine potrebne vode u odnosu na domicilno stanovništvo iznosi i pet puta, u uslovima primorja Crne Gore. U nekim drugim svjetskim destinacijama, poput Španije, Italije, Grčke, Hrvatske taj odnos je dvadeset i više puta u korist turista[12]. Rast ukupne neto potrošnje dovodi do sezonske neravnomjernosti, odnosno, značajno se uvećava potrošnja vode u odnosu na ostali dio godine i u odnosu na raspoloživu količinu iz lokalnih vodnih resursa, u tom periodu. S druge strane, u zimskom periodu, zahvaljujući sezoni kiša, mnogo je veća izdašnost izvorišta, odnosno, raspoloživost i mogućnost proizvodnja vode od potreba, odnosno, potrošnje.

Primorski region Crne Gore, iako karakterističan po velikoj količini atmosferskih padavina tokom godine, u toku ljetnjeg perioda pretvara se u aridnu ili, bolje reći, semiaridnu sredinu, zbog smanjenih ili nepostojanja padavina u periodu od tri ili četiri ljetnja mjeseca. S druge strane, prirodni činioci sredine, tlo (geološki sklop terena, ispucale sedimentne stijenske mase karstnog tipa u kojima je zarobljena voda teško dostupna za eksploataciju, brzo ponire u dublje slojeve tla), i antropogeni činioci (nekontrolisano iscrpljivanje izvorišta, uništavanje prirodnih vodnih

³ Vodni stres, Water stress (eng). termin u upotrebi Evropske Agencije za životu sredinu (EPA)

resursa građevinskim radovima, kao i značajno uvećana potrošnja vode) zajedno doprinose aridnom osjećaju u primorskom regionu, tokom ljeta.

Zaključak Drugog Svjetskog vodnog Forumu za vode⁴ bio je da je „voda briga svih nas“⁵. Voda, vodni resursi, jesu briga čitavog čovječanstva, pa očuvanje prirodnih resursa u smislu kvaliteta i raspoložive količine za iscrpljivanje, moraju biti u granicama obnovljivosti, kao primarni zadatak kampanje Ujedinjenih nacija za očuvanje vodnih resursa.

Briga za vode, racionalna potrošnja, ograničeno iscrpljivanje resursa, obezbjeđenje tzv. „biološkog minimuma“ u rijekama i jezerima, pitanja su od značaja za tzv. vodno upravljanje ili sve upotrebljivije riječi vodnog menadžmenta, kroz ostvarenje sljedećih ciljeva:

- Garantovano pravo na vodu
- Decentralizovana odgovornost za vode
- Razvoj na lokalnom nivou po principu „know – how“
- Porast i poboljšanje finansiranja
- Vrijednovanje i kontrola vodnih resursa.

Potaknuti fenomenom nedostatka dovoljne količine pitke vode a rastućih potreba, upravo zbog turističke privrede, u zemljama Sredozemlja je prije četiri decenije pokrenut program sistematskog praćenja stanja i poboljšavanja parametara od značaja za snabdijevanje vodom.

Posredstvom IWA⁶ iniciran je i razvijen poseban sektor unutar oblasti infrastrukturne hidrotehnike, nova naučna oblast, tzv. benčmarking⁷ sa *performans indikatorima* za upravljanje vodovodnim sistemima. Cilj je praćenje stanja u sektoru javnog snabdijevanja vodom, da bi se način upravljanja i kvalitet usluga isporuke vode permanentno popravljao, a minimizirali negativni efekti odnosa proizvodnje i potrošnje vode. Višegodišnja praktična iskustva, teoretska saznanja, primjenljiva su u našim uslovima, bez obzira što svaka lokalna sredina ima i specifične karakteristike, naročito u pogledu: konfiguracije terena, rasporeda i izdašnosti vodnih resursa, rasporeda objekata vodovodne mreže, naseljenih aglomeracija, privrednih objekata, rasporeda i odnosa rezervoara i potrošača, zatim, navika stanovništva, mentaliteta i nekih činjenica iz kategorije socijalnih pitanja.

1.1. Predmet istraživanja

Primorski regioni, u svim mediteranskim zemljama, razlikuju se u odnosu na kontinentalno područje zbog disbalansa proizvedene i potrebne količine vode, što čini jasno postojanje dva perioda godine, zimski i ljetnji ili vansezonski i sezonski. U zimskom periodu godine su raspoloživi vodni resursi u maksimumu, a potrebe za vodom u minimumu, dok su u ljetnjoj sezoni vodni resursi u minimumu, a potrebe za vodom, odnosno potrošnja, u maksimumu. Primorski region sa primarnom odlikom recipročnog odnosa proizvedene i potrebne količine

⁴ 2nd World Water Forum, održan u Hagu u Holandiji, 17–22. marta 2000., okupio je stručnjake cijelog svijeta iz raznih oblasti nauke i tehnike vezanih za vode, kao i političare i publiciste koji su debatovali o svjetskoj vodnoj krizi.

⁵ Water is everybody's business

⁶ IWA – The International Water Association, <http://www.iwa-network.org>

⁷ Od engl. riječi benchmarking, što znači u prevodu: klupa za obilježavanje

vode jeste predmet ove disertacije. Polazi se od pretpostavke da treba drugačije sagledati normative potrošnje za dimenzionisanje elemenata vodovodnog sistema, kako je, inače, uobičajeno u dosadašnjoj praksi, na osnovu koeficijenta dnevne i časovne neravnomernosti. Ovakva praksa je proizašla iz mjerenja u kontinentalnim područjima, bez bitne razlike u proizvodnji i potrošnji vode, u periodima godine.

Predmet istraživanja ovog rada su vodovodni sistemi u primorskim regijama. Vodovodni sistemi u primorskom regionu Crne Gore, po svojim pomenutim karakteristikama, sezonskoj neravnomjernosti proizvodnje i potrošnje vode, može se posmatrati kao reprezent primorskog regiona. U ovom području su godišnje padavine između 1500 i 2000 mm. I to je početni parametar u analizama raspoloživih količina u vodnim resursima. U ovom području broj ljudi, konzumenata uvećava se tokom ljeta dva do pet puta, u zavisnosti od lokacije i sezone, pa se i potrošnja vode, odnosno, potrebe za vodom, srazmjerno uvećavaju (2,5 do 5 puta).

Velika neravnomjernost u proizvodnji i potrošnji vode čini osnovnu specifičnost Primorskog regiona Crne Gore. Gotovo svaki od šest primorskih vodovodnih sistema (Ulcinj, Bar, Budva, Tivat, Kotor i Herceg-Novi), shodno sopstvenim vodnim resursima, mora da prilagođava režim rada sistema raspoloživim vodnim količinama u svojim sistemima, odnosno, funkcionisanje sistema prilagođava se potrebama potrošača. Sistemi u primorju imaju dva režima rada:

- Ljetnji (zapravo ljetnja turistička sezona), period trajanja od juna do sredine (ili kraja) septembra, kada su svi kapaciteti sistema u maksimalnoj operacionalizaciji, a potrebe za vodom u progresiji te čine da se uz sopstvene resurse mora koristiti voda i iz eksternih izvorišta. U istom periodu se događa u pojedinim djelovima sistema restriktivno snabdijevanje, kada raspoložive količine vode u sistemu nisu dovoljne da zadovolje sve potrebe konzumenata.
- Zimski (ili vansezonski), period trajanja, od sredine septembra (oktobra), pa do kraja maja, kada proizvodnja vode premašuje potrebe potrošača.

Prostorno široko područje istraživanja suženo je na jedan vodovodni sistem, koji je poslužio kao reprezentativni model za čitavo područje, bez obzira na prostorne, organizacione i druge vrste specifičnosti, u odnosu na ostale vodovodne sisteme u primorju.

Za reprezentativni model je uzet sistem snabdijevanja vodom Herceg-Novog, primorskog grada sa oko 33.000 stalnih stanovnika i oko 80.000 korisnika vodovodnih usluga u ljetnjoj sezoni, sa oko 23.400 priključaka na sistem snabdijevanja vodom. Imajući u vidu složenu konfiguraciju obale Crne Gore i njeno zaleđe, reprezentativni vodovodni sistem može da bude testiran za uspostavljanje relacija za dobijanje odgovora o upravljanju sistemom, odnosno, o funkcionalnosti pojedinačnih sistema snabdijevanja vodom. Rezultati istraživanja su primjenljivi na sve vodovodne sisteme primorja, uz odgovarajuće modifikacije.

Vodovodni sistemi u primorju karakteristični su i po neujednačenom stepenu rentabilnosti, tokom godine, zapravo tokom zimskog i ljetnjeg perioda. To se, prije svega, odnosi na:

- izdašnost i eksploataciju prirodnih resursa
- raspoložive energetske kapacitete sistema
- stepen iskoristivosti, odnosno, efikasnost pumpnih postrojenja
- i stepen angažovanja i uposlenost radne snage.

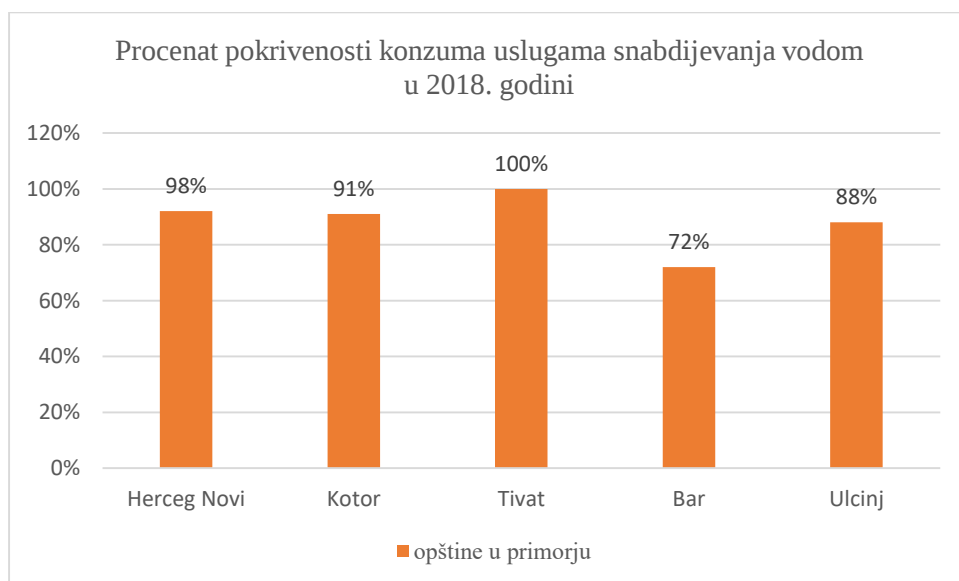
Takođe, stepen efikasnosti i operativnosti upravljanja vodovodnim sistemom i dalje je baziran na, ranije ustanovljenoj, praksi bez dovoljne teorijske analitičnosti i ispitivanja stanja, što znači da ima dosta anomalija i slabosti u upravljanju. S druge strane, upravljanje vodovodnim sistemima u primorju, iako generalno stremi napretku i primjeni modernih tehnologija, (primjena GIS-a ili sofisticirane mjerne opreme za detekciju kvarova na mreži ili uvođenje vodomjera na daljinsko očitavanje) i dalje je takvo da se ne može govoriti o strateškom planu optimalizacije rada sistema u cilju postizanja većeg stepena radne efikasnosti.

Proces benčmarkinga obuhvata: prikupljanje podataka, provjeru pouzdanosti podataka, proračun indikatora i analizu u odnosu na prethodni period. Značaj uspostavljanja benčmarkinga je u unapređenju kapaciteta stručnih službi, odnosno, na ukazivanju postojanja i potrebi rješavanja tzv. „hot spot“, ili „crnih tačaka“ funkcionisanja vodovodnog sistema. Koristeći se benčmarkingom upravljanje vodovodnim sistemom, odnosno preduzećem, prati se iz mjeseca u mjesec, odnosno, iz godine u godinu. Benčmarking je osnova poslovne strategije, odnosno kratkoročnih i dugoročnih ciljeva i aktivnosti, koje je neophodno preduzeti u cilju poboljšanja poslovanja i većeg kvaliteta usluga prema potrošačima.

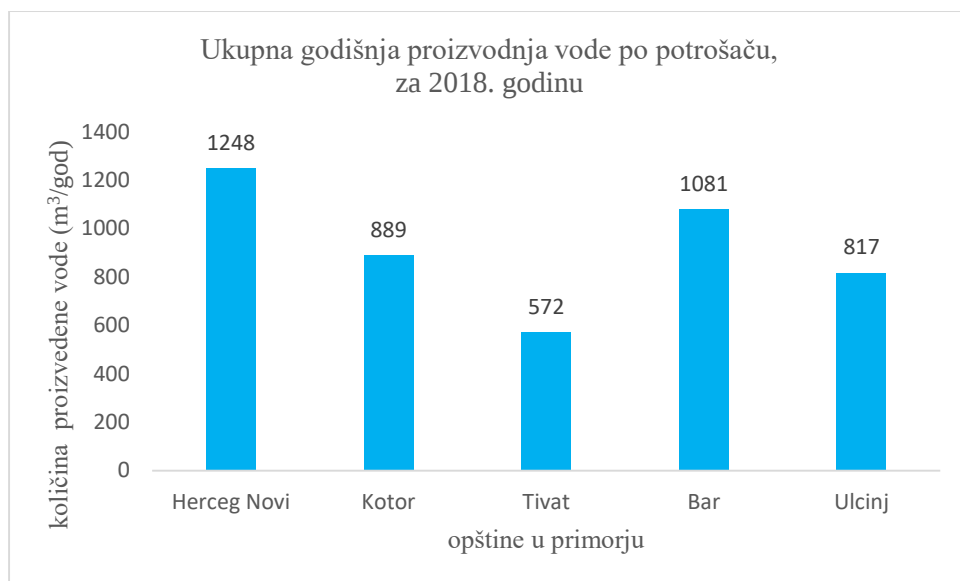
Indikativno je da su analizom podataka za 2015-2019. godinu [84-87]. dobijeni sljedeći zaključci za pet vodovodnih preduzeća:

- Veliki iznosi komercijalnih i tehničkih gubitaka stvaraju velike gubitke u poslovanju vodovodnih preduzeća.
- Kod svih vodovoda je izraženo neefikasno korišćenje resursa.
- Porast jedinične potrošnje vode po čovjeku.
- Kvalitet usluga vodosnabdijevanja nije na zadovoljavajućem nivou.

Za 2022. godinu u Opštini Herceg Novi procenat stanovništva priključenog na sistem javnog snabdijevanja, je 98% (na grafikonu, slika 1.1.1. vidi se komparacija sa drugim sistemima u primorju Crne Gore).

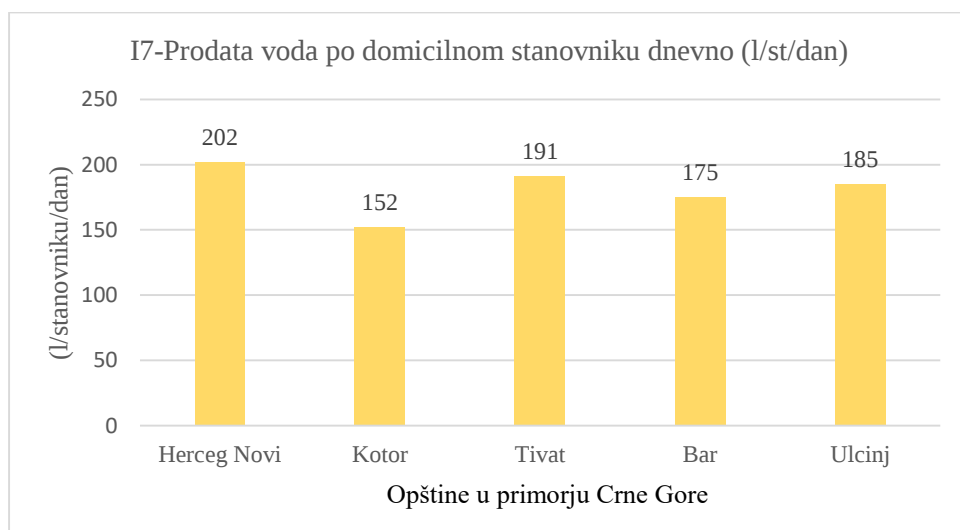


Slika 1.1.1. Procenat pokrivenosti potrošača, u primorskim opštinama u 2022. godini



Slika 1.1.2. Dijagram kumulativne godišnje proizvodnje vode po stanovniku, za 2022. godinu

Grafikon 1.1.3. prikazuje prodane količine vode po stanovniku dnevno, za 2018. godinu, po opštinama u primorju, koje su dobijene iz ukupno fakturisanih količina vode podijeljeno ukupnim brojem stanovnika u svakom području. Komparacijom višegodišnjih serija podataka primjećuje se trend smanjenja kod svih ViK-ova u primorju osim kod ViK-a Kotor, gdje je došlo do malog povećanja potrošnje za 1% u 2018. godini. U Herceg Novom je smanjena dnevna količina vode po stanovniku za 1%, u Baru 3%, u Ulcinju 20%, a u Tivtu 3% u odnosu na prethodnu godinu, što ukazuje na trend pada fakturisane količine. Međutim, ovi podaci ostaju na nivou statističke bilješke, a ne kao osnova za ustanovljavanje razloga, odnosno, opravdanje nastajanja smanjenja, pa se može u narednom periodu očekivati i povećanje proizvodnje vode po stanovniku, što je, dakle, pitanje hidroloških prilika, sezone sa više ili manje padavina. Na isti način možemo da razmišljamo i o podacima na dijagramu za prodatu vodu po stanovniku.



Slika 1.1.3. Dijagram prodane vode po stalnom stanovniku na dan, u 2018. godini, zanemarujući broj nedomicilnih korisnika vode iz sistema snabdijevanja, [85]

Iz predstavljenih rezultata o stanju u vodovodnim preduzećima uočeno je nekoliko bitnih problema u poslovanju koji su sublimirani u zadacima ovog doktorata, a koji se odnose na otkrivanje uzroka gubitaka u vodovodnim sistemima.

1.2. Ciljevi i hipoteze istraživanja

Istraživanje ima zadatak da unaprijedi funkcionisanje i operativnost u vodovodnim sistemima karakterističnim po neravnomjernoj godišnjoj proizvodnji i potrošnji vode. U funkcionalnom smislu, sistem snabdijevanja vodom možemo da poistovjetimo sa ljudskim krvotokom, a njegovu složenu strukturu, tehničkog, ekonomskog i pravnog sektora, sa funkcionisanjem privrednog preduzeća, gdje se uspješnost određuje na osnovu stepena realizacije postavljenih ciljeva [61].

Put ka poboljšanju jeste u direktnoj primjeni indikatora performansi, u raznim varijacijama po bitnim faktorima u zavisnosti od konkretnih uslova i prilika, te u stalnom praćenju stanja. Zadatak istraživanja je optimalno upravljanje sistemom snabdijevanja vodom, u primorskom regionu.

Istraživanje ima zadatak da unaprijedi funkcionisanje i operativnost u vodovodnim sistemima, koji su karakteristični po neravnomjernoj godišnjoj proizvodnji i potrošnji vode. Put ka poboljšanju jeste u primjeni indikatora performansi. Zadatak istraživanja je optimalno upravljanje sistemom snabdijevanja u primorskom regionu, rukovodeći se pojedinačnim ciljevima, a imajući uvijek u vidu primarni zadatak u upravljanju - smanjenje tehničkih gubitaka vode, za koje je poznato da su izuzetno veliki. Pojedinačni ciljevi su:

1. Povećanje kvaliteta usluga u isporuci vode
2. Poboljšanje parametara efikasnosti funkcionisanja sistema
3. Poboljšanje uslova rada zaposlenih
4. Povećanje efikasnosti rada zaposlenih
5. Optimalizacija rada i funkcionisanje sistema snabdijevanja kroz primjenu principa „4E“: efikasnost, efektivnost, ekonomičnost, ekološkičnost (poštovanje principa zaštite životne sredine).

Činjenica postojanja dva perioda godine sa najbitnijim činjenicama za vodovodne sisteme (proizvodnja i potrošnja vode) ima ključnu ulogu u ostvarivanju budućih ciljeva rada, odnosno, ciljeva upravljanja vodovodnim sistemima u primorskom regionu. Svaki uređen sistem mora da ima svoj model organizacije, funkcionisanja i upravljanja. Vodovodni sistem, kao složena tehničko-ekonomska struktura, mora da ima model unutrašnje organizacije, model funkcionisanja i model upravljanja. Sva tri modela, međusobno uvezana, uzročno-posljedičnim vezama, su činiooci efikasnosti i efektivnosti jednog vodovodnog sistema. Efikasnost je dobro korišćenje resursa poput: vremena, materijala i energije namjenjene za postizanje nekog zadatka za određene svrhe. Efektivnost je nemjerljiva veličina, ona je nekvantitativan pojam, koji se uglavnom bavi stepenom ostvarenja postavljenog cilja.

Istraživanje treba da pokaže put ka smanjenju stepena fizičkih gubitaka na vodovodnoj mreži ili smanjenje odnosa neprihodovane vode, kao razlike proizvedene i fakturisane, odnosno,

potrošene⁸ količine, u nekom vremenskom periodu. Na osnovu realnih podataka o potrošnji vode, uključujući vremensku podjelu funkcionisanja sistema, na „zimski“ i „ljetnji“ period, potrebno je izraditi model potrošnje i planiranja snabdijevanja.

Bez obzira na stepen tehničke i tehnološke razvijenosti jednog sistema javlja se i osnovana tvrdnja da je za svaki sistem najvažniji „ljudski faktor“. Činilac „ljudski faktor“ podrazumjeva angažovanje, organizaciju i pozicioniranje cjelokupne hijerarhije učesnika u jednom vodovodnom preduzeću, koji obavljaju poslove na vodovodnoj mreži.

Cilj rada je dokazivanje uvođenja principa „sezonalnosti“, uvažavanje sezonski promjenljivih parametara, u prikazivanju efekata jednog vodovodnog preduzeća u primorju, odnosno u funkcionisanju vodovodnog sistema i njegovih pokazatelja, indikatora performansi.

Hipoteze istraživanja su:

H1 Primjenom indikatora performansi iz tehničkog i finansijskog sektora, sprovodi se monitoring upravljanja vodovodnim sistemom što doprinosi povećanju efikasnosti i efektivnosti sistema.

H2 Povećanje stepena operativnosti na vodovodnoj mreži za otkrivanje i sanaciju kvarova smanjiće gubitke vode u vodovodnom sistemu i povećati stepen efektivnosti vodovodnog sistema.

H3 Ljudski faktor ima dominantnu ulogu kao uzrok problema neefikasnog sistema.

Pokazatelji unapređenja upravljanja su specifični indikatori performansi, povezuju proizvedenu i potrošenu količinu vode, odnosno, varijabilne parametre operativnosti: period godine, vrijeme reagovanja za otklanjanje kvarova, kvalitet utrošenog materijala i, uopšte, kvalitet izvršenih radova. Sezonski princip u analizama stanja ima osnovu u godišnjem bilansu proizvedene i potrošene vode, i koji su recipročni.

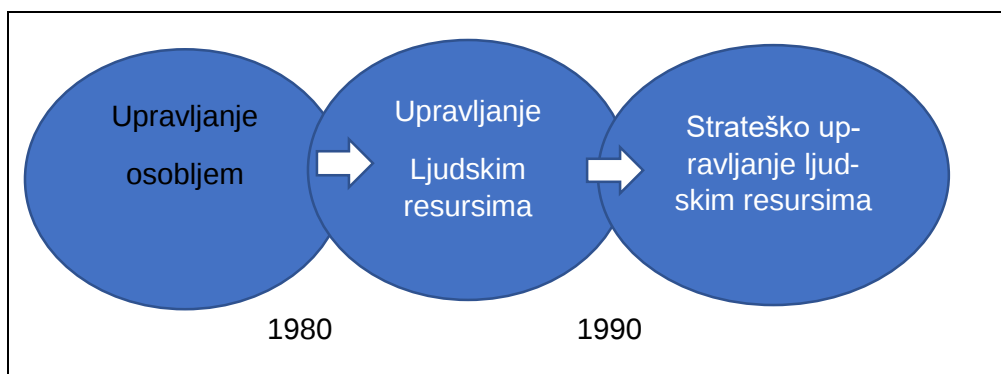
Tema o efikasnosti i funkcionalnosti vodovodnog sistema i povezivanje sa upravljanjem ljudskim resursima, obrađena je u raznim svjetskim publikacijama i radovima u stručnim časopisima, od koji su neki konsultovani za ovaj rad. Pristup u analizama stanja, u ovom radu, kojim se dokazuje treća hipoteza, temelji se na tri različita pristupa [67]:

- ❖ Upravljanje osobljem
- ❖ Upravljanje ljudskim resursima
- ❖ Strateško upravljanje ljudskim resursima

U prvom periodu tzv. *evolucije upravljanja* ljudskim resursima bilo je važno samo uposlenje ljudstva, uglavnom bez upuštanja u neke specifične profesionalne kvalifikacije i sa minimumom radnih uslova za obavljanje poslova. U drugoj fazi, *upravljanje ljudskim resursima* zadatku upošljavanja ljudstva se prilazi sistematski kroz određenu profesionalnu strukturu. Shodno tome, odabiranje ljudstva vrši se po zahtjevima za konkretan obrazovni i stručni nivo. U trećoj razvojnoj fazi pristupa se ljudskim resursima kroz strateško upravljanje, što znači

⁸ Razlikujemo pojmove potrošene, fakturisane i naplaćene vode, koji se međusobno mogu dosta razlikovati.

korištenje raznih psiho-socijalnih modela za upravljanje ljudskim resursima, razne vrste treninga i dodatnog osposobljavanja za unapređenje radne efikasnosti. U tom smislu je od posebnog značaja jačanje motivisanosti za obavljanje radnih zadataka. Na slici 1.1.4. prikazana je evolucija upravljanja ljudskim resursima, u posljednjih četrdeset godina. U današnjem vremenu tehnički sistemi dobijaju novi aspekt – praćenje stanja, tzv. monitoring, koji se iskazuje u postavljanju matrice činilaca stanja i u posmatranju mjenjača u tačno određenim vremenskim koracima.



Slika 1.1.4. Evolucija upravljanja ljudskim resursima
(iz knjige „Upravljanje ljudskim resursima u građevinarstvu“ [67])

Pojmovi vezani za predmet istraživanja

U radu koristimo neke specifične pojmove, koji su usko vezani za temu, a preuzeti su iz zakonske regulative („Zakon o vodama Crne Gore“, član 5. objavljeno u Službenom listu RCG 27/2007, Sl. list CG 32/11, 47/11, 48/15, 52/16, 55/16, 2/17, 80/17 i 84/18), te ih je neophodno definisati.

Pod pojmom javni vodovod podrazumijevamo sistem koji predstavlja skup uzajamno povezanih tehničko-sanitarnih objekata i opreme, izgrađen radi obezbijedenja sanitarno-higijenski ispravne vode za stanovnike i privredu urbanih naselja.

Pod pojmom pitka voda podrazumijevamo vodu koja po svojim karakteristikama zadovoljava propisane kriterijume iz oblasti zaštite zdravlja.

Pod pojmom vodni resursi smatramo sve površinske i podzemne vode, po količini i kvalitetu.

Pod pojmom vodni objekti i sistemi („Zakon o vodama Crne Gore“, član 5. „Službeni list RCG 27/2007, Sl. list CG 32/11, 47/11, 48/15, 52/16, 55/16, 2/17, 80/17, 84/18) smatraju se građevinski i drugi objekti ili skup objekata, sa pripadajućim uređajima, koji čine tehničku, odnosno tehnološku cjelinu, a služe za obavljanje vodne djelatnosti.

Pod pojmom javnog snabdijevanja podrazumijeva se da je jedinica lokalne samouprave dužna da organizuje i obezbijedi javno vodosnabdijevanje na svojoj teritoriji za sva naselja veća od 200 stanovnika ili čija je prosječna godišnja potreba za vodom veća od 100 m³/dan (1,16 l/s). Za vodosnabdijevanje dvije ili više jedinica lokalnih samouprava, odnosno naselja na njihovom području, javno vodosnabdijevanje se može obezbijediti organizovanjem regionalnog vodovoda.

Ključni proces, od značaja u ovom radu, je sanacija, pojam se tumači kao izvođenje građevinskih i drugih radova na postojećem objektu, kojima se vrši popravka uređaja, postrojenja i opreme, odnosno, zamjena elemenata objekta.

Pod pojmom benčmarkinga (benchmarking potiče od engleskih riječi: bench i mark, u prevodu: oznaka, standard, označiti) smatra se referentna tačka ili standard uspješnosti po kome se svi slični ili subsekventni ocjenjuju i porede. Benčmarking se zasniva na indikatorima performansi za razne djelove sistema snabdijevanja vodom, razne aktivnosti, statične i varjabilne djelove funkcionalnog sistema. Indikatori performansi (IP) su kvantitativna mjera pojedinih aspekata funkcionalnosti sistema i operativnosti nivoa usluga prema potrošačima.

Pod pojmom „ljudski faktor“ podrazumijevamo ulogu zaposlenih u pojedinim sektorima upravljačkog preduzeća; pojam je usko vezan sa drugim pojmovima, poput: motiv i motivacija u poslu ili profesionalna struktura, iskustvo, znanje, dužina radnog vijeka. Motiv i motivacija su pojmovi iz domena psihologije, a predstavljaju činioce koji podstiču na pokretanje aktivnosti jedinke, izazivaju određeno ponašanje, održavaju ga i usmjeravaju ka određenom cilju.

Vodovodni sistemi su složeni tehnički sistemi ukalupljeni u pravno-ekonomske modele, sa zaposlenima različitih obrazovnih i strukovnih nivoa. U našim uslovima upravljanje vodovodnim sistemima se svodi na horizontalno i vertikalno uspostavljanje komandne i odgovorne hijerarhije, uglavnom sa skromnim tehnološkim inovacijama, a sa najvećim učinkom u zavisnosti od fizičke radne snage. Po tom radnom principu sva vodovodna preduzeća u primorju Crne Gore su slična jedna drugima.

“Vodeni otisak“ je ekološki termin koji predstavlja količinu upotrebljenje vode za proizvod ili uslugu, za pojedinca ili cijelu državu.

Aspekti sagledavanja predmeta istraživanja

Predmet istraživanja može biti sagledan kroz širok spektar: tehničkih, pravnih, ekonomskih, socijalnih i ekoloških činilaca, koji su u dinamički sistem povezani međusobnim uzročno-posljedičnim vezama. Vodovodno preduzeće je upravljačka jedinica. Uz to, vodovodni sistemi imaju svoje prostorne i vremenske limite, a s pravnog aspekta podređeni su specifičnim oblastima zakonske regulative.

S druge strane, jedan vodovodni sistem se može posmatrati nezavisno u okviru svakog od navedenih aspekata. Gledajući ga kao isključivo „tehnički sistem“, od značaja su tehnički parametri stanja: kapacitet izvorišta, količina vode u sistemu, proticaj primarne i sekundarne mreže u dionicama, pritisci u mreži, geometrijske karakteristike cjevovoda: dužine i prečnici cjevovoda, dubina ukopavanja, potom, tehnički gubici, hidrauličko modeliranje, broj, vrsta i lokacije vodomjera, kao i interakcija i intraakcija sa spoljašnjom sredinom i td. Možemo ga posmatrati i kao zatvoreni sistem uvezanih propisa, pravilnika odluka i zakona, dakle kao pravni sistem na koji se primjenjuju zakoni i propisi u funkciji tehničkih zahtjeva i zahtjeva potrošača. Treći aspekt je ekonomski, po činjenici ostvarivanja naplate usluga, dakle, finansijske dobiti od isporučene vode potrošačima. U finansijskom smislu, svaki vodomjer ima ulogu „registar kase“, jer se svaki očitani m³ pretvara u svoju novčanu vrijednost. Vodovodni sistem nosi odlike socijalnog sistema zbog zaposlenih i njihove radne efikasnost, ali i potrošača, korisnika usluga vodovodnog sistema, kao i kroz socijalne kategorije potrošača, a koji daju primjedbe na usluge isporuke vode.

Vodovodni sistem ima bitne ekološke karakteristike posmatrajući ga kroz aspekt kvaliteta vode u sistemu, a prateći liniju stanja hemijskih i mikrobioloških parametara, od pokazatelja kvaliteta sirove vode na vodozahvatu, preko tretmana u svojim objektima, kontrolisanja, do isporuke potrošačima, krajnjim korisnicima. Stepenn kvaliteta isporučene vode je u direktnoj vezi sa zdravljem konzumenata, a takođe, u istoj oblasti tog skupa parametara jesu zone sanitarne zaštite i zdravlje i bezbjednost radnika. Naročito je važna bezbjednost radnika na mreži zbog mogućeg fizičkog povrijeđivanja i zaposlenih u laboratoriji ili dispečera na mreži, pri kontaktu sa hemijskim sredstvima za dezinfekciju vode, hlorom i hlornim jedinjenima, na primjer.

Efekat radnog učinka zaposlenih i primjena integralnog upravljanja vodovodnim sistemom čine osnovu ove disertacije. Naime, kroz radnu efikasnost očituju se mnogi značajni parametri stanja jednog vodovodnog preduzeća: efikasnost i očuvanost rada pumpnih i drugih postrojenja, trajanje kvarova do popravke, brzina i efikasnost otklanjanja kvarova, a što direktno ili indirektno utiče na: količinu raspoložive vode u sistemu, količinu neprihodovane vode, stepen gubitaka, efikasnost rada pumpi i utrošak električne energije i td. Integralno upravljanje se bavi ne samo pukim katastrofom instalacija i objekata nego cikličnim procesima praćenja stanja, unošenja svih vrsta promjena na objektima i instalacija i praćenje promjena kroz efekte rada sistema.

Opšte o upravljanju vodovodnim sistemom

Upravljanje vodovodnim sistemom zapravo je upravljanje cjelokupnom imovinom, ili terminološki prihvaćeno po Direktivama EU: integralno upravljanje imovinom. Ovaj pojam podrazumijeva upravljanje svim objektima u sastavu vodovodnog sistema u kvantitativnom i kvalitativnom smislu (izvorišta, kaptaze, bunari, filter stanice, laboratorije za praćenje kvaliteta vode, retenzije, pumpe, cjevovodi, vodostani, rezervoari, ventili, vazdušni ventili, muljni ispusti, mjerači protoka, vodomjeri i druge nepokretne i pokretne instalacije i oprema), ali ne u prostom popisu objekata u vodovodnom sistemu, nego u funkcionalnom smislu. Integralno upravljanje vodovodnim sistemom je upravljanje cjelovitim sistemom, i njegovim podsistemima, a posmatrajući s aspekta fizičkih, dakle, prostornih i vremenskih karakteristika. Izuzetno je važno da svi dijelovi sistema imaju jednak tretiman, da svaki dio bude organski i funkcionalno povezan i da ima svoju odgovornost u sistemu odlučivanja, da ima svoju specifičnu unutrašnju organizaciju i vezu sa drugim dijelovima.

Vremenska kategorija znači uključenje fenomena amortizacije u upravljanje sistemom. Vodovodni sistem je dinamički sistem, sa stalnim sezonskim promjenama (karakteristika za vodovode u primorju, odnosno, u turističkim regijama), dugoročnim promjenama (usljed starenja, habanja, trošenja materijala), ali i sa stalnom tendencijom prostornih promjena, intra i ekstrapolacije, pod uticajem spoljnih sila (urbanizacije prostora, promjena geološke sredine, i sl.). Ovo znači da je vodovodni sistem u trostrukoj podređenosti vremenu i vremenskim promjenama kroz:

- 1) sezonske promjene,
- 2) povremene promjene, (trenutne, dnevne) usljed kolebanja hidrauličkih parametara,
- 3) promjene dugoročne, postupene usljed starenja materijala, habanja, trenja.

Vodovodni sistem (VS) možemo, u opštem smislu, predstaviti kao višekriterijumsku funkciju, sa promjenljivima u:

- a) Parametrima mikrosredine, eksterni parametri, gdje se nalazi vodovodni objekat (rezervoar, cjevovod, i sl): geološki sastav tla, nosivost tla, stabilnost tla (klizanje, lomljenje, propadanje, podlokavanje, sufozija, erozija, i td).
- b) Parametrima vodovodnog sistema, unutrašnji parametri, (ugrađeni materijal, dimenzije, hidraulički parametri tečenja, unutrašnji pritisci u mreži, manevri na mreži – rad sa ventilima, potrošnja, iscrpljivanje, napor pumpi, i td).

Fizičko stanje sredine (mikrosredine) i fizičko stanje objekata sistema nisu konstante kategorije, već promjenljive u vremenu. U matematičkom smislu i jedna i druga grupa parametara su zavisni od činioca vrijeme, pa se može dati opšta jednačina integralnog upravljanja vodovodnim sistemom (1), kao višekriterijumska jednačina:

$$(1) \dots\dots\dots VS = f [P_s(t), P_{ws}(t)]$$

Gdje su: P_s – ključni parametri mikrosredine

P_{ws} – ključni parametri vodovodnog sistema

t - vrijeme

Pri tome bi bilo dobro da je vremenski period analiziranja stanja što manji, odnosno što kraći, radi lakšeg praćenja stanja i uočavanja promjena.

U vodovodnom sistemu su gotovo svi djelovi podložni hidrauličkim promjenama i zavise od hidrauličkih parametara: količine i brzine vode, pritiska, trenja, hidrauličkih udara, koji daju vremensku komponentu ugrađenoj instalaciji i opremi. U nauci o materijalima trošenje materijala smatra se erozionim procesom koji nastaje usljed trenja jednog materijala drugim ili čvršte površine drugim čvrstim predmetom ili jedne čvrste površine drugom vrstom površine. Proučavanje procesa trošenja je dio discipline koja se naziva tribologija. Procesi trošenja materijala u vodovodnom sistemu su svrstani u četiri kategorije:

- A. Adhezivno trošenje,
- B. Abrzivno trošenje,
- C. Korozivno trošenje,
- D. Zamor materijala.

Od sve četiri vrste trošenja u vodovodnim sistemima možemo reći da su s više značaja: korozija i zamor materijala. Korozija je fizičko-hemijski proces oksidacije gvožđa, trošenje konstrukcijskih materijala usljed hemijskog djelovanja fluida, vode i nastalih jedinjenja (sa hlorom ili u primorju naročito izraženo mješanja sa morskom vodom) razara metale i neorganske nemetale (npr. beton), a učestvuje i u oštećivanju (degradaciji) organskih materijala (polimernih materijala). Zamor materijala je pojava postepenog oštećenja usljed dugotrajnih, periodičnih promjenljivih opterećenja. Kad govorimo o integralnom upravljanju vodovodnim sistemom, tada pored osnovnih fizičkih karakteristika svakog posebnog elementa sistema, moramo da imamo u vidu i činjenice „vremenskog starenja“, kao neizbježnog procesa amortizacije, odnosno vremenskog poništavanja upotrebne vrijednosti elementa vodovodnog sistema.

Pojam neobračunate vode i gubitaka vode u sistemu

Pojam količine tzv. „non revenue water“ (ne obračunata voda) i pojam gubitka vode na mreži uvodi se kao početni parametar stanja jednog vodovodnog sistema, [35],[36],[37], koji se u različitim zemljama svijeta i Evrope dovodi u vezu sa pritiscima u mreži [62],[68].

Pojam gubitka vode u sistemu vezuje se za neobračunatu vodu, ili količinu vode koja se prospe kroz razna oštećenja cjevovoda, rezervoara, pumpi i drugih objekata. U literaturi [38] tretirano je pitanje nivoa gubitaka vode, kako stvarnih tako i prividnih, data je konstatacija da je to jedan od najvažnijih problema za preduzeća koja se bave snabdijevanjem vodom širom svijeta. Takođe, [32] navodi se borba protiv gubitaka vode kao ključni zadatak svakog takvog preduzeća. U radu se fokusiramo na fizičke/tehničke gubitke.

U sumi neobračunate vode postoje i druge vrste gubitaka, koji se nazivaju administrativnim, a u koje spadaju razne greške pri očitavanju brojila, greške u knjiženju, proste računске greške, kao i potrošnja vode nelagálnih potrošača, koja se ne očitava. Ova vrsta gubitaka u vodovodnim sistemima računa se da iznosi i do 10% od ukupno distribuirane vode.

Zadatak upravljanja vodovodnim sistemom

Primarni zadatak vodovodnog preduzeća je održavanje vodovodnog sistema i obezbjeđenje usluga isporuke vode potrošačima. Pod pojmom održavanja smatramo skup aktivnosti koje se provode s ciljem da se sistem zadrži u stanju u kojem izvršava zadatu funkciju. Nastajanje kvarova jeste primarni problem vodovodnog sistema, a saniranje kvarova jeste osnovni zadatak održavanja.

Kvarovi mogu biti po načinu identifikovanja:

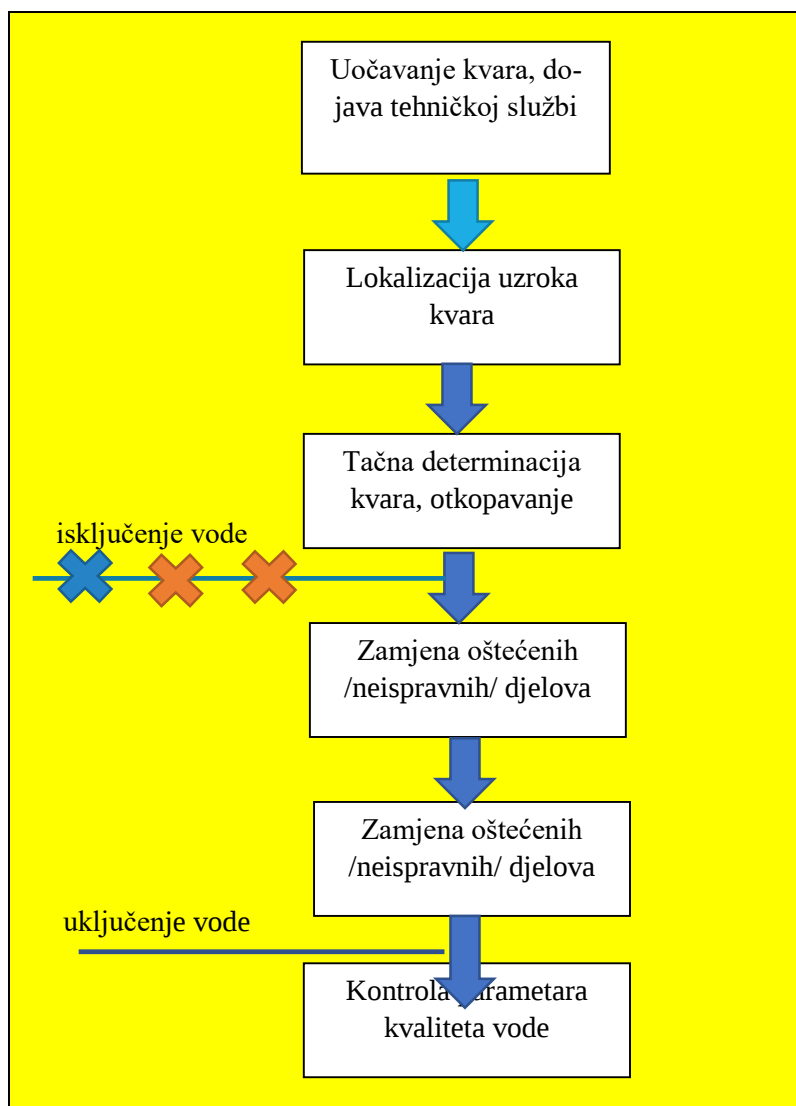
- Oku vidljivi, koji se lako identifikuju na površini tla (zabarivanje tla, formiranje vodnog toka)
- Oku nevidljivi, podzemni, prikriveni, koji su formirani u dubini tla i nemaju identifikaciju na površini terena.

Nastale kvarove na cjevovodima djelimo na:

- trenutne, slučajne, nepredvidive
- postupne, rezultat vremenski duže degradacije – ne slučajne, predvidive.

Po lokaciji, na kojoj se kvarovi nalaze, mogu biti:

- Na primarnoj mreži (na cjevovodima velikih prečnika za DN veće od 200 mm)
- Na sekundarnoj mreži (na cjevovodima prečnika DN u rasponu 100 – 200 mm)
- Na tercijalnoj mreži (na cjevovodima prečnika DN od ½ “ do 100 mm).



Slika 1.1.5. Shema porcedure sanacije kvara na vodovodnoj mreži

Na slici 1.1.5. data je shema procedure sanacije kvara, od uočavanja procurivanja i dojava tehničkoj službi do popravke sa isključenjem vode, ponovnog puštanja vode u sistem i kontrole kvaliteta vode u mreži. Upravljanje vodovodnim sistemom podrazumijeva uvezanost tehničkog sektora, operativnog tima vodoinstalatera i pomoćnog osoblja na mreži, manualnih radnika, mehanizacije, do baždarnice, koja vodi brigu o mjernom mjestu, kvalitetu i broju vodomjera na mreži, elektro-mašinskog pogona, sektora analize, plana i razvoja vodovodnog sistema, koji treba da se bavi unošenjem izmjena geometrije. Na kraju, a zapravo je prva tačka u sistemu snabdijevanja, laboratorija, u kojoj se kontrolišu kvalitativni i kantitativni parametri vode (vizuelni: boja i mutnoća), hemijski i mikrobiološki prametri, njihove vrijednosti u odnosu na limitirane vrijednosti po Pravilniku vode piće, za isporuku potrošačima.

Motivisanost

Jedan od najbitnijih činilaca za postizanje pozitivnih rezultata u upravljanju je motivisanost radnika, zaposlenih. Motivacija za rad je širok pojam i predmet je pažnje još od najranijih organizacionih jedinica, gotovo od vremena praistorije i prvobitne zajednice, kad je počela

podjela posla na one koji rade i one koji izdaju naredbe i upravljaju. Proces razvijanja naučnog pristupa motivaciji započinje u vrijeme industrijske revolucije, krajem XVIII vijeka, a kulminira krajem XX vijeka. Moderno vrijeme je motivisanost za posao podiglo na pijedestal važnosti za upravljanje, jer se za nju vezuju efektivnost i efikasnost, kvalitet rada i proizvoda rada, kreativnost, ali i princip kvaliteta i humanosti radnih uslova. Zbog svega toga svrha menadžmenta, upravljačkog tijela preduzeća, svakog upravljačkog mehanizma, naročito kod složenih sistema, jeste u iznalaženju načina za bolju motivaciju radnika za poslove koje obavljaju.

Motivi, koji pokreću na rad, nalaze se u širokom spektru kriterijuma, a zalaze u više oblasti nauke: sociologije, psihologije, religije, odnosno, po savremenim sociološkim elementima: uticaj neadekvatnog kadrovskog ili stručnog zapošljavanja kao produkt savremenog, polarizovanog društva je zamjena za nekadašnje, biološki motivisane principe, principe preživljavanja.

U činioce motivisanosti spada širok spektar faktora, npr: radni uslovi, oprema i sredstva za rad, način ophođenja rukovodećeg kadra, do finansijske motivisanosti raznim stimulacijama (dodatne novčane naknade, nagrade, drugi vidovi nagrađivanja ili vidovi bodrenja za uspješno obavljanje posla i pospješivanje pozitivne konkurencije).

Zbog povezivanja motivisanosti sa pojmom operativnosti, odnosno, efektima rada, socijalni aspekt u ovom radu dobija svoje mjesto kao direktna veza sa tehničkim sektorom, radnicima na mreži, kao i zaposlenima u domenu tehničke operativnosti na sistemu (rad na sanaciji i reparacijama cjevne mreže, sa zatvaračima, ventilima, mjeračima protoka i pritiska, pumpnim agregatima, monitoringom rezervoara i sl.).



Slika 1.1.6. Shema radnih podjedinica u tehničkom sektoru

Svi djelovi vodovodnog preduzeća, koje upravlja sistemom snabdijevanja, moraju da budu dobro međusobno povezani da bi cijeli upravljački sistem dobro funkcionisao i imao maksimalan radni efekat. Zastoj jedne radne jedinice, iz bilo kakvog razloga, dovodi do poremećaja upravljanja, koje može da ima veze i sa zastojem u isporuci vode. Svaki sistem javnog snabdijevanja je u obavezi da isporučuje 24 sata kontinuirno vodu svim potrošačima, bez razlike. Odnosno, svi potrošači u sistemu, ma gdje se oni nalazili, ne smiju da trpe diskriminaciju u isporuci vode. Pod pojmom *diskriminacije* u distribuciji vode najčešće se misli na neravnomjernu raspodjelu vode usljed nedovoljnog pritiska u mreži, u višim dijelovima sistema, zbog konfiguracije terena, ali i na distribuciju vode u vanrednim prilikama, kada se pravi lista prioritea, vođena nekim kriterijumima, fizičkih karakteristika sistema.

1.3. Dobijeni rezultati

Realizacijom dobro postavljenih ciljeva postižu se sljedeći rezultati u upravljanju vodovodnim sistemom:

- primjetno bolja operativnost i efikasnost rada zaposlenih,
- veća mobilnost i operativnost zaposlenih radnika na mreži na sanaciji kvarova, iskazana u tri vremenska nivoa: na nivou mjeseca, na nivou sezone (zima, ljeto), na nivou godine,
- iskazani bolji pojedini parametri funkcionisanja sistema.

Iskazivanje poboljšanja upravljanja kroz *Indikatore performansi*, zapravo kroz monitoring vodovodnog sistema, posebno kroz proizvedenu i fakturisanu vodu, zatim odnos proizvedene i fakturisane vode, u toku sezone, odnosno, na nivou godine, zatim kroz pokazatelje smanjenja gubitaka na mreži za 10%, u toku prve godine, zatim smanjenje potrošnje električne energije do 10%, odnosno, kroz ekonomske pokazatelje poslovanja preduzeća koje upravlja sistemom snabdijevanja vodom, ulazeći u iskazani godišnji bilans stanja i bilans uspjeha.

1.4. Primjenjena metodologija rada

Za ostvarenje zadatih ciljeva u disertaciji primjenjuje se sljedeća metodologija:

- Metodom poređenja sagledava se dostupna literatura i vrši pregled iste kroz IWA indikatore performansi, saznanja i dostignuća iz prakse zemalja sa sličnom problematikom, u mediteranskom bazenu, zemljama Evropske Unije i svijeta.
- Na osnovu prethodno urađenog poređenja, u okviru relevantnih kriterijuma za slične areale, radi se teorijsko – eksperimentalna analiza i klasifikacija kriterijuma za formiranje tehničkih smjernica.
- Analizira se izabrani vodovodni sistem, a odabran kao ugledno/eksperimentalni, po tehničkim i upravljačkim resursima (vodovodni sistem Herceg Novog).
- Mjerenjima na vodovodnoj mreži, osmatranjem i opisivanjem stanja objekata i ljudskih resursa zaposlenih, analizom operativnosti timova za opravku mreže i slično, na izabranom vodovodnom sistemu, utvrđuju se karakteristike snabdijevanja vodom, funkcionisanje i organizacija vodovodnog preduzeća.

- Postavljen je matematički model eksperimentalnog sistema, iz koga se izvlače zaključci za opšti model stanja za vodovodne sisteme karakteristične po godišnjoj neujednačenosti proizvodnje i potrošnje vode.
- Za određivanje svih činilaca potrošene i neobračunate vode uspostavlja se bilans stanja po svim činilcima radi utvrđivanja realnih gubitaka na mreži, odnosno, za određivanje direktne efikasnosti vodovodnog sistema.
- Postavlja se opšti model funkcionisanja za vodovodne sisteme koji su karakteristični po neujednačenoj godišnjoj potrošnji (i proizvodnji) vode, sa uzročno – posljedičnim, unutrašnjim i spoljašnjim vezama sa životnim okruženjem i društvenim grupama u direktnoj ili indirektnoj vezi.
- Vodi se precizna evidencija o svim intervencijama na mreži i podaci statistički obrađuju: vrste kvarova, vrijeme/brzina intervencije, utrošeni materijal, utrošak radnih sati na otklanjanju kvarova i sl.
- Analizira se primjenljivost rezultata i kvantitativno poredi uticaj predloženih kriterijuma na tehničke parametre za dimenzionisanje vodovodne mreže u odnosu na postojeću praksu planiranja i projektovanja i to: racionalnim korišćenjem vode, smanjenjem gubitaka u mreži, promjenom pritiska u mreži, rekonstrukcijom vodovodne mreže, sanacijom rezervoara i izvorišta, detaljnom hidrauličkom razradom lokacija za urbani razvoj, zatim, starošću vode, potrošnjom sredstava za dezinfekciju, energetske troškove, odnosno, sveobuhvatnim programom održavanja vodovodnih sistema.
- Računaju se indikatori performansi za proizvodnju i potrošnju vode, za efikasnost rada na sanaciji kvarova i sl. i to iz mjeseca u mjesec, sa sezonskim grupisanjem, i vrši komparacija po godinama; indikatori su pokazatelji stanja, odnosno, napretka u upravljanju vodovodnim sistemom.
- Analizira se vrsta kvarova na mreži i učestalost, na osnovu zatvorenih radnih naloga, sa analizom vremena trajanja sanacije kvara i ugrađenog materijala.

Za praćenje stanja u upravljanju vodovodnim sistemom, poslužiće indikatori performansi (IP). [1-3]. Od čitavog seta indikatora, iz tehničkog i ekonomskog sektora, napravljena je selekcija da bi se došlo do užeg izbora najvažnijih indikatora koji direktno daju odgovore na pitanja o stepenu pokrivenosti uslugama vodoopskrbe, količine vode u sistemu, fakturisane količine, ili pokazuju stepen neprihodovane vode i impliciraju na pokazatelje stanja gubitaka vode, odnosno, uključivanjem parametara stanja i pojavom kvarova na mreži i brojem otklonjenih kvarova. Uvodi se pojam tzv. brzine reakcije u otklanjanju kvarova, odnosno, uvodi se socijalna kategorija, „ljudski činilac“. U tabeli 1.5.1. dati su indikatori performansi sa oznakama i formulom za izračunavanje, kako se primjenjuje u praksi, u vodovodnim preduzećima u primorju. Svi podaci se ažuriraju mjesečno. Teoretska primjena indikatora performansi objašnjena je u poglavlju 3, podpoglavlje 3.7. a konkretna, praktična primjena je objašnjena i predstavljena detaljno u poglavlju 6. Jedinice mjere su standardizovane, a ovakvi obrasci se primjenjuju na nivou godine (a ne sezone). Pod pojmom „potrošača“ podrazumijeva se brojilo odnosno priključak.

Tabela 1.5.1. Opis IP-a koji su primjenjeni u radu

Oznaka IP	Opis indikatora	Formula
IP1	Pokrivenost uslugom vodosnabdijevanja po broju priključaka (%)	$100 * p01v / p01$
IP3	Proizvodnja vode po potrošaču (m ³ /potrošač/mjesečno)	$(p24v) / ((p55v)$
IP4	Proizvodnja vode po priključku (m ³ /priključak/mjesečno)	$(p24v) / (p19v)$
IP5	Potrošnja vode po korisniku (m ³ /potrošač/mjesečno)	$(p64v) / (p55v))$
IP6	Potrošnja vode – domaćinstva (l/s/d)	$1000 * (p59v) / (p01v) / (\text{broj dana u mjesecu})$
IP7	Potrošnja vode – domaćinstva (m ³ /potrošaču, domaćinstva/mjesečno)	$(p59v) / (p53v)$
IP8	Potrošnja vode – privreda (m ³ /potrošač/mjesečno)	$(p63v) / (p54v)$
IP9	Procentualno iskazana potrošnja vode za domaćinstva u odnosu na ukupno izmjerenu potrošenu količinu vode (%)	$100 * (p59v) / (p64v)$
IP10	Procentualno iskazana potrošnja vode za privredu, u odnosu na ukupno izmjerenu potrošenu količinu vode (%)	$100 * (p60v) / (p64v)$
IP13	Procentualni udio neprihodovane vode u ukupnoj količini proizvedene vode (%)	$100 * ((p24v) - (p64v)) / (p24v)$
IP14	Količina neprihodovane vode iskazana po korisniku na dan (m ³ /p/m)	$((p24v) - (p64v)) / (p55v) / \text{dan}$
IP15	Neprihodovana voda po km mreže na dan (m ³ /km/dan)	$(p24v - p64v) / (p13v) / 30$
IP16	Jedinična potrošnja električne energije po m ³ fakturirane vode (kWh/m ³)	$p42v / p64v$
IP19	Broj kvarovana 1000 potrošača	$1000 * p35v / p55v$
IP20	Broj kvarova po km vodovodne mreže (kvarovi/km)	$p35v / p13v$
IP21	Prosječno trajanje kvarova (broj utrošenih sati/ukupan broj kvarova)	$p38v / p35v$

U tabeli indikatora performansi značenje pojedinih pojmova je preuzeto iz redovnog benčmarking lista; svako vodovodno preduzeće je u obavezi da vodi benčmarking list, svakog mjeseca. Značenja pojmova su:

Varijable:

- Ukupan broj stanovnika u jednoj opštini – p01
- Broj stanovnika u opštini, koji su priključeni na javni sistem snabdijevanja – p01v
- Dužina primarne mreže (km) – p04v
- Dužina sekundarne mreže (km) – p07v
- Dužina tercijalne mreže (km) – p10v
- Ukupna dužina vodovodne mreže (km) – p13v
- Broj priključaka na vodovodnu mrežu – p19v
- Broj novih priključaka na vodovodnu mrežu, u nekom posmatranom periodu (za mjesec, godinu) – p20v
- Izmjerena količina proizvedene vode iz sopstvenih izvora (m^3) – p21v
- Izmjerena količina preuzete vode od trećih lica (m^3) – p23v
- Ukupna količina proizvedene vode (m^3) – p24v
- Ukupan broj kvarova na mreži – p35v
- Broj kvarova na primarnoj mreži – p32v
- Broj kvarova na sekundarnoj mreži – p33v
- Broj kvarova na tercijalnoj mreži – p34v
- Broj utrošenih radnih sati za popravke (h) – p38v
- Broj potrošenih sati u optimalnom radu sistema (h) – p39v
- Broj sati prekida usluge vodosnabdijevanja usljed kvarova, restrikcije i dr. (h) – p40v
- Broj zamjenjenih mjernih uređaja, vodomjera
- Ukupan broj korisnika sa i bez vodomjera – p55v
- Ukupan broj korisnika iz kategorije fizička lica, sa i bez vodomjera – p53v
- Ukupan broj korisnika iz kategorije pravna lica, sa i bez vodomjera – p54v
- Količina fakturisane, mjerene vode, isporučene sistemom vodosnabdijevanja za fizička lica (domaćinstva) – p56v
- Količina fakturisane, mjerene vode isporučene javnim sistemom vodosnabdijevanja za pravna lica (privredni objekti) – p60v
- Ukupna količina fakturisane vode koja se isporučuje javnim sistemom vodosnabdijevanja – p64
- Potrošnja električne energije za objekte vodosnabdijevanja (kWh) – (p42v)

Oznake u obrascima za Indikatore performansi (IP) su:

- IP1 se iskazuje procentom koji se dobija po odnosu ukupnog broja priključaka i broja onih koji su stvarno priključeni na sistem snabdijevanja vodom; barata se procjenjenim vrijednostima, između zvaničnih popisa stanovništva (2003 i 2011).
- Proizvodnja vode po potrošaču IP3 računa se kao ukupna mjesečna količina vode, koja je upuštena u sistem, podijeljeno brojem korisnika, odnosno, brojem potrošača,

suštinski je to broj vodomjera u vodovodnom sistemu, a jedinica za iskazivanje vrijednosti je $\text{m}^3/\text{potr}/\text{mjes}$; p27v je oznaka za varijablu ulazna mjesečna količina vode u sistem, a p55v je varijabla ukupan broj vodomjera.

- Za IP4 računa se kao količnik ukupne količine mjesečno proizvedene vode (p21v) po ukupnom broju priključaka u m^3 .
- Za IP5 jeste potrošnja vode po vodomjeru, odnosno, po ukupnom broju potrošača (koji je veći od ukupnog broja ugrađenih vodomjera, zbog postojanja tzv. paušalnih potrošača u stambenim zgradama, kojima se potrošnja obračunava na osnovu broja članova u domaćinstvu) a dobija se dijeljenjem ukupne izmjerene količine vode brojem potrošača; iskazuje se u m^3 .
- Za IP6 je potrošnja vode po domaćinstvu a iskazana u jedinici l/dom/dan.
- Za IP7 potrošnja vode po domaćinstvu iskazuje se u m^3 po domaćinstvu – potrošaču, mjesečno.
- Za IP8 je vrijednost dobijena iz količnika potrošene količine vode registrovane na vodomjerima za privredne objekte kroz ukupan broj vodomjera privrede, a iskazano u m^3 .
- Za IP9 potrošnja vode za domaćinstva u odnosu na ukupno izmjerenu potrošenu količinu vode, iskazano u procentima (%).
- Za IP10 potrošnja vode za privredu u odnosu na ukupno izmjerenu i potrošenu količinu vode, iskazano u procentima (%).
- IP13 je predstavljanje dijela neprihodovane vode u ukupnoj količini proizvedene vode (%).
- IP14 je količina neprihodovane vode po korisniku, predstavljena jedinicom m^3 po potrošaču na dan.
- IP15 je količina obračunate neprihodovane vode po kilometre vodovodne mreže, na dan, a što se dobija iz količnika razlike ukupno izmjerene, proizvedene i fakturisane količine, i ukupne dužine vodovodne mreže i podijeljeno brojem dana u mjesecu, da bi se dobile mjesečne vrijednosti.
- IP16 je indikator jedinične potrošnje električne energije, kojim direktno pokazuje potrošnju vode u sistemu, tj. u dijelu sistema koji se snabdijeva potiskivanjem, računajući da veća potrošnja električne energije korespondira većoj potrošnji vode; indikator se iskazuje u jedinici kWh/m^3 .
- IP19 je indikator broja kvarova na mreži, a iskazan je brojem na 1000 potrošača.
- IP20 je prosječan broj kvarova na mreži koji se izračunava kao količnik ukupnog broja kvarova po ukupnoj dužini vodovodne mreže.
- IP21 je prosječno trajanje popravke kvara na vodovodnoj mreži, a iskazuje se odnosom ukupnog broja utrošenih radnih sati na popravkama kvarova i ukupnog broja kvarova na mreži.

1.5. Kratak sadržaj rada po poglavljima

Rad se bavi upravljanjem vodovodnim sistemim u primorskom području, sa primjerima iz primorskih opština u Crnoj Gori: Kotora, Tivta, Budve, Bara i Ulcinja, i uz detaljnije analiziranje parametara u izabranom vodovodnom sistemu gdje je ključna karakteristika sistema neravnomjeran sezonski odnos proizvodnje i potrošnje vode. Taj izabrani sistem snabdijevanja, na kojem se tesiraju hipoteze, je hercegnovski vodovosni sistem. Po parametrima stanja količine vode koja ulazi i uzlazi iz sistema, odnosno, proizvedene i potrošene količine vode, primorski region ima jasna dva, suštinski recipročna perioda, kako potvrđuju i pokazatelji stanja vodovodnih sistema. Rad u osnovi ima zadatak da se identifikuju ključni faktori upravljanja radi uspostavljanja mehanizma za popravljavanje, odnosno, unapređenje stanja, koristeći pokazatelje, tzv. indikatore performansi sistema, odnosno, tehničko-ekonomske pokazatelje.

Nakon opisa osnovnih karakteristika vodovodnih preduzeća u primorju, u uvodnom dijelu, definisanja osnovnih hipoteza i ciljeva, postavljena je struktura rada po poglavljima.

2. Pregled literature

Dat je osvrt na svjetsku i domaću literaturu iz oblasti upravljanja vodovodnim sistemima kao i literatura koja se bavi indikatorima performansi. Predstavljeni su osnovni pojmovi iz oblasti upravljanja vodovodnim sistemima, koristeći zakonsku legislativu Crne Gore i zemalja nekadašnje Jugoslavije, kao i dostupne publikacije IWA, Internacionalne vodne asocijacije⁹, kao meritorne i respektabilne organizacije za oblast snabdijevanja vodom, njena istraživanja i stavovi; dat je i pregled strane i domaće literature iz oblasti hidrotehničke infrastrukture, upravljanja vodnim resursima, odnosno, vodovodnim preduzećima. Od posebnog značaja su mjesečni i godišnji izvještaji „Vodacom“-a, koordinacionog preduzeća između primorskih opština, njihovih vodovodnih preduzeća i vlade Crne Gore, u cilju poboljšanja upravljanja vodovodnim sistemima. Takođe, korišteni su mjesečni i godišnji izvještaji o radu vodovodnih preduzeća u primorju Crne Gore.

3. Prikaz stanja predmeta istraživanja

U ovom poglavlju su date osnovne karakteristike primorskog područja Crne Gore, u smislu hidroloških odlika područja. Dati su osnovni opisi vodovodnih sistema u primorju, sa stanovišta raspoloživih vodnih resursa, količine vode koja ulazi u sistem, potrošnje, i osnovni parametri sistema snabdijevanja: broj potrošača, broj priključaka, dijagrami o stepenu priključenja stanovnika na javni vodovod, stepen fakturisanja i naplate, odnosno, osnovni indikatori uspješnosti.

Postojeće ili zatečeno stanje jeste „nulto stanje“, od kojeg kreću analize, a vezano za fizičko i operativno stanje vodovodnog sistema. U ovom poglavlju su date početne vrijednosti parametara, koji ulaze u modeliranje i na osnovu kojih se ustanovljavaju kriterijumi za

⁹Internacionalna vodna asocijacija IWA povezuje 130 zemalja svijeta sa ciljem očuvanja vodnih resursa i poboljšanje stanja snabdijevanja vodom u svijetu kroz neprekidno unapređenje upravljanja vodama. Sjedište IWA organizacije je London, Velika Britanija, Alliance House, 12 Caxton Street; IWA ima svoje regionalne i subregionalne kancelarije za Evropu, Aziju, Afriku, Kinu

poboljšanje. Drugim riječima, postojeće stanje je reper za proces unapređenja sistema snabdijevanja, odnosno, upravljanja vodovodnim preduzećem.

Za reprezentativni sistem u primorju, za provođenje istraživanja, poslužio je vodovodni sistem i vodovodno preduzeće Herceg Novog, sa parametrima stanja i performans indikatorima kao baznim podacima za sve dalje analize, u odnosu na koje će se vršiti poređenja i donositi zaključci.

Količina potrošene (fakturisane) vode u velikoj mjeri zavisi od navika potrošača, kako redovnih, higijenskih potreba, tako i odnosa prema vodi kao materijalnom dobru i odnosa prema njoj u pogledu racionalnog trošenja, kao tehničke i ekonomske kategorije. Suprotno je nemarno trošenje vode, nemaran odnos prema vodi kao iscrpljivom resursu, rasipanje ili neprimjećivanje curenja, kako unutar privatnih posjeda, tako i kroz javne površine, a koje količine odlaze u nepovratan gubitak. Raspoloživa količina vode zavisi od stanja vodovodne mreže. Voda je materijalno dobro od nezamjenljivog značaja za život i zdravlje, čovjeka i svih živih bića, ali je voda i ekonomsko dobro, koje ima novčanu vrijednost. Voda je socijalna kategorija društva, po nezamjenljivom značaju i navikama, tako i u brizi i očuvanju. Jasno je da činjenica manjih gubitaka u mreži znači veću količinu vode na raspolaganje potrošačima. Gubici na mreži su direktno uvezani sa radnim efektom tima za detekciju gubitaka i tima ili timova za sanaciju kvarova na mreži, odnosno, operativaca, koje čine vodoinstalateri i fizički radnici, zajedno sa odjeljenjem za održavanje i stavljanje u pogon mehanizacije, njihovom spremnošću za brzo i organizovanje reagovanje na popravci kvara (rovokopač, bager, dozer i sl.). Brzina reagovanja radnog tima na mreži zavisi, kako od znanja i motivisanosti radnika za posao, tako i od obezbjeđenja repromaterijala za zamjenu ili popravku oštećenja. Značaj „ljudskog faktora“, kroz brzinu reagovanja u sanaciji kvarova i analiza ugrađenog repromaterijala, obrađeni su kroz poglavlje 6. iz čega proizilaze neka bitna, zaključna razmatranja za rad.

U poglavlju je razrađen model sistem sa dva funkcionalna perioda godine, ljetnji i zimski i tendencijom stalnog poboljšanja upravljanja u cilju smanjenja tehničkih gubitaka. Takođe, dato je razgraničenje pojma sezonalnosti, koji određuju, u prvom redu, proizvodnja i potrošnja vode u sistemu, a po različitim vremenskim okvirima.

4. Primjenjena metodologija rada

U ovom poglavlju opisuje se primjena stavova u upravljanju vodovodnim sistemom a za poboljšanje efikasnosti i efektivnosti, odnosno, za optimalizaciju funkcionisanja vodovodnih sistema. Ustanovljava se model vodovodnog preduzeća sa zatečenim karakteristikama, IP-i kroz vodni bilans: proizvedene i potrebne količine vode. Na osnovu prethodno ustanovljenih slabosti i dobrih strana, po SVOT metodologiji, postavlja se model za unapređenje funkcionisanja vodovodnog sistema, polazeći od principa optimalnog funkcionisanja, odnosno, za balansiranje pojedinih parametara od značaja za smanjenje gubitaka na mreži, smanjenje potrošnje električne energije, povećanje stepena usluga, racionalno korišćenje resursa vode u sistemu, brzina radne operativnosti na sanaciji kvarova, uspostavljanje relacija između parametara sistema, nastajanja i otklanjanja kvarova.

Data je analiza stanja ključnih elemenata koji su značajni za unapređenje efikasnosti sistema snabdijevanja vodom.

Istraživanje se provodi na model sistemu. Koriste se raspoložive baze podataka da bi, na osnovu njih, komparacijom podataka iz više godina, došli do bitnih zaključaka. Primjenjeno je:

- pretraživanje baze podataka za proizvedenu i fakturisanu vodu, po bazi iz naplatne i tehničke službe o stanju i broju vodomjera,
- direktno analiziranje stanja rezervoara, konstruktivnih elemenata, procurivanja sa upotpunjavanjem tehničke dokumentacije i analiziranje količine vode, ulaz-izlaz;
- detaljna analiza sanacionih radova na vodovodnoj mreži kroz radne naloge, angažovanje radnih timova vodovodnog preduzeća, analiza utrošenog materijala, kao i obračun anagažovane radne snage u sanacionim radovima;
- korištenje matrica benčmarkinga u cilju analize upošljavanja radne snage na sanaciji kvarova na mreži;
- donošenje zaključaka primjenom induktivnog i deduktivnog postupka, od pojedinačnog ka opštem, odnosno, izvođenjem iz opšteg suda posebnih ili pojedinačnih sudova.

5. Analiza podataka

Predmet analiziranja je vodovodna mreža sa svojim parametrima distribucije vode do potrošača, kao i ljudski resursi, koji predstavljaju organsku vezu između sektora upravljanja i objekata u sistemu snabdijevanja. Data je i analiza stanja vodomjera na mreži kao primarnih objekata za sakupljanje podataka o potrošačima i potrošnji vode.

U ovom poglavlju su obrađeni kvarovi na vodovodnoj mreži sa stanovišta operacionalizacije radnih timova, vrste ugrađenog materijala i prečnika cjevovoda, na kojima je došlo do interevencija. Analizirani period je od 2015. do 2019. godine. Dat je pregled vremenskog trajanja kvara do momenta popravke, a što je ključni element u upravljanju sistemom. Iz ovih podataka proizilaze ključne smjernice za zaključke u poglavlju sa rezultatima.

6. Rezultati, analiza zaključci i preporuke

U poglavlju 6. dati su rezultati istraživanja. Predstavljanje rezultata daje se istim redom kao što su obavljena istraživanja.

Rezultati istraživanja pokazuju da li jesu ili ne opravdana početna polazišta – hipoteze, koje su postavljene na početku istraživačkog rada. Potvrdom postavljenih hipoteza istraživački rad je opravdao svoju svrhu. Analiza rezultata i zaključci su predstavljeni u poglavlju 6. Rezultati se iskazuju kao odgovor na hipoteze, počevši od količina proizvedene, fakturisane i neobračunate količine vode, sa razdvajanjem na ljetnju i zimsku sezonu i uspostavljanjem matematičkih relacija za razne elemente vodovodnog sistema, za dva perioda godine. Zatim se analiziraju efekti sanacije kvarova na mreži i dobijaju rezultati o radnim grupama (radne jedinice na mreži), brzina reagovanja u otklanjanju kvarova). Komparativnom tabelom za višegodišnji period 2015-2019. dobija se direktan uvid u stanje sanacionih aktivnosti na mreži, a kao dokaz operativnosti i značaja „ljudskog faktora“, prvo u sanaciji oštećenja na mreži, a potom i na smanjenju količine neobračunate vode. Poređenjem podataka iz godina: 2015-2019. dolazi se do zaključaka o efektima angažovanja ljudstva, kao i direktna posljedica u smanjenju neobračunate količine vode u sistemu.

Indikatori performansi, koji tretiraju aktivnosti na mreži, pokazatelji su zavisnosti otklanjanja kvarova i količina izgubljene vode, odnosno, ušteda i vraćanja vode u sistem, kao i u pogledu potrošene električne energije. Potrošnja električne energije srazmjerna je količini

neobračunate vode. Što je veća količina neobračunate vode, kroz pukotine na cjevovodima, to je i veći napor pumpi odnosno veća je potrošnja električne energije. Povećanje potrošnje električne energije na pumpnim i hidroforским stanicama, u odnosu na onu projektovanu po osnovnim karakteristikama konzumnog područja, direktan je pokazatelj gubitaka na vodovodnoj mreži.

Dobijenim vrijednostima za proizvodnju i potrošnju vode ulazi se u IWA tabelu vodnog bilansa.

Na kraju ovog poglavlja daju se bitne implikacije za teorijsku i praktičnu primjenu u vodovodnim sistemima sa preporukama za uvođenje novih procedura.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Zakonska regulativa i strateški dokumenti

U „Strategiji upravljanja vodama u Crnoj Gori“ [69] primjenjen je novi pristup u upravljanju vodnim resursima, koji postavlja neke nove zahtjeve za izmjene i dopune postojećih zakonodavnih osnova i prateće regulative. Zakon o vodama (“Službeni list RCG, br. 27/07, 73/10, 32/11, 47/11, ispr. 48/15, 52/16, 2/17, dr. zakon 80/17, dr. zakon 55/16, dr. zakon 84/18) je počevši od 2007. pa do 2018. godine pretrpio dosta izmjena i inovacija da bi bio usaglašen sa zakonodavstvom Evropske unije i ratifikovanim međunarodnim konvencijama i deklaracijama. Jedan od prvih dokumenata, čija izrada proizilazi iz ovog zakona, je „Strategija upravljanja vodama“.

Operativni cilj Strategije upravljanja vodama u Crnoj Gori, koji je postavljen za 2035. godinu, je: smanjenje gubitaka u javnim vodovodnim sistemima na manje od 30%.

2.2. Literatura iz oblasti upravljanja sistemima

IWA Performans Indikatori u literaturi [1][2] prvi put se pominju u IWA dokumentu iz 2000. godine, kroz set mjera namjenjenih vodovodnim sistemima u uslugama isporuke vode potrošačima. Od tada su IP-i prepoznata svjetska referenca u upravljanju vodovodnim sistemima. Danas je to sistem naširoko citiran, sa stalnim prilagođavanjem savremenim trendovima i praksama u upravljanju, a koristi se u velikom broju projekata, kako za internu procjenu učinka, tako i za metrički benčmarking. Sistem je dokazao da se može prilagoditi i koristiti u veoma različitim kontekstima i u najrazličitije svrhe.

Pod pojmom *Indikatora performansi*, odnosno, teorijom i praksom u upravljanju vodovodnim sistemima, zapravo preduzećima koja njima upravljaju, kroz tehnički i ekonomski aspekt, sa periodičnim iskazivanjem vrijednosti i poređenjem sa onim iz prethodnog perioda, bavi se Andy Neely [47], koji navodi: „*Učinak jednog preduzeća, a zapravo učinak sistema, je samo relativan pojam. Performanse odgovaraju potencijalnoj vrijednosti kreativnosti. Ta vrijednost je u kreiranju tokom određenog vremenskog perioda. Svaki uslovni model mora, dakle, da odredi vremenski okvir, pored parametara za donošenje, kao i kontekst. Kontekst je komparativan. Mjerenje performansi i temeljne performanse moraju biti kvalifikovane kao dobre ili loše. Za kvalifikovanje indikatora performansi uvijek moraju biti data poređenja*“.

U domenu tehničke problematike u vodovodnim sistemima, a u prvom redu, u pogledu vrste gubitaka, njihove klasifikacije i metodologije za otkrivanje i smanjenje gubitaka, bavili su se brojni autori, a IWA je utemeljila čitavu oblast djelatnosti upravo na istraživanjima vezanim za detekciju i smanjenje gubitaka u sistemima. Od posebnog značaja za ovaj rad su iskustva i istraživanja pretočena u literaturu iz zemalja mediteranskog bazena i to zbog sličnosti u sezonskim fluktuacijama raspoloživih vodnih resursa i potrošnje vode. Interesantna su iskustva iz talijanske prakse za urbane sredine u slučaju nedovoljne količine vode ili za slučajeve

klimatski aridnih predjela [25][26], a predstavljeno i preko COST¹⁰ [15][16] udruženja i u sklopu IWA asocijacije.

Tabela 2.2.1. Shema vodnog bilansa prema IWA metodologiji

Proizvedena voda (ukupna količina vode koja ulazi u sistem)	Legalna potrošnja (ukupna godišnja količina izmjerene i neizmjerene vode koju preuzimaju registrovani potrošači)	Fakturisana legalna potrošnja	Izmjerena fakturisana potrošnja	Fakturisana voda
			Neizmjerena fakturisana potrošnja	
		Nefakturisana legalna potrošnja	Izmjerena nefakturisana potrošnja	Nefakturisana voda (Razlika između proizvedene vode i fakturisaneelegalne potrošnje. Čine je nefakturisane legalne potrošnje, obično vrlo malid dio proizvedene vode, i gubitaka vode)
			Neizmjerena nefakturisana potrošnja	
	Gubici vode (razlika između proizvedene vode i legalne potrošnje, sastoji se od komercijalnih (prividnih) i fizičkih (stvarnih) gubitaka.	Komercijalni gubici (ilegalna potrošnja i sve vrstne tačnosti u mjerenju)	Ilegalna potrošnja	
			Netačnosti vodomjera	
		Fizički gubici (ukupna količina vode koja se izgubi kroz sve tipove curenja, havarija i preliva na glavnim cjevovodima, rezervoarima i kućnim priključcima)	Gubici na glavnim cjevovodima	
			Gubici i prelivi na Rezervoarima	
			Gubici na kućnim priključcima	

U tabeli 2.2.1. data je IWA shema ili tabela svih mogućih vidova potrošnje vode u jednom sistemu. Značenja pojedinih pojmova su:

- Proizvedena voda je ukupna godišnja količina vode koja ulazi u posmatrani sistem.
- Legalna potrošnja je ukupna godišnja količina izmjerene i neizmjerene vode koju preuzimaju iz sistema registrovani potrošači.
- Nefakturisana voda je količina koja se dobija kao razlika između proizvedene količine i legalne fakturisane potrošnje, a čini je nefakturisana legalna potrošnja (najčešće vrlo mali dio proizvedene vode) i gubitaka vode.

¹⁰ CAST Water, skraćeno od engl. Coastal Areas Sustainable Tourism Water, je projekat u zemljama Mediterana koji ima za cilj upravljanje vodama u obalnom području zemalja Mediterana, kroz podržavanje održivog turizma zasnovanog na efikasnom upravljanju vodnim resursima.

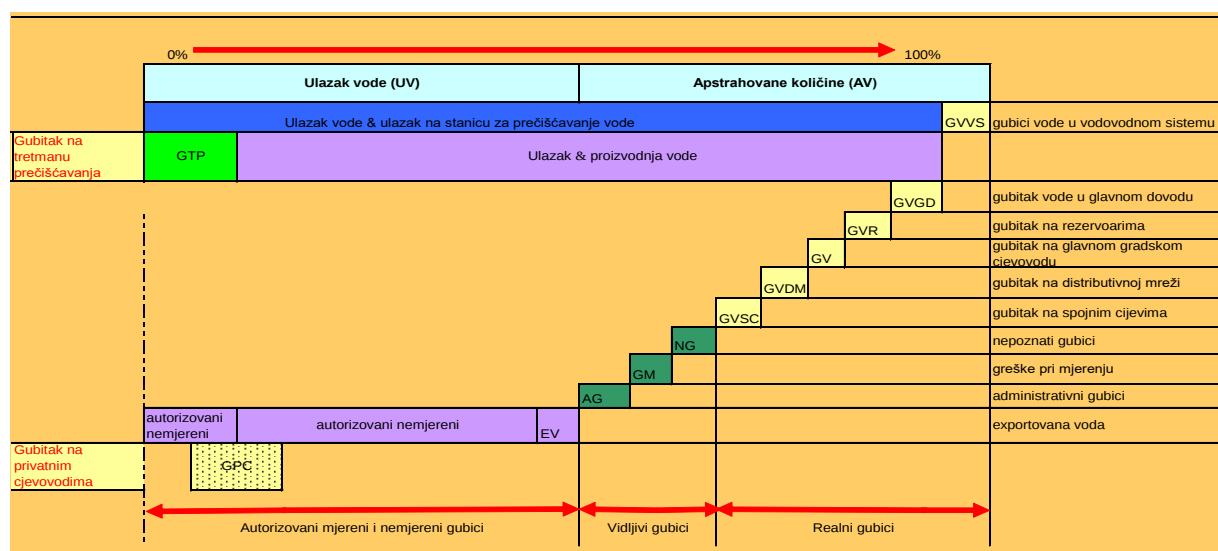
- Gubici vode su razlika između proizvedene vode i legalne potrošnje, koje čine komercijalni (prividni) i fizički (stvarni) gubici. Sam pojam gubitka vode vezuje se za tehničke gubitke na mreži i komercijalne ili prividne, administrativne gubitke, uključujući loše očitavanje i nelegalnu potrošnju.

Objašnjenje IWA pojmova u svom doktorskom radu dao je Marko Stojčić [68], gdje je koristio neke paralele u domenu analize gubitaka i njihovog mogućeg izračunavanja.

Za analizu stanja gubitaka u sistemu neophodno je poznavanje vodnog bilansa sa svim komponentama stanja [37]. Komponente vodnog bilansa, pak, moraju da budu određene u zapreminskoj formi prije početka bilo kakvih aktivnosti na smanjenju gubitaka.

Sturman Jeffrey i kolege [73] kontstatuju da očuvanje vode u lokalnim uslovima obično znači smanjenje zapremine vode koja se koristi za jednu ili više svrha. Kroz pojam „konzervacije vode“ (*water conservation*) ostvaruje se cilj maksimiziranja: socijalnog, ekonomskog i ekološkog benefita od dobijene količine vode, odnosno, njenog kvaliteta.

Nacionalna Inicijativa za kontrolu gubitaka u vodovodnim sistemima ustanovljena je 1991. godine u Velikoj Britaniji od strane Asocijacije za vodne usluge i Asocijacije vodnih kompanija¹¹ sa zadatkom inoviranja priručnika za kontrolu vodnih gubitaka, koji postoji od 1980. godine. Pokazalo se neophodnim donošenje nove zakonske legislative za snabdijevanje vodom, kroz regulisanje punog razumjevanja procurivanja u vodovodnim sistemima. Iako svi činioци gubljenja vode u sistemima nisu mogli biti sagledani, ova inicijativa je početni korak u korektnijem prihvatanju ekonomskih i tehničkih principa. Postalo je jasno da sve strane, koje vrše snabdjevanje vodom, moraju da se prilagode iskrenom i pragmatičnom pristupu na nivou gubitaka. Razvoj različitih tehničkih principa objedinjen je kroz BABE metodologiju („babe“, skraćenica od engleskih riječi: *Burst and Background Estimations* a u prevodu na srpski jezik znači: *procurivanje i procjena uzroka*). Ovu temu su u svom radu „Međunarodna primjena BABE koncepta – od studije izvodljivosti do koncepta za smanjenje NRV“ (neobračunate vode) obradili Džim Reynolds i Stiven Preston [60].



Slika 2.2.1. Model „Babe“ vodna ravnoteža u sistemu gubitaka

¹¹ Water Companies Association

Grupa specijalista, odabranih od strane najvećih kompanija za proizvodnju vode u Engleskoj i Velsu, radile su četiri godine na unapređenju procedura u BABE metodologiji. Korištena su sistematska i pragmatična znanja za upravljanje gubicima, ali tako da ona mogu biti primjenjena na najbolji mogući način, za sva vodovodna preduzeća u Velikoj Britaniji. Dobri rezultati, koje je BABE metodologija pokazala u Velikoj Britaniji, vrlo brzo je proširena na druge zemlje svijeta i postala je širom svijeta prihvatljiva metoda. Osnovna karakteristika BABE metodologije jeste da je jednostavna i logična, a zasnovana na vodnoj ravnoteži, kako je prikazano na slici 2.2.1. BABE [60] ravnotežni vodni model gubitaka, ustanovljen je na „Lisabonskoj radionici“, 1997. godine.

[4] Za primjenu SWOT analize u ocjeni snage i slabosti vodovodnih sistema u primorskom regionu, odnosno, vodovodnih preduzeća koja njima upravljaju, korišten je izvještaj iz projekta 1G-MED08-515 WATER in CORE za „Održivo upravljanje vodama kroz poboljšanje zajedničke odgovornosti u riječnim slivovima Sredozemnog bazena“. Projekat WATER in CORE realizuje se u okviru transnacionalnog programa evropskih zemalja MED (<http://vww.programmed.eu>), sa prioritetom na zaštiti životne sredine i promociji održivog teritorijalnog razvoja, u cilju zaštite i unapređenja prirodnih resursa i kulturnih dobara. Realizuje se kroz: dizajniranje, primjenu i širenje metodološkog okvira za integraciju načela Lokalne agende 21 u upravljanju vodnim resursima u mediteranskim riječnim slivovima. U okviru ovog projekta formirana je lista indikatora upravljanja vodama. Bazirajući se na SWOT metodologiji, primjenom indikatora performansi, zapravo pokazatelja stanja za riječne slivove bazena Sredozemlja, urađen je sveobuhvatni „brainstorming“ za pitanja upravljanja vodama za sliv, sa jakim i slabim tačkama. Koristeći se evropskim inacionalnim pravnim okvirima, uspostavljena je SWOT matrica, kako bi se identifikovale snage, slabosti, mogućnosti i prijetnje u području istraživanja. Procjena podataka za indikatore, primjena SWOT analize po pilot slivu i zaključci izvedeni iz SWOT matrice u zaključku daju Strateški plan upravljanja vodama za svaki pilot sliv u bazenu Sredozemlja. U tom kontekstu, ARPA je razvila Strateški plan upravljanja vodama za sliv rijeke Irminio, koji se koristi kao osnova za aktivno učestvovanje u dijalogu zemalja Sredozemlja, u cilju unapređenja njihove odgovornosti u upravljanju vodama. Upravo ovaj primjer je proučen za analogiju sa vodovodnim sistemima na primorju Crne Gore, sa stanovišta SWOT analiziranja sistema, za poglavlje 3.

Iz [84][89] korišteni su podaci iz mjesečnih i godišnjih biltena, za period od 2015. do 2019. i to podaci o: procentu pokrivenosti konzumnog područja sistemom javnog snabdijevanja, vrstama cjevne mreže, objektima na mreži, odnosima proizvedene i prodane vode, mjesečni i godišnji, kompartivni podaci za primorske opštine (osim Budve, koja je ostala nedostupna u dostavljanju podataka). Zatim su tu podaci o stepenu naplate po svim opštinama. Značajni su podaci o proizvodnji vode po stanovniku, na dan, odnos proizvedene i prodane vode po opštinama u primorju, stopa naplate po finansijskim izvještajima, obračun operativnih rashoda po prodatom kubiku vode, troškovi radne snage iskazani procentualno u odnosu na ukupne rashode po opštinama.

U [67] dato je definisanje upravljanja radnom efektivnošću kroz bavljenje doprinosom zaposlenog učinka, organizacionim i poslovnim ciljevima preduzeća, kao klasičnim principom, ali i određivanje evaluacije učinka u okviru procesa upravljanja radnom efektivnošću. Obradeni

su stilovi upravljanja ljudskim resursima, nivo uključivanja ljudskih resursa u upravljanje preduzećem, motivacija i posvećenost i posebni mehanizmi upravljanja ljudskim resursima.

2.3. Literatura iz oblasti modeliranja

Polazna činjenica je da je područje, gdje se nalaze analizirani vodovodni sistemi, kao i model vodovodni sistem, primorski region u kojem je turizam primarna privredna djelatnost, te je neophodno poznavanje činjenica takve privredne djelatnosti, odnosno, poznavanje tokova turističke privrede uzimajući u obzir razne okolnosti njenog postojanja i razvijanja i međuzavisnosti sa komunalnom, hidrotehničkom infrastrukturom. U radu su korišteni podaci o turističkim kapacitetima iz sedmičnih i kumulativnih godišnjih izvještaja, koje priprema Turistička organizacija. Rade se redovna sedmična ažuriranja baznih podataka o registrovanom broju turista. Za model vodovodni sistem Herceg Novog koriste se ažurirani ulazni podaci iz lokalne Turističke organizacije. Takođe, koriste se i statistički i obrađeni podaci nacionalne agencije za statistiku – Monstat.

Iz [49][50][51] korištene su definicije pojma *sistem*, kao i teoretske postavke o optimizaciji sistema u cilju donošenja rješenja kako da se mjeri i razlikuje šta je *dobro* a šta *loše*. Literaturom iz domena optimizacije autor ovog rada je dobio uputstvo o procesu odlučivanja koje sadrži tri opšta koraka: upoznavanje sistema, određivanje mjere efektivnosti i optimizacija. “Za optimizaciju je neophodno poznavanje sistema i mere vrednovanja”. Takođe, istraživački rad je započeo modelskom shemom preuzetom iz [49].

Realni gubici vode u sistemu su u onoj količini koja faktički napušta sistem i ni na koji način ne može da bude iskorištena. Pojam „vidljivog“ ili jasnog gubitka znači gubitak na papiru i ne predstavlja gubitak vode u sistemu, a čine ga ilegalni spojevi, greške u mjerenju i naplati i dr. Eliminisanjem ove vrste gubitaka stvarno stanje gubitaka se neće promijeniti, u tehničkom smislu. Promjena će biti uočljiva u ekonomskom smislu.

Razlika između količine proizvedene vode i količine koja je obračunata potrošačima, odnosno, količina vode koja je iskorištena na drugi način, predstavlja „neobračunatu vodu“. Ova razlika proizvedene i obračunate vode ide na štetu vodovodnog preduzeća i javlja se kao posljedica sljedećih pojava u vodovodnom sistemu:

1. netačno izmjerene (ili procjenjene) količine vode koje ulaze u sistem,
2. netačnih ili neispravnih vodomjera,
3. greške u knjigovodstvu,
4. neizmjerene količine vode, kao npr. voda za gašenje požara, voda za pranje ulica, voda za održavanje javnih površina i sl.,
5. procurivanja vode.

Modeliranje je složen proces koji pomaže istraživaču da informacije, kojima raspolaže, kanališe u pravcu pozitivnih rješenja po sistem, u pogledu funkcionisanja, efikasnosti i ekonomičnosti. U [49] govori se da „prilikom matematičkog modeliranja, optimizacije i korišćenja dobijenih rezultata treba znati sljedeće:

- Model je samo jedna od mogućih matematičkih aproksimacija realnog sistema. Stepennjegove detaljnosti zavisi od postavljenog zadatka i optimizacione metode koja će se koristiti. Model, koji bi obuhvatio sve detalje kompleksnog sistema, bio bi nezgrapan i praktično neupotrebljiv za optimizaciju.
- Model može da proizvodi sasvim novu informaciju o sistemu, ali omogućava da na osnovu postojećih podataka bolje shvatimo sistem i njegovo ponašanje“.

Literatura [30] daje teoretsku mogućnost umrežavanja vodovodnih preduzeća u cilju boljeg upravljanja vodovodnim sistemima, kroz koordinaciono preduzeće „Vodacom“. Potom, postoji uvezanost vodovodnih preduzeća unutar države Crne Gore, kao i u širem regionu Balkana, za zemlje: Bosnu i Hercegovinu, Crnu Goru, Srbiju, Sjevernu Makedoniju, Grčku i Kipar. Naime, GIZ i Hydro-Comp Enterprises Ltd formirali su Strateški savez (STA) kroz projekat „Savetodavne usluge za upravljanje infrastrukturnim sredstvima za komunalna preduzeća u Jugoistočnoj Evropi, na partnerskom principu sa vodovodnim i kanalizacionim preduzećima iz ovih država“. Hydro-Comp Enterprises Ltd je preduzeće za informacione tehnologije, specijalizovano za pružanje konsultantskih usluga, razvoj i primjenu sistema integrisanog upravljanja sredstvima za vladina/opštinska i komunalna preduzeća, pod nazivom “EDAMS-products (EDAMS proizvodi)”. EDAMS proizvodi su kompjuterski softveri sa pratećom dokumentacijom i konsultantskim metodologijama, koje se koriste za upravljanje, operativnu i/ili tehničku primjenu u komunalnim preduzećima. Tek u nekom narednom periodu primjetitiće se stvarni značaj ove platforme za unapređenje upravljanja vodovodnim sistemima. Kroz program EDAMS Technology obezbjeđuje se komunalnim preduzećima korišćenje modelskog sistema upravljanja putem hosta za Cloud usluge, Amazon Web Services (AWS) ili neke druge firme sa međunarodnom reputacijom, koje pruža usluge Cloud Computing/ Hosting-a, po Programu softverskih licenci EDAMS. Ovu literarnu jedinicu navodimo koristeći neke njene bitne smjernice i postulate za upravljanje vodovodnim sistemima.

2.4. Literatura koja povezuje turističku privredu, vodne resurse i snabdijevanje vodom

Iz velikog spektra objavljenih radova u stručnim publikacijama, koji se bave pitanjem potrošnje vode u turističkim regijama, značajne za ovaj rad su one literarne jedinice koje daju zapažanja o korišćenju vodnih resursa, kao i odgovore na pitanja u vezi potrošnje vode u turističkim regijama i savladavanje odnosa potreba vode za domicilno stanovništvo i turiste. U razvijenim turističkim regijama Mediterana izražena je sezonalnost, odnosno, ljetnji (sezonski) i neljetnji (nesezonski) period godine. Ta činjenica uvodi se u proračune u svim privredno-ekonomskim kalkulacijama, kao i u pitanjima za brigu o prirodnim resursima, posebno za vodu. U stručnoj literaturi iz oblasti turizmologije, od primarnog značaja za turističku privredu je činjenica bilansa vodnih resursa, te se razmatraju pitanja sezonalnosti proizvodnje i potrošnje vode, odnosno, ukupnih potreba za vodom.

Pitanje dva perioda godine u upravljanju vodovodnim sistemom, kroz odnos proizvodnje i potrošnje vode, sa svim reperkusijama na funkcionalnost i operativnost sistema, ključno je u ovom doktorskom radu. Stručna literatura koja obrađuje pitanje vodnih resursa i snabdijevanja vodom u razvijenim turističkim regijama Evrope i svijeta, posebno za zemlje Mediterana, poput

Grčke, Španije, Italije i Hrvatske daje veoma konkretne činjenice o pitanju vodnih resursa i sezonalnosti, s jedne strane, odnosno, o upravljanju vodnim sistemima.

U [90] navodi se: „Osim prostorne koncentracije na primorske županije, hrvatski turizam ima izraženo obilježje sezonalnosti, jer se u dva ljetna mjeseca ostvaruje polovina posjeta turista i gotovo dvije trećine noćenja. Tako je, na primer, u julu i avgustu 2011. zabilježeno 51,3% posjeta i 63,1% noćenja u odnosu na cijelu tu godinu (Državni zavod za statistiku, 2012). Ovakva prostorna koncentracija na primorske destinacije i vremenska koncentracija u samo dva ljetna mjeseca, osim pozitivnih efekata na lokalno gospodarstvo i zapošljavanje, može ostaviti štetne posljedice na obalni reljef, ekosustave mora i priobalja, pogoršati kvalitet vodoopskrbe...”

Odnos broja rezidentnih stanovnika i turista značajno je u porastu, u posljednjoj dekadi, te se računa, po ovoj studiji, da će do 2030. godine potrebe za vodom porasti za 16%. Pokazano je da odnos broja domicilnih stanovnika prema turistima ide do 19,7%, u Istarskoj županiji. Zaključak je da turističku privredu, na Mediteranu, pa tako i u hrvatskom priobalju, karakteriše izrazita sezonalnost, koja je naročito izražena tokom jula i avgusta. Ta karakteristika znači postojanje velikog pritiska na potrošnju vode, odnosno, velike potrebe za vodom. Na primjeru šest gradova (pri)obalnog dijela Republike Hrvatske (Poreč, Rovinj, Umag, Cres, Mali Lošinj, Split) razmotren je uticaj sezonalnosti turističkih kretanja na potrošnju vode.

Za analizirano područje, unutrašnjosti Istre, jedna od najbitnih činjenica za razvoj turističke privrede, je procjena ukupnih potreba za vodom, odnosno, procjena potreba po turisti. U radu se koristi princip poznatih istraživačkih iskustava za određivanje maksimalne potrošnje vode po turisti prema smještajnim kapacitetima. Indikator smještajnih kapaciteta iskazuje se kao udio turista u postrojećoj potrošnji, koji se izračunava pod pretpostavkom potpune popunjenosti svih komercijalnih smještajnih kapaciteta tokom cijele godine. Konstatuje se da osim logičnih razlika, koje se javljaju s obzirom na vrstu i kategoriju smještajnog objekta, različiti autori iskazuju velik raspon u vrijednostima maksimalnih dnevnih količina potrošnje vode po turisti. Za ovaj rad polazi se od pretpostavke da turisti na godišnjem odmoru troše maksimalne količine vode, te da na prostoru unutrašnje Istre odsjedaju u objektima koji nude vrhunski komfor, uključujući privatne bazene i prostrane, vegetacijom obrasle, okućnice. Za proračun najveće moguće potrošnje vode računaju se procjene za hotele visoke kategorije, obzirom da se u njima troše najveće količine vode po glavi turiste, na dan. Ipak, daje se sugestija da su i tu prisutne velike razlike među autorima. Za komparaciju mogu da posluže procjene količina vode po Mučman/Štimelmajeru [46] za veće hotele. Po ovom priručniku se procjenjuje dnevna potrošnja po turisti od 400 litara. Opak, treba praviti razliku u potrošnji za područja s dovoljno padavina, pa se za njemačke hotele predviđa 180 litara/č/dan. Za hotele visokih kategorija za sušnija područja u Italiji procjenjuje se dnevna potrošnja od 560 litara, 670 litara u Tunisu i 350 litara na Kanarskim otocima. Za Malorku se procjenjuje da turisti prosječno dnevno troše 575,8 litara vode [29], a u luksuznim hotelima na Mediteranu do 600 litara [12]. Najveća potrošnja u luksuznim hotelima može iznositi do 1000 litara vode po turisti na dan [55]. Imajući u vidu sve ove autore, njihove teoretske postavke i obrazloženja, uz činjenicu tzv. održivog turizma, za proračun maksimalne potrebne količine vode za snabdijevanje turističkih objekata na prostoru unutrašnje Istre, usvojena je količina od 1000 l/turisti na dan (ili 1 m³/dan/čovjeku). U [97].

projekat „Castwater“, koji ima za cilj održivo upravljanje vodama u turističkoj regiji Sredozemlja, navodi da je broj turista u Istri prema domicilnom stanovništvu veći za 16.2. puta.

Indikator ukupnog udjela potrošnje vode turista u potrošnji vode u jednoj sredini, opštini, u jednoj kalendarskoj godini, računat je po obrascu:

$$2.1.) \dots\dots\dots PVT = \frac{\text{Ukupna potrošnja pitke vode opštine / grada}}{(\text{Broj stanovnika opštine / grada} \times 365) + \text{broj noćenja}} \times \text{broj noćenja}$$

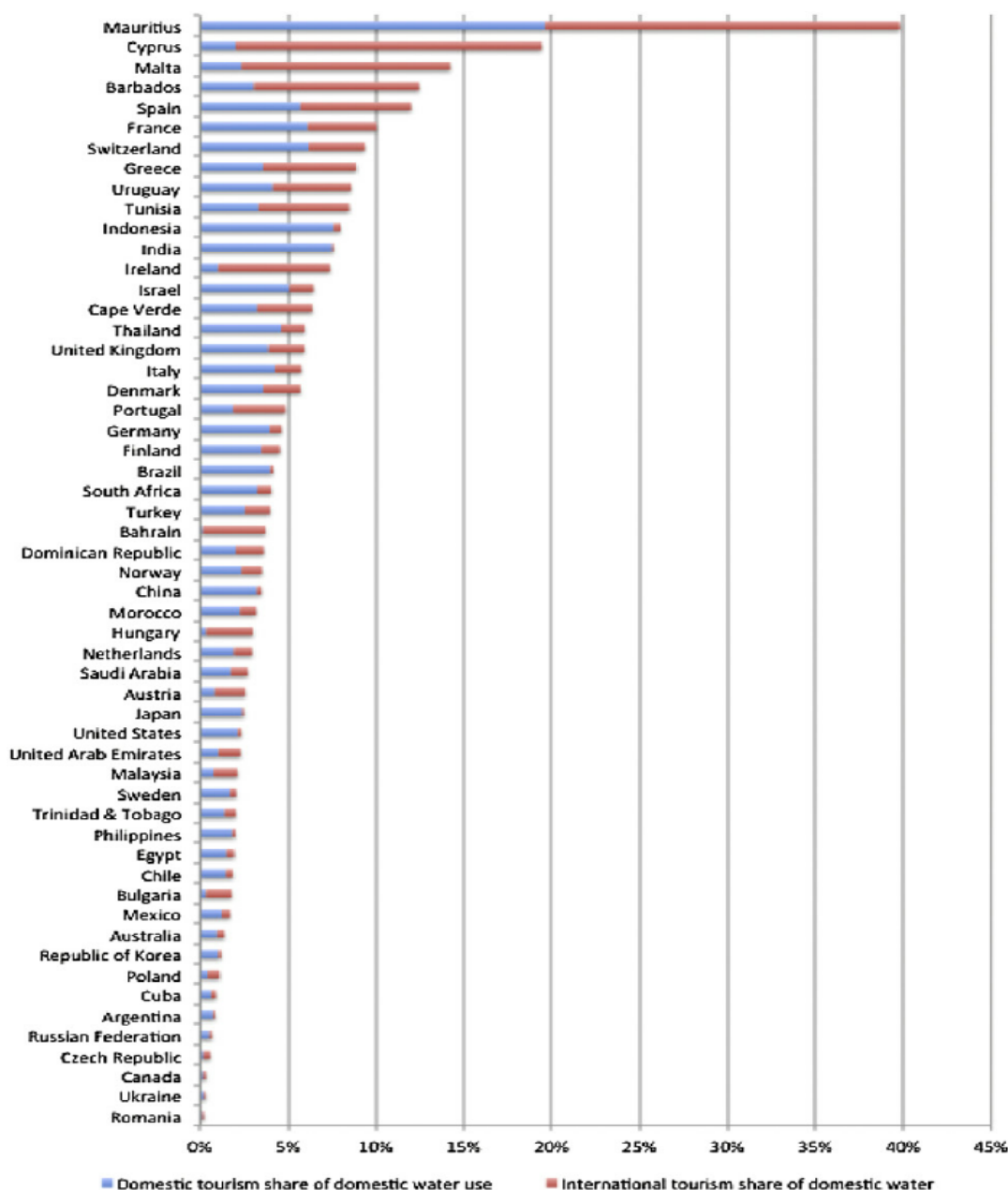
Pomoćni indikator za proračun maksimalne moguće potrošnje vode turista u postojećim smještajnim kapacitetima, kao udio u ukupnoj potrošnji vode po opšinama i gradovima unutrašnje Istre, hipotetski predstavlja najveću moguću potrošnju vode pod uslovom potpune ispunjenosti smještajnih kapaciteta, računajući s potrošnjom od 1 m³ pitke vode po turisti na dan. „Indikator ima obilježje predikcije, jer pretpostavlja kakva bi bila potrošnja vode u pojedinoj opštini ili gradu kada bi sadašnji smještajni objekti bili neprekidno i potpuno popunjeni. Za izračunavanje ukupne potrebne količine vode za turiste primjenjen je obrazac:

$$2.2.) \dots\dots\dots DMPWT = \frac{\text{Ukupna potrošnja vode u opštini / gradu}}{(\text{Broj postelja u opštini / gradu} \times 365)} \times 100$$

gdje je mjerna jedinica za potrošnju vode m³. Po ovom obrascu dobijene vrijednosti maksimalno moguće potrošnje vode po turisti, za 24 mala mjesta u unutrašnjosti Istre, gdje se preferira razvoj turizma, kreću se od 4,85% do 335,53% ta mala mjesta su u rasponu broja domicilnih stanovnika od stotinak do nekoliko hiljada. Otud i diferencijacija u pogledu planiranih potreba za vodom u turističke svrhe.

U [28] „Tourism and water use: Supply, demand, and security“, „Turizam i upotreba vode: „Snabdijevanje, potražnja i sigurnost“, govori se o direktnoj potrošnji pijaće vode u oblasti turizma. Uzima se kvantitativni i kvalitativni aspekt kako bi se procijenila trenutna potreba vode u turističkom sektoru i utvrdili postojeći i budući izazovi upravljanja sistemom snabdijevanja vodom. Zaključuje se da, iako turizam povećava globalnu potrošnju vode, direktna upotreba vode u turizmu je znatno manja od 1% globalne potrošnje, a po tvrdnji autora rada, neće postati značajna čak i ako sektor nastavi da raste očekivanom stopom od oko 4% godišnje (po međunarodnim turističkim dolascima). Situacija se razlikuje na regionalnom nivou, jer se turizam koncentriše na putničke tokove u vremenu i prostoru, a često i u bezvodnim destinacijama, gdje su ograničeni vodni resursi. Nadalje, razumijevanje nedirektnih potreba turizma u vodi, uključujući proizvodnju hrane, građevinskih materijala i energije i dalje je nedovoljno razumljivo, ali vjerovatno će biti značajnije od direktne upotrebe vode. U članku se zaključuje da bi se s očekivanim promjenama globalnih obrazaca za padavine, uslijed klimatskih promjena, posebno za odredišta sa oskudnim količinama vode, treba baviti proaktivnim upravljanjem vodama. Daju se preporuke za upravljanje turističkim vodenim otiskom. Vodeni otisak (eng. Water Footprint) je pokazatelj potrošnje vode koji obuhvata i direktnu i indirektnu potrošnju vode potrošača. Na slici 2.4.1. predstavljen je udio potrošnje domicilnog stanovništva i turista u pojedinim zemljama svijeta.

Izvještaj o odnosu turističke privrede i vodnih resursa [75], odnosno, potreba za vodom i potrošnje u raznim vidovima potreba za turističku privredu, dat je u “Priručniku o održivom upravljanju vodnim resursima za tijela javne uprave” [76] sa analizama stanja potrošnje vode u Istri. Rad je nastao kao dio međunarodnog projekta za mediteranske zemlje Evropske Unije, CASTWATER (Coastal Areas Sustainable Tourism Water Management in the Mediterranean¹²), projekat nazvan „Održivo upravljanje vodom u turizmu u priobalnom području Sredozemlja“. Istraživanje je provedeno u trogodišnjem periodu od 1.11.2016. do 31.10.2019. na području Poreča.



Slika 2.4.1. Udio potrošnje domaćeg stanovništva u potrošenoj vodi (plavo) i udio internacionalnog turizma u potrošenoj vodi (crveno) u zemljama svijeta

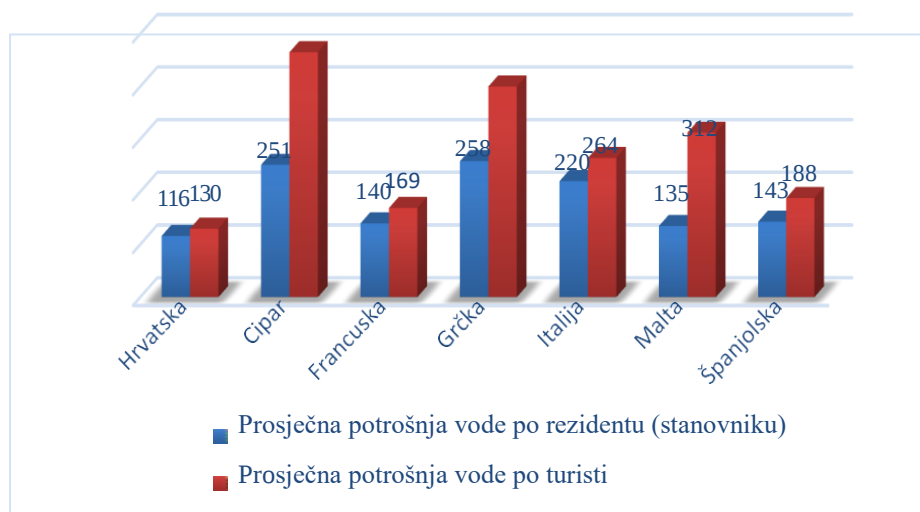
¹² Upravljanje vodama za održivi turizam priobalnog područja Mediterana

Može se reći da sve primorske, turističke regije u svijetu, a svakako zemlje Mediterana, imaju slične probleme u pogledu raspolaganja, distribucije i, uopšte, upravljanja vodnim resursima, tokom ljetnje sezone. Ključni zadatak je savladavanje velikih potreba za vodom u vrijeme vodnog minimuma za turističku privredu. Iskustva Hrvatske, kao Mediteranske zemlje, članice Evropske Unije, a zatim i iskustva područja Istre, poslužila su za poređenje u potrošnji vode, u sezoni i van nje, kao i za analiziranje sezonski promjenljivog broja konzumenata sa parametrima u Crnoj Gori. Upravljanje vodnim resursima u turističkoj regiji primorja Hrvatske provodi se od 2016. godine, kroz tzv. održivo upravljanje, a efikasno korišćenje vodnih resursa. Ostvarivanje ovakvih ciljeva ogleda se u poboljšanju kontrole i procjeni performansi održivosti sistema, odnosno, iscrpljivosti vodnih resursa. Cilj ovakvog održivog upravljanja je smanjenje negativnih uticaja turizma na prirodnu baštinu, odnosno, raspoložive vodne resurse. Projektom su identifikovani nedostaci u vođenju baze hidrotehničkih i operativnih podataka o vodnim resursima, a, takođe su razvijeni i testirani zajednički alati bitni za nadzor i procjenu održivog upravljanja vodnim resursima.

U projekat CASTWATER [12] uključeno je sedam evropskih, mediteranskih zemalja kroz relevantne institucije (predstavnik regija, opština, univerziteta, istraživačkih instituta, i sl.). Podaci, koje daje projekat, mjerodavni su za dalje korišćenje, kao i za interpretiranje rezultata i kompariranje sa podacima u drugim, sličnim područjima.

CASTWATER daje prosječne godišnje količine vode po rezidentnom stanovniku i prosječnu količinu vode po turisti, u pojedinim zemljama Mediterana. Uočava se da je na Kipru, Grčkoj i na Malti izrazita disproporcija potrošnje vode za rezidentno stanovništvo i turiste, koja ide od 1,8 do 2,3 u korist veće potrošnje vode po glavi gosta-turiste, u odnosu na domaće stanovništvo. U drugim zemljama, kako se vidi sa priložene slike, ujednačena je prosječna količina vode za rezidentno stanovništvo i turiste.

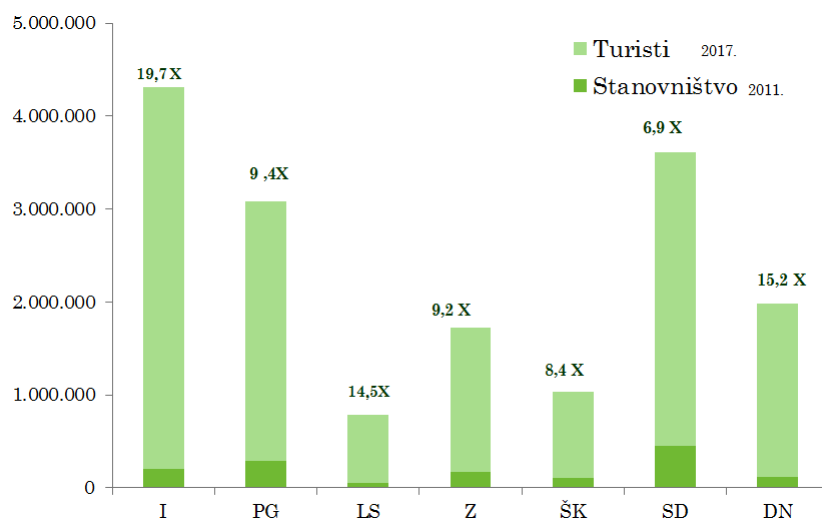
Prosječna dnevna potrošnja vode po turisti i prosječna dnevna potrošnja vode po rezidentu, stalnom stanovniku, (u litrama) u zemljama Mediterana, data je na grafikonu 2.4.2.



Slika 2.4.2. Prosječna potrošnja vode po rezidentu i po turisti, u pojedinim zemljama Mediterana (u l/č/dan)

Projekat navodi primjere dobrog upravljanja vodnim resursima na Mediteranu i to u dvije države:

- Španija, regije Mursija i Valensija. U Španiji se primjenjuje strategija tzv. „kružne privrede“ (EEEC) i ima za cilj model razvoja i rasta ekonomije kroz princip optimizacije resursa, uz proizvode i usluge, tako da se proizvodnja otpada i njegova ponovna upotreba može smanjiti. Strategija se sastoji od 70 mjera, od kojih se 14 direktno primjenjuje na sektor vodnog turizma, uključujući akcije, poput eko-označavanja, promovisanja korištenja kišnice u turističkim objektima i sistema upravljanja vodama za hotele i kampove u cilju smanjenja potrošnje vode. Strategija uvodi pokazatelj ponovno iskorištene vode kao i novi pokazatelj: količine kišnice u ljudskoj potrošnji.
- Italija, regija Veneto. Polazeći od činjenice da je uz turizam poljoprivreda, takođe, veoma razvijena privredna grana, kojoj su potrebe u vodi, takođe velike, donesen je Regionalni zakon, kojim se reguliše potreba za melioracijom i zaštita zemljišta. Uz rekultivaciju zemljišta, projektom se uređuje i očuvanje i unapređenje vodnih resursa, a usmjeren je i na odbranu i hidrauličko odlivanje količine vode, kao i za zaštitu ruralnog predjela, dolina i laguna. Pored toga, reguliše snabdijevanje i korištenje vode za navodnjavanje.



Slika 2.4.3. Odnos broja rezidencijalnih stanovnika i turista po županijama u primorskom pojasu Hrvatske. Županije: I–Istarska, PG–Primorsko-goranska, LS–Ličko-senjska, Z– Zadarska, ŠK–Šibensko-kninska, SD–Splitsko-dalmatinska, DN–Dubrovačko neretvanska

Autor prenosi stav [25] „Demontirana ili dotrajala vodna infrastruktura, odgovorna je za gubitak od 40% ukupne potrebe za vodom u mediteranskim zemljama. Pravilnim pregledom i održavanjem vodovodne infrastrukture, može se smanjiti pojava kvarova i propuštanja“.

[29] “Urban and tourist land use patterns and water consumption: Evidence from Mallorca, Balearic Islands“, u prevodu na srpski jezik: „Obrasci za korišćenje gradskog i turističkog zemljišta i potrošnja vode, primjer sa Majorke, Balearska ostrva, obrađuje politiku upravljanja zemljištem i vodnim resursima i zahtjevima za povećane potrebe. Za ostrvo Majorke, najpopularnije ljetovalište na Balearima, održivo upravljanje vodama je ključni izazov za ekonomsku i ekološku održivost turizma. Turističke brojke su se na ovom području udvostručile

sredinom 1990-ih i stabilizovale na više od 8,4 miliona posjetilaca godišnje, od 2004. godine (CITTIB, 2009). Godišnja prosječna stopa rasta broja turista od 6,7%, između 1960. i 2009, je ogledalo tog razvoja. Glavni objekti obalnog masovnog turizma, ljetovališta na Majorci, sagrađena su šezdesetih godina, i to je bio prvi međunarodni, turistički bum sa velikim demografskim prilivom, koji je doveo do ekonomskog rasta. Ova odmarališta su dvadeset godina neracionalno razvijana na štetu prirodnih resursa, morske obale, i vode.

Na Majorci je stopa rasta obima posjetilaca opala za 8,3% u periodu 1981–1987, i za 2% u periodu 1988–1992. Majorka je prva krenula u razvoj novog turističkog modela, koji je na kraju dao Balearima osnov „kvalitetnog života“, kroz teritorijalno planiranje i „održivost turizma“. Međutim, kritično stanje opskrbe vodom na ostrvu pogoršava se širenjem turističke baze promjenom privredne politike u turizmu, sredinom 90-tih godina, razvojem takozvanog, „kvalitetnog, ili elitnijeg turizma“. Odlika elitnog turizma je manji broj turista, ali veća ulaganja u zemljišnu politiku i favorizovanje gradnje elitnih naselja sa luksuznim vilama i velikim okućnicama, vrtovima, baštama i bazenima za kupanje. Zemljište dobija na značaju činjenicom da, umjesto smještaja masovnog turizma, postaje predmet izgradnje turističkih kapaciteta male gustine, naselja za imućnije vlasnike, gdje je veća specifična potrošnja vode. Povećana potrošnja vode za spoljnu upotrebu (bašte, bazeni) je direktna posljedica toga razvoja. Dostupni podaci o potrošnji vode maskiraju uticaj stambenog turizma na resurse pijaće vode.

Kvalitetan turizam iziskuje potrošnju veće količine vode, po glavi stanovnika, od masovnog turizma. Navodnjavanje bašta je jedan od glavnih uzroka velike potrošnje vode u kvalitetnim turističkim oblastima i čini više od 70% ukupne potrošnje područja tokom ljeta. Ali čak i u masovnim turističkim i stambenim područjima, navodnjavanje vrtova čini do 30% ili 20%, ukupne potrošnje vode u ljetnjem periodu. Pojedinačni bazeni, uzrokuju dodatnu prosječnu potrošnju vode od 22 litra po osobi na dan. Proliferacija bazena i raskošnih “atlantskih” vrtova može se pokazati kao jedna od najvećih prijetnji održivom upravljanju vodama na ostrvu Majorka i na drugim turističkim destinacijama prilagođavajući se kvalitetnom turističkom modelu. Ove konstatacije za balearska ostrva i Majorku potrebno je provjeriti na najintenzivnijoj turističkoj regiji Crne Gore, primorskom regionu, odnosno, za cijelu Jadransku obalu, tokom ljetnje sezone.

Za elaboriranje stanja o vodovodnim sistemima u Crnoj Gori, u primorju, poslužila je literatura [43][44][84][89].

2.5. Literatura iz oblasti reparacije cjevovoda i saniranja kvarova na mreži

Iz izvora [95] data su uputstva za rad i održavanje vodovodnog distributivnog sistema na osnovu praktičnih iskustava. Nalazimo bavljenje pitanjima fizičkog integriteta u upravljanju sistemom, te se navodi da se fizički integritet sistema odnosi na njegovu sposobnost da pravilno funkcioniše, te da komponente, kao i samo održavanje sistema, imaju fizičku barijeru između vode u mreži i spoljnog okruženja. Fizički integritet je sposobnost distributivnog sistema da upravlja svim vidovima unutrašnjih i spoljašnjih pritisaka, udara, nepredvidljivih situacija.

Unutrašnji stres uključuje uticaje poput varijacija radnog pritiska, vodenog čekića i unutrašnje korozije, dok spoljni naponi uključuju napone tla, spoljna opterećenja i spoljnu koroziju.

Djelovi sistema su dimenzionisani po projektnom zadatku, za maksimalnu potrošnju, a maksimalna potrošnja zahtijeva od sistema mogućnosti distribucije, tokom svog projektnog horizonta (obično 10 do 20 godina). Potreba za vodom nije stalna veličina, već varira s vremenom. Prosječna godišnja dnevna potražnja se vremenom povećava po ekonomskom rastu populacije potrošača, a s druge strane, zgušnjavaju se i povećavaju curenja u sistemu. Postoje ciklične varijacije u potražnji, kao što su: sezonski obrasci, dnevni i nedjeljni obrasci. Na kraju, postoje slučajne fluktuacije uzrokovane ponašanjem korisnika i nepredvidivi događaji kakav je na primjer, gašenje požara.

U pogledu održavanja rezervoara u sistemu snabdijevanja navodi da je najkritičnije vrijeme za pouzdanost rezervoara u ljetnjem periodu, kad je vrh potrošnje. Zaposleni na održavanju treba da budu u pripravnosti da riješe sve probleme koji su se dogodili tokom ljetnjeg perioda i rutinsko održavanje bi trebalo da se obavlja u zimskim mjesecima, kada je minimalna potrošnja. Čišćenje rezervoara, sa potpunim pražnjenjem, trebalo bi da se obavlja svakih tri do pet godina.

Iz domena tehničkog sektora a za načine i spotupke održavanja vodovodne mreže, sanaciju kvarova i obezbjeđivanje vode za potrošače, primijenjena je literatura [52][74]. Koristeći iskustva po analiziranju stanja u vodovodnim sistemima (SSV) (primjer literature za Poljsku, kao članicu EU), data je procjena rizika od kvarova na vodovodnoj mreži (VM), koja upućuje na trenutne svjetske trendove sa naglaskom za bezbjednost snabdijevanja potrošača. Rad je fokusiran na predstavljanju novih pristupa u procjeni rizika od neuspjeha, kada je u pitanju funkcionisanje VM. Okvir za, ovdje uključena istraživanja, obuhvatio je:

- analizu neuspjeha SSV-a u pogledu urbane aglomeracije na jugoistoku Poljske;
- analizu stope otkaza, uzimajući u obzir vrstu cijevi za vodu (mreže, distribuciju, servisne priključke (SP) i mjesece u godini, uz procjenu rezultata u smislu kriterijuma za stopu kvara;
- utvrđivanje, s obzirom na prethodno obavljene analize-kompatibilnosti procjena stručnjaka u pogledu standarda neuspjeha i dobijenih rezultata, analizom rangiranja;
- predlaganje modifikovane analize višekriterijumskih odluka uz primjenu procesa analitičke hijerarhije kako bi se omogućila procjena rizika neuspjeha za SSV na temelju izračunate aditivne vrijednosti dobijenog rizika.

Predmetna analiza utemeljena je na stvarnim operativnim podacima, prikupljenim od preduzeća koje se bavi distribucijom vode, tokom perioda od 2005. do 2017. godine. Uvijek postoji mogućnost domino učinka, pa su događaji povezani s eskalacijom rizika. S tim u vezi, iz stručne i naučne literature jasno se vidi da metode kvantitativne analize i procjene rizika čine osnovu za upravljanje sigurnošću u pogledu WSS.

Istraživanje rizika u tehničkim sistemima uključuje klasu kognitivnih i praktičnih metoda analize i procjene, koje predstavljaju važne elemente sveobuhvatnog istraživanja njihove sigurnosti. Za analizu rizika mogu se izdvojiti trendovi u istraživanjima sigurnosti, gdje modeli procjene čine osnovu za izgradnju modela odluka i inženjering rizika. Pri tome je procjena mogućnosti projektovanja u pogledu veće sigurnosti osnova za odabir najboljeg rješenja. Gubitak sigurnosti WSS-a može nastati direktno zbog kvara pojedinih podsistema ili elemenata,

poput vodozahvata, crpnih stanica, vodovodne mreže (WDN) ili unutar samog upravljačkog preduzeća; od kvarova drugih tehničkih sistema (npr. kanalizacije, energetike, vodnih građevina); od nepoželjnih ekstremnih prirodnih pojava, poput poplava i suša, ili od slučajnog zagađenja izvora vode. Analizi rizika WSS trebala bi da prethodi analiza pouzdanosti svih podsistema u pogledu prekida u snabdijevanju vodom, kao i neispunjavanje zahtjeva kvaliteta vode za zdravlje, a što predstavlja prijetnju potrošačima vode.

Ukazuje se na značaj sakupljanja zapisnika o prekidima u snabdijevanju, jer oni predstavljaju osnovni izvor informacija za analize pouzdanosti i bezbjednosti sistema. Preduzeća za vodosnabdijevanje treba da imaju smjernice o načinu prikupljanja informacija, takođe, sugerise se da su u zaključivanjima važna stručna i naučna mišljenja, kako bi se ona mogla koristiti u modelu donošenja odluka. Ovakvi registri ne bi trebali da se odnose samo na broj neželjenih događaja – kvarova i isključenja potrošača sa mreže, već bi trebali da sadrže i precizne podatke o lokacijama i uzrocima kvara, njihovom trajanju, vremenu popravke, mogućim posljedicama i drugim informacijama, koje su potrebne ako su osnovni pokazatelji korišteni u analizi sigurnosti vodovodnog sistema, a treba utvrditi, između ostalog, broj kvarova tokom ispitivanog perioda rada VSS, prosječno radno vrijeme bez kvarova, prosječno vrijeme popravke itd. Formiranje kvarova u vodovodnoj mreži (VM) je složen problem i zahtjeva detaljnu analizu uzroka. Kvarovi VM-a mogu nastati zbog grešaka koje se direktno mogu pripisati aktivnostima projektanta, izvođača ili operatera na vodovodnom sistemu, pogrešnim pretpostavkama u projektovanju i nedostacima u fazi izvođenja, neusklađenim materijalom ili nepravilnom uslugom. Takođe, kvar na VM-u može biti uzrokovan fabrički oštećenim materijalima, neispravnim zaptivanjem ili antikorozivnim premazima. Postoje i ekološki uzroci, koji odražavaju meteorološke uslove, uključujući nagle promjene temperature, pojave klizišta, kao i uzroke koji nastaju usljed funkcionisanja VM-a u kombinaciji sa nepravilnim nadzorom.

Pregled literature pokazuje da se analiza zasnovana na stopi neuspjeha predlaže za SSV, kao pravi alat za podršku odlučivanju kada je u pitanju upravljanje kvarovima u takvom sistemu. Glavni cilj ovog rada je u predlaganju metoda, kojima se identifikuju i procjenjuju rizici povezani sa funkcionisanjem VSS u Poljskoj, u odnosu na različite primjenjene pristupe. Rezultati istraživanja omogućili su identifikaciju područja i postupaka koji mogu efikasno da ublaže rizik od neuspjeha. Rad je veoma koristan za primjenu i u uslovima Crne Gore.

U kriznim situacijama upravljanja vodovodnim sistemima primjenjuju se različite metode za procjenu toka kriznih situacija [52]. U tim metodama su predstavljeni tehnički i ljudski aspekti, kao faktori koji utiču na sigurnost vodosnabdijevanja potrošača. Takođe, ukazuje se na značaj procjene alata u procjeni kvara u vodovodnom sistemu (VSS). Bezbjedonosno funkcionisanje VSS povezano je sa analizom odnosa između prijetnji, smanjenja učestalosti njihovog pojavljivanja i, ako se pojave prijetnje, uz identifikaciju njihovih uzroka i smanjenje njihovih negativnih posljedica. Neželjeni događaji su rezultat pojava, nezavisno od ljudske volje, kao i one koje se odnose na ljudsku aktivnost, i to na značajan način utiču na funkcionisanje VSS. Krizne situacije, na koje utiču takvi neželjeni događaji, neslučajni (retki događaji nemaju statističku stabilnost), ali takođe nisu određeni, zahtevaju specifične i interdisciplinarne metode istraživanja.

Pojave iznenadnog rafalnog pucanja u vodovodnoj mreži ima za posljedicu tehnički zahtjevne popravke [99]. Kako je pritisak jedan od uzroka ovakvih događaja, upravljanje pritiskom može biti umanjeno vjerovatnoćom neuspjeha. Rad daje metodologiju za analizu

odnosa između pucanja cjevi i pritiska vode pomoću indikatora koji se odnose na pritisak. Cilj je u identifikovanju najuticajnijih pokazatelja vjerovatnoće pojave pucanja cjevi. Metodologija upoređuje funkciju kumulativne distribucije kvarova (KDK) uslovljenu prekidima i 100 slučajnih skupova iste veličine uzorkovanih iz KDK indikatora. Najuticajniji pokazatelji odnose se na najveći broj odbačenih slučajeva Kolmogorov-Smirnov testa¹³. Indikatori momenta i njihov period izračunavanja proizlaze iz analiza osjetljivosti. Metodologija se primjenjuje na šest sektora Madrida (Španija), dok se za validaciju koriste dva sektora. Rezultati pokazuju da je raspon pritiska najbolji pokazatelj prekida.

Podaci o gubicima na mreži i detekciji kvarova u vodovodnim sistemima u primorju Crne Gore i iskustva u otkrivanju kvarova obrađeni su u literaturi [69-72].

¹³ Test Kolmogorov-Smirnov (K – S test ili KS test) primjenjuje se u matematičkoj statistici. To je neparametarski test jednakosti neprekidnih (ili diskontinuiranih) jednodimenzionalnih distribucija vjerovatnoće, koji se može koristiti za upoređivanje uzorka sa referentnom distribucijom vjerovatnoće (jedno-uzorak K – S test) ili za poređenje dva uzorka (dvo-uzorak K – S testa).

3. PRIKAZ STANJA PREDMETA ISTRAŽIVANJA

3.1. Opšta razmatranja o vodnim resursima

U svakoj turističkoj regiji, pa tako i u Crnoj Gori, u njenom primorju, osnov razvoja uz prostorne uslove, jesu vodni resursi iz kojih se vrši snabdijevanje vodom. Potrebe za vodom, uz vitalno održavanje organizma, jesu i u zadovoljenju potreba u poljoprivredi, kao pratećoj ekonomiji, zatim za održavanje zelenih površina i, uopšte, za druge aktivnosti važne za opstanak i ekonomski razvoj sredine, u cjelini [55].

Posljednjih dvadesetak godina pitanje raspoloživih vodnih resursa i smanjenje dostupnih količina vode za piće, dobija sve više na značaju u globalnoj političkoj agendi. Pojam „globalne vodne krize“ potaknut je stanjem u nekim zemljama u razvoju gdje je primjetna velika oskudica u vodi i koje su, praktično, bez sanitarnih uslova, bez kontrole kvaliteta (značajno povećanje broja stanovnika) povećava potražnju vode, kako pojedine zemlje postaju bogatije [10][11].

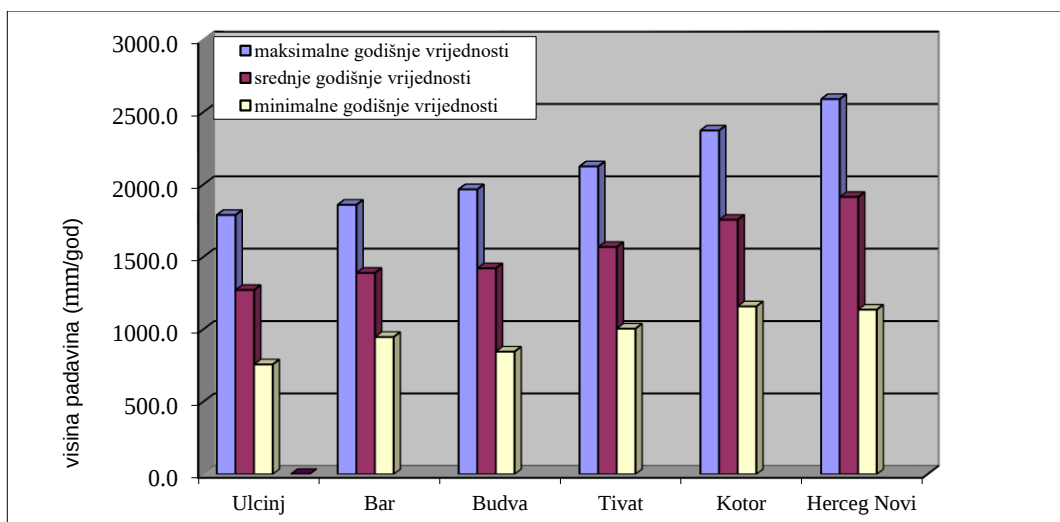
Ne treba zaboraviti ni fenomene klimatskih promjena, koji imaju značajan uticaj na raspoložive vodne resurse, usljed drastično smanjenih padavina u nekim predjelima. (Sve veća spoznaja o stanju prirodnih vodnih resursa, na globalnom i lokalnom planu, čini da se postavlja pitanje o najefikasnijem korištenju, ali i kako bi mogli da uštedimo vodu minimizirajući potrošnju). U idealnom slučaju, svaka kap vode mora maksimalno da bude iskorištena.

3.2. Vodni resursi u primorskom regionu Crne Gore

Primorski region Crne Gore spada, generalno gledano, u jedno od najkišovitijih predjela Evrope. Područje Boke kotorske¹⁴, zahvaljujući konfiguraciji terena sa visokim planinama: Orjen, Lovćen i Krivošije, i blizinom mora, izdvaja se po visini kišnog taloga, u odnosu na okolno područje.

Na slici 3.2.1. dat je histogramski prikaz uporednih vrijednosti visine godišnjih padavina na osnovu vrijednosti iz kišomjernih stanica, u periodu 1960–2018, za opštine primorskog regiona, za minimalne, prosječne i maksimalne vrijednosti. Uočava se rastući niz od krajnjeg juga, Ulcinja, ka Herceg Novom. Niz je uglavnom pravilan, sem što se kod minimalnih kumulativnih vrijednosti uočavaju izvjesna odstupanja. Na slici 3.2.4. predstavljena je piramida vodnih resursa za čitavo primorje Crne Gore, a na slici 3.2.5. piramida vodnih resursa samo za opštine unutar zaliva Boke kotorske.

¹⁴ Najkišovitiji predio u Evropi je planinski pojas iznad Kotorsko-risanskog zaliva (Krivošije). U toj oblasti padne godišnje 4600 mm padavina, tj na strmim padinama Orjena u mjestu Crkvice (940 mm) godišnja prosječna visina iznosi oko 5000 mm, što predstavlja evropski maksimum; u rekordnim godinama dostiže i blizu 7000 l/m², sa izraženim padavinama orografskog karaktera (izvor informacije Hidrometeorološki zavod Crne Gore, april 2018.).



Slika 3.2.1. Histogram padavina za period 1960 – 2018.

Na području opština Boke Kotorske ukupna količina pale atmosfere vode je oko $2,21 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{god}$. Od te količine $26,06 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$ ili 1,2% dostupno je za eksploataciju kroz vodovodne sisteme. Svi raspoloživi resursni kapaciteti nisu potrebni tokom čitave godine, odnosno, veliki dio ovih količina nema kome ili nema za šta da bude isporučen. Proizvedena količina vode je svega 0,8% ili $17,39 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$, a količina koja se obračunava je 0,25% ili $5,45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$. Za dva ljetnja mjeseca, jul i avgust, obračunata i naplaćena količina je 0,096% ili $2,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$. Poređenjem stanja za dva ljetnja mjeseca, jul – avgust, sa ostalim djelom godine zaključuje se da je tada daleko bolja iskoristivost resursa, obračun i naplata potrošene vode. Tokom ljetnjih mjeseci su gubici vode u sistemu manji nego tokom ostalog dijela godine.

Za područje čitavog primorja ukupna količina pale kišne vode je 3,4 milijarde m^3/god , a svega 1,25% od tih količina može biti raspoloživo u zahvatnim objektima vodovodnih sistema. Godišnje „proizvedena“ količina vode, koja se ubacuje u sisteme, je 0,78%, odnosno $33,00 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$, dok se naplati svega $10,3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$ ili 0,3% ukupne količine vode koja padne na tlo. Tokom dva ljetnja mjeseca naplaćena količina je polovina te vrijednosti, odnosno, 0,15%.

„Piramida“ vodnih resursa govori o:

1. složenom hidrogeološkom sklopu karsta ovog područja koji čini da su vodni resursi velikim dijelom nedostupni za eksploataciju, iako nema sumnje da se radi velikim količinama pale i uskladištene vode u prirodnim rezervoarima;
2. postojanju dva, skoro suprotna perioda godine, u pogledu raspoloživih količina vode iz vodnih resursa;
3. velikim gubicima vode u sistemu snabdijevanja, kao tzv. neobračunatoj vodi;
4. postojanju ljetnjeg (sušnog) perioda, kada je znatno umanjena izdašnost izvorišta vode, što daje području karakteristiku semiaridne sredine, a sa istovremenom maksimalnom potražnjom, odnosno, potrošnjom vode.

Na vrhu piramide je turistička sezona, koja je ovdje fokusirana na jul i avgust, a predstavlja krunu svih napora u snabdijevanju vodom tokom godine. Ona je, ujedno, i suština svih analiza stanja i posmatranja indikatora performansi, odnosno, ona je pokazatelj upravljanja vodovodnim

sistemom, vodnim resursom. Kada su prirodni resursi u minimumu, potrošnja je u maksimumu. Upravo tokom ljeta se očekuje maksimalna operativnost sistema, sa minimiziranjem negativnih performansi po stanovništvo i druge konzumente vode iz javnog sistema snabdijevanja. Takođe, tokom ta dva mjeseca raspoložive količine vode su svega 12% od ukupne godišnje proizvedene količine, a 38,5%¹⁵ od potrošene količine vode na nivou godine.

Karakteristika regiona je da je procenat priključenja na javni vodovod 80–90% (iznimno Tivat ima 100% pokrivenost) od ukupnog broja stanovnika. Tokom ljetnjeg perioda potrošnja vode se uvećava dva do tri puta, gledajući kumulativno i u špicu turističke sezone, dok se značajno smanjuje izdašnost resursa. Takođe, gotovo svi značajni pokazatelji stanja sistema imaju drugačije karakteristike, u toku turističke sezone, u poređenju sa ostalim dijelom godine.

Bazni podaci, koji karakterišu sisteme u primorskom regionu, jesu sljedeći:

- Proizvodnju vode obezbjeđuju 34 proizvodna objekta (kaptaže, izvori, bunari).
- Godišnja proizvodnja vode varira između 1350 i 2000 l/s.
- Glavni dio vodnih resursa čine izvori sa 62%, od čega 92% ukupne proizvodnje vode u zimskom period i 33% u ljetnjem; zatim 33% čine bunarska polja sa 52 bunara; sistem Herceg-Novog dobija vodu iz hidrosistema na rijeci Trebišnjici, tj. iz Bilećkog jezera (Bosna i Hercegovina, tj. Republika Srpska, a distribuira se preko teritorije R. Hrvatske, u dužini od 21 km).
- Po provedenim analizama¹⁶ došlo se do zaključaka da su gubici, zapravo, neobračunata količina je neujednačena i računa se da se kreće u rasponu 46–88%¹⁷, u zavisnosti od perioda godine, ali i uslova lokalne sredine.
- Iskustveno se izuma da su netehnički gubici oko 25%¹⁸ od ukupnih gubitaka u sistemu.
- Računa se na ljetnji deficit vode od 500 l/s.
- Sve do unazad par godina tokom ljeta su postojale restrikcije vode, ili u djelovima sistema ili za cijele sisteme, odnosno, za sve potrošače u sistemu, gotovo u svim opštinama, dok nije izgrađen sistem regionalnog vodovoda koji doprema vodu iz izvorišta Bolje sestre (u zoni Skadarskog jezera).

U analizi tehničkih, infrastrukturnih sistema, na slici 3.2.4. i 3.2.5. predstavljena je tzv. „opšta vodna struktura“ za primorje Crne Gore i za Boku Kotorsku (opštine: Herceg Novi, Kotor i Tivat) koju čine: primarni, prirodni sistem prihvatajućeg hidrogeološkog slivnog područja za šest primorskih opština, pa do pojedinačnih godišnjih količina, za svaku opštinu, sa brojem stanovnika u špicu turističke sezone (domaće stanovništvo i turisti).

U prvom (najvišem) nivou dati su ukupni resursi, iskoristivi kapaciteti i ljetnja izdašnost resursa, koji su u upotrebi. U sljedećem nivou dati su raspoloživi rezervoarski kapaciteti, koji su po tehničkom pravilu obezbjeđenja minimalno 20% količine vode u danu maksimalne potrošnje

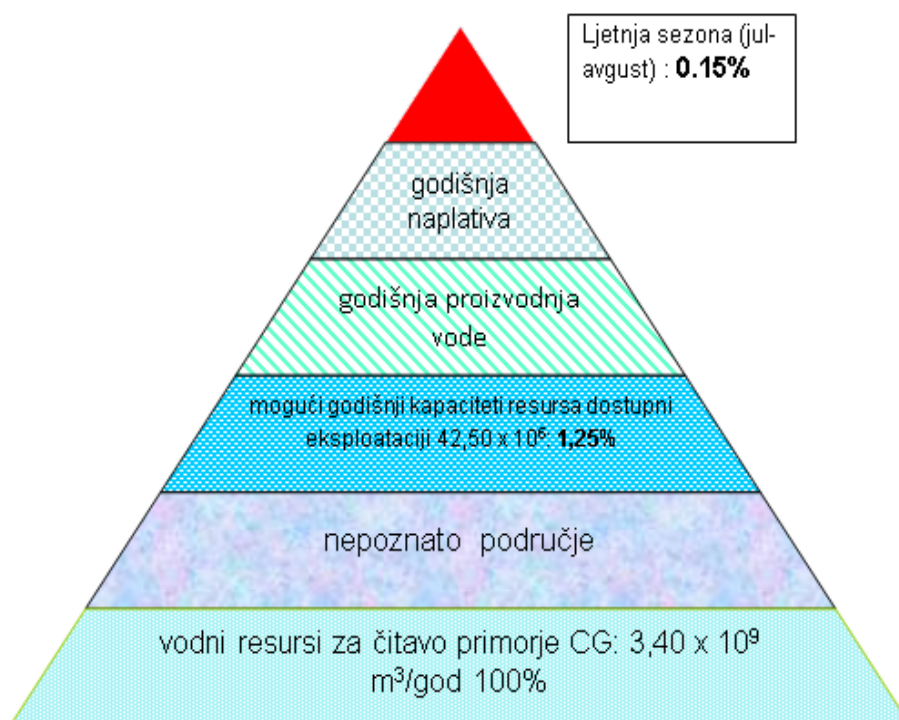
¹⁵ Podaci su dobijeni na osnovu godišnjih izvještaja o radu „Vodovod i kanalizacija“ d.o.o. Herceg Novi i drugih vodovodnih preduzeća u primorju Crne Gore, kao i iz godišnjih izvještaja Vodacoma, d.o.o.

¹⁶ Master plan snabdijevanja vodom Crnogorskog primorja i opštine Cetinje, „Beller Consult“ 2006,

¹⁷ Ovi podaci se usvajaju iz razloga što nema drugih analiza i objavljenih studija o stvarnim gubicima u vodovodnim sistemima na primorju

¹⁸ Isto

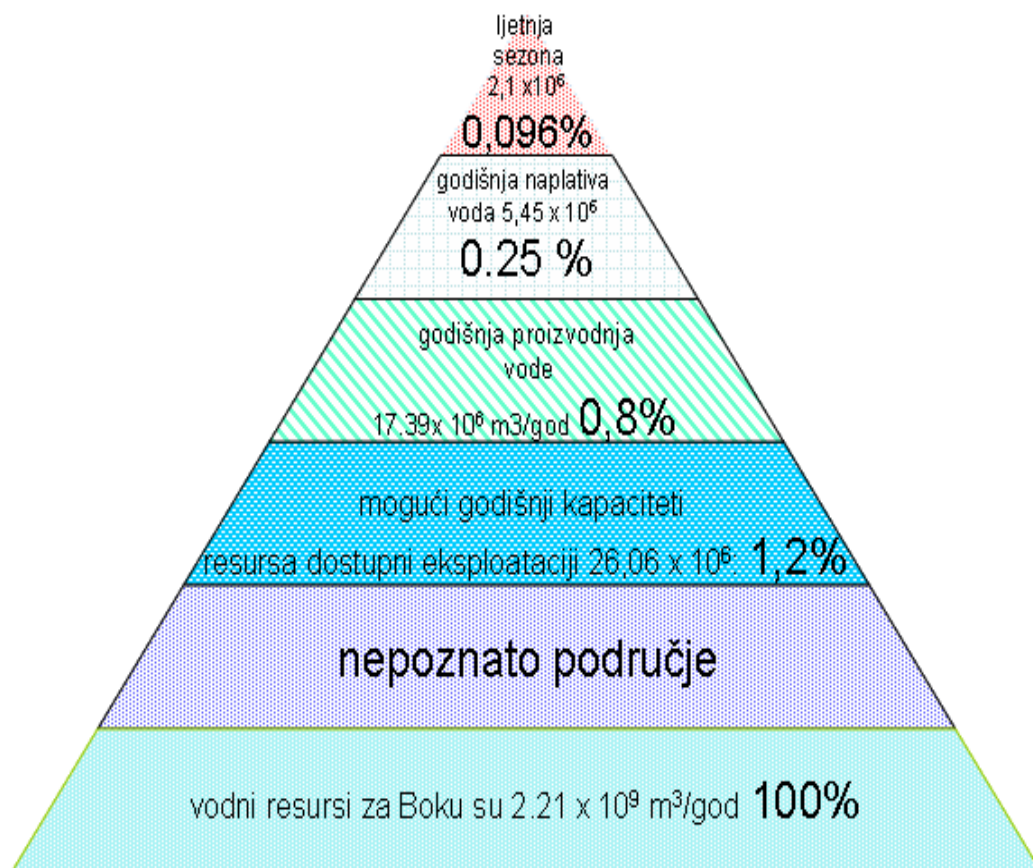
a govore o nedovoljnim kapacitetima, u svim opštinama. U trećem nivou date su maksimalne godišnje količine proizvedene vode, koje znače ulazak u sisteme snabdijevanja. Od tih količina do potrošača stigne manji dio; odnosno, fakturisane količine su u odnosu na proizvedene količine od 27,5% (u Herceg Novom) do 63,2% (u Tivtu)¹⁹. U posljednjem nivou date su futurističke brojke ukupnog broja korisnika vodovodne mreže (domicilno stanovništvo i turisti) za planski period do 2030. godine.



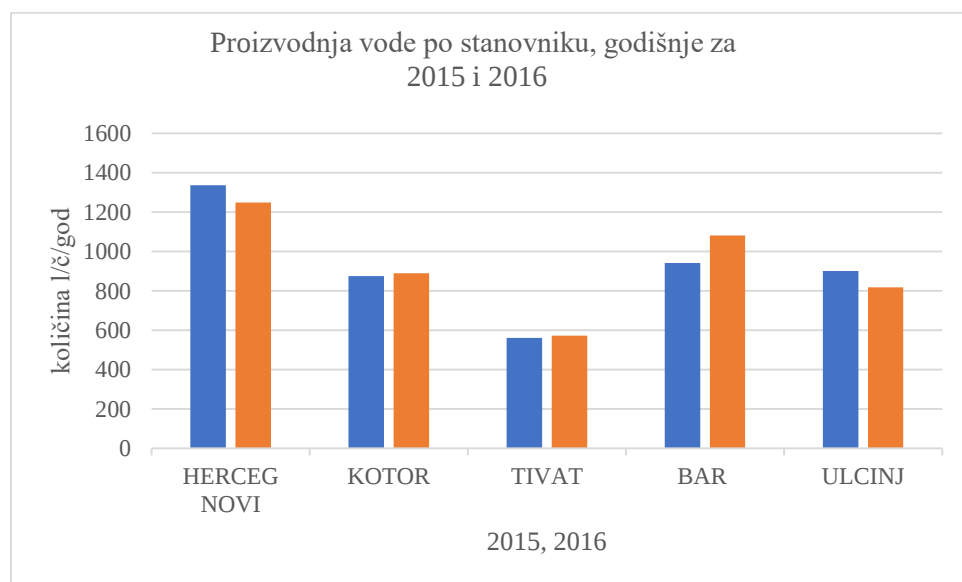
Slika 3.2.2. Piramida vodnih resursa za primorje Crne Gore
(nodel O. Doklešić, na osnovu [40] [45] [55][56])

Proizvodnja vode u svakom od vodovodnih sistema u primorju data je na dijagramu, za 2015. i 2016. godinu. Uočava se da je potrošnja vode po čovjeku, generalno, bila manja u 2016. nego u 2015. godini, sa izuzetkom Kotora. To se objašnjava intenzivnijom sezonom kiše u 2016. nego u 2015.-oj godini, odnosno, 2016 je hidrološki bila povoljnija. Potrošnja je bila u rasponu od 572 l/č/god u Tivtu za 2015. do 1337 l/č/god u 2015. u Herceg Novom. Ovdje je riječ o lokalnim vodnim resursima bez prihvatanja dodatnih količina vode iz sistema Regionalnog vodovoda.

¹⁹ Do ovih podataka došlo se na osnovu izvještaja iz vodovodnih preduzeća Herceg Novog i Tivta o količinama proizvedene i fakturisane vode



Slika 3.2.3. Piramida vodnih resursa za Boku Kotoru, na osnovu [40] [45] [57][58]



Slika 3.2.4. Godišnja proizvodnja vode po stanovniku, u primorskom regionu Crne Gore, u 2015. i 2016. godini

Potrošnja vode po konzumentu može se uzeti za početni podatak u analizama stanja proizvodnje i potrošnje vode. Trebalo bi da je u svakoj sredini na primorju približno ista količina,

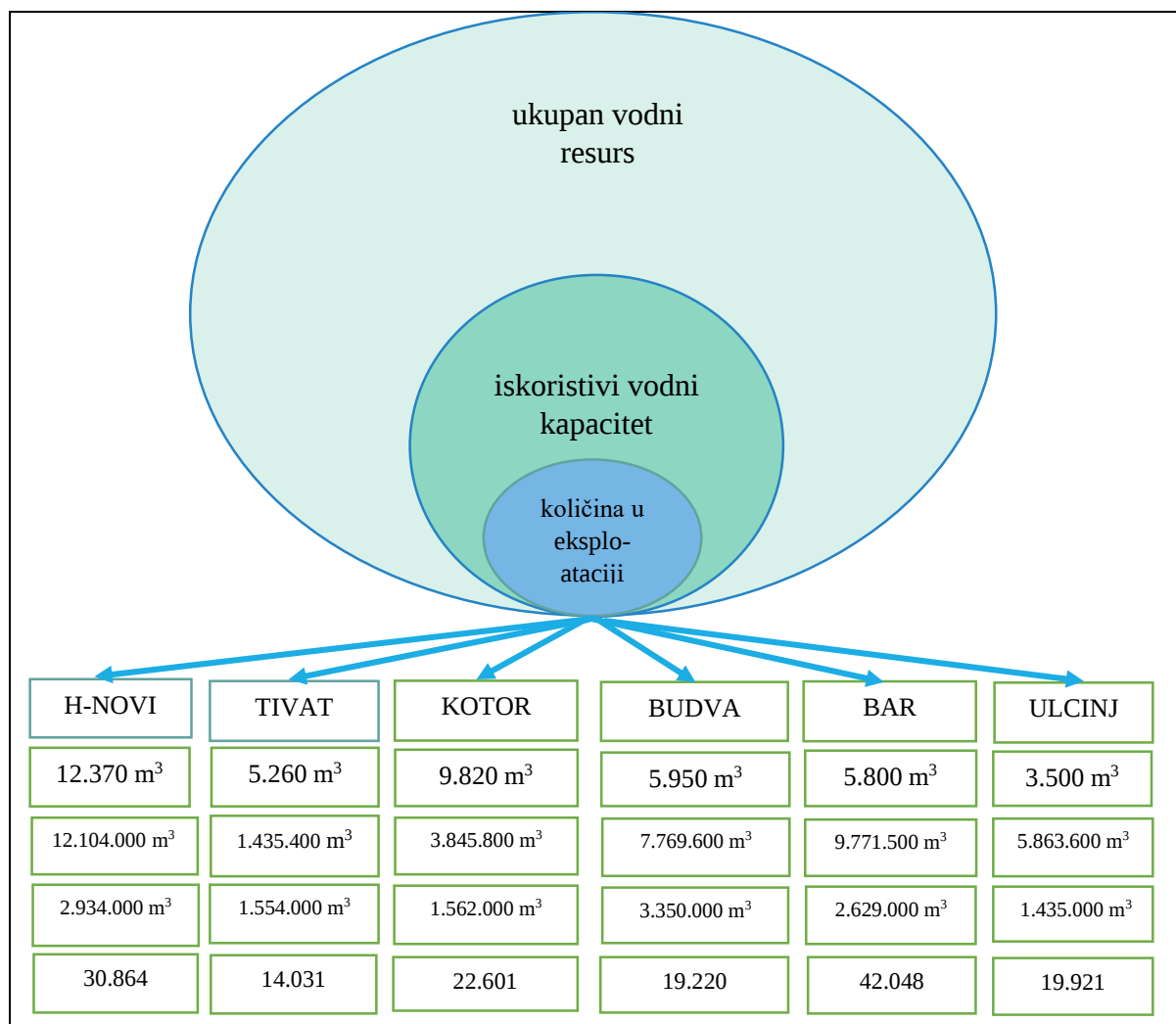
od grada do grada. Međutim, varijacije se događaju zbog različitosti raspoloživih količina vode u sistemu, različitog stepena gubitaka vode u sistemima, kao i načina obračuna vode po stanovniku, ali i zbog tehničkih karakteristika sistema. Vrste stavki, koje se unose u obračunatu količinu po glavi stanovnika, zahtijevaju detaljnu analizu svih sabiraka koji dovode do kumulativne godišnje količine potrošene vode, po stanovniku, konzumentu (uz tehničke i administrativne gubitke postoji i potrošnja vode u turističkim objektima, tzv. „ležeća“ voda, zatim, potrošnja za pranje ulica, zalivanje zelenih površina, voda u fontama, javnim česmama i td).

3.3. Vodovodni sistemi u primorju Crne Gore, karakteristični po recipročnom odnosu proizvedene i potrošene vode, tokom dva godišnja perioda

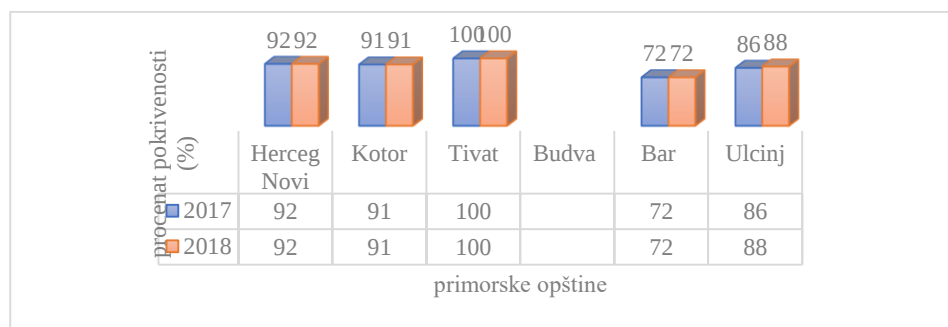
„Sistem je skup stvari povezanih tako da čine cjelinu“ [49] ili po drugoj definiciji: „Sistem je skup objekata i relacija između objekata i njihovih osobina“. Generalno, obje ove definicije su u osnovi razumijevanja suštine vodovodnog sistema. Takođe, možemo reći da su vodovodni sistemi skup interaktivnih elemenata povezanih u funkcionalnu cjelinu.

Predmet analiziranja su vodovodni sistemi u primorju Crne Gore, u šest opština: Herceg Novi, Kotor, Tivat, Budva, Bar i Ulcinj. Sve opštine za primarnu privrednu granu imaju turizam. To znači da je karakteristika regionu da se ljeti značajno uvećava potrošnja vode, u poređenju sa zimskim periodom, a proizvodnja vode, iz lokalnih resursa, se značajno umanjuje, usljed prirodnih činilaca. Disproporcija proizvodnje i potrošnje vode je osnovna karakteristika primorskog regiona Crne Gore. Na slici 3.3.1. data je shema najvažnijih kapaciteta pojedinačnih vodovodnih sistema, počevši od ukupnih prirodnih resursa, do pojedinačnih količina u svakom sistemu. Od ukupnih vodnih resursa, na širem području, tek manji dio su raspoložive količine za snabdijevanje. Prvi red, nakon raspoloživih resursa, čine rezervoarski prostori, kao konstantna raspoloživa količina u svakom pojedinačnom sistemu, sa iskazanim vrijednostima u m^3 , sljedeći red predstavlja ukupnu godišnju količinu vode koja ulazi u sistem, iskazano u m^3 , treći red su vrijednosti količina vode koje se fakturišu kao potrošena voda (u m^3), dok posljednji, najniži red, čini broj stanovnika. Iz odnosa ovih brojeva dobijaju se relacije o specifičnoj potrošnji po čovjeku (stalnom stanovniku) kao i odnos između proizvedene i fakturisane vode, a što se smatra bruto gubitkom, koji se u stručnoj literaturi naziva neobračunata voda (engl. *non revenue water*, skraćeno NRW). Ova shema je osnova pojedinačnih vodovodnih sistema u primorju Crne Gore.

Na grafikonu na slici 3.3.2. date su procentualne vrijednosti pokrivenosti konzuma vodom u javnim sistemima u primorju Crne Gore.



Slika 3.3.1. Shema vodnih resursa, zapremina rezervoarskog prostora, količine „proizvedene“ vode u sistemima, obračunate količine (fakturisane) vode po očitanim vrijednostima na vodomjerima za svaku opštinu (2021. godina) i broj stanovnika (po popisu is 2011. godine).



Slika 3.3.2. Procenat pokrivenosti konzuma uslugama javnog snabdijevanja vodom na primorju Crne Gore²⁰

²⁰ Korišteni su podaci iz godišnjih izvještaja „Vodacom“ d.o.o. za benčmarking. Nedostaju podaci za Budvu jer Opština Budva nije u „sistemu Vodacom“-a i ne dostavlja podatke. Autor nije želio da sam istražuje iz razloga pouzdanosti podataka.

3.4. Kratka analiza stanja vodovodnih sistema u primorskom regionu Crne Gore

Primorski ili južni region Crne Gore sa opštinama: Herceg Novi, Kotor, Tivat, Budva, Bar i Ulcinj, po popisu iz 2011. godine²¹, ima 130.753. Na slici 3.3.1. predstavljeni su osnovni parametri svakog pojedinačnog vodovodnog sistema u primorju Crne Gore. Primorski region je karakterističan po razvijenoj turističkoj privredi. Turistička privreda je činilac uvećanja broja korisnika sistema snabdijevanja vodom u ljetnjem periodu, za dva do pet puta, činilac uvećanja potreba za vodom i uvećanja jedinične i specifične potrošnje vode. Na slici 3.4.1. predstavljena je karta primorskog područja, koje je predmet rada, sa naznačenim opštinama.



Slika 3.4.1. Područje primorskog regiona Crne Gore, izvor Google Earth

Broj domicilnih stanovnika nije konstantna veličina i od zvaničnog popisa iz 2011. godine postoje značajna odstupanja, uglavnom u povećanju. Računamo sa pretpostavljenim godišnjim porastom populacije stalnih stanovnika koji je za Herceg Novi u prosjeku oko 0,87%. S druge strane, imamo veličinu domaćinstva, koja je u stalnom opadanju. U Tivtu i Herceg Novom se već uzima u proračunima planske dokumentacije veličina domaćinstva od 2,75. Generalno se može uzeti da je ono između 2,50 i 4,00. Brojevi o stalnom stanovništvu se korriguju, iz godine u godinu, u izvještajima i proračunima, ali se do pravih brojki dolazi jedino popisom stanovništva. Sve je i više novih stanova, a sa njima raste broj povremenih stanovnika, nerezidenata. Novi broj privremenih stanovnika znači i povećan broj potrošača vodovodnog sistema, ali i sve veći broj „mrtvih vodomjera“, tj. vodomjera bez potrošnje u većem dijelu godine.

Dijagrami proizvedene i fakturisane vode u Primorskom regionu pokazuju karakteristiku neravnomjerne sezone proizvodnje i potrošnje vode. Potrošnja vode se iskazuje fakturisanom količinom potrošene vode po stanovniku, odnosno, po potrošaču. U ljetnjim mjesecima potrošnja je više od dva pa do pet puta veća nego u zimskim. Veća količina vode u sistemu, u ljetnjim mjesecima u odnosu na zimske, leži u činjenici dopremanja vode iz sistema Regionalnog sistema „Crnogorsko primorje“, čime se količine u lokalnim sistemima snabdijevanja uvećavaju za dodatnih 150 – 200 l/s. Svi vodovodni sistemi imaju visok procenat gubitaka.

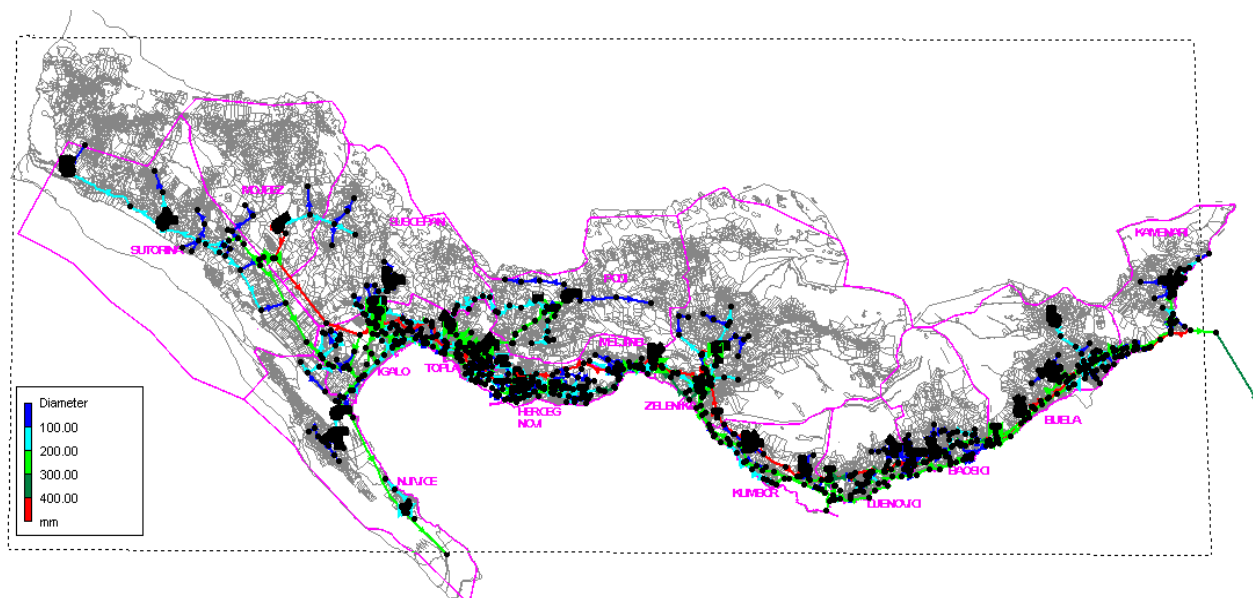
²¹ Godine 2011. je bio posljednji zvaničan popis stanovništva.

Budva je opština sa najrazvijenijom turističkom privredom, kako u pogledu „domaće radinosti“, tako i po broju i kvalitetu hotela, ali i u pogledu trajanja ljetnje turističke sezone, koja počinje ranije od drugih sredina i završava kasnije. Budva je u ljetnjem periodu najveći potrošač vode. S druge strane, tivatski vodovodni sistem ima najveći stepen pokrivenosti stanovništva, od skoro 100 %. Gubici su mnogo manji nego u drugim vodovodima i iznose svega 30–35%, (misli se na odnos proizvedene i fakturisane količine vode). U drugim vodovodnim sistemima tehnički gubici su između 50 i 85%, generalno, ali se u svakom od njih oni umanjuju u toku ljetnje sezone, za 5 – 10%.

Svi lokalni sistemi su dosta složeni, a gotovo u svakom je više lokalnih izvorišta, na različitim lokacijama, od kojih neki presuše tokom ljeta ili zaslane, pa su neupotrebljivi za sistem javnog snabdijevanja. Raspon snabdijevanja potrošača u visinskom smislu je od razine mora pa do 300 mnm. Takođe, cjevni materijal u upotrebi je u svim vodovodnim sistemima raznolik, od azbest-cemenskih, čeličnih, liveno-željeznih do više vrsta, i sa različitim performansama, plastičnih materijala. Sezonálnost u proizvodnji i potrošni vode je osnovna karakteristika svih vodovodnih sistema u ovoj regiji.

3.5. Analiza stanja reprezentativnog vodovodnog sistema, sistem snabdijevanja Herceg-Novog

Sistem snabdijevanja vodom Herceg Novog uzet je za eksperimentalni, tj. za provjeru postavljenih pretpostavki i hipoteza. U skladu sa zakonskom regulativom o ustrojstvu preduzeća iz oblasti komunalnih djelatnosti, preduzeće „Vodovod i kanalizacija“ upravlja sistemom snabdijevanja, kanalisanjem otpadnih voda i naplatom usluga za potrošenu vodu i usluge odvođenja otpadnih voda.



Slika 3.5.1. Karta vodovodnog sistema Herceg Novog, sa ucrtanom primarnom mrežom i rezervoarima

Voda za sistem snabdijevanja Herceg Novog obezbjeđuje se iz:

- Hidrosistema hidroelektrana na Trebišnjici, odnosno preko priključenja na hidrotehnički tunel koji povezuje dvije hidroelektrane, "Trebinje" i "Dubrovnik". Za sistem snabdijevanja Herceg Novog koristi se voda iz kompenzacionog bazena "Gorica", iz kojeg se voda gravitaciono transportuje tunelom prečnika $R=6.00$ m i dužine $L=16.6$ km do vodostana "Plat" hidroelektrane "Dubrovnik". Priključak cjevovoda za Herceg Novi izveden je nizvodno od vodostana na glavnom dovodu za hidroelektranu, a prečnik na priključku je 400 mm. Na kraćem rastojanju od priključka cjevovod se uvodi u prekidnu komoru (PK) "Plat" (na koti terena AK 255,20 mm). Od prekidne komore "Plat" voda se gravitacionim putem transportuje ka prekidnoj komori "Debeli brijeg" čeličnim cjevovodom prečnika 660,4/7 mm. Od PK "Debeli brijeg" do postrojenja za prečišćavanje vode koje se nalazi na koti AK160 mm (kota uliva) izveden je gravitacioni čelični cjevovod prečnika cijevi 660,4/7 mm. Opisani sistem je projektovan za max. kapacitet $Q_{max}=600$ l/s. Sadašnja propustnost cjevovoda je za maksimalno 500 l/s.
- Iz lokalnog vodozahvata karstne izdani Opačica, u Kućanskom polju, sa maksimalno raspoloživim količinama do 150 l/s.
- Iz sistema „Regionalnog vodovoda Crnogorsko primorje“ u vrijeme vršne ljetnje potrošnje, kada su nedovoljne količine vode u sistemu, pa je potrebna nadopuna, ubacuje se u sistem dodatnih 50 l/s.

Slivno područje rijeke Trebišnjice u istočnoj Hercegovini, zauzima površinu od 6.500 km², a tretira se kao jedinstvena vodoprivredna cjelina. Dotok vode za Herceg Novi obezbjeđuje se iz hidrotehničkog tunela, koji je dio hidroenergetskog sistema „Trebišnjice“, te je svaki dotok, umanjeње količine ili obustava vode za Herceg Novi uslovljen zahtjevima elektroenergetskog sistema R. Bosne i Hercegovine, odnosno, R. Hrvatske.

Voda, koja dolazi iz akumulacije „Bileća“ ($V=1.280.000.000$ m³, $KU=400,65$ mm, min RN 348,65mm), dalje se upušta u kompenzacioni bazen „Gorica“ (15.200.000 m³, normalni RN 295,00 mm, odnosno, minimalni RN 288,00 mm), odakle se voda dalje transportuje gravitaciono, u količini od 90 m³ tunelom do vodostana „Plat“, koji je u sastavu hidroelektrane „Dubrovnik“. Priključak cjevovoda za vodosnabdijevanje je prečnika 400 mm i izveden je u neposrednoj blizini vodostana, na glavnom cjevovodu hidroelektrane, prečnika 4.100 mm, na visinskoj koti 248,00 mm. Nakon priključka, cjevovod se u neposrednoj blizini uvodi u prekidnu komoru „Plat“ ($kd/kp=256/260$ mm). Od prekidne komore „Plat“ voda se transportuje gravitaciono do prekidne komore „Debeli brijeg“ ($kd/kp=185/189$ mm). Cjevovod je izveden od čeličnih cijevi: od zahvata / priključka (odnosno od PK „Plat“) do stanice „Cavtat“ (nekadašnja stanica na željezničkoj pruzi uskog kolosijeka²²) prečnika 660,4 mm (debljine zida 6,7 odnosno 8 mm). Od stanice „Cavtat“ do prekidne komore „Debeli brijeg“ položene su cijevi prečnika 711,2 mm (debljine zida 6,7 odnosno 8 mm) u dužini od cc-a 23 km do PK „Debeli brijeg“.

Od prekidne komore „Debeli brijeg“ do postrojenja za prečišćavanje vode za piće, koje ćemo u nastavku zvati filter stanica „Mojdež“ (skr. FS „Mojdež“), sa kotom ulaza u postrojenje na 158 mm, izveden je gravitacioni cjevovod prečnika 660,4 / debljine stijenke (zida) 8 mm.

²² Uskotračna pruga Sarajevo–Uskoplje–Zelenika, izgrađena je 1901; kroz Konavle je njena trasa po nekadašnjem putu koji je probio Napoleonov maršal Marmon, guverner Ilirskih pokrajina, kada je osvojio Dalmaciju, Dubrovnik i Boku (1807-1812).

U cilju dovođenja parametara sirove vode (koja se transportuje cjevovodom od vodostana „Plat“ do FS „Mojdež“), u okvire propisane odgovarajućim pravilnicima za higijensku ispravnost vode za piće, u blizini naselja Mojdež 1980. godine izgrađeno je postrojenje za prečišćavanje vode za piće, sa takozvanim sporim filterima. Godine 2008. urađena je rekonstrukcija sa potpuno novim tehnološkim sistemom prečišćavanja, sa tzv. Brzim filterima i višestepenim tretmanom sirove vode. Kapacitet filterskog postrojenja je ostao po prvobitnoj količini od $Q = 600$ l/s.

Najznačajniji lokalni resurs, izvoriste Opačica, locirano je u sjeveroistočnom dijelu Kuskog polja, u podnožju brda Glavica, u blizini naselja Zelenika i predstavlja prvo veće izvoriste koje je kaptirano i izgrađeno odmah poslije Drugog svjetskog rata. Formiran je u krečnjacima gornje krede, sa izlaznim otvorom na koti 10 mnm. Izvoriste Opačica predstavlja izvorsku pećinu sa razgranatom mrežom podzemnih kanala, koji se od mjesta isticanja pružaju prema istoku, odnosno ka uzvišenju Glavica. Crpljenje iz bunara vodozahvata Opačice vrši se pomoću četiri potopna pumpna agregata, snage po 90 kW i kapaciteta po 40 l/s, ukupna instalisana snaga pumpnih agregata je 360 kW, a maksimalni kapacitet je 160 l/s.

Tabela 3.5.1. Vodoizvorišta u sistemu snabdijevanja Herceg Novog

Naziv vodoizvorišta	Kapacitet (l/s)	Visinski položaj (mnm)	Napomena
Akumulacija na rijeci Trebišnjici/ FS „Mojdež“	490 (550)	148	Maksimalni kapacitet prerade vode na FS „Mojdež“ je 600 l/s, a stvarni dotok u sistem Herceg-Novog je 380 – 490 l/s.
Opačica – Kuskopolje, podzemna akumulacija	160 (200)	10 (preliv)	Kapacitet ovog izvorišta varira od 40 l/s do 150 l/s, u sezonskom, ljetnjem periodu. U vansezonskom periodu izdašnost je 150 l/s, s tim da se posljednjih godina ne eksploatiše devet mjeseci, a čuva se za ljetnju upotrebu.

Priključenje na sistem javnog snabdijevanja vodom je podatak koji se stalno mjenja, a generalno govorimo da je 96 % stanovništva priključeno na sistem javnog snabdijevanja.

Tabela 3.5.2. Broj priključenih na vodovodni sistem u Herceg Novom, po godinama 2015-2019.

	2015	2016	2017	2018	2019
Broj stalnih stanovnika ²³	32.000	32.350	32.700	33.005	33.050 ²⁴
Broj priključenih stalnih stanovnika ²⁵	30.807	31.157	31.507	31.812	31.857
Procentualno (%)	96,27	96,31	96,35	96,38	96,39

²³ Vrijednosti do kojih se došlo na osnovu praćenja stanja po izbornim listama iz biračkih spiskova, na osnovu ažuriranja popisnih podataka, po broju novih građevinskih dozvola, kao i po broju novih zahtjeva za priključenje objekata.

²⁴ Pretpostavljena vrijednost na osnovu koeficijenta prirodnog prirasta u odnosu na broj iz opisa 2011. godine.

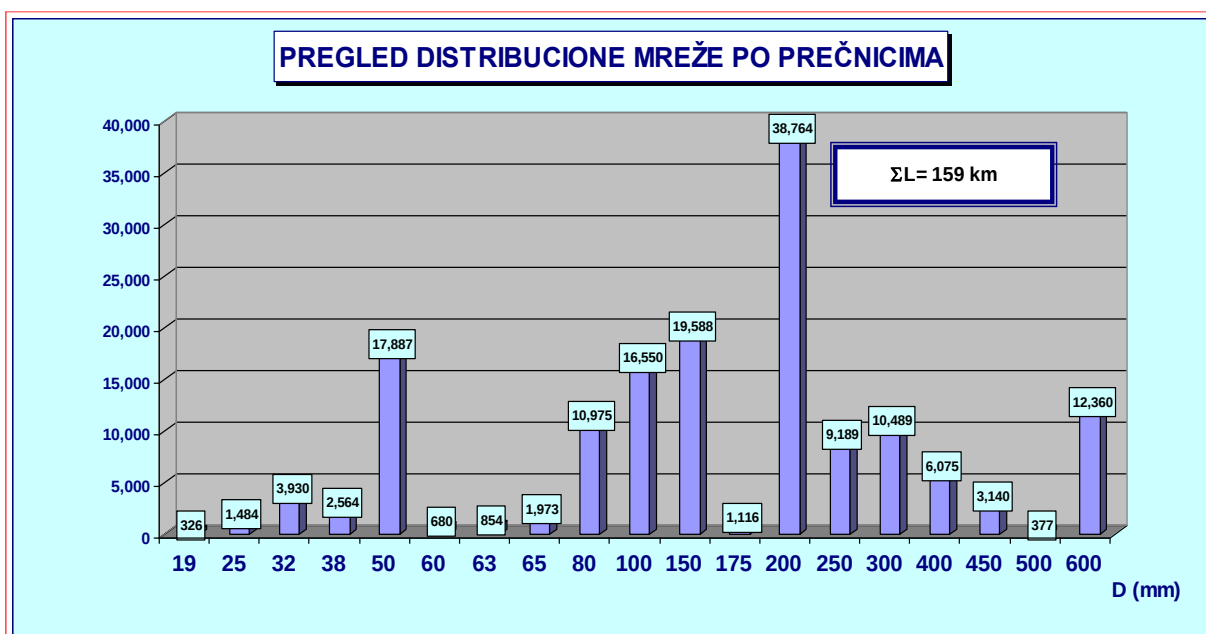
²⁵ Izvor je iz baze podataka za benčmarking koja se redovno, kvartalno ažurira u “Vodovod i kanalizacija” d.o.o. – Herceg Novi i dostavlja Regulatornoj agenciji za energetiku Crne Gore.

U tabeli 3.5.2. dati su podaci o ukupnom broju stanovnika i priključenjima na sistem snabdijevanja, po godinama: 2015.-2019. i sa procentualnim vrijednostima. Preostalih 3,60% stanovnika nalazi se u ruralnom dijelu opštine, u visokim zonama, i na poluostrvu Luštica, gdje nema vodovodne mreže, pa stanovništvo koristi seoske vodovode ili sopstvene resurse: izvorišta, bunare, utankovanu kišnicu ili im se voda doprema cisternama.

Primarna vodovodna mreža Herceg Novog je dužine 89,70 km, a sekundarna 124,77 km, dok se dotok sa „Plata“ obezbjeđuje cjevovodom dužine 29 km do FS „Mojdež“. Od vodostana „Plat“ do prekidne komore u blizini graničnog prelaza Debeli brijeg, u dužini od 23 km, postavljen je čelični cjevovod DN 700 mm, a od njega do Filter stanice „Mojdež“ položen je čelični cjevovod DN 660 mm, u dužini od 6 km. U sistemu vodovoda se nalazi 19 hidro-pak stanica, koje služe za vodosnabdijevanje viših zona grada, kao i 17 rezervoara. Najznačajniji objekat sistema je filter stanica „Mojdež“, locirana u selu Mojdež, na koti terena od 148 mm. Kapacitet FS „Mojdež“ je 1500 m³ sirove vode, sa maksimalnom produkcijom od 600 l/s prerađene vode.

Tabela 3.5.3. Dužine primarne, sekundarne i tercijalne mreže u sistemu Herceg Novog

Vrsta cjevovoda u sistemu Herceg Novog	Prečnik (mm)	Dužina (km)
primarni	200 – 660	89,70
sekundarni	50 – 200	124,90
tercijalnih	20 – 50	125,00
Ukupna dužina (km)	20 – 660	339,60



Slika 3.5.2. Zastupljenost različitih prečnika u mreži Herceg Novog

Postojeći cjevovodi primarnog sistema snabdijevanja mogu se svrstati u dvije grupe:

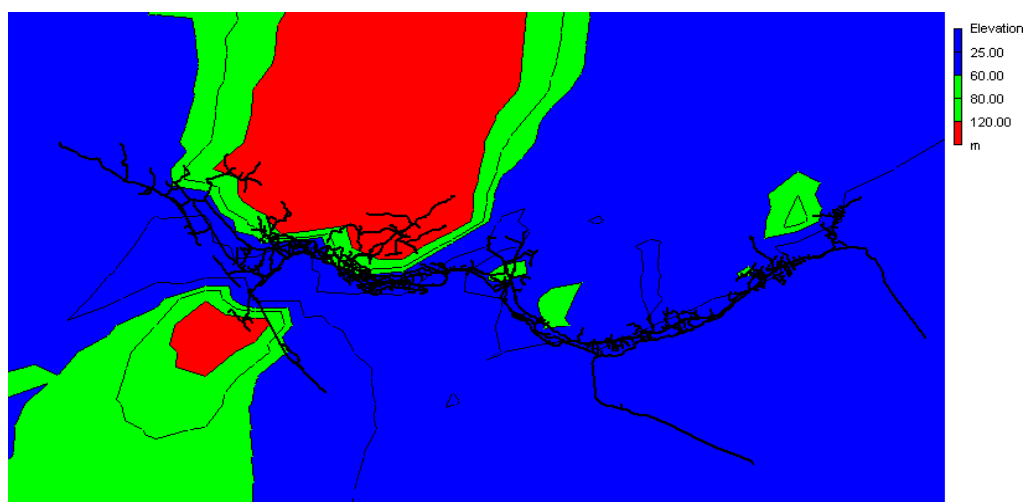
- Glavni dovodni cjevovod, kojim se obezbjeđuje dotok iz “Plata” (iz HET-a i akumulacije na Trebišnjici)
- Cjevovodi koji su izgrađeni u okviru sistema Regionalnog vodovoda “Crnogorsko primorje”, a koji su u prelaznom periodu, do završetka izgradnje regionalnog sistema snabdijevanja, bili namijenjeni za prebacivanje vode iz hercegnovskog vodovoda u vodovode Kotora, Tivta i Budve.

Sistem snabdijevanja vodom u opštini Herceg Novi jeste složen, gravitaciono–potisni, sa rasporedom rezervoara i distributivnom mrežom u tri visinske zone (nezvanično uz korištenje malih pumpnih postrojenja postoji i četvrta i peta visinska zona snabdijevanja), za potez Igalo–Meljine: I: 0,00–60,00, II: 60,00–110,00, III: 110,00–240,00 mnm.

Karakteristika snabdijevanja u Herceg Novom je nepostojanje razgraničenog visinskog i prostornog zoniranja, složena geološka struktura tla i konfiguracija terena, sporadično i haotično razvijanje vodovodne mreže i dotrajalost pojedinih djelova. Sistem je neravnomjerno razvijan sa stanovišta prostora i vremena. Visinske zone iznad 300 mnm nisu pokrivene sistemom javnog snabdijevanja. Postoje mjestimični prodori u visočije djelove prostora, lokalnog značaja.

Sistem snabdijevanja je samo dijelom sistematski razvijan (razvoj je prestao od kraja 80-tih godina prošlog vijeka), pa je i raspored rezervoara posljedica neadekvatnog rasporeda. Rezervoari su koncentrisani na potezu: Igalo – Topla – Herceg Novi – Savina – Zelenika, gdje su visočije kote urbanizovanih aglomeracija.

Duž hercegnovske rivijere postoje samo dva rezervoara, jedan u Kumboru, drugi u Bijeloj, izgrađeni na kotama iznad 50 (70) mnm, sistem je linearan. Visoki pritisci u mreži, u glavnim cjevovodima, primarnim i sekundarnim, prosječno iznad 6 bara (dosežu mjestimično i preko 12 bara) su primarna karakteristika hercegnovskog sistema koja određuje značajne hidrauličke parametre sistema. Visoki pritisci u cjevovodima su osnovni uzrok velikog broja oštećenja, čestih kvarova, pa, samim tim, i velikih procurivanja, odnosno, gubljenja vode kroz ta oštećenja.



Slika 3.5.3. Visinske zone snabdijevanja hercegnovskog vodovodnog sistema (do 60 mnm – I zona, do 120 mnm – II zona, iznad 120 – III zona snabdijevanja)

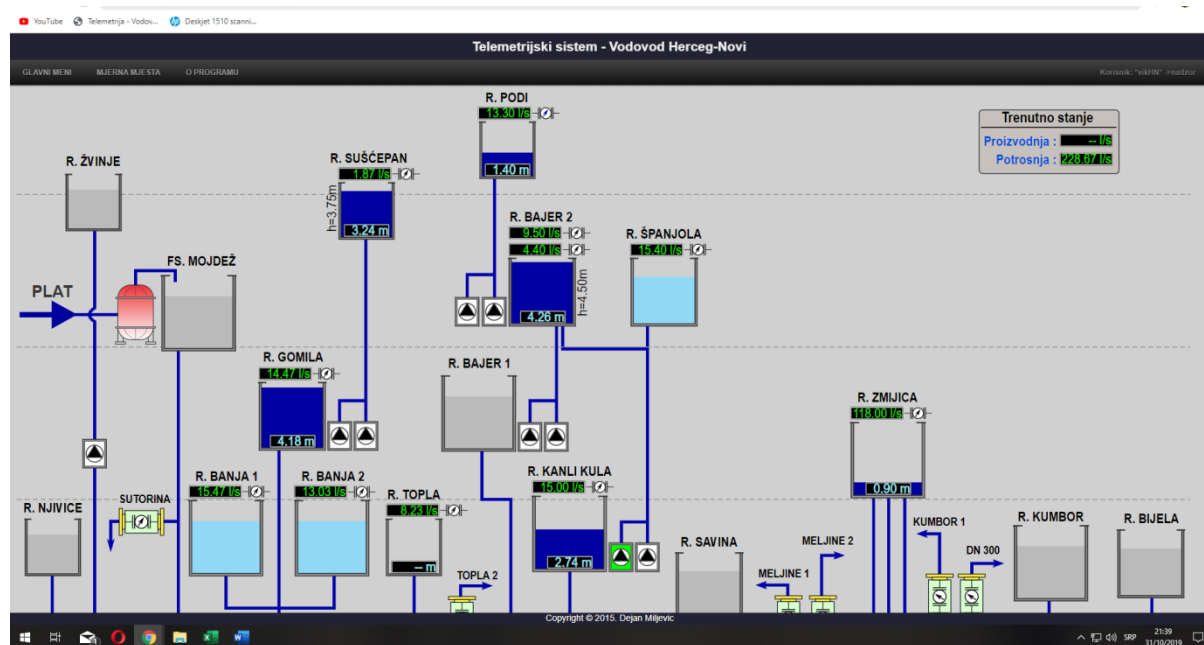
Na slici 3.5.3. slikovito su prikazane visinske zone snabdijevanja vodom u hercegnovskom vodovodnom sistemu, gdje se vidi da je najveći dio sistema u prvoj vinskoj zoni, ali treća visinska zona predstavlja i veliku nepoznanicu, obzirom da je u njoj malo rezervoarskog

prostora, primjetna je tendencija urbanizacije, odnosno, prostorno razvijanje upravo u toj zoni, a na rivijeri u priobalnom pojasu. U ekonomsko-finansijskom smislu to je zona gdje su veći troškovi distribucije vode, jer potrošači dobijaju vodu velikim dijelom iz potisnog sistema.

Rezervoari

Rezervoarski sistem u Herceg Novom čini osnovu primarnog sistema snabdijevanja. Osnovna karakteristika sistema je da su rezervoari koncentrisani na potezu: Igalo–Topla, Herceg Novi-Savina, te da prostor rivijere nije adekvatno pokriven. U vodovodnom sistemu Herceg Novog ima ukupno 27 rezervoara od kojih je u funkciji njih 17. Pregled svih rezervoara dat je u tabeli 1.19/12. U specifikaciju je unesen i rezervoar na lokaciji Zmijice, koji je izgrađen u okviru sistema regionalnog vodovoda, u kojem se vodi pod nazivom „Zelenika“. Ukupna zapremina svih rezervoara, koji se nalaze u eksploataciji, iznosi 12.370 m³.

Zbog složene konfiguracije terena, potom i zbog stihijski i neracionalno razvijane mreže, hercegnovski sistem se oslanja na veliki broj pumpnih stanica, kojima se voda prebacuje iz nižih u više zone. N slici 3.5.4. data je shema rezervoara i glavnih pumpnih stanica uz rezervoare. Ta shema je zapravo osnova telemetrijskog (scada) praćenja stanja funkcionisanja sistema preko mjerenja nivoa u rezervoarima, sa glavnim parametrima: ulazna količina i brzina vode, izlazna količina i brzina vode i promjene u nivou vode u rezervoaru, sa određenim vremenskim intervalima. U sistemu postoji 7 blok pumpnih i prepumnih agregata, instalisane snage $P = 28 \div 90$ kW, visine dizanja $H = 60 \div 120$ m i potiskivane količine $Q = 16 \div 50$ l/s.



Slika 3.5.4. Shema rezervoara u telemetrijskoj kompoziciji

Primjena tehničkih inovacija za praćenje stanja nivoa i proticaja u rezervoarima ukazuje, u prvom redu, na anomalije u mreži, odnosno, u samim rezervoarima, bilo da su u pitanju plovci, regulacioni ventili, procurivanja i slično. Fizičko stanje ovih objekata zahtjeva ozbiljnu analizu, koja treba da pokaže stepen potrebnih intervencija. Popravljanje stanja rezervoara, sa stanovišta raznih vidova procurivanja, dio je programa detekcije i smanjenja gubitaka vode u sistemu, s

jedne strane, a s druge kao nužna mjera monitoringa i integralnog upravljanja. Ovdje se ponovo srećemo s pojmom *integralnog upravljanja sistemom*, tj. *objektima u sistemu* i neophodnim monitoringom stanja rezervoara. Monitoring je bavljenje održavanjem rezervoara i provođenje mjera sanacije ili rekonstrukcije, odnosno, uređenja, kako konstruktivnih elemenata, vododrživosti, tako i instalacija i armatura, ali i higijensko-sanitarne bezbjednosti vode u njima, i to u kontinuitetu tokom godine, sa komparacijama u višegodišnjim ciklusima. U analizama integralnog upravljanja rezervoarima polazno stanovište je kvalitet izvedenih radova na rezervoaru, analiza sredine, u kojoj i kakvoj je rađen, interakcija sa okolnom sredinom, tlom, objektima u blizini, te poznavanje parametara „starenja“ objekta i njegove opreme, radi uspostavljanja korelacija i matematičkih relacija amortizacionog toka. Ovi posljednji parametri su značajni jer idu na štetu funkcionalnosti objekta pumpne stanice ili rezervoara.

3.6. Analiza slabosti i snage sistema primjenom SWOT analize

Primjenom SVOT analize utvrđuju se sadašnje i buduće šanse i prijetnje iz okruženja odnosno, sopstvene slabosti sistema. SVOT analiza (od engl. *SWOT analysis*, akronim od engleskih reči: *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* – snage, slabosti, prilike, prijetnje) je tehnika strategijskog menadžmenta putem koje se uočavaju strategijski izbori dovođenjem u vezu snaga i slabosti preduzeća sa šansama i prijetnjama u eksternom okruženju. Autor ove metode je Albert Hamfri²⁶[49] sa Stanford Univerziteta, koji je u svojim istraživanjima koristio 500 najjačih kompanija na svijetu („Fortune 500“). U svojoj osnovi SWOT analizom se za jedan sistem ili jedno preduzeće jasno definišu njegove dobre i loše strane ili setovi pozitivnih i negativnih faktora. Njihovo jasno definisanje otvara mogućnost uticaja da se smanje ili uklone negativni faktori a pozitivni još više ojačaju. Zato se SWOT analiza smatra principijelnom osnovom analitičkog okvira menadžmenta.

SVOT analiza zasniva se na principu da se maksimiziranjem sopstvenih snaga i prilika, aktivnih činilaca pozitivnog a minimiziranjem prijetnji i slabosti unaprijedi funkcionisanje, odnosno, efikasnost sistema. Unutrašnje snage i slabosti treba posmatrati u kontekstu spoljašnjih mogućnosti i prijetnji i obrnuto. SWOT analizu primjenjujemo za preduzeće koje upravlja vodovodnim sistemom, a kroz njega, zapravo, analiziramo: snage, slabosti, mogućnosti i prijetnje u sistemu snabdijevanja vodom.

Tabela 3.6.1. SWOT analiza, opšta shema

	Pozitivni faktori	Negativni faktori
Unutrašnji faktori	Snage	Slabosti
Spoljašnji faktori	Mogućnosti	Prijetnje

²⁶Albert S Humphrey (1926-2005) je autori TAM (Team, Action, Management) metode u planiranju rada organizacije. Bio je izuzetan poslovni čovek, radio u nekoliko najpoznatijih kompanija u svijetu, kao i na univerzitetima Stanford illinois, a do smrti je bio direktor Evropskog programa u Asocijaciji profesionalnih konsultanata u SAD.

Analiza unutrašnjih faktora sistema

❖ Snaga sistema (ili slabosti upravljanja sistemom)

Upravljanje vodovodnim sistemom mora da se oslanja na indikatore performansi. Računanje i vođenje indikatora performansi kroz mjesečne, sezonske ili godišnje periode ukazuje na lanac bitnih i manje bitnih činjenica, kao indikatora stanja sistema. Uvijek treba imati u vidu heterogenost poslova, kao i uvezivanje različitih sektora, iz domena: tehničkog, pravnog i ekonomskog djelovanja. Kompaktnost različitih sektora, odnosno, radnih jedinica, predstavlja snagu preduzeća, koja se pokazuje u različitim prilikama. Na primjeru osnovnih karakteristika vodovodnih preduzeća u primorskom regionu Crne Gore i specifičnih karakteristika hercegnovskog vodovodnog preduzeća, konstatujemo sljedeće činjenice za lanac snage:

I – Opšte karakteristike snage vodovodnih preduzeća u primorju Crne Gore:

- Vodovodni sistemi u primorju Crne Gore (od Ulcinja do Herceg Novog) u zimskom periodu, odnosno, u većem dijelu godine, imaju na raspolaganju dovoljne količine vode za podmirenje potreba svih potrošača, u to vrijeme.
- Dovođenjem vode iz sistema Regionalnog vodovoda Crnogorsko primorje riješen je dugogodišnji problem sezonske (ljetnje) oskudice vode i restriktivnog snabdijevanja potrošača.
- U primorskom regionu odlika je svih vodovodnih preduzeća visok stepen naplate potrošene i fakturisane količine vode, od preko 85% pa do 97% (detaljnije dato u poglavlju 3.4.)
- Brz razvoj urbanističkih struktura i turističkih kapaciteta u primorju, sa orijentacijom ka elitnom turizmu, značajno doprinosi nadogradnji vodovodnih sistema i uvećavanju prihoda od novopriključenih objekata i naplate usluga koje koriste.

II – Posebne karakteristike izabranog vodovodnog preduzeća (hercegnovskog):

- Hercegnovski vodovodni sistem je povezan na hidrosistem Trebišnjice, odakle dolazi kontinualan dotok od 380 do 450 l/s, tokom čitave godine.
- Hercegnovski vodovodni sistem raspolaže rezervoarskim prostorom od 12.370 m³ vode; ta količinom služi za dnevno izravnjanje, odnosno, za snabdijevanje u slučaju nekih hitnih intervencija na sistemu, a što obezbjeđuje 377,5 l/č (po čovjeku) vode, računajući sa 33.000 stalnih stanovnika.
- Pouzdan sistem snabdijevanja, koji potrošačima garantuje potrebne količine vode svih 365 dana u godini, 24 sata dnevno, bez obzira na period godine, ljeto ili zima.
- Sistem snabdijevanja koji potrošačima garantuje hemijski i mikrobiološki ispravnu vodu nakon višestepenog tretmana u filter stanici.
- Stabilni (predvidivi), prihodi od prodane vode u upravljačkom preduzeću.
- Postojanje visokoobrazovnog kadra, inženjera građevinske, mašinske, elektro struke, hemičara i mikrobiologa i stručnog kadra za rad na mreži, kvalifikovanih vodoinstalatera, elektrotehničara.
- Stručno osposobljavanje zaposlenih i unapređenje tehničkih i tehnoloških procesa.
- Stabilni prihodi koji omogućavaju redovne plate radnicima, isplate za prekovremene sate, noćni rad u dežurstvima, stimulacije, nagrađivanje za posebno angažovanje.

- Održavaju potrebnog stepena radne motivisanosti, odnosno, visok stepen motivisanosti za radnike iz tehničkog sektora, koji su direktno povezani sa vodovodnom mrežom i sanacijom kvarova na njoj.
- Visok stepen radne motivisanosti omogućava organizaciju i realizaciju predviđenih aktivnosti i poslova
- Stabilni prihodi omogućavaju plaćanje svih troškova u poslovanju, od utroška goriva, električne energije, elektronskih komunikacija do nabavke potrebnog vodovodnog repromaterijala i građevinskog materijala.
- Nesmetano i redovno nabavljanje reparacionog materijala omogućava redovne i brze intervencije na vodovodnoj mreži.
- Dobre i brze intervencije na vodovodnoj mreži (u što je moguće kraćem vremenu od momenta nastajanja ili prijavljivanja kvara) znače vraćanje izgubljene količine vode u sistem, što se očituje smanjenjem tehničkih gubitaka vode u sistemu i u smanjenjenju neprihodovane količine vode; smanjenje izgubljene količine vode znači više raspoložive vode za potrošače, a manje ili uopšte bez potrebe preuzimanja eksternih količina vode (iz drugih sistema, tokom ljetnje sezone).
- Iz redovnih obrada zaključenih radnih naloga za izvršene sanacije kvarova na mreži i na zamjeni vodomjera, zna se tačno stanje najučestalijih kvarova, vrste materijala, vrste građevinskog materijala na osnovu kojih se pravi procjena potrebnog reparacionog vodovodnog materijala i građevinskog materijala, odnosno, uvijek se zna stanje, tj. rezerve i potrebe reparacionog, vodovodnog materijala.
- Brzim intervencijama na mreži i uštedom vode sanacijom gubitaka u sistemu, količina vode koja se doprema iz sistema Trebišnjice je dovoljna u svim uslovima, pa i sa velikim gubicima, da svim potrošačima bude obezbjeđena potrebna količina vode, a bez zavisnosti od lokalnih izvora vode, u periodu van sezone. od polovine septembra do jula mjeseca.
- S druge strane za prethodnu stavku, u slučaju havarije na glavnom tranzitnom cjevovodu sa Plata, na raspolaganju su lokalni resursi vode izdašnosti do 150 l/s.
- Lokalni vodozahvat (Opačica), koristi se samo u periodu jul – septembar, u vrijeme maksimalne potrošnje vode i to kao rezervna količina, nadopuna količinama koje dolaze iz vodostana „Plat“.

❖ **Slabosti sistema snabdijevanja (ili slabosti upravljanja sistemom) su:**

I – Opšte karakteristike slabosti vodovodnih preduzeća u primorju Crne Gore:

- Veliki procenat neobračunate vode (NRW) u svim sistemima snabdijevanja vodom u primorju Crne Gore, od 40 do 90% (detaljnije dato u poglavlju 3.4.)
- Sistemi u primorju Crne Gore imaju velike godišnje oscilacije u potrošnji vode, što znači da su u ljetnjem periodu potrebe tri do četiri puta veće nego u ostalom dijelu godine.
- Proizvodnja vode iz lokalnih resursa, u zimskom periodu godine je enormno velika, i daleko premašuje potrebe za vodom, dok je u ljetnjem periodu primorje izrazito sušno, a resursi velikim dijelom ili sasvim presuše ili im je izdašnost u minimumu i nedovoljna

za zadovoljenje potreba svih potrošača; zbog nedostatka vode u sistemima u primorju potrebne su eksterne količine vode (detaljnije dato u poglavlju 3.4.).

- Vodovodna preduzeća u primorju kupuju vodu iz eksternih resursa, izvan svojih sistema, što je značajan finansijski izdatak.
- Vodovodna mreža nije geodetski snimljena, nije georeferencirana, ili je to urađeno u nekom manjem obimu, u zavisnosti od opštine.
- Postojanje nelegalnih objekata i nelegalnih priključaka i privođenje istih zakonskim procedurama i pretvaranje statusa „nelegalnih“ u „legalne“ potrošače.
- Ne postoji istraživanje o isključivim nužnim potrebama vode (samo za piće, spremanje hrane i higijenske potrebe), te posebno za tehničku vodu, zalivanje zelenih površina i slično, odnosno, za sve one potrebe koje nisu egzistencijalno nužne.
- Nedovoljno ažurno djelovanje u sanaciji kvarova na vodovodnoj mreži, usljed čega se stvara nekontrolisano prolivanje vode iz oštećenog cjevovoda i neregistrovana neobračunata voda, ili ostavljanje nezavršenih vodoinstalaterskih i građevinskih poslova (raskopane ulice, trotoari, gradilišta bez oznaka) usljed čega se povećava rizik novog budućeg oštećenja na istom mjestu.
- Finansijski problemi u vodovodnom preduzeću odražavaju se na nabavku vodovodnog materijala za reparaciju ili zamjenu, a uvećava se broj kvarova na mreži, „na čekanju“, tj. onih koje treba popraviti; time se uvećava i količina vode koja se nepovratno gubi i nije naplativa (uzročno-posljedični finansijski problem, koji se neprekidno produbljava, finansijski problem se prenosi na tehnički i obrnuto, pa možemo reći da imamo tzv. „ciklično stanje“ u vodovodnom preduzeću, koje se manifestuje na funkcionisanje cijelog sistema).

II – Posebne karakteristike izabranog vodovodnog sistema i upravljačkog preduzeća, hercegnovog:

- Primarni vodni resurs za snabdijevanje Herceg Novog nalazi se izvan granica Crne Gore (Bosna i Hercegovina, tačnije Republika Srpska i Hrvatska).
- Glavni dotok vode za Herceg Novi sa svojih maksimalno 550 l/s je dio od ukupnih 90 m³/s, koliko prolazi hidrotehničkim tunelom između dvije hidroelektrane, „Trebinje“ (R. Srpska) i „Dubrovnik“ u Platima (R. Hrvatska) kao dio velikog hidro i elektroenergetskog potencijala ove dvije države (Bosne i Hercegovine i Hrvatske).
- U slučaju remonta HE „Trebinje“, čišćenja i saniranja od procurivanja vode hidrotehničkog tinela od Trebinja do Plata, obustavlja se dotok vode za vodovodni sistem Herceg Novog; ova anomalija u snabdijevanju se obično događa u periodu od sredine ili kraja maja do početka juna, ili u septembru, u trajanju od deset do dvadesetak dana.
- Zatvaranje dotoka sa vodostana „Plat“ ka Herceg Novom predstavlja stresnu situaciju za stanovništvo Herceg Novog i turističku privredu, i jeste značajna tehnička manjkavost sistema.
- Iako hercegnovski vodovodni sistem raspolaže sa 12.370 m³ rezervoarske zapremine, kad ta količina uđe u distributivni sistem i dođe do potrošača, umjesto 377,5 l/s, zapravo se dopremi u prosjeku tek 132,13 l/s, zbog tehničkih gubitaka u sistemu, koji se uzimaju

da iznose ne manje od 65%, računajući sa 33.000 stalnih stanovnika, u vansezonskom periodu godine.

- U ljetnjem periodu, kada računamo na ukupan broj potrošača, domicilnog stanovništva i turista do 80.000, raspoloživa količine vode iz rezervoara od 12370 m³ dovoljna je za 69,6 l/č/dan (litara po čovjeku na dan), računajući da su ljetnji gubici u sistemu 55 %, odnosno da je raspoloživo svega 45% od ukupne količine vode u maksimumu turističke sezone.
- Sistemske slabosti: neplanski razvijena mreža, neravnomjerno izgrađen sistem rezervoara (koncentracija četrnaest rezervoara je na potezu: Igalo-Herceg Novi, dok na rivjeri, u dužini od cc-a 16 km, tek tri, na potezu Zelenika – Bijela).
- Vodovodna mreža nije georeferencirana.
- Nema tačnog katastarskog popisa potrošača, sa evidencijom vodomjernog mjesta, sa šifrom i brojem; nema redovnog ažuriranja podataka.
- Postojanje „uskog grla“, u dijelu sistema koji pripada rivijeri, od Kamenara do Bijele.
- Visoki pritisci u mreži, u rasponu 6 do 12 (i više) bara.
- Postojanje velikog broja prepumpnih objekata, koji su značajni potrošači električne energije, za potiskivanje vode u visočije visinske zone (prva zona od 0-60 mnm snabdijeva se gravitaciono iz rezervoara, II visinska zona je u rasponu 60-120 mnm i dobija vodu potiskivanjem iz prve; treća visinska zona je u rasponu 120-180 mnm, a snabdijeva se iz druge potiskivanjem), kao i veliki broj „buster“ stanica za lokalno podizanje vode u visočije zone stanovanja.
- „Zagubljeni“ cjevovodi u kojima leži voda, a nisu uctani u kartama.
- Stari rezervoari, oštećeni konstruktivni elementi i stara (korodirana) elektromehanička oprema.
- U funkciji ima i pumpi koje su dotrajale, odnosno, već amortizovane, rade sa značajno smanjenim radnim efektom – koeficijent korisnog dejstva.
- U upotrebi su stari cjevovodi, raznih dimenzija, raznih vrsta materijala, sa puno oštećenja, mnogi amortizovani preko 50%, a neki potpuno.
- Cjevni materijali na mreži su neuniformni: čelik, liveno željezo, azbest cement, duktil, PVC, PEHD, alkatana, odnosno polietilenske cijevi HDPE PE-80 i PE-100.
- Nedovoljan broj sekcijskih zatvarača i nepostojanje reduktora pritisaka u mreži.
- Veliki broj cjevovoda koji leže ispod izgrađenih stambenih ili privrednih objekata, kao posljedica višegodišnjeg neplanskog razvoja i nesuzbijanja tzv. „divlje“, a zapravo neplanske gradnje, usljed čega dolazi do brojnih oštećenja cjevovoda.
- Izuzetno visoki pritisci u mreži, koji u podjedinim djelovima prelaze i 10 bara, razlozi su čestih pucanja cjevovoda, oštećenja ventila, a svakako i instalacija u objektima, koji su prikopčani na takve cjevovode.

Sve prethodno rečeno su preduslovi postojanja velikih tehničkih gubitaka na mreži. Iako je odnos proizvedene i fakturisane vode 1: 0,30 u zimskom periodu, a 1: 0,35 (ili do 1: 0,45) u ljetnjem, ne možemo govoriti da je sva razlika, odnosno, nefakturisana voda, od tih 70% odnosno 60-65% čisto tehnički gubitak vode. Činjenica je da nisu rađene sistemske analize stanja

gubitaka, pa je to nešto što dovodi do zabune, s početka, ali i otvara mogućnost da će detaljna analiza stanja pokazati da su realni gubici manji.

Za preduzeće, koje upravlja vodovodnim sistemom, uočene su sljedeće slabosti nakon provedenih analiza u radu preduzeća i njegovih pojedinačnih sektora:

- Nepovezivanje nekih sektora unutar preduzeća: npr. službe naplate i tehničkog sektora u domenu svih tehničkih performansi potrošača (izgled vodomjernog mjesta u smislu tehničke ispravnosti, udaljenost i dostupnost vodomjernog mjesta, način evidentiranja i dinamika zamjene vodomjera, isključenja neredovnih (u plaćanju računa) i nelegalnih potrošača sa mreže.
- Marginalizovanje službe detekcije kvarova i nedovoljno aktivno prilaženje problemu smanjenja tehničkih gubitaka na vodovodnoj mreži.

Analiza spoljašnjih faktora sistema

❖ Mogućnosti

Mogućnosti u razvoju vodovodnog sistema, u prvom redu, zavise od spoljnih faktora sredine i privrede, a sa aspekta unutrašnje organizacije i funkcionalnosti podrazumijevaju se aktivnosti sa bazama podataka u stalnom procesu ažuriranja. Mogućnosti unapređenja su sljedeće:

- Eksterni činilac, koji ne zavisi od samog sistema i njegovog upravljačkog tijela: Produženje turističke sezone (kao ključnog činioca privrede) u zavisnosti od povoljnih meteoroloških uslova, na predsezonu mart – maj, i za postseznu, septembar – oktobar.
- Interni činilac koji mora da ima svoje pravno i zakonsko uporište: striktno razdvajanje posmatranja svih parametara stanja, indikatora performansi, na ljetnji i zimski period, sa posebnim vrijednovanjem činilaca
 - a) zimskog (vansezonskog) funkcionisanja sistema i svih operativnih aktivnosti, uključujući sva unapređenja i poboljšanja
 - b) ljetnjeg (sezonskog) funkcionisanja sistema i svih aktivnosti rada sistema uz potpuno podređivanje uslovima velike potrošnje, velikih manipulacija na mreži.
- Jačanje elementa studioznog teoretskog pristupa aktuelnim zadacima, neophodno uvezivanje sa turističkom privredom i njenim varijacijama broja i vrste potrošača, varijacijama raspoloživih količina vode u sistemu i analiziranjem dugoročnih vremenskih i socijalnih prilika, čime se dobijaju prognoze o broju potrošača, potrebnim količinama vode u sistemu, odnosno, mogućim količinama vode, te se takvim prognozama mogu ublažiti udari na sistem i eventualna finansijska ili tehnička nestabilnost.
- Uvođenje tačnog registra svih potrošača u precizne geodetske karte sa „ličnom kartom“ svakog potrošačkog mjesta.
- Uvezivanje sektora tehničke službe za evidentiranje potrošača u jedinstvenu bazu podataka, sa georeferenciranim vodovodnim mjestom, brojem i šifrom.
- Obzirom na postojanje cikličnih varijacija u potražnji, tokom zimske i ljetnje sezone, kao što su: sezonske varijacije i fluktuacije potrošnje, nedjeljne i dnevne varijacije, vođenjem

obrazaca o varijacijama broja potrošača, kao i slučajnih fluktuacija koje su uzrokovane ponašanjem korisnika, odnosno, nepredvidivim događajima enormne potrošnje u vremenu i prostoru, poput gašenja požara [93] mogu da doprinesu smanjenju tzv. *vodenog šoka* predviđanjem potrošnje, odnosno, bilansa proizvodnje i potrošnje vode.

- Redovnim analiziranjem benčmarkinga, odnosno, matrice IP-a, koji uvezuju više sektora vodovodnog sistema prognoziranje budućeg stanja sistema za naredni period, od mjesec dana, pola godine ili duže, i da se time pripremi tehnička i finansijska osnova za dalju strategiju.
- Analiza kvarova daje ozbiljnu, preciznu sliku stanja cjevovoda, učestalost nastajanja kvarova u vremenu i prostoru, stanja cjevovoda, o materijalu na kome se radi i s kojim se radi, kao i o uposlenju radne snage i, na kraju, vrijeme obustave isporuke vode, a što sve zajedno čini osnovu za unapređenje rada na održavanju cjevne mreže, procjenom stanja, procjenom nastajanja kvarova, procjenom potrebnog materijala i potrebom angažovanja radne esnage, te potrebom uvođenja tehničkih inovacija [98].
- Mogućnosti u kaptiranju izvorišta u zaleđu Herceg Novog i stavljanjem tih voda u sistem javnog snabdijevanja, makar za visočije zone snabdijevanja.
- Razdvajanje postojećeg sistema snabdijevanja na podsistem samo za primarne ljudske potrebe: piće, spremanje hrane, higijenske potrebe, od vode za tehničku primjenu, odnosno, zalivanje zelenih površina, autoperionice, pranje tankova i slično, što bi značilo i recirkulaciju vode. Ovo je već postalo praksa u zemljama Mediterana, po mnogim projektima, a takvi su i CASTWATER [12], COST [15].
- Svaki vodovodni sistem u promorju, pa tako i hercegnovski, ima veću proizvodnju vode od potreba, tokom osam ili devet mjeseci godišnje, i te količine koje sada prelivaju (hercegnovski sistem na FS „Mojdež“ ima višak vode i do 100 l/s u zimskim mjesecima), ne koriste se u sistemu, predstavljaju izazov za kompenzaciju potreba u sušnom periodu.

❖ **Prijetnje**

- Stabilnost vodovodnog sistema zavisi od raspoložive količine vodnih resursa; ako je dotok vode u sistem nedovoljan prema potrebama, ako količina varira pa je isporuka neredovna, ako su česte obustave vode zbog kvarova, sistem je nestabilan.
- Slaba turistička sezona, smanjen broj turista u nekoj sredini ili cijeloj regiji, usljed političkih ili ratnih zbivanja, ekonomske krize ili vremenskih neprilika - elementarnih nepogoda ili nekih drugih vrsta prorodnih kataklizmi (zemljotres u regionu, npr.) odražava se smanjenjem potrošnje vode, odnosno, smanjenje broja potrošača znači smanjenje prihoda, a smanjenje prihoda je druga prijetnja funkcionisanja sistema.
- Razvoj epidemije ili pandemije u širem regionu države, sa obustavom saob račaja, kretanja, tranzita, razmjene usluga i dobara i sa totalnom obustavom turizma što ima za posljedicu smanjen broj potrošača u ljetnjoj sezoni i količinu vode koju nema ko da potroši.
- Nestanak električne energije je latentna opasnost za sistem, obzirom da bar 1/3 potrošača se snabdijeva preko pumpnih i prepumpnih stanica.

- Gubljenje stručnog kadra.
- Prostorni razvoj stambenih i privrednih aglomeracija bez adekvatnog razvoja vodovodne infrastrukture.

3.7. Formiranje modela

Na osnovu pozitivnih i negativnih faktora stanja vodovodnog preduzeća, kako je predstavljeno u SWOT analizi, konstruišemo model vodovodnog sistema koji je karakterističan po funkcionisanju u dva različita perioda godine. Po definiciji, model predstavlja približni prikaz funkcionisanja sistema i upravljanja sistemom ili procesom, a služi za razumijevanje organizacije i funkcionisanja sistema, odnosno, za njegovo mijenjanje ili upravljanje njime.

Riječ *Model* vodi porijeklo od latinske riječi *modellus* što znači mjera ili standard, a prva primjena je bila u francuskom jeziku (*modèle*), koje, potom, preuzimaju i drugi jezici, pa nalazimo jezičke varijacije (njemački: *modell*, italijanski: *modello*, španski: *modelo*, ruski: *модель*). Prema „Oxford riječniku“ iz 2012. godine, model je: „Osoba ili objekat koja se smatra za izuzetan primjer nečega“. Takođe, može da nam posluži definicija *McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms*: „Model je matematički ili fizički sistem koji podleže specifičnim pravilima, a koristi se za razumijevanje fizičkih, bioloških i društvenih sistema sa kojima je u određenoj analogiji“.

Na osnovu znanja i iskustva iz prakse, a koristeći mehanizam apstrakcije, postavljen je model vodovodnog sistema, sa samo određenim, bitnim elementima, varijablama, parametrima i karakteristikama, bitni za ostvarenje određenog silja, dok se sve druge karakteristike i parametri zanemaruju. Model proizilazi iz empirije, dakle, iz iskustva. Služi cilju poboljšanja stanja upravljanja, na osnovu parametara, odnosno, Indikatora performansi, iz prakse, i da nakon teoretskog razamtranja ukaže na smjernice za unapređenje praktičnog funkcionisanja. Složena, fizička realnost treba da bude iskazana u matematičkom sistemu radi kvantifikovanja proračuna da bi shvatili rizik i neizvjesnost, te ih minimizirali, kreiranjem modela, kao replike stvarnih prilika, a podešavajući teoretske parametre, kroz ciklično funkcionisanje modela. Vodovodni sistemi su dinamički, promjenljivi i po prostornim i vremenskim parametrima i gotovo da nema konstantne veličine u njima (osim npr. zapremine rezervoara, kao netto građevinske dimenzije, ali je u njima nivo vode u stalnim fluktuacijama, te je tako i ta karakteristika sistema promjenljiva) i dužine vodovodne mreže, koja dobija ekstenzije na osnovu novo priključenih obekata. Te promjene na cjevnoj mreži su, ipak, u manjim potezima, kad se gledaju vremenski intervali promjena. Količine vode, koje ulaze u sistem, i izlaze iz njega, broj kvarova, materijal, koji se ugrađuje, broj vodomjera, broj intervencija i td. sve su promjenljive veličine, i osnovni parametri, kojima baratamo u formiranju matematičkog modela vodovodnog sistema za primorje Crne Gore, koje je karakteristično po neujednačenom odnosu proizvodnje i potrošnje vode, u dva perioda godine.

Vodovodni sistem predstavljamo u sljedećoj matematičkoj formi:

$$VS = \{E, V, F\},$$

gdje su:

VS – vodovodni sistem

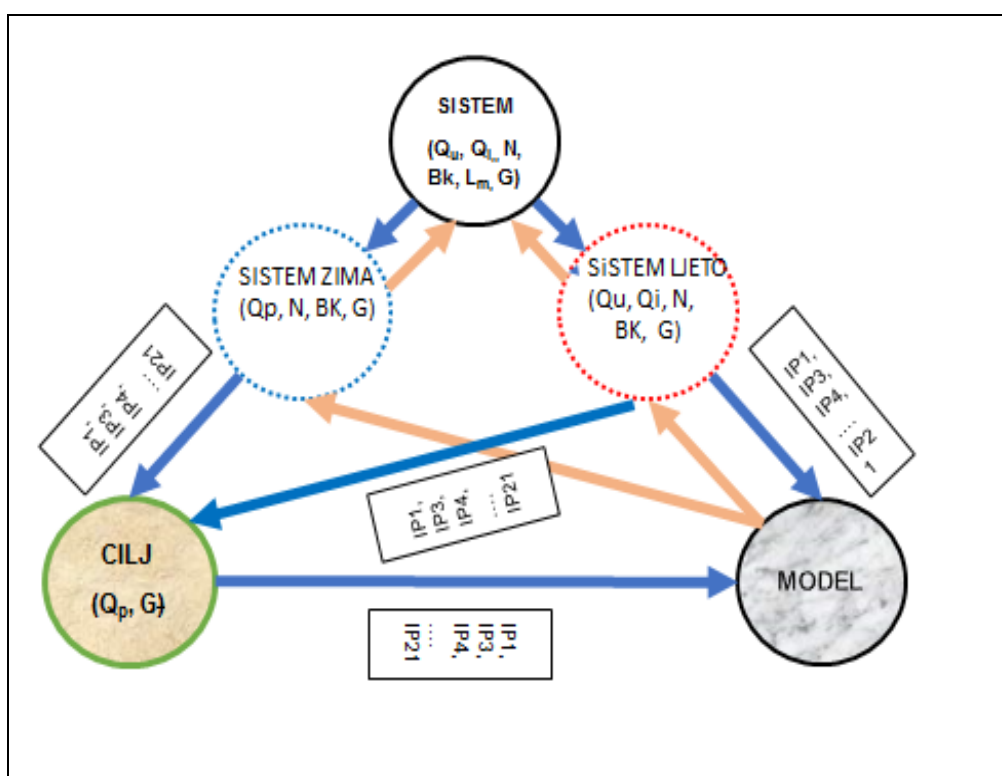
E – skup bitnih elemenata sistema

V – skup veza
 F – funkcija cilja sistema.
 E – skup bitnih elemenata su varijable i konstante u vodovodnom sistemu: /dužina vodovodne mreže, broj potrošača, broj vodomjera, broj turista, količina proizvedene vode, količina potrošene vode, broj kvarova na mreži/.

V – skup veza ključnih indikatora performansi (IP1, IP3, IP4,, IP21)

F – funkcija cilja sistema je smanjenje fizičkih gubitaka, odnosno procenta neobračunate vode, a obezbjeđenje dovoljne i potrebne količine vode (u turističkoj sezoni, dakle, ljeti).

Ključna premisa modela: posmatranje stanja i funkcionisanja vodovodnog sistema kroz dva perioda godine (zimski i ljetnji).



Slika 3.7.1. Shema matematičkog modela vodovodnog sistema za dva perioda godine

Po shemi na slici 3.7.1. složena struktura matematičkog modela upravljanja sa diferenciranjem na dva godišnja perioda, znači uvođenje dva funkcionalna podsistema, zimski i ljetnji. Funkcionalni sistem snabdijevanja za 24 sata dnevno, 7 dana sedmično i 365 dana u toku jedne kalendarske godine treba posmatrati kroz varijable koje su matrica karakteristika sistema od izuzetnog značaja:

- količina proizvedene vode,
- količina isporučene vode,
- broj kvarova na mreži,
- gubici vode na mreži.

Jedinstveni godišnji funkcionalni sistem treba razdvajati na dva vremenska podsistema, sa dijametralno suprotnim karakteristikama, zimski (vansezonski) i ljetnji (sezonski).

Oba podsistema nose svoje osnovne karakteristike u: količini proizvedene vode, količini potrošene vode, broju kvarova na mreži, tehničkim gubicima vode. Sistem “ljetno” po varijablama: količina proizvedene vode koja odlazi u sistem, količina potrošene vode i broj kvarova, imaju neki multiplikator (n), koji ima vrijednost $n > 1$, u odnosu na varijable zimskog funkcionalnog sistema. U pogledu gubitaka vode u sistemu, tehnički, odnosno, ukupni gubici vode su manji u ljetnjem periodu nego u zimskom, pa je multiplikator ljetno/zima, $n < 1$. Generalno gledano, na cijelom primorju je karakteristika da je količina, odnosno zapremina proizvedene vode u lokalnim resursima u zimskom periodu mnogo veća nego u ljetnjem, a obrnuto srazmjerna je potrebama u vodi. Multiplikator proizvedene vode, za količinu koja je na raspolaganju za ulazak u sistem, je: $V_{zima}/V_{ljetno} > 1$.

Cilj upravljanja sistemom je:

- a) obezbjeđenje kontinualnog snabdijevanja vodom tokom cijele godine, u svim djelovima sistema
- b) obezbjeđenje dovoljne količine vode za sve potrošače u sistemu
- c) smanjenje tehničkih gubitaka vode.

Zadatak:

- a) Valorizovanje činjenice o postojanju dva perioda godine (zima i ljetno) sa suprotnim parametrima o proizvodnji i potrebama (potrošnji) vode.
- b) Razdvajanje parametara o proizvodnji i potrošnji vode na dva perioda godine (zima, ljetno).
- c) Postavljanje matrice ključnih indikatora za uspostavljanje veza između realnog sistema snabdijevanja i cilja.
- d) Korištenje ključnih indikatora u analizama stanja u zimskom i ljetnjem periodu.
- e) Neprekidno ažuriranje varijabli u sistemu indikatora performansi.
- f) Postavljanje modela vodovodnog sistema preko kojeg se iteracijama koriguje stanje u realnom sistemu, tokom sezone, uvezivanjem kroz iterativni postupak: realni sistem-cilj-model-realni sistem.
- g) Iz matrice ključnih indikatora performansi izvlačenje kauzalnosti, uzročno-posljedičnih veza, odnosno, stanja i funkcionisanja u sistemu, posebno u svakom od dva perioda godine, i na nivou godine (praćenje parametara u godišnjem ciklusu).

Sistem snabdijevanja vodom je dinamički, promjenljiv po vremenskim i prostornim parametrima. Stalno se dorađuje, proširuje, interpoluje i ekstrapoluje: novim cjevovodima, priključcima i potrošačima, ventilima, pumpnim stanicama, što je stalni proces urbanističkog razvoja sredine. Indikatori performansi sistema, kao pokazatelji stanja i promjena, ukazuju na funkcionalnost sistema, a komparacija istih u vremenskim okvirima ukazuje na mjesečne i sezonske promjene. U matematičkom modelu koristi se matrica sedamnaest indikatora, koje zovemo “*ključni indikatori*”: IP1, IP3, IP4, IP5, IP6, IP7, IP8, IP9, IP10, IP13, IP14, IP15, IP16, IP19, IP20 i IP21, a koji su veza za uspostavljanje cilja, neka vrsta signala za određene parametre, koje treba korigovati da bi se unapredila funkcionalnost i efikasnost sistema. Ključni indikatori

su predstavljeni na početku rada, u poglavlju 1.5.1. a praktičnu primjena je obrađena u poglavlju 6.

Primorje Crne Gore odlikuje se visokom precipitacijom u zimskom periodu. U nekim godinama kišni period traje i šest mjeseci što ima za posljedicu velike količine vode u vodnim resursima. U zimskom periodu su pritisci u mreži veći nego ljeti, kada je povećana potrošnja, pa je zimi i veća učestalost kvarova na mreži. Ukoliko sisteme snabdijevanja posmatramo kroz vremenske cikluse, vizavi karakterističnih parametara stanja, možemo usvojiti činjenicu postojanja dva vremenska podsistema: zimski i ljetnji, u okviru jedinstvenog godišnjeg sistema. Podsistemi imaju osnovne karakteristike, koje ih međusobno razdvajaju. Zimski podsistem karakterišu parametri:

- Qp-proizvedena količina vode
- N – broj potrošača (broj aktivnih²⁷ potrošača)
- BK – broj kvarova na mreži
- G-tehnički gubitak vode na mreži

U zimskom periodu je značajno manji broj aktivnih potrošača. Taj procenat neaktivnih potrošača je različit od jedne do druge sredine, po podacima iz naplatne službe lokalnih vodovodnih preduzeća [84][85], pa je na primjer, u Herceg Novom 40% neaktivnih vodomjera, odnosno bez potrošača u zimskom periodu, u Budvi i preko 50%, u Kotoru nešto ispod 30%. U ljetnjem periodu takođe ima jedan broj neaktivnih potrošača, ali je taj procenat nekoliko puta manji nego u zimskom periodu. U ljetnjem periodu je mnogo manje raspoložive vode u lokalnim resursima, a s druge strane, potrebe vode, odnosno, potrošnja se uvećava nekoliko puta (2-5 puta u zavisnosti od sredine), pritisci u mrežu su, generalno, manji nego u zimskom periodu, a kvarovi se javljaju više na sekundarnoj i tercijalnoj mreži, nego na primarnoj, u zavisnosti od cjevnog materijala u upotrebi, kao i zbog čestih manevara prilikom regulisanja ventila za razna preusmjeravanja vode kroz sistem radi preraspodjele i balansiranja količina u zonama snabdijevanja. Osnovne karakteristike ljetnjeg podsistema su:

- Qu – ulazna količina u sistem (proizvedena količina iz lokalnih resursa uvećana za eksterno dovedenu količinu vode)
- Qi – potrošnja vode, kao izlazna količina ka potrošačima
- N – broj potrošača
- BK – broj kvarova
- G – tehnički gubitak vode na mreži

Svaki podsistem teži cilju, a analitičnost, odnosno stanje se iskazuje IP-ima. Uloga modela je modifikovanje podsistema ali sa “ogoljelim činjenicama”, zanemarujući mnoge iz realnog sistema, po pravilu da se “od stabla ne vidi šuma”, a mogu da skrenu pažnju na manje važne činjenice i istraživanje odvedu u neželjenom pravcu. Tok dinamike sistema je sljedeći: od realnog sistema do cilja, od cilja do modela, pa ponovo modifikovanje stanja, za sljedeći iterativni ciklus, kojim se zapravo smanjuju gubici u sistemu. Cilj se pretvara u vremensku funkciju smanjenja tehničkih gubitaka na prihvatljiv nivo u toku ljeta, jer je, zapravo, u turističkoj regiji sve podređeno ljetu i snabdijevanju turističkih kapaciteta. Prihvatljiv nivo je ona količina vode, odnosno gubitaka, uz koju se obezbjeđuje svo redovno i vanredno funkcionisanje sistema bez varijacija u potrošnji, odnosno, bez reklamacija potrošača.

²⁷ Aktivni potrošač znači da u tom periodu zaista i troši vodu, ima registrovanu potrošnju.

Međutim, tehnički gubitak u zimskom periodu je sasvim drugačija kategorija nego u ljetnjem. Vode ima previše, potrošača nedovoljno, pritisci povećani do enormno visokih. U tom periodu je važna operativnost radnih timova na mreži za sanaciju kvarova i oštećenja cjevovoda, rekonstrukcija cjevovoda, ugradnja ventila za smanjenje pritiska, gdje god je to moguće i ispuštanje van sistema sve nepotrebne količine prije upuštanja u distributivni sistem. Naravno, važno je i u zimskom periodu smanjivanje tehničkih gubitaka, kao odnosa proizvedene i potrošene vode, jer smanjenom količinom vode u sistemu biće i manja količina neprihodovane vode. U tom slučaju važno je kod složenog funkcionalnog sistema, kakav je hercegnovski, sa velikim visinskim rasponom potrošača (od 0–400 mnm), da svi oni imaju kontinualno snabdijevanje vodom.

3.8. Definisanje dva perioda u funkcionisanju sistema snabdijevanja

Primorje Crne Gore predstavlja jedinstvenu turističku sredinu, koja je relativno uska (tek desetak kilometara) a duga 293,5 km, (oko 105 km vazdušne linije [48]) sa vrlo raznovrsnim prirodnim datostima (bokokotorskim zalivom, prostorno-geološkim specifičnostima, brojnim uvalama, dragama, dugim pješčanim plažama, stjenovitom obalom, marinama, velikim, modernim hotelskim resortima, lukama i sl.). Prostorno je to najmanji region Crne Gore sa jedva 4,5% teritorije Crne Gore, ali superioran po turističkim mogućnostima i razvijenoj suprastrukturi. Primorje Crne Gore je jedna od najatraktivnijih turističkih zona na Sredozemlju [48] „turistička superiornost primorske zone proističe, prvo iz položaja, jer pripada Mediteranu – velikoj turističkoj regiji najmasovnijeg svjetskog turizma, ... zatim dugih pješčanih plaža, velike godišnje osunčanosti sa preko 2.500 časova i duge ljetnje sezone, koja traje do polovine oktobra, razvijene materijalne turističke baze, infrastrukture, turističkog prometa, potrošnje i deviznih efekata.“ Po nekadašnjem projektu „Južni Jadran“ iz doba socijalističke Jugoslavije, bila je planirana izgradnja hotelskih kapaciteta od 248.000 ležaja, ali je do 1988. godine izgrađeno nepunih 150.000. Realizacija projekta imala je odliku stihijnosti, a od svih šest opština na primorju jedino je Budva dostigla planiranih 100% već do 2000 godine, dok je presjekom stanja za istu tu godinu Herceg-Novi imao izgrađeno 15% manje od planiranog obima. Za isto vrijeme u Ulcinju je izgrađeno 24%, u Tivtu i Kotoru 50%. Od tada je razvoj turističkih kapaciteta značajno intenziviran. U Herceg Novom je došlo do stagnacije hotelskih kapaciteta, (smanjenje broja ležaja usljed napuštanja starih hotela) dok je izgrađeno dosta novih malih hotela. Značajnije promjene se događaju u posljednjoj dekadi izgradnjom hotelskih resorta sa marinama, svaki od po nekoliko stotina ležaja, naročito u Tivtu. Kumboru (opština Herceg Novi) na poluostrvu Luštica.

Ono što je specifičnost primorskog regiona jeste činjenica postojanja dva potpuno različita perioda godine u pogledu proizvodnje, odnosno, raspoložive količine vode iz vodnih resursa, i potrošnje vode, odnosno, broja potrošača. Sistem snabdijevanja u primorju ima dva jasno izdiferencirana perioda:

- „zimski“, kada su vodni resursi u maksimumu (dovoljno veliki za izmirenje potreba svih potrošača), a potrošnja u minimumu, ili relativno mala;

- „ljetnji“, kada su vodni resursi u minimumu (ili značajno smanjeni) a potrošnja maksimalna, odnosno, velika ili značajno povećana u odnosu na zimski period, usljed priliva broja potrošača u vrijeme turističke sezone.

Potrošnja vode je ključni zadatak u baratanju vodnim resursima i, uopšte, veoma bitan podatak u analizi vodnog bilansa u nekoj sredini, za uspostavljanje relacija između potreba i mogućnosti isporuke vode za snabdijevanje. U pogledu potrošnje možemo govoriti o „prisilno limitiranoj“ potrošnji i „opravdanoj potrošnji“ [7][8]. Ako je u pitanju prisilno limitirana potrošnja tada se zadire u pitanja elementarnih prava dostupnosti vode, jer je voda neophodna za život. Ta prisilna ograničenja potrošnje izazvana su restrikcijama usljed neažurnog popravljivanja kvarova u sistemu snabdijevanja, ili usljed nekih drugih, ljudskim nemarom ili na neki drugi način, uzrokovanih problema sa isporukom (nedostatak električne energije, kvarovi na cjevovodima ili pumpama, razorno dejstvo prirodnih sila poput zemljotresa ili klizišta, npr. Ako je to dogovorno limitirana potrošnja, npr. u slučaju nedovoljne količine vode u sistemu usljed dugotrajnih suša, ili zbog prisustva nekih nedozvoljenih hemijskih ili mikrobioloških supstanci u vodi, tada je to pitanje od značaja za tzv. „održivost stanja i razvoja“ jedne sredine.

Termin „ljetnji“ period uslovno možemo uzeti da je period: jun-septembar, a „zimski“ je ostatak godine. Ljetnji period zavisi najviše od vremenskih, klimatskih prilika, koje uslovljavaju i količine vode u prirodnim resursima. To je period povećanih temperatura vazduha, a smanjenog ili potpunog odsustva kiše, koja puni prirodne spremnike vode. U isto vrijeme dolazi do značajnog porasta broja potrošača, s obzirom da je u pitanju regija gdje je turizam primarna privredna djelatnost. To su neke opšte karakteristike „ljetnjeg“ perioda, na koje se nadovezuju pokazatelji stanja, po tehničkim i finansijskim parametrima. Vremenska granica, za koju se smatra da je početak turističke sezone, u smislu primjetnog povećanja potrošnje vode, određuje se na osnovu broja gostiju, turista, kada dosegne nivo od 35%²⁸ od broja stalnih stanovnika.

Treba imati u vidu da ova dva perioda nisu vremenski fiksna i da postoje prelazni periodi između njih, koji znače pripremu za ulazak u sezonu, odnosno blagi izlazak iz „napregnutosti“ ljetnje sezone. Razlike u pogledu snabdijevanja vodom i u pogledu funkcionisanja sistema uočavaju se usljed sljedećih parametara:

- promjene broja korisnika vode iz javnog snabdijevanja,
- ukupnog broja turista,
- promjene količine vode, koja se iz prirodnih resursa ubacuje u sistem,
- pokazatelja po ekonomskim parametrima (naplativost potrošene vode, intervencije, elektroenergetski pogon, ...)
- promjene ukupne potrošnje vode,
- promjene potrošnje vode po čovjeku, tzv. specifične potrošnje,
- promjene parametara rada i organizacije u preduzeću,
- promjene načina upravljanja sistemom,
- promjene efikasnosti rada sistema,

²⁸ Ovaj podatak je dobijen u Turističkoj organizaciji Herceg Novog koja se bavi statističkim podacima o broju turista i anketiranjem turista u pogledu zadovoljenja uslugama iz komunalnih djelatnosti.

- naplate iskorištene vode.

U opštini Herceg Novi (po podacima TO²⁹ Herceg Novi) računa se da je početak turističke sezone određen brojem turista od oko 12.000, ili 35% od broja stalnih stanovnika. U sedamdesetim i osamdesetim godinama prošlog vijeka turistička sezona je trajala od 20. aprila do kraja oktobra, ukupno i do 180 dana. U periodu 1992 – 2005 turistička sezona se pretvorila u kratak period špica, od 15. jula do 20. avgusta ili nekih 35 dana, prije i poslije je broj gostiju bio značajno manji.

Kraj prve dekade 21 vijeka donosi trend jačanja turističke privrede kroz povećane investicije i produženje trajanja turističke sezone. Početak je već u maju i traje do sredine jeseni, dok ne počnu obilne kiše. Među turističkim poslenicima postoji razmišljanje i o cijelogodišnjem trajanju turističke sezone, ali se ta zamisao teško može realizovati zbog činjenice obilnih padavina, koje počinju krajem oktobra i stvaraju izrazito depresivno stanje, koje utiče na raspoloženje mještana i gostiju, a i na želju za eventualna kretanja i turističke ture.

Za predrecesioni period, 2005–2007. bilježi se porast broja gostiju i proširenje trajanja turističke sezone. U ovom periodu intenzivna turistička sezona je već nešto duža nego u prethodnom periodu i traje od 1 jula do 20. avgusta, što je oko 50 dana. U pogledu analize stanja turističke privrede i njene povezanosti sa snabdijevanjem vodom polazi se od pretpostavki koje označavaju trendove:

- rasta broja turista u maksimumu sezone,
- kumulativnog rasta broja turista tokom cijele godine,
- povećanje brutto potrošnje vode tokom ljetnje turističke sezone,
- povećanje brutto potrošnje vode tokom cijele godine.

Broj turista u čitavoj primorskoj regiji Crne Gore, za godišnji period 2014-2017. po podacima Turističke Organizacije Crne Gore, dat je u tabeli 3.8.1.

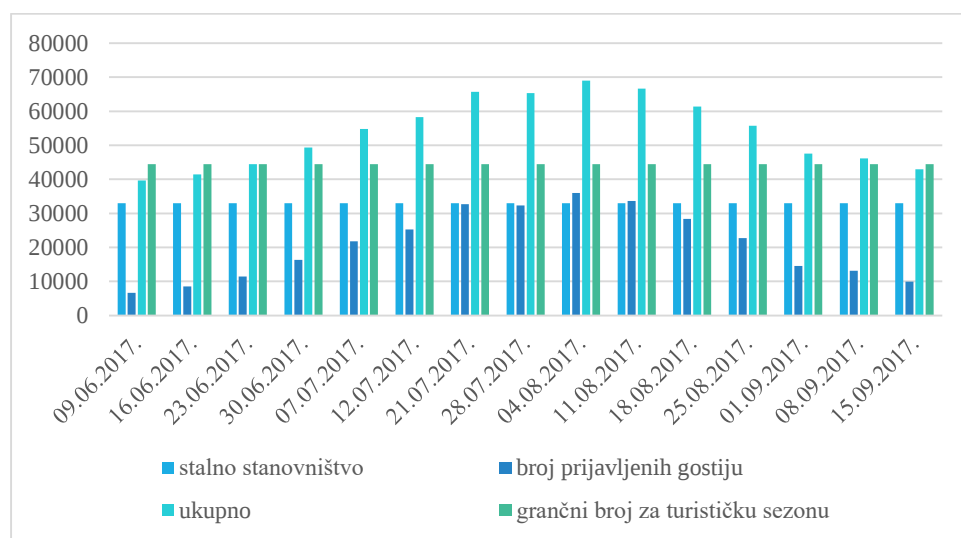
Tabela 3.8.1. Ukupan broj turista u Crnoj Gori, u periodu 2014-2018, iskazan kroz ukupan broj gostiju i ukupan broj noćenja.

godina	ukupno gostiju	ukupno noćenja
2014	1,517,376	9,553,783
2015	1,693,525	11,057,947
2016	1,813,817	11,250,005
2017	2,000,009	11,953,316
2018	2,204,856	12,930,334

Na slici 3.8.1. prikazan je ukupan broj turista i broj registrovanih noćenja u Crnoj Gori, u periodu 2014-2018 [100]. Uočava se trend porasta broja turista za 45% i broj noćenja uvećan za 35%.

Trajanje turističke sezone jeste ulazni podatak za sve dalje analize stanja dva godišnja perioda:

- period godine kada prilikom broja ljudi, nedomesticilnih potrošača, nije od posebne važnosti za potrošnju vode, nestresni period godine,
- period godine sa stresnim karakteristikama, kada je broj korisnika snabdijevanja vodom značajno uvećan, povećana specifična potrošnja vode, a pri tome raspoloživa količina smanjena 2 do 3 puta u odnosu na „vansezonski“ period.



Slika 3.8.1. Kretanje broja turista u Herceg Novom u 2017. godini

Na slici 3.8.2. dat je paralelni prikaz više perioda godina i trajanje turističke sezone, pri čemu je tzv. „špic sezone“ predstavljen pikovima na dijagramu. U periodu 1970-90, turizam je bio u redovnom godišnjem usponu, kroz tzv. masovni turizam. Turistička ponuda na primorju Crne Gore, sa dominacijom Herceg Novog i Budve, bila je slična stepenu razvoja drugih mediteranskih zemalja, poput Grčke ili Španije. Period od 1990. do 2005. je vrijeme velikih političkih zbivanja u regionu, koje karakteriše raspad Jugoslavije s početka 90-tih godina, ratna dešavanja, sa posljedicom u stagnaciji turizma, potom i proces promjene društveno ekonomskih prilika, sa izmjenom vlasničke strukture i akcentom na privatizaciji turističkih kapaciteta, hotela. U tom periodu, 90-tih godina, bile su i ekonomske sankcije UN prema državnom zajednici Srbija i Crna Gora, a posljedice ratnih dešavanja 1999. osjećale su se kako u toj godini, tako i u nekoliko narednih. Od 2005. godine je primjetan napredak u razvijanju turističkih kapaciteta i produženje turističke sezone, sa nešto ranijim početkom i intenzivnim trajanjem do prve ili druge dekade septembra. U godinama nakon 2010. bilježi se značajan napredak broja turista i ukupnog broja noćenja na primorju, a i duže trajanje sezone, sa početkom već u maju i trajanjem do kraja septembra, ali svakako i u zavisnosti i od vremenskih prilika.

Period	Mjeseci											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1970-90												
1990-05												
2005-10												
2010-18												

Slika 3.8.2. Trajanje turističke sezone u različitim periodima godina

Vođenje evidencije o broju turista je od posebnog značaja za proračun potrošnje vode, posebno za sezonske varijacije i količinu po potrošaču. Dijagram 3.8.3. pokazuje kretanje broja turista tokom godine, sa dostizanjem špica između 5 i 10 avgusta. Maksimalan broj turista je oko 40.000.



Slika 3.8.3. Dijagram ukupnog broja turista u Herceg Novom u sezoni 2018³⁰.

U špicu sezone broj potrošača na primorju Crne Gore se uvećava tri i više puta, računajući na stalno stanovništvo i turiste, a u zavisnosti od stepena razvijenosti turističke privrede u nekoj sredini, u kojoj se posmatra stanje. Parametri turističke sezone su varljivi i zavise, u prvom redu, od vremenskih prilika, odnosno, od početka sezone kiša i temperatura vazduha, potom i od nekih drugih činilaca razvoja privrede, poput ekonomske i političke situacije, ali i razvoja turističkih kapaciteta i drugih parametara, koji mogu da privuku turiste u neku sredinu. Ipak, termin „špic sezone“ se, manje-više, ne mjenja, bez obzira na druge uslove za turističku sezonu, i on je nepromjenljiv, u periodu prve dekade avgusta.

Primjenjujući jednačinu za izračunavanje količine vode potrošene isključivo na turizam, u smislu smještaja i boravka turista, dobijaju se vrijednosti koje su mjerodavne za dalju analizu

³⁰ Podaci na osnovu dnevne evidencije broja turista koje vodi Turistička organizacija.

uticaja turističke privrede na sistem snabdijevanja vodom. Za izračunavanje vrijednosti utrošene vode samo za turiste poslužiće tabela 3.8.2. o broju noćenja u 2017. i 2018. godini [89].

Za broj stalnih stanovnika, korišteni su podaci iz popisa stanovnika po MONSTAT-u, sa godišnjim promjenama na osnovu broja novih priključaka na vodovodni sistem grada i procjene o prosječnoj veličini domaćinstva.

Tabela 3.8.2. Broj noćenja gostiju u Crnoj Gori, u pojedinim opštinama na primorju, za 2017. i 2018. godinu

Prostorna lokacija za analizu	Godina	
	2017	2018
Herceg-Novi	2.343.670	2.741.239
Kotor	466,807	571,867
Tivat	869,542	926,574
Budva	4,824,518	4,978,972
Bar	1,673,637	1,810,018
Ulcinj	1,169,000	1,240,445
Ukupno primorje Crne Gore	11,347,174	12,269,115

Primjenom obrasca za izračunavanje utrošene vode za turiste [45]

$$3.1) \dots\dots\dots PVT = \frac{Vo, god}{Ns \times 365 + Nn} \times Nn$$

Gdje su: PVT – ukupna potrošnja vode turista u opštini u toku jedne godine

Vo, god – ukupna zapremina vode potrošene u jednoj opštini tokom godine

Ns – broj stalnih (rezidentnih) stanovnika

Nn – broj noćenja turista u jednoj godini

Tabela 3.8.3. Količine vode koje su potrošili samo turisti u 2017. i 2018. godini, izračunato po jednačini 2.1. u Herceg Novom

Područje Opština Herceg Novi	Ukupno potrošena voda po godinama (m ³)		Razlika	
	2017	2018	ΔV (m ³)	(%)
Broj stanovnika	32.700	33.005	305	0,93
Ukupna potrošnja vode (m ³)	2.735.069	2.834.315	99.246	3,63
Potrošnja turista (m ³)	448.912	525.392	76.480	17,04

Od ukupno potrošene vode na potrebe turista otpada od 16,0 do 19,0 % ili po turisti na dan oko 190 litara. Zapaža se iz godine u godinu porast povećanja broja turista i povećanje ukupne potrošnje vode. Računski dobijena specifična potrošnja vode po turisti iznosi $q = 190 \text{ l/dan}$.

3.9. Opšti ciljevi za poboljšanje rada preduzeća koje upravlja vodovodnim sistemom

Pojedinačni ciljevi za upravljanje vodovodnim sistemom za bolju operativnost, efikasnost i efektivnost funkcionisanja postavljaju se na osnovu posmatranja i analiziranja stanja u vodovodnim preduzećima u dva perioda godine. Suštinski se problemi svode na sljedeće:

A) Iz domena organizacije i upravljanja:

1. Uspostavljanje organizacione sheme vodovodnog preduzeća, koje treba da obezbijedi veću funkcionalnost i efikasnost rada, sa potrebnim optimalnim upošljavanjem raspoloživog ljudstva, a po osnovi profesionalne/radne spreme, odnosno, školske kvalifikacije.
2. Uspostavljanje optimalnog funkcionisanja vodovodnog sistema sa maksimalnim efektom, minimalnim energetske troškovima i sistematskim smanjenjem tehničkih i administrativnih gubitaka, odnosno, smanjenje odnosa proizvedene i prihodovane količine vode.
3. Uspostavljanje plana za djelovanje u slučaju rizika od nestašice vode, kao anomalije opština u primorju usljed ljetnjeg smanjenja količine vode u sistemu, a povećane potrošnje.
4. Vođenje tzv. benčmarkinga, korištenjem Indikatora performansi, odnosno, provođenje monitoringa upravljanja i rada preduzeća kroz standardne pokazatelje stanja: proizvedene količine vode, fakturisane količine, nenaplaćene količine, broja kvarova, broja izvršenih intervencija, broja intervencija po dužini cjevovoda, po potrošačkom mjestu, količina vode po potrošaču, ...).

B) Iz domena tehničkog sektora:

1. Monitoring stanja rezervoara kroz redovno mjerenje količina na ulazu i izlazu, odnosno, mjerenje nivoa vode (uspostavljanje funkcionalnog odnosa ulaz–izlaz, odnosno: punjenje – pražnjenje, ili dinamičko i stacionarno stanje). Ova stavka važi sve do uvođenja sofisticiranog sistema kontrole i upravljanja, tzv. „scada“ sistema.
2. Monitoring pumpnih agregata i svih malih pumpnih stanica u sistemu, kroz parametre efikasnosti rada u odnosu na projektovane (analiziranje Q/H krive), potrošnje električne energije i sl.
3. Program detekcije i smanjenja gubitaka kao tačno determinisan program snimanja stanja rezervoara (analiziranje konstruktivnih elemenata i mogućih procurivanja, regulisanje ventila, plovaka i sl.) i noćna snimanja stanja.
4. Sektorisanje vodovodnog sistema, odnosno mreže, ugradnjom ventila za segmentiranje mreže, u cilju lakšeg provođenja procedure detekcije kvarova i gubitaka vode, kao i radi

lakše kontrole stanja na manjim zahvatima, u cilju lakše operativnosti u slučaju sanacije kvarova i ostavljanja bez vode što je moguće manjeg broja potrošača, kao i zbog otkrivanja nelegalnih priključaka.

5. Uređenje prostora rezervoara, postrojenja za tretman sirove vode, lokalnih vodnih zahvata, tehničke mjere poboljšanja stanja (protiv vlage i korozije metala, stavljanje hidro i termoizolacije i td). uvođenje sistema bezbjednosti (postavljanje kamera i ograda) i monitoring održavanja.
6. Povezivanje službe mreže (timovi vodoinstalatera za popravke kvarova na mreži) i inženjerskog tehničkog sektora u vezi evidencije kvarova; kartiranje istih, sa svim podacima o mjestu kvara, utrošenom materijalu i radnom timu (kartiranje mreže cjevovoda, pumpnih i prepumpnih stanica, prekidnih komora, rezervoara, ventila, mjerača protoka i sl.).

C) Iz domena socijalne politike preduzeća

1. Koordinacija i povezivanje svih sektora (tehničkog, finansijskog i administrativnog) u jedinstven sistem upravljanja vodovodnim preduzećem.
2. Povećanje stepena radne efikasnosti i efektivnosti povećanjem stepena radne motivisanosti zaposlenih kroz razne vrste stimulacija i poboljšanje radnih uslova.
3. Primjena novih tehnologija za unaprijeđenje rada i smanjenje direktnog angažovanja radne snage, gdje god je to moguće.

4. METODOLOGIJA

4.1. Uvod

Sistemi snabdijevanja vodom su složeni, dinamički, tehnički sistemi u stalnim promjenama parametara i indikatora performansi. U primorskoj, turističkoj regiji karakteriše ih neuniformnost proizvodnje i potrošnje vode, u dva perioda godine, tokom ljetnje se sezone i van tog perioda. Period vansezona se uzima od 1 (negdje 15) septembra, i traje do 1 juna, kada su vodni resursi, pa tako i količina vode koja se ubacuje u sistem snabdijevanja, veće ili dovoljne od količina potrebnih za potrošnju. Ljetnji period³¹ karakterišu značajno povećane potrebe za vodom, dok su raspoložive količine u vodnim resursima značajno umanjene [7][8][55]. Tada je izdašnost vodnih resursa, izvorišta, bunara, u minimumu, zaslane ili potpuno presuše.

Za analizu stanja realnih parametara u vodovodnim sistemima na primorju, uvodimo princip rada sa Indikatorima performansi, na praktičnom primjeru izabranog vodovodnog sistema. Uvođenjem metodologije indikatora performansi postizemo cilj analiziranja postojećeg stanja, uočavanja slabosti i poboljšanje stanja u cjelokupnom sistemu. Indikatori performansi (IP) su kvantitativna mjera pojedinih aspekata funkcionalnosti sistema i operativnosti nivoa usluga prema potrošačima. Eksperimentalno tehničko područje, zapravo sistem koji je predmet analize u radu, jeste vododni sistem Herceg Novog. U radu i istraživanjima su korištene baze podataka iz upravljanja ovim vodovodnim sistemom za godine 2015-2020.

Osnovne postavke postojećeg stanja sistema:

I – Odnos proizvedene i potrebne količine vode je različit u zavisnosti od doba godine, postojanje dva perioda sa bitno različitim odlikama. Smanjena količina vode iz prirodnih resursa u sistemima tokom ljeta, a veće potrebe u potrošnji u istom tom periodu, utiču na upravljački mehanizam sistemom za podizanje stepena mobilnosti i operativnosti tehničkog sektora, naročito u domenu održavanja vodovodnog sistema (sa svim pripadajućim objektima).

II –Stanje i kvalitet vodovodnih instalacija i mreže, stepen opremljenosti i način funkcionisanja za čitav primorski region, je sličan u svim pojedinačnim, lokalnim sistemima snabdijevanja na primorju Crne Gore.

III – Činjenica postojanja velikih gubitaka vode, od preko 60%, (s izuzetkom sistema snabdijevanja opštine Tivat, gdje su 40%) [84][85][86] otvara pitanje funkcionalnosti sistema i racionalne upotrebe vode. Gubitak vode je, koliko tehnička, toliko i ekonomska kategorija. Smanjenje tehničkih gubitaka na mreži direktno je povezano sa sanacijom kvarova, odnosno, zavisi od mobilnosti ljudi na mreži, brzine intervencije, načina i kvaliteta rada, raspoloživog repro-materijala i motivisanosti radnika za radne zadatke; od motivisanosti najčešće zavise brzina i efekti rada [17][23].

³¹ Od 1. juna do 1 septembra, se računa trajanje turističke sezone kada se broj domaćeg stanovništva uveća za broj gostiju, odnosno turista, bar za 35 %. Period trajanja turističke sezone i povećane potrošnje vode je različit u gradovima na primorju Crne Gore; treba imati u vidu da je Budva najjača turistička sredina, kako u smislu maksimalnog broja turista tako i u pogledu trajanja sezone.

IV – Nedovoljna međusobna povezanost pojedinih sektora, pravnog i tehničkog, ili službe naplate i tehničkog sektora (npr. odjeljenja za priključke na vodovodnu mrežu sa službom za isključenja, ili veza službe naplate i pravno-ekonomskog sektora za legalizaciju priključka na vodovodnu mrežu, zatim veza službe naplate i službe za ispitivanje i baždarenje vodomjera), a bez prethodne provjere svih tehničkih, pravnih i ekonomskih činilaca stanja jednog potrošačkog mjesta, prije procesuiranja mjera ka potrošačima, jesu organizacione „sive zone“ koje vode ka funkcionalnim problemima. Ova anomalija jeste akutni problem vodovodnih preduzeća, odnosno, strukture upravljanja. Često se događa da se pojedini sektori ponašaju potpuno autonomno od drugih unutar preduzeća.

Osnovni podaci, ključni za istraživanje u radu, su:

- Mjesečne, sezonske i godišnje količine proizvedene vode
- Mjesečne, sezonske i godišnje količine fakturisane vode
- Mjesečni, sezonski i godišnji broj intervencija na mreži (vođenje evidencije i uredno-sistematizovanje po radnim nalogima)
- Popis nelegalnih potrošača i saznavanje o količini nelegalno utrošene vode
- Podaci o vrstama intervencija na mreži: o lokaciji i vrsti kvara, utrošenom materijalu za reparaciju, utrošenim satima radnika na opravci i td.

Osnovne karakteristike sistema snabdijevanja vodom Herceg Novog za 2018. godinu su:

- Broj stanovnika, po analogiji posljednjeg popisa³²: 33.130, broj priključenih na sistem javnog snabdijevanja je 31.937.
- Broj potrošača, iskazan kroz ukupan broj vodomjera, je 22.583, od tog broja su domaćinstva, ili fizički korisnici 20.741, a privredni objekti ili privredna lica: 1.842.
- Količine vode, koje ulaze u sistem, (dnevne fluktuacije): 350–490 l/s, (raspoložive količine u rezervi iz lokalnih izvorišta: 40–160 l/s).
- Karakteristika sistema snabdijevanja vodom: sezonski neujednačen odnos proizvedene i potrebne količine vode.
- U vrijeme ljetnje turističke sezone broj domaćih stanovnika, gostiju i turista računa se u maksimumu sa 80.000.³³
- Tečenje u sistemu snabdijevanja je pod pritiskom i kvazistacionarno; pritisci su u velikom dijelu mreže relativno visoki (preko 6 bara, a u pojedinim zonama i preko 12)
- Sistem ima tri visinske zone snabdijevanja na 2/3 mreže (I zona do 60,00 mnm, II do 120,00 mnm, III do 180 mnm), ali i sa vertikalnim prodorima u zaleđu do četvrte i pete zone, na 1/3 sistema, gdje se dosežu nadmorske visine od preko 300 mnm.

³² Posljednji popis je bio 2011. godine. Korišteni su podaci MONSTA-a i njihova procjena o godišnjem uvećanju populacije stanovništva.

³³ Podaci o broju gostiju, turista, ne ažuriraju se dnevno, nego sedmično. Korišteni su podaci iz Turističke organizacije Herceg-Novog.

- Gubici vode su u direktnoj vezi sa kvalitetom i starošću cjevne mreže, načinom polaganja, uticajima kvazi urbanizacije i nepoštovanjem koridora hidrotehničke infrastrukture; funkcionalno su povezani sa radnim pritiscima u mreži i manevrima na mreži, načinom povezivanja, i td.
- Visoki pritisci u mreži su primarni uzrok nastajanja i serijskog razvijanja kvarova; u sistemu Herceg-Novog vrši se redovno dnevno očitavanje 11 mjerača protoka unutar rezervoara i dnevno očitavanje 17 manometara na glavnom cjevovodu, uglavnom na potezu hercegnovske rivijere, od Zelenike do Kamenara.

U uvodu knjige “Performance Indicators for Water Supply Services”, navedena je lista najčešćih problema i loše efikasnosti rada u vodovodnim preduzećima. Prema [47] “Measurement crisis” ustanovljeno je dosta sličnosti u opisanim sistemima u toj studiji i stanja u lokalnim sistemima na području primorja Crne Gore, što potvrđuje činjenicu postojanja univerzalnih problema. Gotovo u svakom sistemu, makar povremeno, provode se neke mjere ili mjerenja u cilju poboljšanja stanja ili se upravljanje sistemom ne provodi na potreban način ili je primjenjena metodologija koja ne daje potrebne rezultate. Te univerzalne manjkavosti zbog loše primjenjenih mjera i mjerenja na sistemu, po [47] su:

- Mjere nisu povezane sa strategijom
- Mjere se pogrešne stvari
- Mjeri se sve što se može lako izmjeriti
- Jedine relevantne mjere su one koje se odnose na finansije
- Podstiče se podoptimizacija
- Stvarno se mjeri, ali se ne vrši analiza, a nakon rezultata mjerenja ne preduzimaju se nikakve aktivnosti
- Zapostavlja se nivo rada
- Sistem mjerenja je toliko složen da prioriteti nisu jasni
- Postoji dobra sinteza prošlih aktivnosti, ali loša prognoza budućih.

Ova lista (Neely A.) je karakteristična i za vodovodne sisteme u primorju Crne Gore. Potrebno je dati metodologiju kojoj je cilj uspostavljanje svrsishodnog upravljanja i funkcionisanja vodovodnim sistemom na najefikasniji način.

4.2. Opravdanost za paradigme i metodologiju

Unapređenje upravljanja, u cilju boljeg funkcionisanja vodovodnog sistema, zasniva se na metodologiji sa određenim koracima i to ne bavljenjem standardnim metodama za smanjenje tehničkih gubitaka, već principom korištenja raspoložive radne snage i efektima bolje i organizovanije uposlenosti zaposlenih, odnosno, otkrivanjem i saniranjem kvarova na mreži (i rezervoarima), što je do sada redovno zanemarivano u analizama stanja sistema. Osnovne konstatacije za unapređenje upravljanja sistemom su:

- postojanje dva različita stanja sistema snabdijevanja, zimski i ljetnji period;
- potreba provođenja sistematskog radnog procesa za smanjenje gubitaka, tokom cijele godine;

- smanjenje gubitaka zasnovano na realnim činjenicama, odnosno, na realno postavljenom modelu;
- primjena indikatora performansi na nivou godine, sezone i mjeseca i njihova stalna komparacija daje uvid u promjene u sistemu snabdijevanja, s jedne strane, a s druge, daje smjernice za dalje unapređenje upravljanja sistemom.

Model smanjenja tehničkih gubitaka zasniva se na principima:

- detektovanja kvarova na mreži i otklanjanju istih;
- brzini i načinu reagovanja za popravke na vodovodnoj mreži po otkrivanju ili dojavu kvara;
- povremeno ispitivanje ostalih djela sistema (rezervoara, pumpnih stanica i sl).

Ljudski resurs (radnik na mreži, dispečer i dr.) kao ključni činilac operativnosti vodovodnog sistema, od čijeg učinka zavisi efektivnost sistema.

- smanjenje rizika „ljudski faktor“ uspostavljanjem radnih protokola i procedura;
- plansko upošljavanje profesionalno adekvatno osposobljenih lica.

4.3. Analiza stanja ključnih elemenata koji su značajni za unapređenje efikasnosti sistema snabdijevanja vodom

Operativnost sistema

Cilj funkcionisanja sistema snabdijevanja je da obezbijedi adekvatno i pouzdano snabdijevanje hemijski i mikrobiološki bezbjednom vodom za piće svojim korisnicima [94]. U upravljanju vodovodnim sistemom razlikujemo dvije operacije [95]:

- redovan rad sistema snabdijevanja za isporuku vode potrošačima
- održavanje objekata i instalacija sistema snabdijevanja.

Obje aktivnosti su potrebne da bi se kontinuirano ispunila svrha postojanja vodovodnog sistema, ali su one funkcionalno različite. Rad uključuje nadgledanje sistema, pokretanje sistema i primjenjivanje politike upravljanja kroz opšte i posebne procedure.

Održavanje podrazumijeva:

- procjenu stanja,
- servisiranje,
- popravke i/ili zamjenu komponenti sistema.

Redovno održavanje, sa monitoringom mreže, predupređenje nastanka kvara/oštećenja je proaktivno održavanje. Nasuprot tome je održavanje nakon nastanka kvara, oštećenja, i to je reaktivno održavanje [95]. Razlika između rada i održavanja je u tome što rad uključuje aktivnosti neophodne za isporuku usluge, a održavanje uključuje aktivnosti koje održavaju sistem u dobrom, radnom stanju. Rad i održavanje vode u sistemu distribucije mogu biti pod velikim uticajem projektnog rješenja, po kojem je izgrađen cjevovod, ili načina izgradnje cjevovoda i njegovog funkcionisanja u praksi (ukoliko nije bilo prethodno detaljnije razrađenog projekta). Takođe, moguć je značajan uticaj ugrađenog cjevnog i armaturnog materijala koji je

neprikladan za terenske uslove, za tlo u koje je ugrađen ili za otpornost na visoke pritiske u mreži, hemijske reakcije tla. Takođe, moguće je i oštećenje cjevovoda i spojeva tokom gradnje. Jedna od značajnih činjenica je i sam način građenja cjevovoda, sa neizbježnim ljudskim činiocem u sanaciji kvarova i primjeni reparacionog materijala. Takođe, važna je sama brzina intervencije, trajanje vremena popravke, od momenta nastanka kvara kao i da li su prouzrokovana još neka dodatna oštećenja na okolnoj sredini, koja kasnije mogu da dovedu do dodatnog usložnjavanja problema na toj lokaciji, odnosno, do učestalih pucanja. Ove činjenice mogu biti uzročnici velikih problema u funkcionisanju cjevovoda i u održavanju istog. Fizički integritet sistema odnosi se na sposobnost da pravilno funkcionišu sve njegove komponente.

Poznavanje strukture gubitaka u sistemu i postavljanje matrice gubitaka je složen zadatak, a suštinski zavisi od primjenjene metode za mjerenje i izračunavanje. Treba imati u vidu činjenicu da su vodovodna preduzeća u primorskom regionu Crne Gore od početka stvorene isključivo na principu „davalaca usluga vodoopskrbljivanja potrošača“, a ne kao činilac planiranja potreba, odnosno, kalkulisanje potrošnje za potrebe razvijanja sistema po postulatima specijalizovane stručne ili naučne discipline. Naime, oduvijek je planiranje i razvoj bilo u domenu planerske, inženjerske struke. Vodovodna preuzeća su preuzimala ulogu pasivnog korisnika sistema, a sva unapređenja su bila u domenu malih internih poboljšanja, bez velikih upuštanja u teoretska razmatranja.

Pitanje gubitaka u sistemu postalo je aktuelno kada u toku ljeta nije bilo moguće obezbijediti kontinualno snabdijevanje 24 sata na dan ili pokriti sve visinske zone dovoljnim količinama vode, bez obzira na proizvedene količine. Baratalo se paušalnim analizama stanja i ocjenama stepena gubitaka. Osnovno polazište bila je samo tzv. neobračunata količina vode. Dakle, ekonomsko-fnansijski element je bio ključan u procjeni visine tehničkih gubitaka. Ono što je iskazano na takav način, bez uvođenja permanentnih pokazatelja stanja, jesu poznati bazni podaci: neobračunata voda (NRW)³⁴ koja je u visokom procentu od 55-65% proizvedene količine u ljetnjem periodu (jun-septembar), a čak do 85% u zimskom (ostali dio godine).

Međutim, u hercegnovskom vodovodnom sistemu od oktobra 2017. godine kreće se sa permanentnim praćenjem stanja, kao stalnim monitoringom mreže. Uvodi se precizna statistika o saniranim kvarovima na mreži: kroz podatke o definisanju lokacije kvara, obračunu vremenskog perioda od dojava kvara do započinjanja sanacije („brzina reagovanja“), zatim vođenje evidencije i obračun angažovane radne i kvalifikacione strukture u sanaciji, evidentiranje i obračun utrošenog materijala sa unošenjem pozicija kvara u karte mreže i vođenje „mikrolokacijske“ evidencije učestalosti kvarova. Karta učestalosti kvarova vidi se na slici 4.3.1. Na kraju, dolazi obračun ekonomske vrijednosti cjelokupne aktivnosti intervencije na sanaciji kvara. Podaci se obrađuju sedmično, potom kumulativno mjesečno, pa godišnje.

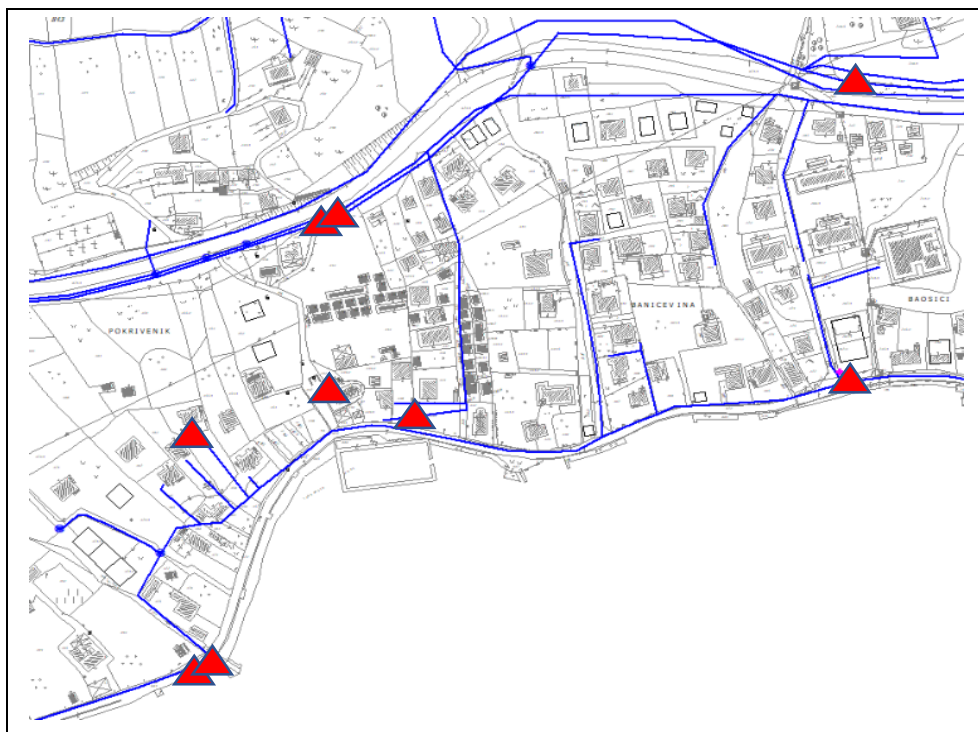
Sistemi u primorju pokazuju različit stepen operativnosti za intervencije na mreži, tokom zimskog i ljetnjeg perioda. U ljetnjem periodu podiže se nivo mobilnosti i operativnosti. Podaci govore da je u hercegnovskom sistemu snabdijevanja u periodu oktobar 2017– avgust 2019. značajno podignut stepen operativnosti na sanaciji kvarova na mreži, i to u rastućem nizu od zimskog ka ljetnjem, ali i u poređenju sa stepenom operativnosti iz ranijeg perioda, uz napomenu da je i ranije mobilnost ekipa na sanaciji kvarova tokom ljetnjih mjeseci bila značajno veća nego

³⁴ NRW – skraćenica od engleske riječi no reneview water

u zimskim periodu. Ono što je kvalitativna promjena na bolje je činjenica podignutog stepena ažurnosti na čitavu godinu, a ne samo u predsezoni i sezoni, što znači da je eliminisanje „starih“ ili dugo ležećih kvarova postalo dio svakodnevnih aktivnosti, a ne posao koji se ostavlja za rješavanje tokom ljeta, kao što je bila praksa ranijih godina. Na ovaj način se teži uspostavljanju ravnomjernijeg odnosa u sezonalnom pristupu operativnosti sistema, ali je brzina otklanjanja kvarova, odnosno, efekat „čovjek“, ključni za postizanje uniformnosti rada za smanjenje gubitaka vode u sistemu.

Analiza stanja vodovodne mreže – sanacija kvarova

Primarni zadatak upravljanja vodovodnim sistemom jeste obezbjeđenje funkcionisanja sistema snabdijevanja, od vodozahvata do mjernog mjesta i održavanje cjevne mreže sa svim njenim pripadajućim elementima (spojevi, račve, hidranti, ventili, vazdušni ventili, pumpne i hidroforske stanice, muljni ispusti i td.). U smislu održavanja misli se, u prvom redu, na ažurno otklanjanje kvarova na cjevnoj mreži, kao tačkasta servisiranja na mreži, potom je to reparacija djelova mreže koja je podložna čestim oštećenjima i zamjena cjevovoda koji su vremenski amortizovani (u okviru onih 2% predviđenih cjevovoda za godišnju zamjenu, na osnovu opšteg postulata da se cjevovod potpuno amortizuje nakon 50 godina od ugrađivanja). U tabeli 4.3.1. prikazane su ukupne mjesečne vrijednosti broja otklonjenih kvarova, od 2015. do 2018. godine, ne ulazeći u strukturu kvarova na mreži, a što će biti komentarisano u nastavku rada. Na slici 4.3.1. dat je segment vodovodne mreže (zona MZ Đenovići) sa ucrtanim otklonjenim kvarovima iz 2018. godine. Lako se zaključuje da se radi na relativno malom prostoru i kratkom potezima cjevovoda ali sa učestalim kvarovima.

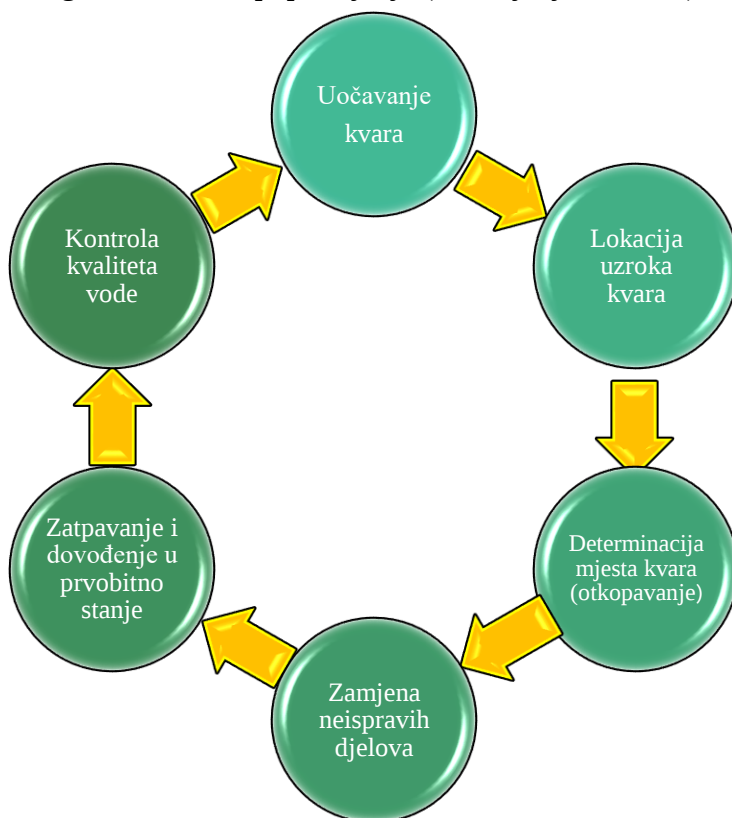


Slika 4.3.1. Karta vodovodne mreže sa ucrtanim kvarovima u „map info“, u zoni hercegovačke rivijere, u MZ Đenovići, (plavom bojom je prikazana vodovodna mreža a crveni trouglovi su tačke sa otklonjenim kvarovima, u toku 2018. godine)

Shemom datom na slici 4.3.2. predstavljen je ciklus otklanjanja kvara, od njegovog uočavanja do potpune sanacije. Vodovodni sistem možemo da posmatramo kroz analogiju sa ljudskim krvnim sistemom i cirkulisanjem krvi u organizmu. Važna je ujednačenost pritiska u mreži, te da nema naglih intervencija (brza intervencija u kratkom vremenskom trajanju) u smislu naglog otvaranja i/ili zatvaranja vode, da sve funkcije budu što uniformnije, odnosno, da se minimiziraju stresne radnje unutar sistema. Stresna radnja je izazivanje turbulencije u cjevovodima, hidraulički udar, svako naglo povećanje ili smanjenje pritiska, stvaranje vazdušnih čepova i džepova i td.

Ažuriranje zadatka sanacije kvara zavisi od:

- tačnosti određivanja lokacije kvara (ukoliko je u pitanju nedostupan teren ili procurivanje nije površinsko i vidljivo),
- brzine provođenja odluke za okupljanje radnog tima (uvezivanje sa sektorom dispečerske službe i laboratorije),
- spremnost i oprativnost radnog tima za sanaciju,
- raspoloživog repromaterijala za zamjenu na oštećenju
- raspoložive opreme (alata, vozila – mehanizacije),
- znanja radnog tima i brzine popravljavanja (otklanjanja kvarova).



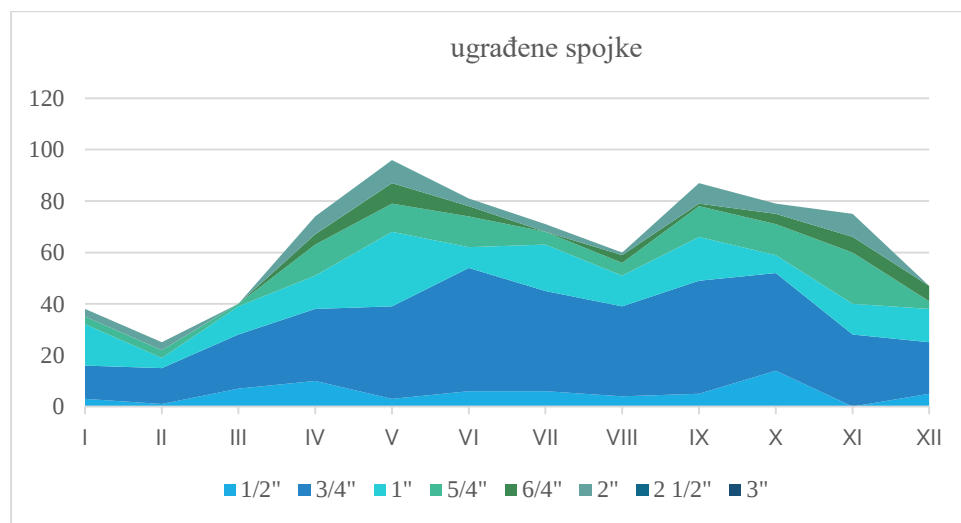
Slika 4.3.2. Radni ciklus sanacije kvara

U tabeli 4.3.1. date su kumulativne godišnje vrijednosti sanacije kvarova na vodovodnoj mreži, na osnovu evidencije po radnim nalogima. Broj otklonjenih kvarova je mjerilo stanja mreže, s jedne strane, i operativne validnosti radnih timova na mreži, s druge strane.

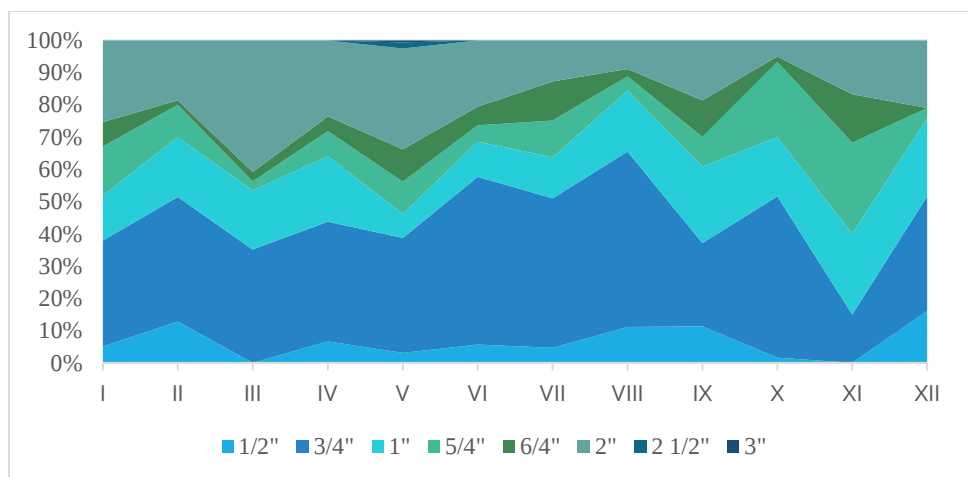
Tabela 4.3.1. Otklonjeni kvarovi na vodovodnoj mreži u periodu 2015-2019.

Mjeseci	2015	2016	2017	2018	2019
Januar	80	80	170	74	111
Februar	69	107	92	67	121
Mart	90	119	102	89	161
April	102	100	87	133	134
Maj	133	104	92	135	119
Jun	182	154	171	198	184
Jul	218	147	190	196	227
Avgust	224	187	223	181	201
Septembar	201	156	192	207	214
Oktobar	118	157	201	182	228
Novembar	115	102	102	176	122
decembar	118	136	91	121	137
ukupno:	1.650	1.549	1.713	1.759	1959

Utrošak materijala pri sanaciji kvarova na vodovodnoj mreži, po mjesecima, tokom 2018. godine, sa jasno naglašenim pikovima učestalosti predstavljen je u dijagramima 4.3.3. do 4.3.7.



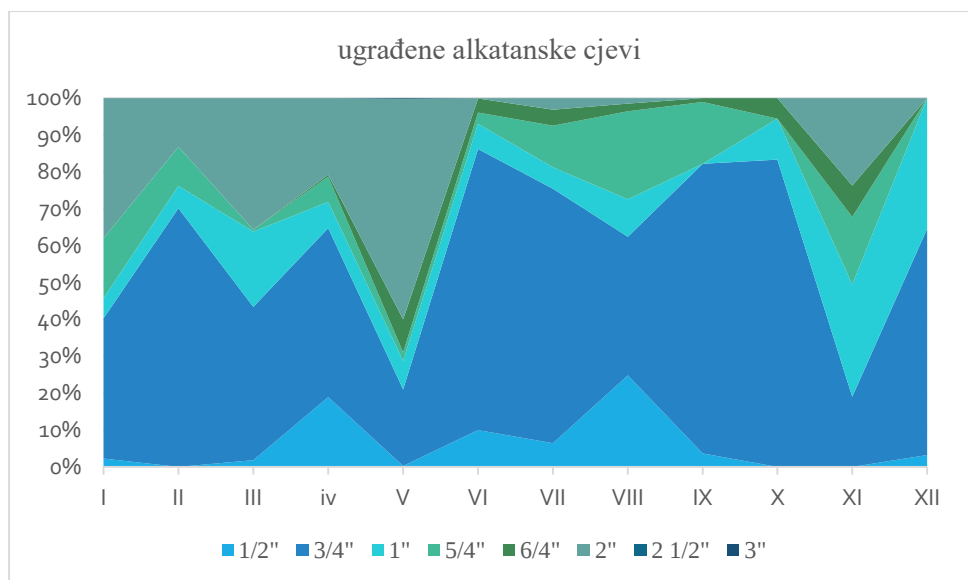
Slika 4.3.3. Grafički prikaz učestalosti ugradnje spojki raznih dimenzija, po mjesecima



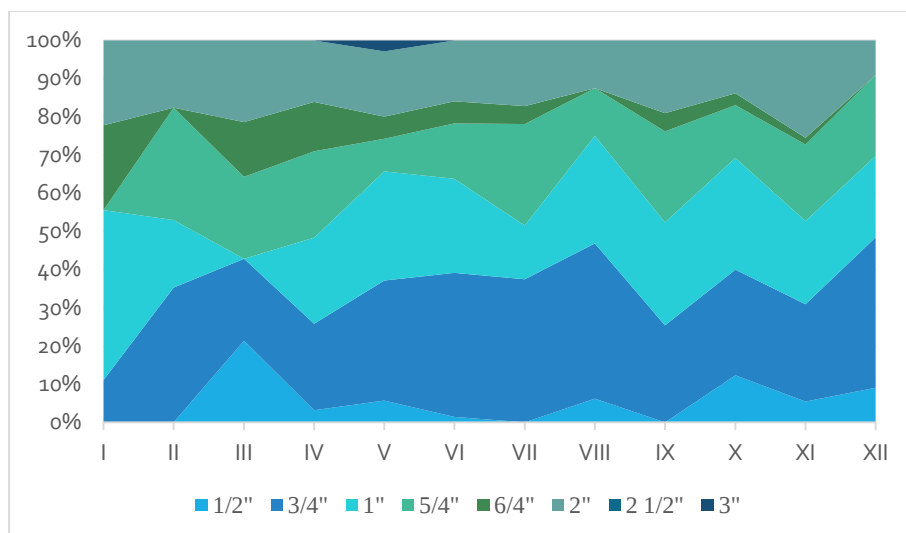
Slika 4.3.4. Grafički prikaz učestalosti ugradnje raznih dimenzija „d“ nipela, po mjesecima

Tabela 4.3.2. Mjesečni prikaz ugrađenih alkatanskih cjevi, (po prečniku)

alka- tan	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ZBIR
1/2"	11		5	108,5	4	74,5	41	132	7			10	393
3/4"	180	138,5	115	262,5	268	568,5	441	200	150	90	78	191	2682
1"	26	12	56	40,5	100	51	37	54		12	125	110	623,5
5/4"	77	21	1,5	39	31	23	72	127	32		75		498,5
6/4"		0		3	115	28	28	11	2	6	35		228
2"	180	26	98	119	773	1	20	8			97		1322
2 1/2"					2								2
3"					2								2
													5751



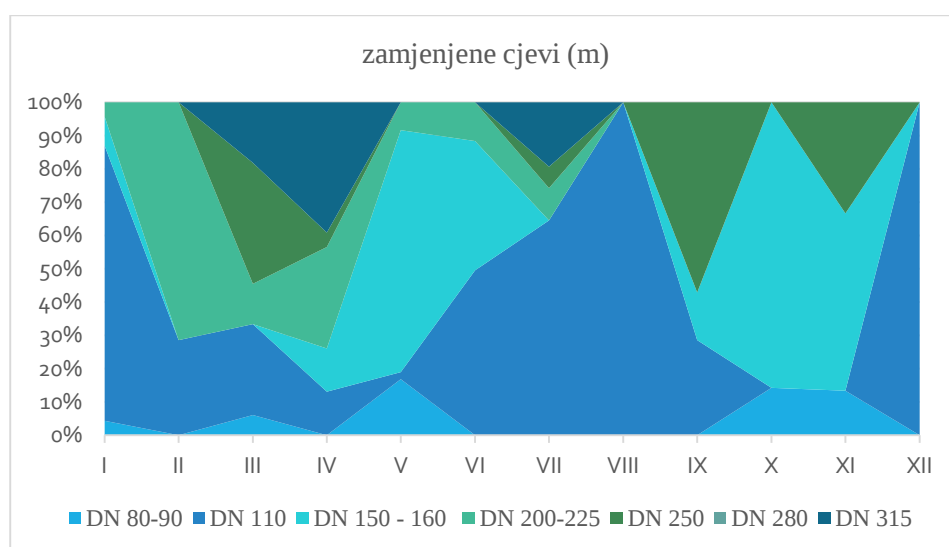
Slika 4.3.5. Grafički prikaz učestalosti ugradnje alkatanskih cjevi raznih dimenzija, mjesečno



Slika 4.3.6. Mjesečna učestalost ugrađenih rosfrajnih djelova u popravljenim kvarovima na mreži

Tabela 4.3.3. Pregledna tabela ugrađenih cjevi prečnika od 80 do 315 mm, po mjesecima

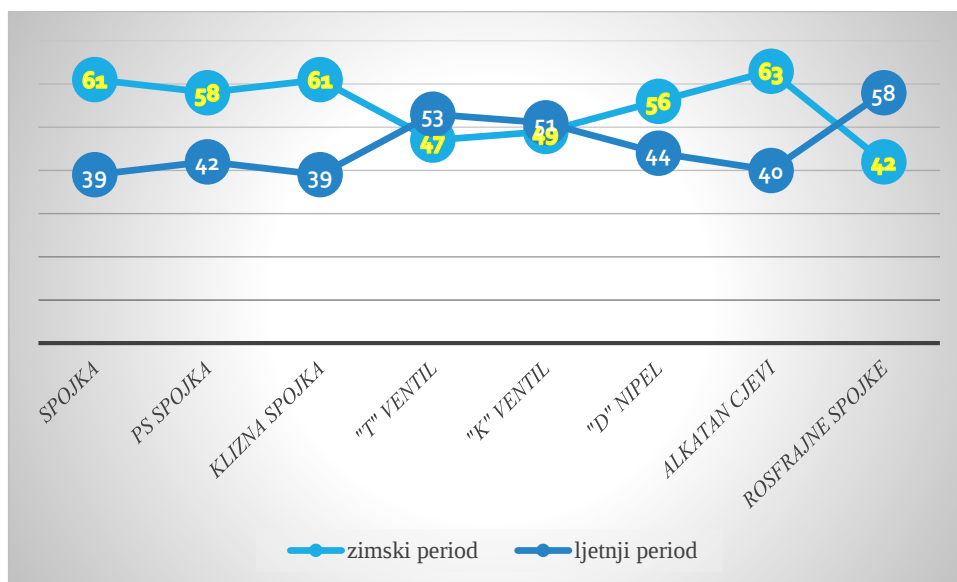
Cjevi (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ZBIR
DN 80-90	1		2		8					1	2		14
DN 110	19	1	9	6	1	51	20	6	6			2	121
DN 150 – 160	2			6	34,5	40			3	6	8		99,5
DN 200-225	1	2,5	4	14	4	12	3						40,5
DN 250			12	2			2		12		5		33
DN 280													0
DN 315			6	18			6						30
													338



Slika 4.3.7. Grafički prikaz učestalosti ugrađenih cjevi, po prečnicima, mjesečno

Rezultat statističke obrade podataka o ugrađenom reparacionom materijalu na vodovodnoj mreži

Iz prethodne analize ugrađenog materijala na vodovodnoj mreži saznaje se šta se najčešće kvari ili kakve su najučestalije potrebe sanacije na vodovodnoj mreži. Odnos perioda „ljetno“, „zimsko“ u sanaciji kvarova sa ugrađenim materijalom grafički je prikazan na slici 4.3.8. U tabeli 4.3.4. predstavljene su vrste ugrađenog materijala, tzv. vodovodne armature, koje odražavaju strukturu kvarova, a sa podjelom na ljetnji i zimski period.



Slika 4.3.8. Krive sezonski ugrađenog materijala po broju komada

Tabela 4.3.4 Rezime ugrađenog materijala u vodovodnu mrežu, u zimskom i ljetnjem periodu i izdvajanje najučestalijeg tipa, sa brojevanim i procentualnim učešćem

vrsta elementa	Zima		ljetno		ukupno	najučestaliji komad			zima	ljetno
	broj / metar	%	broj / metar	%		Tip	broj / metar	%	ukupno	%
Spojka	474	61,32	299	38,68	773	3/4 "	364	47,09	54,40	45,60
ps spojka	1038	57,51	767	42,49	1805	3/4 "	808	44,76	48,51	51,49
klizna spojka	74	60,66	48	39,34	122	3/4 "	63	51,64	66,67	33,33
"t" ventil	47	46,54	54	53,46	101	3/4 "	60	59,41	40,00	60,00
"k" ventil	290	49,07	301	50,93	591	3/4 "	309	52,28	44,34	55,66
"d" nipel	651	56,02	511	43,98	1162	3/4 "	463	39,85	49,46	50,54
alkatan cjevi	3643	63,35	2108	36,65	5751	3/4 "	2682	46,64	49,31	50,69
rosfrajne spojke	218	42,00	301	58,00	519	3/4 "	165	31,79	44,24	55,76
zamjena cjevi	177	52,37	161	47,63	338	DN 110	121	35,80	28,93	71,07
						DN 150,160	99,50	19,67	56,78	43,22
						DN 200-225	40,50	nov.98	62,97	37,03

4.4. Analiza gubitaka u vodovodnim sistemima

Gubici u vodovodnoj mreži predstavljaju značajnu količinu vode (30–70% od proizvedene količine) koja nepovratno odlazi, te se ne može ni tehnički (dostaviti potrošačima) ni ekonomski (kao obračunata potrošena količina) valorizovati. Ta činjenica je bitna za svaku postojeću ali i buduću analizu stanja sistema, a govori o stanju kvaliteta vodovodne mreže i objekata na njoj, ali i o načinu upravljanja sistemom. Upravljanje procentom gubitaka vode u vodovodnom sistemu je prvi znak za uspostavljanje matrice indikatora performansi i određivanje monitoringa sistema.

Razvoj različitih tehničkih principa objedinjen je kroz BABE³⁵ metodologiju. Dobri rezultati, koje je BABE metodologija pokazala, vrlo brzo je proširena na druge zemlje i postala je širom svijeta prihvatljiva. Osnovna karakteristika BABE metodologije je da je jednostavna i logična, zasnovana je na vodnoj ravnoteži³⁶.

Realni gubici vode u sistemu su takvi u onoj količini koja faktički napušta sistem i ni na koji način ne može da bude iskorištena. Pojam „vidljivog“ ili jasnog gubitka znači gubitak „na papiru“ i ne predstavlja pravi gubitak vode, a čine ga ilegalni spojevi, greške u mjerenju i naplati i drugo [62]. Eliminisanjem ove vrste gubitaka stvarno stanje gubitaka se neće u velikoj mjeri promijeniti, u tehničkom smislu. Promjena će biti uočljiva više u ekonomskom aspektu.

Razlika između količine proizvedene vode i količine koja je obračunata potrošačima, (ili količina vode koja je iskorištena na drugi način) predstavlja „neobračunatu vodu“³⁷. Ova razlika proizvedene i obračunate vode ide na štetu vodovodnog preduzeća i javlja se kao posljedica sljedećih pojava u vodovodnom sistemu³⁸:

- netačno izmjerene (ili netačno procjenjene) količine vode koje ulaze u sistem,
- netačnih ili neispravnih vodomjera,
- greške u knjigovodstvu,
- neizmjerene količine vode, kao npr. voda za gašenje požara, za pranje ulica, za odžavanje javnih površina i sl.,
- procurivanje vode.

Procurivanje vode je specifičan fenomen gubljenja vode iz sistema, kroz razne objekte vodovoda (cijevi, rezervoari, pumpe, buster-stanice). Sva procurivanja u vodovodnim sistemima svrstavaju se u dvije kategorije:

- procurivanje u dijelu sistema kojim upravlja vodovodno preduzeće,
- procurivanje u potrošačkim instalacijama (iza potrošačkog vodomjera).

³⁵ BABE je skraćenica od Burst and Background Estimate methodology.

³⁶ U literaturi se sreće termin za vodnu ravnotežu water balance components

³⁷ Termin “neobračunata voda” se u stručnoj literaturi naziva skraćeno UFW, od engl. Unaccounted for Water.

³⁸ Priručnik za efikasno mjerenje i otkrivanje gubitaka u vodovodnim sistemima, Đevad Koldžo, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 2004.

Kvarovi u vodovodnim sistemima

Uzroci pojave kvarova u vodovodnim sistemima nastaju iz razloga:

- ljudskih činilaca
- prirodnih činilaca (izvan direktne ljudske aktivnosti).

Ljudski činilac u funkcionisanju vodovodnog sistema

Ljudski činilac, u genezi nastajanja kvarova i oštećenja na vodovodnoj mreži i drugim objektima vodovodnog sistema može biti, po prirodi postojanja, posljedica lošeg građenja mimo tehničkih pravila, upotreba neadekvatnog materijala, odnosno, loše održavanje sistema, sa neadekvatnim rukovanjem regulacijom ventila, pritisaka u mreži. Sumarno je:

- I. Loše urađena instalacija novih cijevi i armatura usljed nestručnog i nesavjesnog rada na vodovodnoj mreži i instalaciji. Praksa govori da ovakvi kvarovi najčešće nisu vidljivi odmah, već se posljedice ukazuju tek nakon izvjesnog vremena po zatrpavanju cjevovoda. Teško se registruje gubitak vode na novom cjevovodu jer se nikada ne sumnja u kvalitet i radove na istom.
- II. Izgradnja saobraćajnica, objekata visokogradnje i drugih objekata, a bez katastra podzemnih instalacija, (starih mapa terena); tada dolazi do oštećenja instalacija vodovoda tokom izvođenja radova na iskopima mehanizacijom ili ručnim alatom.
- III. Neadekvatan kvalitet ugrađenog materijala odražava se pri ugradnji neatestiranih materijala ili materijala slabijeg kvaliteta. Takođe, cjevovodi, čiji su djelovi rađeni od različitih materijala (npr. mjestimična zamjena azbest-cementnih cjevima od PVC-a ili PEHD-a) daje sasvim različite hidrauličke performanse na zamjenjenim dionicama.
- IV. Visok pritisak u sistemu snabdijevanja koji se u praksi reguliše na neadekvatan način.

U tabeli 4.4.1. data je aproksimativna zavisnost pritisaka u mreži i gubitaka, izraženih u l/s, a na osnovu empirijskih pokazatelja. Povećanje pritiska u mreži od 1 bara uzrokuje povećanje procurivanja od cc-a 10%.

Analiziranjem stanja na terenu možemo da uspostavimo odnose pritisaka i kvaliteta mreže polazeći od sljedećeg:

- I - manji pritisci u mreži – potencijalno manji broj kvarova,
- II- manji pritisci u mreži – potencijalno manji gubici u mreži,
- III - manji pritisci u mreži– efikasniji rad sistema, veća ušteda vode, veća količina vode u sistemu, manji energetske troškovi.

Tabela 4.4.1. Odnos veličine rupture na cjevi i količine vode koja ističe³⁹

veličina otvora procurivanja	m ³ /dan
rupa prečnika 5 mm	40.33
rupa prečnika 12 mm	252.05
rupa prečnika 25 mm	1008.21
pukotina 25 mmx1.5mm	59.95
pukotina 25 mmx 3.2 mm	120.45
pukotina 25 mm x 6.36 mm	240.36
pukotina 50 mm x 2 mm	150.56
pukotina 50 mm x 3 mm	227.11

Tabela 4.4.2. Odnos visine pritiska u mreži i gubitaka vode⁴⁰

pritisak (bar)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
gubici (l/s)	5.00	5.50	6.05	6.66	7.32	8.05	8.86	9.74	10.72	11.79

Uticaj prirodnih činilaca

Prirodni uzroci pojave gubitaka vode u sistemu su:

- I. Stabilnost tla, sleganje ili klizanje tla, koje čine sedimentne stjenske mase, nekonsistentne u prostoru, a koje su podložne sleganju i klizanju; u urbanim ili poluurbanim zonama, usljed velikog opterećenja na tlo novoizgrađenim objektima teren se sleže, puca ili klizi. Pojave klizišta su na primorju Crne Gore veoma česte, u vremenskom dijapazonu, odnosno, postoje, gotovo u svakoj primorskoj opštini i to na više lokacija; klizišta su aktivna ili pasivna po svom karakteru, odnosno, sanirana klizišta, koja se aktiviraju usljed djelovanja obimnih kiša ili pod pritiskom naležućih stjenskih masa iz gornjeg dijela kliznog tijela.
- II. Korozija materijala jeste pojava koja se vezuje za razlike u električnom potencijalu cjevnog materijala i okolnog medija. Najizraženija je kod čeličnih cjevi, a u lokacijskom smislu, na kontaktu čeličnog, odnosno, liveno željeznog cjevovoda i zemljišta kiselih svojstava. Kvarovi nastali na ovaj način su veoma veliki, jer se brzo razvijaju i napreduju u smislu proširenja oštećenja cijevi, od momenta prvog procurivanja.
- III. Seizmičnost tla je primarna odlika područja, svrstava se u kategoriju: VIII i IX seizmičke zone (po kartama mikroseizmičke reonizacije, koja je ustanovljena nakon zemljotresa 1979. godine); usljed jakih zemljotresa i velike učestalosti moguće je pomjeranje tla i značajna oštećenja na hidrotehničkoj infrastrukturi.

³⁹Izvor: Empirijski podaci do kojih se došlo iskustveno u Institutu za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu

⁴⁰ Vrijednosti su dobijene na osnovu empirijskih iskustava u sistemima snabdijevanja u Bosni i Hercegovini, po literaturi „Water loss academy“

IV. Geološki sastav tla u kojem leži cjevovod, po hemijskom sastavu, kisela ili bazna sredina i njen uticaj na vodovodnu armaturu i sam cjevovod, kroz hemijski uticaj.

Iskustva u detektovanju kvarova data su u tabeli 4.4.1. gdje je predstavljena zavisnost izgubljene količine vode pri pritisku od 5 bara. Porast ili smanjenje pritisaka u cjevima za 1 bar dovodi do smanjenja ili povećanja procurivanja za 9.0–10.3%. Ako je odnos dužine i širine pukotine, $L/D \geq 10$, pri pritisku u cjevovodu od 5 bara može se računati na isticanje od 1.48 do 1.53 m³/dan. Ove vrijednosti dobijene su eksperimentalnim putem u Institutu za hidrotehniku u Sarajevu i ovdje su navedene kao praktični pokazatelji stanja cjevovoda.

U pogledu pucanja i procurivanja različiti cjevni materijali pokazuju različite karakteristike. Cjevi od PEHD-a, liveno-željezne i cjevi od PVC-a pucaju najčešće podužnim pukotinama. Gubitak vode u cijevima zavisi od:

- i. oblika pukotine,
- ii. oštine ivice,
- iii. vrste cjevnog materijala.

Teorija gubitaka vode u sistemima ima dug razvojni put, od početnih zahtjeva za tehničkim smanjenjem potrošnje vode i uštede, do ekonomskih razloga kvantifikovanja problema kroz novčanu vrijednost izgubljene vode, energije, nastale materijalne štete i dr. Pristup praktičnoj analizi ocjene, poređenja i upravljanja realnim gubicima ima tri nivoa razmišljanja⁴¹:

1. ocjena količina jediničnih realnih gubitaka, pretpostavljajući provjerene limite,
2. selektovanje i korištenje pogodnih indikatora performansi,
3. upravljanje gubicima, zasnovano na kriterijumu efikasnosti, izabrano tako da daje najveće dobiti za minimalne troškove.

Teorija gubitaka vode razvijana je u svijetu kroz nekoliko različitih pristupa.

Raznovrsna priroda gubitaka vode dovodi do različitih razmišljanja i pristupa u analizi, pa potom i u načinu rješavanja problema gubitaka. Početni korak u takvoj analizi stanja gubitaka jeste definisanje tri vrste indeksa, i to:

- UARL (*Unavoidable Annual Real Losses*) indeks neizbježnih gubitaka,
- ILI (*Infrastructure Leakage Index*) indeks infrastrukturnog procurivanja,
- CARL (*Current Annual Real Losses*), tekući godišnji realni gubici.

Primjena metode pritisaka, upravljanje pritiscima u sistemu snabdijevanja

Smatra se da je metoda upravljanja pritiscima jedna od najefikasnijih formi za upravljanje gubicima, za sisteme sa nesređenom infrastrukturom [62]. Procjena procurivanja iz postojećih napuknuća je mnogo osjetljivija na metodu „prosječnog pritiska“ nego kod tradicionalnih metoda, osim za sistem gdje su sve metalne cijevi sa veoma visokim nivoom procurivanja. Za prostrane sisteme, gdje su cijevi od različitih materijala, zavisnosti se obično aproksimiraju

⁴¹ A.O. Lambert i Dr R.D. Mc Kenzie, (International water Data Comparison Ltd, Velika Britanija, i Global Water Resources Ltd, Južna Afrika, „Praktična iskustva u korištenju infrastrukturnog indeksa“.

linearno, dok za sve plastične sisteme procurivanje odstupa, približno, sa pritiskom do 1.5 puta⁴²).

Za izračunavanje realnih gubitaka u IP-a u klasičnoj teoriji do skora nije bilo mjesta primjeni metode pritisaka, iz razloga što se smatralo nemogućim mjerenje prosječnih pritisaka u distributivnom sistemu, ili, pak, veoma teško računanje. Takođe, analizu je otežavala i činjenica što je u javnim vodovodnim preduzećima metoda sa pritiscima bila redukovana bez pokazivanja i malo razumjevanja i podstreka za njenu primjenu i unaprjeđivanje.

ILI pristup obezbjeđuje praktično dvojni kolosjek, tzv. „tvin track“, koji kompromisno pristupa problemu procurivanja i gubitaka. Prvo, tekući prosječni pritisak se koristi za obračun UARL (koristeći jednostavne pretpostavke za linearnu vezu pritisaka i procurivanja. ILI je tako proračunat, posredstvom tzv. benčmarking-a za infrastrukturno upravljanje, kako je dato na slici za tekući operativni pritisak. Ova „dvojnokolosječna“ procedura za testiranje realnih gubitaka (RG) i napredovanje prema ekonomskim gubicima ilustrovana je na slici 4.4.1.

Smatra se da frekvencija novih procurivanja za stabilne sisteme ne bi trebala da bude veća od 13/100 km godišnje i 5/1000 servisiranja kućnih spojeva godišnje.

Za izračunavanje UARL indeksa mogu se koristiti sljedeće jednačine:

$$\text{UARL (l/dan)} = (18 \times L_m + 0.8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{UARL (l/spoj dan)} = (18/D_c + 0.8 + 25 \times L_p/N_c) \times P \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{UARL (l/serv/dan m prit)} = (18/D_c + 0.8 + 25 \times L_p/N_c) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{UARL (l/km/dan)} = (18 + 0.8 \times D_c + 25 \times L_p/L_m) \times P \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{UARL (l/km/dan/ m prit)} = (18 + 0.8 \times D_c + 25 \times L_p/L_m) \dots\dots\dots (5)$$

Gdje su : L_m – dužina glavnih cjevovoda (m),

N_p – broj servis priključaka

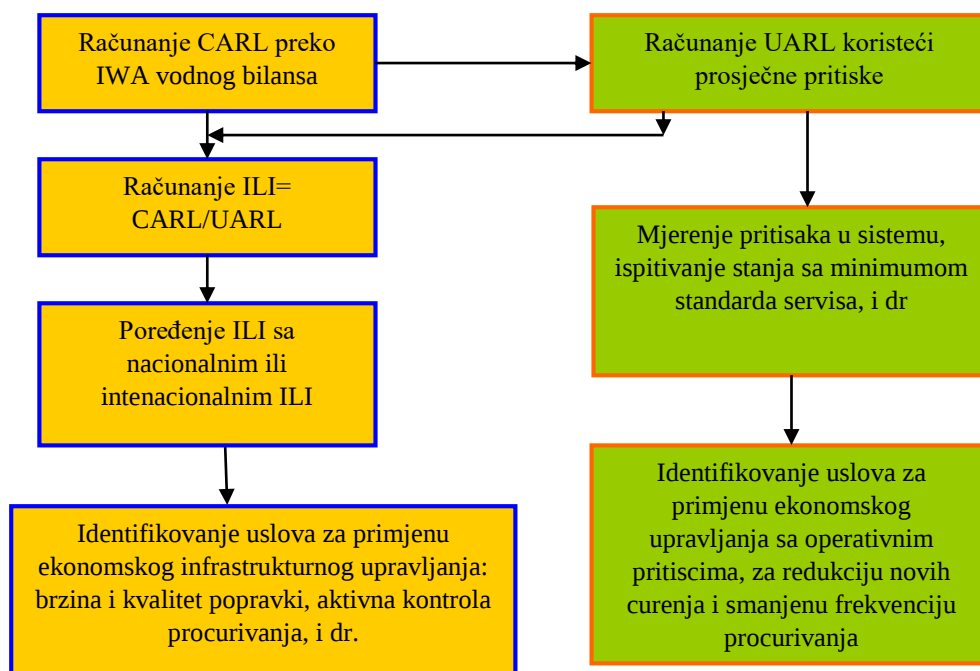
L_p – ukupna dužina privatnih cjevovoda, od granice privatnog vlasništva do vodomjera (km),

P – prosječan pritisak (m),

D_c – gustina priključaka/km glavnih cjevovoda

Koeficijenti 18, 0.8 i 25 dobijeni su empirijski u skladu sa prvim kriterijumima gustine spojeva, broja spojeva i dr.

⁴² A.O. Lambert i Dr R.D. Mc Kenzie, (International water Data Comparison Ltd, Velika Britanija, i Global Water Resources Ltd, Južna Afrika, „Praktična iskustva u korištenju infrastrukturnog indeksa“.



Slika 4.4.1. „Dvokolosječna“ procedura za provođenje upravljanja gubicima

Izračunavanje ILI indeksa za eksperimentalni vodovodni sistem

Za izračunavanje Indeksa infrastrukturnog procurivanja (ILI) potrebno je poznavanje više specifičnih odlika jednog sistema snabdijevanja. Neke od tih vrijednosti biće date aproksimativno, a neke su sasvim odredljive ili poznate. Karakteristike sistema su:

- prosječan pritisak u sistemu snabdijevanja, koji se uzima aproksimativno
- gustina spojeva, podatak koji se smatra poznatim
- gustina broja intervencija na spojevima, podatak koji se dobija iz evidencije kvarova
- dužine glavnih cjevovoda, poznat podatak
- dužine cjevovoda u privatnim posjedima, izvan javnog sektora, nepoznat podatak, a pretpostavlja se ili izračunava aproksimativno.

Preporuka po „IWA Task Force“ je da se za izračunavanje ILI zatraži pomoć konsultanta specijalizovanog za problematiku gubitaka vode. Analiza stanja podrazumjeva podjelu posmatranog područja na zone (distrikte). Nakon podjele prostora vrši se komparacija podataka, odnosno, stanja, da bi bili određeni prioriteti za intervencije. Stanje pritiska u mreži zahtjeva ozbiljan i sistematičan pristup, koji podrazumjeva razne mjesečne, dnevne i časovne fluktuacije u sistemu.

Analiza cijevi

Glavni cjevovodi čine primarnu i sekundarnu distributivnu mrežu i to na osnovu procjene važnosti cjevovoda, a ne samo po veličini, odnosno dijametru cijevi. Glavni cjevovodi se uzimaju da su po prečnicima u rasponu od 80 do 400 mm. Ukupna dužina identifikovanih cijevi

iznosi 120.266 metara. Tercijalnu mrežu čine cjevovodi manjeg prečnika od 50 mm (2“). Ukupna dužina tercijalne mreže je 12.785 metara. To su cijevi koje pripadaju javnom snabdjevanju, od spojeva na sekundarnoj ili primarnoj mreži do vodomjernih okana. Pošto se ne zna dužina cjevovoda kroz privatna imanja, ovaj podatak poslužiće kao dio ukupne tercijalne mreže. Dužina tercijane mreže kroz privatna imanja dijelom će biti pretpostavljena a dijelom izračunata, da bi to poslužilo kao ulazni podatak za dalje analize.

U izabranom vodovodnom sistemu provode se izvjesne serije mjerenja (ukupna proizvodnja vode, mjerenje protoka na izlazima iz rezervoara, kontrolna mjerenja na cjevovodima u mreži, nesistematična mjerenja pritisaka i brzina toka), poznaje se struktura potrošača i količine obračunate vode, kao tehničke kategorije. Korištenjem GIS-a i modeliranjem mreže poznaje se teoretski raspored pritisaka u mreži, na čvornim tačkama. Ta saznanja o pritiscima nisu dovoljna za sveukupnu ocjenu stanja prosječnih pritisaka u mreži.

Potrebno je da posebna pažnja bude posvećena cjevovodima koji se nalaze na privatnim imanjima, a čine ih dužine cjevovoda od spojne tačke privatnog imanja sa javnim cjevovodom, odnosno, od vodomjera do priključne tačke u objektu. Na ovim cjevovodima su najveći gubici, kako je nevađeno, u brojnim stručnim publikacijama.⁴³ Nedostatak validnih podataka i adekvatnih, sistematskih mjerenja, u analizi postojećeg stanja, čini veliku prazninu i ostavlja prostor za nagađanja i pretpostavke.

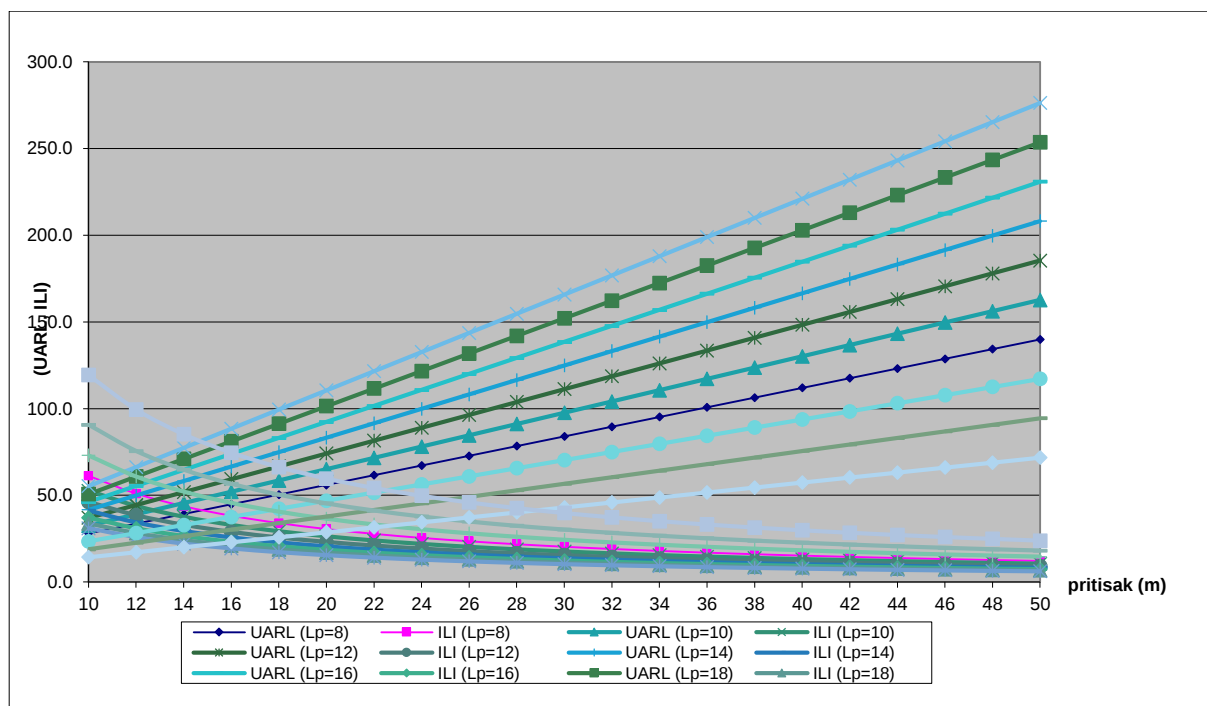
Analiza gubitaka zapoćeće sljedećim pretpostavkama:

- Poznata je dužina svih cjevovoda distributivne mreže
- Za distributivnu mrežu se računaju cjevovodi prečnika od 50 do 350 mm
- Prosječna dužina privatnog cjevovoda uzeće se od 2 do 20 metara
- Gustina kućnih spojeva je 110 po kilometru dužine glavnih cjevovoda
- Koristiće se jednačina (2) za proračun UARL

Variranjem prosječne dužine kućnih priključaka, a uz konstantan prosječni pritisak, u prvom koraku, te variranjem prosječnog pritiska a sa konstantnom dužinom kućnih priključaka, dolazi se do dijagrama predstavljenog na slici 4.4.2. kao sumarnog za opšte moguće stanje jednog vodovodnog sistema. Dijagram je opšte primjenljiv za sve sisteme snabdijevanja vodom koji se odlikuju sličnim osobinama gustine kućnih priključaka, sličnim vrijednostima prosječnih pritisaka u mreži, prosjekom dužine privatnih cjevovoda, odnosno, udaljenosti vodomjernog sata od priključne tačke na cjevovodu u okviru ovdje datih veličina raspona od 2 do 20 metara.

⁴³Aquamedia, www.aquamedia.at/templates/index.cfm/id/17959

IWA Task Force, water loss, Best practise performance indicators: a practical approach



Slika 4.4.2. Izvedeni dijagrami za proračun UARL veličina

Sprovođenje monitoringa upravljanja i rada preduzeća kroz standardne pokazatelje stanja: proizvedene količine vode, fakturisane količine, nenaplaćene količine, broj kvarova, broja izvršenih intervencija, broj intervencija po dužini mreže, po potrošačkom mjestu, količina vode po potrošaču, ...) ima cilj u povećanju efikasnosti i operativnosti rada.

U domenu donošenja odluka za monitoring rezervoara, elektromašinske opreme i mreže, u smislu detektovanja kvarova, značajno je determinisanje hijerarhije u donošenju odluka, upravljanje aktivnostima, ingerencija i podjele nadležnosti unutar sektora, posebno zbog činjenice da se detekcija na mreži vrši u noćnim satima, te ako su u pitanju aktivnosti koje se provode u vrijeme ljetnje sezone, treba biti spreman na dodatne otežavajuće okolnosti.

Uvođenje Indikatora performansi

Uvođenjem indikatora performansi (IP), kao kvantitativne mjere pojedinih aspekata tekuće funkcionalnosti, uspostavlja se matrica veličina operativnosti nivoa usluga vodovodnog sistema.

Za analizu stanja uz pomoć indikatora performansi poslužiće [1] IWA propisi. Iako se radi o preporukama velikog broja indikatora u raznim oblastima tehnike, tehnologije i ekonomike poslovanja, da bi se sagledalo cjelokupno stanje sistema naša vodovodna preduzeća nisu spremna da ih prihvate u oblasti održavanja, bar ne u cjelovitom i vremenski permanentnom smislu.

Performans indikatori predstavljaju sredstvo koje se koristi za mjerenje bazičnih parametara, za određivanje ciljeva, vrijednovanje postojećeg stanja i unapređenje upravljanja do postizanja nekog traženog nivoa, a uz poređenje sa drugim vodovodnim preduzećima ili prosječnim stanjima u drugim regijama. Indikatori performansi mogu imati tehničku i ekonomsku dimenziju, odnosno, vrijednost.

U finansijskom smislu PI- ja računa se:

- zapremina obračunate vode kao procenat (%) input volumena, odnosno, procenat od ulazne količine vode u sistem,
- vrijednost neobračunate vode kao procenat (%) po godišnjim troškovima u sistemu.

U tehničkom aspektu PI – ja računa se sa:

- realnim gubicima koji se obračunavaju u litrama/servis spoj/dan, što može da se koristi za primarni pravac poređenja i određivanje cilja kroz sagledavanje raznih vidova okolnosti,
- tzv. ILI⁴⁴ indeks, odnos realnih gubitaka kao neizbježan godišnji realni gubitak, a koji može da bude upotrebljen za poređenje benčmarkinga jednog sa drugim vodovodnim sistemom, bez vremenskog ograničenja, uz uslov da je pritisak u mreži konstantan (činjenica je da računanje ILI već uzima vrijednosti pritiska u obračun).

Indeks infrastrukturnog procurivanja (ILI) je vodič za najprikladnije upravljanje realnim gubicima (u slučajevima opravki, aktivne kontrole procurivanja i infrastrukturnog upravljanja) pod operativnim pritiskom u mreži.

ILI je ključni indeks za definisanje stanja sistema, a čini početak baze podataka i reporni element ocjene stanja. Ili, drugim riječima, upoređenjem njegove vrijednosti sa tzv. realnim gubicima u istom sistemu, odnosno, poređenjem sa vrijednostima indeksa za druge regije i države, dobija se uvid u stanje posmatranog sistema. ILI je primarni stub – oslonac IP-a svakog vodovodnog sistema, pa se zato ocjenjuje kao najpraktičniji pokazatelj stanja. Njegova vrijednost ukazuje na efikasnost rada sistema, postavljanje ciljeva i prioriternih aktivnosti sanacije, koristeći neki od pristupa smanjenju gubitaka u sistemu. Primjena ILI-a podrazumjeva 95% sigurne limite u obračunu vodnih gubitaka.

ILI je bezdimenzionalni indeks, za koji se može reći da ocjenjuje efikasnost upravljanja realnim infrastrukturnim gubicima (od vodomjera do spoja na javni cjevovod), po operativnim uslovima pritiska u mreži. Ovakva analiza daje mnogo detaljniji pristup PI – ja za realne gubitke i podrazumjeva tri ključna specifična činioca identifikovana kroz IWA program⁴⁵ i najpogodniji je za poređenje u operativnom upravljanju realnim gubicima.

Takozvani „Tekući godišnji realni gubitak“ (CARL) iskazan je kao odnos neizbježnih godišnjih gubitaka računatih za specifične bazne sisteme.

Za određivanje UARL indeksa služe četiri pristupa, predstavljena na shemi na slici 4.4.3.

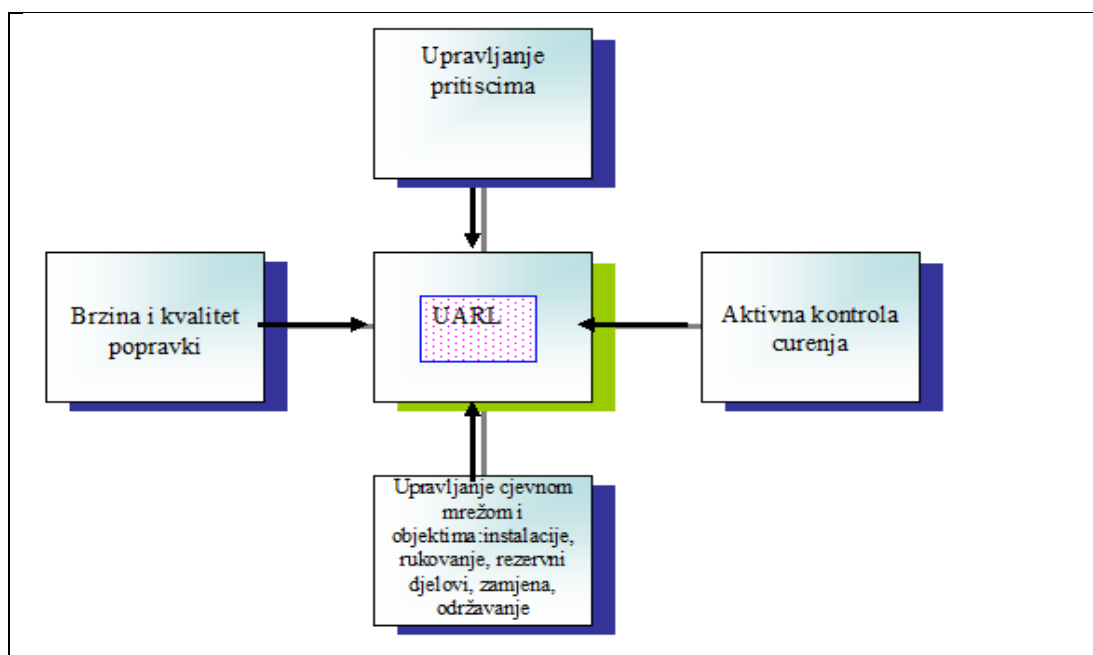
UARL i ILI indeks u sprezi sa IWA standardom vodnog bilansa zadovoljavaju praktične kriterijume bolje nego i jedan od tradicionalnih pristupa, koji su ranije korišteni. Jednačine, kojima se proračunava UARL svakog individualnog sistema razvijaju se i testiraju po tzv. IWA strateškim ciljevima). Ove jednačine su bazirane na čistim pretpostavkama za učestalost i trajanje različitih vrsta procurivanja i njihovih tipičnih procurnih količina povezanih sa

⁴⁴ ILI – Infrastructure leakage index (engl.), u prevodu Indeks infrastrukturnog procurivanja.

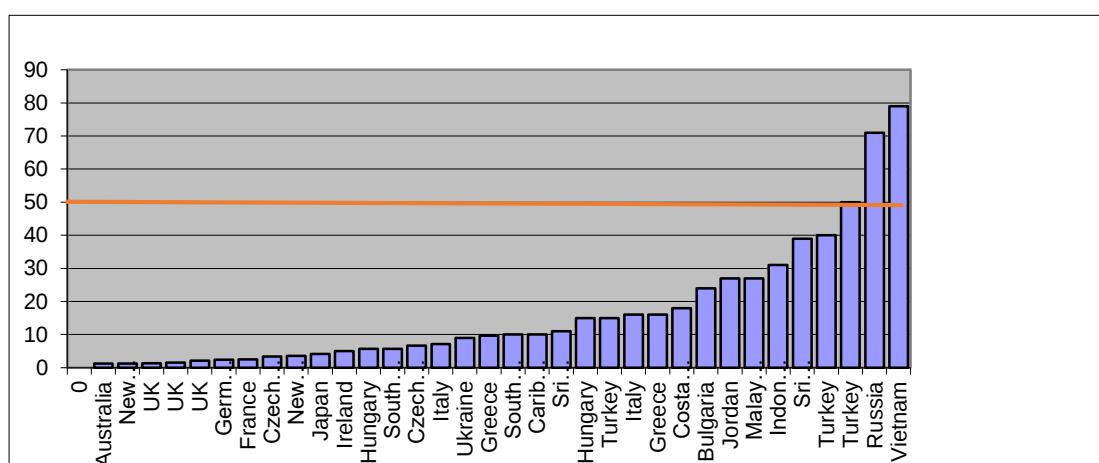
⁴⁵ IWA Task Force on Water Loss

pritislima. Primjenljiva verzija jednačine za proračun UARL-a zahtjeva poznavanje četiri ključna specifična činioca:

1. dužinu glavnih cjevovoda,
2. broj potrošačkih spojeva,
3. postavljanje mjerača protoka na održavanim cjevovodima (poznata dužina priključnih cjevovoda kao udaljenost objekta u privatnom vlasništvu do javnog cjevovoda),
4. prosječni operativni pritisak (ako je sistem pod pritiskom).



Slika 4.4.3. Četiri bazične metode za upravljanje realnim gubicima⁴⁶



Slika 4.4.4. Dijagram vrijednosti koeficijenta ILI⁴⁷ u raznim zemljama svijeta, crvena pozicija „0“ označava graničnu vrijednost između održivog i neodrživog stanja

⁴⁶ A.O. Lambert i Dr R.D. Mc Kenzie, (International water Data Comparison Ltd, Velika Britanija, i Global Water Resources Ltd, Južna Afrika, „Praktična iskustva u korištenju infrastrukturnog indeksa“.

⁴⁷ Izvor: WBeasycalc

Tekuće znanje, upotpunjeno u eksperimentima, govori da je UARL moguće izračunati ako su zadovoljeni sljedeći kriterijumi vodovodnog sistema:

- više od 5000 priključaka,
- gustina priključaka veća od 20 na kilometar primarne mreže
- prosječni operativni pritisak u mreži veći od 25 metara vodenog stuba (2,5 bara).

Na slici br.4.4.4. dat je dijagram vrijednosti indeksa infrastrukturnog procurivanja (ILI) za razne zemlje, različitog stepena razvijenosti i u različitim regijama svijeta.

Mjerenje gubitaka u pilot zoni

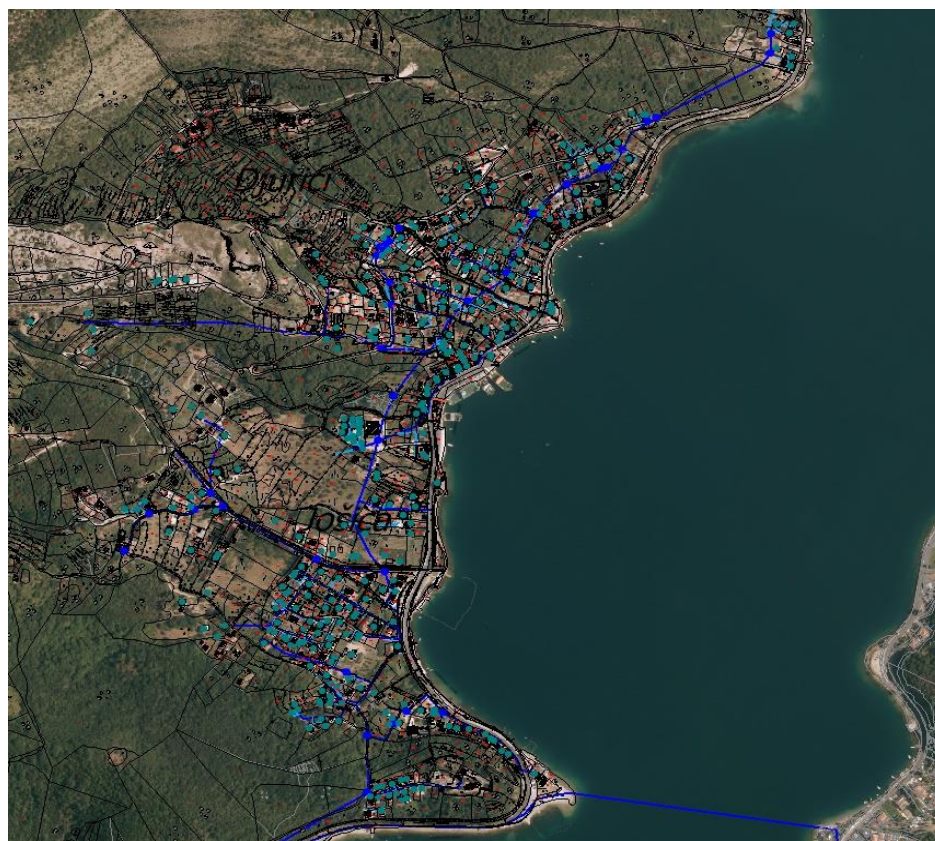
Za ispitivanje gubitaka u pilot zoni izabrana je mjesna zajednica Kamenari, zapravo naselje Kamenari, smješteno u rubnom, sjeveroistočnom dijelu hercegovačke opštine, za koje se može reći da predstavlja posljednji dio hercegovačkog sistema snabdijevanja, u linearnom smislu. Pilot zona Kamenari, ili vodovodni podsistem Kamenari, vidi se na slici 4.4.5.

Mjerenja su izvršena u periodu decembar 2017-jun 2018. Analiziranje stanja u pilot zoni obavljeno je po metodologiji:

- administrativne i
- tehničke prirode

Prvi korak u zoni Kamenara bio je sređivanje administrativne dokumentacije, odnosno, uređivanje baze podataka potrošača, sa unosom svih evidencija o stanju legalnih i nelegalnih potrošača, aktivnih i mirujućih (bez potrošnje), uključenih i isključenih (isključen dotok vode zbog neplaćanja računa za utrošenu vodu). Ove poslove na terenu obavljao je tim vodovodnog preduzeća u sastavu: čitač vodomjera, kontrolor, radnik na mreži – vodoinstalatler, lice koje rukuje tehničkom opremom za detekciju kvarova. Analiza stanja gubitaka podrazumijeva provođenje administrativnog i tehničkog protokola. Unesene su tačne pozicije vodomjera, izvršena identifikacija vlasnika, provjerena ispravnost vodomjera i izvršeno istovremeno očitavanje svih vodomjera. Radnja je ponovljena nakon sedam dana. U pilot zoni je registrovano 465 vodomjera.

Sljedeći korak je bila provjera sektorskih zatvarača, kojih ima 4 u ovom zahvatu. Pripremljena su mjesta za postavljanje mobilnog ultrazvučnog mjerača protoka. Prva noćna detekcija odrađena je 22.12.2017.godine, sa početkom u 00:00 h. Mjerač protoka postavljen je na glavnom mjernom mjestu u šahtu na mikrolokaciji na uzvišici kod crkve Sv. Nedelje. Mjerači pritiska, odnosno manometri, postavljeni su na 3 mjesta, na ulazu u sistem, u podnožju brda Sv. Nedelja, na sredini zone i na kraju zone. Noćna potrošnja se kretala od 4,8 – 5,8 l/s, što je gubitak od preko 80%. Otklanjanju primjećenih procurivanja prionulo se narednog dana.



Slika 4.4.5. Vodovodna mreža pilot zone Kamenari

Sljedeća detaljnija noćna detekcija sprovedena je 05.02.2018. god. Tada je korišten jedan dodatni mjerač uz stalni, pa su, zapravo, dva mjerača u funkciji mjerenja. Jedan je postavljen na glavnom mjestu, a drugi na sredini zone. Manometri su postavljeni na istim pozicijama. Takođe, u toku ove detekcije praćeno je i stanje na dvije postojeće pumpne stanice. Na početku mjerenja, trenutni protok je iznosio 6,38 l/s. Procedura je započela zatvaranjem ventila jedan po jedan. Kad je zatvoren prvi ventil upisana su stanja na svim mjernim tačkama. Čitači su bili postavljeni na pumpnim stanicama i kod manometara, kao i kod mjerača protoka. Upisivane su promjene stanja protoka i pritiska. Nakon toga, zatvoren je sljedeći ventil, postupak ponovljen i tako redom dok svi ventili nisu zatvoreni. U stanju zatvorenosti svih ventila ustanovljen je protok od 3,14 l/s. To je navelo na dalju obradu ove zone. Potrošnja od 3,14 l/s bila je između glavnog mjernog mjesta i mjesta gdje je postavljen drugi mjerač protoka, koji je pokazao protok od 0 l/s. Otvaranje ventila je odrađeno kao i zatvaranje, postepeno, jedan po jedan, sa upisivanjem promjena na svim mjernim tačkama.

Daljom analizom zone i obilaskom terena otkrivena je stara vodovodna linija, za koju se nije znalo. Na njoj je ugrađen novi ventil i ponovljena detekcija. Nakon ponovljene detekcije 29.05.2018. kada su zatvorene sve ispusne tačke, protok je bio 1,5 l/s. Uporedo sa aktivnostima na noćnoj detekciji sproveden je plan za izvršenje mjerenja gubitaka vode metodom bilansa. Metod bilansa predstavlja razliku prosječne isporučene količine vode u zonu i prosječnog dnevnog zbira svih količina očitanih na potrošačkim vodomjerima. Zona Kamenara sa 465 vodomjera je podijeljena u 6 poligona, sa 60 do 100 vodomjera u svakoj, u zavisnosti od konfiguracije terena i gustine naseljenosti. Očitavanje je istovremeno odradilo šest čitača. U

tabeli 4.4.3. prikazana je pilot zona sa potrošačima podijeljenim u poligone od 1-6. U cilju što boljeg dobijanja rezultata po metodi bilansa čitanje se mora ponoviti nakon 7 i/ili 14 dana.

Tabela 4.4.3. Broj potrošača po poligonima u pilot zoni Kamenari

poligon 1	poligon 2	poligon 3	poligon 4	poligon 5	poligon 6
71	101	60	92	77	64

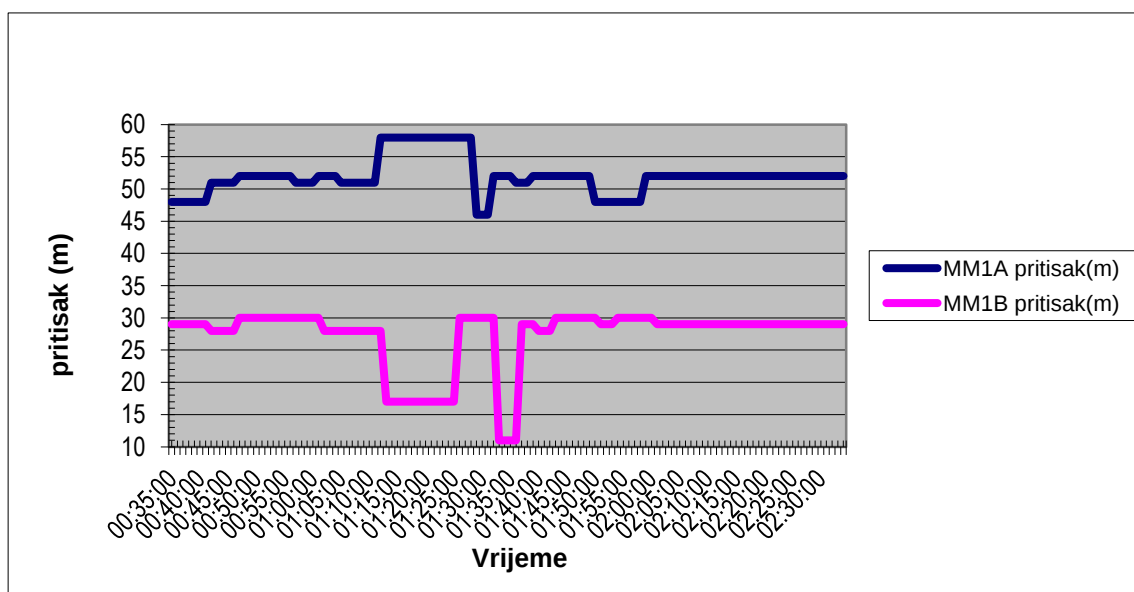
Obračun po metodi bilansa ponovo je pokrenut 8.6.2018. sa 12 istovremenih čitača, odnosno 2 po poligonu. Ustanovljeno je: da je od 465 vodomjera u zoni očitano 331 ili 71%, 17 ili 3,65 % potrošača je isključeno, 100 vodomjera ili 21% je zaključano, ili se ne može očitati iz nekog razloga (vlasnici ne dozvoljavaju ulaz, samoočitavanje, zatrpan šaht sa vodomjerom itd).

U drugom, ponovljenom očitavanju, koje je obavljeno 15.06.2018. dobijeni su sljedeći podaci: od 465 brojila očitano je 324 ili 69,6%, 101 ili 21,7% nema potrošnju za period od 7 dana, 68 ili 14,62% su „vikend stanari“, koji nisu pronađeni u toku čitanja, 14 ili 3% je isključeno, 40 ili 8,6% nije moguće očitati (zaključano, zatrpano, zaraslo, nedostupno na neki četvrti način).

Pritisaci u mreži su 3,0-9,0 bara. Neujednačenost pritisaka i velike vrijednosti u jednom dijelu mreže dovode do čestih i serijskih oštećenja cjevovoda. Posljedica su enormno veliki gubici vode iz procurivanja na mreži.

Između dva očitavanja, u razmaku od 7 dana, registrovana potrošnja na vodomjerima je 1015 m³, odnosno 1,67 l/s. Sve drugo je zapravo gubitak vode.

Dnevna potrošnja, u trenutku očitavanja 8. juna 2018. godine, bila je 8,25 l/s, a 15. juna 5,53 l/s. (u međuvremenu su izvršene popravke identifikovanih procurivanja). Noćna potrošnja u oba slučaja se kretala između 5,00 i 5,25 l/s. U periodu od jednog do drugog očitavanja otklonjeno je 5 kvarova. Otklanjanjem kvarova smanjen je noćni protok, odnosno, smanjen je gubitak vode u tom podsistemu, pilot zoni.



Slika 4.4.6. Dijagram pritiska noćne potrošnje u pilot zoni Kamenari, na dva različita mjerna mjesta

Analiziranjem stanja potrošača i potrošnje vode u pilot zoni hercegnovske rivijere, na Kamenarima, posljednjem dijelu sistema, koji je posmatran kao podsistem u pogledu količine vode, koja ulazi u zonu, i potrošnje vode na osnovu očitanih vodomjera, registrovano je ukupno 465 potrošača. Od tog broja, domicilnom stanovništvu pripada 324 ili 70 %, a turističkim objektima, odnosno, povremenim potrošačima, 141 ili 30%. Dobijamo odnos broja vodomjera potrošača, u ukupnom broju, za domicilno stanovništvo i sezonske potrošače (turiste).

Ovakav odnos u broju vodomjera, koje zovemo „potrošačima“, možemo uzeti za realan odnos za cijelu Opštinu Herceg Novi. Po ovom odnosu naša pilot zona Kamenari pripada „A“ zoni snabdijevanja, kako je predstavljeno u poglavlju 6.10.2.

O otklanjanju kvarova na mreži pozabavićemo se u poglavlju 6. u okviru analiziranja rezultata operativnosti rada na sanaciji kvarova na mreži. Ovdje smo pokazali provedenu proceduru otkrivanja neobračunate količine vode, uz konstataciju da je na početku, prije simultanog provođenja snimanja stanja i paralelnog otklanjanja kvarova, gubitak vode u pilot zoni bio 80%, te da se smanjio nakon otklanjanja kvarova na 25 %. Zbog visokih pritisaka u mreži kvarovi su učestali pa je u relativno kratkom vremenskom roku, nakon sanacije, od svega nekoliko sedmica, do mjesec dana, došlo do povratka lošeg stanja na mreži sa učestalim oštećenjima i povećanjem procenta izgubljene količine vode.

5. ANALIZA PODATAKA

5.1. Predmet analiziranja

Predmet analiziranja su djelovi od kojih zavisi funkcionisanje vodovodnog sistema, međusobno uvezani uzročno-posljedičnim vezama, i koji trpe značajne sezonske varijacije:

- Vodovodna mreža (cjevna mreža sa armaturama i raznim pripadajućim djelovima: ventilima, ispustima, mjeračima i sl.)
- Rezervoari
- Elektromašinska oprema (pumpne stanice, hidroforske stanice i sl.)
- Zaposleni u sektoru održavanja mreže i pripadajućih objekata, tzv. ljudski resursi – (radni učinak, operativnost, mobilnost i efikasnost rada na mreži).

Svaki od navedenih sektora jednog vodovodnog sistema razmatra se kroz model sa svim tehničkim parametrima i pokazateljima stanja. Ljudski resursi su ključni za analiziranje funkcionisanja i operativnosti sistema i njegovih mogućnosti za transformisanje u pogledu pripreme i ažurnog djelovanja za intervencije na sanaciji kvarova.

Od grada do grada različit je udio raznih materijala ugrađen u cjevnu mrežu, a najveća je zastupljenost plastičnih cijevi, raznih kvaliteta. Takođe, najzastupljenije su alkatanske cjevi kod malih prečnika cjevovoda, od $\frac{1}{2}$ do $1\frac{1}{2}$ ". Odstupanja mogu biti u primjenjenim materijalima kod cjevovoda većih dimenzija, iznad DN 80 mm. Kvarovi na cjevovodima većih dimenzija su lakše uočljivi i lakše je organizovanje otklanjanja (a potrebno je duže vrijeme za popravku).

Sličnost u razvijanju vodovodne infrastrukture u svim opštinama primorja je i u činjenici stihijno razvijane urbanizacije ili konurbanizacije prostora, što je dovelo do nagle izgradnje prostora, inter i intrapolacije novim stambenim objektima, zgradama sa stanovima namjenjenim za tržište i hotelima, za koje su naknadno rađeni planski dokumenti. U tim dokumentima je hidrotehnička infrastruktura, u velikom broju slučajeva, razvijana površno, kao interpolacija ili dogradnja postojećeg stanja sistema, a bez adekvatnih studijskih rješenja i bez hidrauličkih modela. Kapilarna mreža cjevovoda malih dimenzija ($\frac{1}{2}$ do $1\frac{1}{2}$ ".) najčešće je polagana samoinicijativno od strane investitora, bez valjanog inženjerskog obrazloženja, te je većim dijelom ostala zaboravljena, uglavnom nije ucrtana u kartama. Takva cjevna mreža jeste u funkciji snabdijevanja, ali je ponovo otkrivena tek nastajanjem kvara i potrebom saniranja istog.

5.2. Korištenje baze podataka za istraživanje i dokazivanje hipoteza

U istraživanju je korištena baza podataka „Vodovod i kanalizacija“ d.o.o. – Herceg Novi, iz perioda: 2015-2019, zatim, baza podataka Turističke organizacije Herceg-Novog, baza podataka vodovodnih preduzeća: Tivta, Kotora, Budve i Bara i druge raspoložive baze podataka [84-89]:

- podaci o cjevnoj mreži sistema snabdijevanja vodom u Herceg-Novom, prečnici, vrsta materijala;
- podaci o rezervoarima u sistemu snabdijevanja vodom u Herceg-Novom (lokacija, kota terena, kota dna rezervoara, kota preliva, zapremina, pripadajuća zona snabdijevanja);

- kartirana postojeća mreža u programskom modelu „MAP info“;
- kartirana postojeća mreža u programskom modelu „MAP info“ sa ucrtanim lokacijama kvarova za identifikovanje najfrekventnijih kvarova na cjevovodima;
- mjesečni izvještaji o proizvodnji vode sa komparativnim podacima za period 2015-2019;
- mjesečni izvještaji o fakturisanju vode sa komparativnim podacima za period 2015-2019;
- podaci iz arhive vodovodnih preduzeća u primorju Crne Gore o proizvedenoj i fakturisanju vode, potrošenoj vodi po potrošaču i po zaposlenom u vodovodnim preduzećima, za godine 2003-2006;
- sedmični izvještaji Turističke organizacije Herceg-Novog o broju turista u ljetnjoj sezoni;
- mjesečni podaci o benčmarkingu za vodovodni sistem Herceg-Novog;
- bazni podaci „Vodacom“ d.o.o. za benčmarking (ukupna proizvodnja i potrošnja vode u lokalnim sistemima, mjesečno, potrošnja vode po potrošaču, po stanovniku i to u zimskom i ljetnjem periodu, stopa naplate, stopa neobračunate vode i td. a za opštine: Herceg-Novi, Kotor, Tivat, Bar i Ulcinj).

Izvedeni podaci, koji prije izrade ovog doktorata nisu bili dio baze podataka, su:

- komparativni izvještaji o „starosti“ i brzini otklanjanja kvarova na vodovodnoj mreži;
- komparativni podaci o stanju opreme na vodovodnoj mreži (vodomjerni satovi, mjerači protoka, ventili, muljni ispusti i dr.)
- komparativni podaci o utrošku materijala na mreži, od vrste materijala do veličine / dimenzije ugrađenog materijala.
- Izvještaji o učinku radne snage na mreži
- Izvještaji o operativnosti na vodovodnoj mreži za sanaciju kvarova (brzina reagovanja za otklanjanje kvarova).

5.3. Analiza stanja vodovodne mreže

Vodovodna mreža je dio prostorne, urbanističke strukture u jednoj sredini. Njeni parametri su uslovljeni brojem objekata za snabdijevanje, odnosno, brojem potrošača, fizičkih i pravnih lica, s jedne strane, ali i performansama sistema, odnosno, konfiguracijom terena, gdje je vodovodna mreža položena, kao i visinom i spratnošću objekata. Ovi parametri sredine sadrže:

- opšte karakteristike cijelog sistema snabdijevanja (kvalitet vode, raspoloživa količina vode, pritisci u mreži, kvalitet i starost cjevne mreže, smjer dopremanja vode, i td.)
- posebne karakteristike mikrosredine (nagib terena, gustina stanovanja, koridori za prolaz vodovodnih cijevi, starost mreže u lokalnoj sredini, broj i kvalitet ventila, čvorišta, broj kućnih priključaka i td.

Polazeći od pretpostavke mogućih tipova mreže: granata i prstenasta, u prvom tipu su ogranci koji su međusobno nezavisni i imaju slijepe završetke, dok kod drugog tipa imamo neprekidno cirkulisanje vode tako da su pojedini krajevi međusobno povezani. Problem granate mreže je stajanje vode u njenim slijepim djelovima u slučajevima male potrošnje, a što je posebno značajno kod sezonskih i povremenih potrošača. Prstenasta mreža omogućava ravnomjernu cirkulaciju i raspodjelu pritisaka u mreži, takođe, u slučaju intervencije na jednom

dijelu cjevovoda za sanaciju kvara moguće je snabdijevanje vodom potrošača promjenom pravca dotoka vode. Veći broj ventila na mreži omogućava podjelu sistema snabdijevanja na sekcije, zapravo, na manje poteze ili površine mreže koje ostaju bez vode, u slučaju intervencije na cjevovodu. Međutim, veći broj “objekata” na mreži znači i veći broj tačkastih gubitaka na mreži, usljed tzv. lokalnih otpora.

Vodomjeri. Prema definiciji “Direkcije za mere i dragocene metale” Republike Srbije, vodomjer je mjerilo koje je projektovano da mjeri, memoriše i prikazuje zapreminu vode koja prolazi kroz mjerni pretvarač u uslovima mjerenja. U vodovodnom sistemu Herceg Novog postoji 19.025 vodomjera. Raspon starosti satova je 20 godina, što je puno imajući u vidu činjenicu potrebne zamjene novim (ili izbaždarenim) nakon pet godina. Mnogi od ovih vodomjera bi trebali već da su amortizovani.

Tabela 5.3.1. Starost ugrađenih vodomjera, njihov broj i količina vode po obračunu za 2019.

Starost (godina)	Broj vodomjera	količina (m ³)
0-5	8.259	1.561,987,00
5-10	5.634	793.955,00
10-15	5.079	617.568,00
preko 15	53	6.269,00
Ukupno	19,025	2.979.779,00

Tabela 5.3.2. Zamjena vodomjera po godinama

	Mjesec	Zamjena vodomjera 2017	Zamjena vodomjera 2018.	Zamjena vodomjera 2019
1	Januar	510 ⁴⁸	121	173
2	Februar	175	73	201
3	Mart	155	145	220
4	April	127	144	256
5	Maj	101	132	213
6	Jun	166	155	237
7	Jul	153	158	360
8	Avgust	219	148	258
9	Septembar	142	132	289
10	Oktobar	168	80	291
11	Novembar	148	315	215
12	Decembar	89	126	189
Ukupno		2035	1729	2902

⁴⁸ U januaru 2017. su bile enormno niske temperature vazduha, od -7 do -9 °C u pojedinim djelovima Opštine usljed čega je puklo staklo na oko 3000 vodomjera.

Problem postojanja starih vodomjera u sistemu, koji više od pet godina nisu izbaždareni ili zamjenjeni, je u očitavanju količine vode, odnosno, u tačnosti pokazane vrijednosti za očitavanje. Vodomjerni mehanizam se vremenom zaprlja sitnim primjesama iz vode, koje djeluju na osjetljivi mehanizam, koče ga i on pokazuje manje vrijednosti proticajnih količina. Proizvođač (najveći broj ugrađenih vodomjera je „Insa“ – Zemun) računa da je umanjeње i do 30% od realne vrijednosti, u zavisnosti od starosti satnog mehanizma. Ovo je u praksi vodovodnih preduzeća pretpostavka koja se ne pokazuje tačnom, ali proračuni “nedostajuće” količine vode u bilansu stanja govore da se radi o količinama koje su sigurno iznad 10%.

Po definiciji, razlikujemo protoke koji prolaze kroz vodomjer:

- Stalni protok (Q3) je najveći, normalni protok pri kome vodomjer radi zadovoljavajućim karakteristikama u uslovima ravnomjernog ili isprekidanog protoka, (Qn-nazivni protok).
- Protok preopterećenja (Q4) je najveći protok pri kome vodomjer može u kratkom periodu da radi zadovoljavajuće, tj. bez pogoršanja rada (Qmax-maksimalni protok).

Vodomjeri su ogledalo stanja jednog vodovodnog preduzeća, jer se preko njih prelamaju dobre i loše strane sistema i potrošnje vode. U tabeli 5.3.4. predstavljene su razne intervencije na vodomjerima, od popravki, aktivnosti na zamjeni, montažama, do redovnih poslova na isključenju i uključenju potrošača, tokom mjeseca jula, kao tipičnog mjeseca kada je pojačana mobilnost rada na mreži, a za godine u periodu 2015 - 2019. Uočava se intenziviranje aktivnosti na zamjeni vodomjera u 2019. godini kao i plombiranje i kontrola vodomjera.

Kao tipična karakteristika primorskog regiona, gdje je turizam dominantna privredna grana, odnosno, rentiranje stanova i soba, javlja se pojava tzv. mirujućih vodomjera u nekom dužem vremenskom periodu. Jedan broj stanova, odnosno, vodomjera, nema nikakvu potrošnju veći dio godine, o čemu je bilo pomena u poglavlju 4. U tabeli 5.3.5. data je mjesečna raspodjela takvih privremeno umrtvljenih vodomjernih brojila, bez potrošnje.

Tabela 5.3.3. Intervencije na vodomjerima, u mjesecu julu po godinama 2015-2019.

OPIS I BROJ AKTIVNOSTI U R.J. BAŽDARNICA							
Godina	Mjesec	Intervencije na vodomjerima	Zam-jena vodom.	Plombira-nje i kontrola vodomj.	Montaža vodomjera	Isključe-nja.	Uključe-nja.
2015	VII	63	55	30	90	47	0
2016	VII	152	120	141	0	119	130
2017	VII	212	153	249	1	136	94
2018	VII	216	158	0	0	191	123
2019	VII	217	360	650	0	93	92
ukupno	VII	860	846	1070	91	586	439

Tabela 5.3.4. Broj vodomjera koji pokazuju stanje nula, u mjesečnoj raspodjeli u toku jedne godine

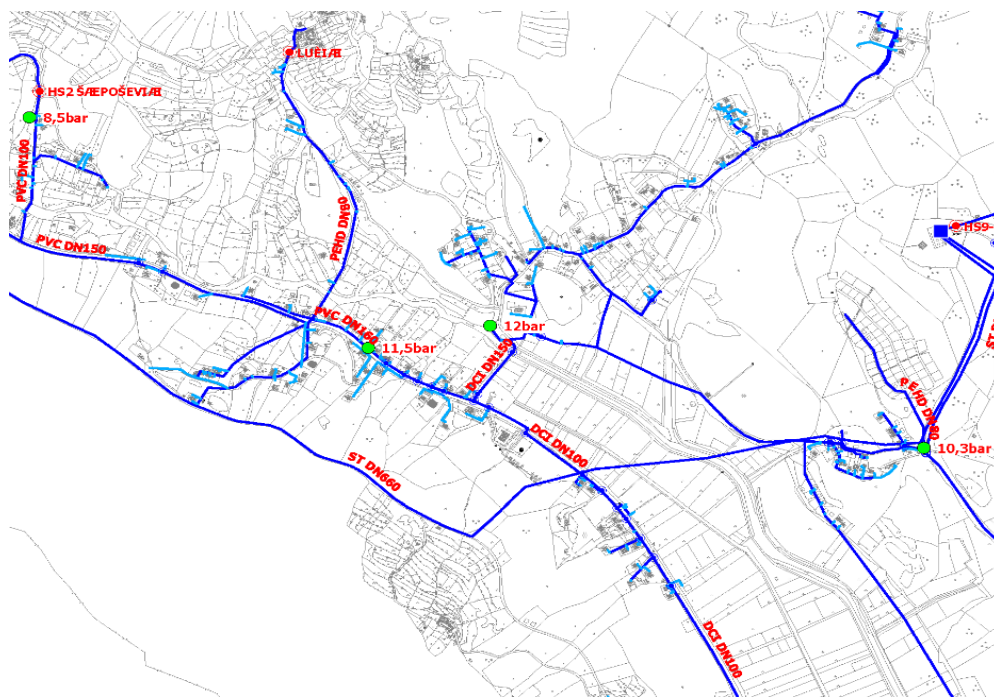
Kategorija potrošača	MJESEC											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
privatne kuće	8.212	8.364	8.385	8.003	7.002	5.648	3.939	3.408	4.597	6.431	7.739	8.191
Stambene zgrade	70	50	100	45	30	29	9	4	10	22	61	99
zgrade sa obračunom potrošnje po stanu-vodomjeru	1.210	1.210	1.233	1.193	1.142	1.098	937	567	794	1.040	1.222	1.283
Privreda	715	736	719	681	608	559	481	452	487	601	675	694
UKUPNO	10.207	10.360	10.437	9.922	8.782	7.334	5.366	4.431	5.888	8.094	9.697	10.267

Upravo ovakav odnos brojeva ukupnih i mirujućih vodomjera najbolje govori o postojanju dva perioda godine, u pogledu potrošnje i aktivnog „rada“ vodomjera. Uz poznate podatke o proizvodnji i potrošnji vode unosimo i nove podatke o brojilima. U smislu karakteristika sistema potpuno je opravdano razdvajanje na dva perioda godine, ljetnji i zimski. Ako baratamo sumom od ukupno 19.500 vodomjera tada podatak iz decembra do marta mjeseca govori da je 42÷43% „mrtvih“ brojila, tj. onih koja nemaju potrošnju. S druge strane i u špicu sezone, u julu i avgustu mjesecu, nalazimo čak 20% takvih, mirujućih vodomjera. Ovo su tipične osobine turističke sredine, sa izrazitim sezonskim karakteristikama u broju potrošača i potrošenim količinama.

Ovim egzaktnim podacima možemo da tvrdimo da u primorskom regionu ni u jednom dijelu godine nemamo 100% potrošnju vode koja uključuje sva brojila. Jedan broj vodomjernih brojila, koja su aktivna tokom ljetnje turističke sezone sigurno nisu aktivna tokom zimskog perioda. I obratno, jedan broj brojila, koja su u turističkim stanovima, aktivna su tokom zimskog perioda, a neaktivna tokom ljetnje sezone. Mogli bi da govorimo o pojmu zimske turističke sezone, ali se radi o potrošačima i količini potrošene vode u vrijeme kada su vodni resursi u maksimumu, pa su ove promjene nevažne za funkcionisanje sistema.

Pritisci u mreži. Visoki pritisci u mreži (8-12 bara) su primarni razlog enormnih gubitaka vode[17][62][70-72] uz nepobitnu činjenicu da stara cjevna mreža ima značajno smanjenu otpornost na unutrašnje pritiske te je podložnija pucanju i stvaranju ruptura u poređenju sa novim. Po zadatku ovog rada prionulo se na sistematsko mjerenje pritisaka u mreži, u pojedinim zonama vodovodnog sistema, počevši od područja Sutorine, u zapadnom dijelu Opštine.

Na slici 5.3.1. predstavljena je karta jednog dijela naselja Sutorina sa ucrtanom cjevnom, vodovodnom mrežom i identifikovanim pritiscima.



Slika 5.3.1. Vodovodna mreža dijela Sutorine sa ucrtanim mjestima izmjerenih pritisaka, koji se kreću od 8,5 do 12 bara

Mjerenje pritisaka provedeno je na cijelom sistemu i to na: cjevnoj mreži očitavanjem 17 stalnih manometara, a uz ventile na glavnim cjevovodima i sekundarnim kracima, kao i uz rezervoare. Ukupno je izvršeno mjerenje na 146 pozicija. U prvoj fazi odrađeno je 9 mjernih mjesta, gdje su ugrađeni ventili za razdvajanje cjevovoda, i izmjereni pritisci u mreži. Osim dijela unutar ravnice sutorinskog polja, gdje su manje nadmorske visine, ostali mjerači pritiska pokazali su veoma visoke vrijednosti pritisaka od 8,5 do 12 bara. Sa manjim varijacijama, u zavisnosti od konfiguracije terena, zapravo su na cijelom području visoki pritisci, a samo u nekim djelovima, u tzv. „džepovima“, su u granicama tolerancije, 5 do 6 bara. Stanje visokih pritisaka u mreži je indikator potencijalnog nastajanja kvarova.

6. REZULTATI

6.1. Uvod

Indikatori performansi (IP)[1][2] kao kvantitativna mjera pojedinih aspekata funkcionalnosti sistema i operativnosti nivoa usluga prema potrošačima, poslužili su kao pokazatelj stanja i promjena u funkcionisanju sistema snabdijevanja vodom. Polazište, ono što čini osnovnu bazu za istraživanje, jesu podaci iz niza godina: 2015-2019. o proizvodnji i fakturisanju količini potrošene vode, neobračunatoj količini vode, kvantitativni pokazatelji stanja mreže kroz intervencije na popravkama kvarova, zamjene hidromašinskih djelova i elektroinstalacija, sanacija i rekonstrukcija objekata na mreži, otkrivanje „nevidljivih“ kvarova, uspostavljanje matrice kvantitativnih pokazatelja stanja sistema i pokazatelja stanja upravljanja vodovodnim sistemom. Iz baznih podataka proizilaze smjernice za poboljšanje stanja.

U postavkama hipoteze rada (poglavlje 1.2.) iskazana je potreba izrade modela vodovodnog sistema za bavljenje odnosom proizvedene i potrošene, odnosno, potrebne količine vode. Vodovodni sistemi u Primorju Crne Gore sušestveno se razlikuju od sistema snabdijevanja u kontinentalnom dijelu. Do zaključaka nakon istraživanja došlo se na osnovu povezivanja podataka iz tehničkog i finansijskog sektora. Za metod zaključivanja primjenjen je induktivni princip, od pojedinačnog ka opštem. Polazište je nađeno u singularnim stavovima, od jednog vodovodnog preduzeća, i na osnovu toga se došlo do opštih zaključaka za posmatrani region. Izabran je hercegnovski sistem, a dobijeni zaključci i stavovi su primjenljivi kao opšti za čitav region primorja Crne Gore. Vodovodni sistemi u primorskom regionu Crne Gore imaju karakteristiku postojanja dva izrazita perioda godine sa recipročnim odnosom proizvedene i potrebne/potrošene količine vode. U svakom od njih je maksimalna usredsređenost upravljanja aktivnostima tehničkog i naplatnog sektora i približno jednak stepen razvijenosti mreže i objekata na njoj; sličan odnos između proizvedene i obračunate količine, potom, uključenost u benčmarking aktivnosti sa praćenjem ključnih indikatora performansi sistema, ali i socijalna kategorija, mentalitet naroda, kao potrošača i kao upravitelja sistemom snabdijevanja.

Rad daje zaključke neophodne za dopunu benčmarkinga, odnosno, za njegovu realniju primjenu za vodovodne sisteme u primorju, kroz uvođenje principa sezonalnosti.

Ključni podaci u radu su:

- Količine proizvedene vode, po mjesečnim iznosima
- Količine potrošene vode po mjesečnim iznosima (barata se pojmom obračunate ili fakturisane količine, koja je ekonomska kategorija)
- Broj intervencija na popravkama na mreži,
- Sistematizovani izvještaji po radnim naložima, ažurirani na nivou sedmice, mjeseca i godine.
- Ažurirani podaci o upotrebljenim materijalima za zamjenu na cjevnoj mreži
- Popis svih vrsta potrošača i saznavanje o količini nelegalno utrošene vode.

Osnovne karakteristike sistema snabdijevanja vodom Herceg Novog su:

- Broj stanovnika, po analogiji posljednjeg popisa u 2018. godini: 30.992, broj priključnih na sistem javnog snabdijevanja je 30.500, broj potrošača, kao ukupan broj vodomjera, je 22.583 (septembar 2018.).
- Dužina vodovodne mreže (primarna i sekundarna): 214,5 km, tercijalna: cc-a 100 km
- Sistem dobija vodu iz HET-a, posredstvom vodostana „Plat; količina dotoka u sistem varira u rasponu 350–490 l/s; iz lokalnog izvorišta Opačica, (u zavisnosti od perioda-godine) ubacuje se do 150 l/s.
- Sistem snabdijevanja vodom je karakterističan po sezonskoj neravnomjernosti u odnosu na proizvodnju i potrošnju vode.
- U vrijeme ljetnje turističke sezone broj domaćih stanovnika, gostiju i turista računa se u maksimumu na 80.000.)⁴⁹.
- Tečenje u mreži je pod pritiskom i kvazistacionarno, pritisci su u velikom dijelu sistema iznad 6, a sežu i do 12 bara; sistem je prepumpni u tri visinske zone, generalno, a sa vertikalnim prodorima ponegdje i u četiri i pet zona, do kote 300 odnosno 450 mnm.
- Gubici vode su u direktnoj vezi sa kvalitetom i starošću cjevne mreže, načinom polaganja, uticajima kvazi urbanizacije i nepoštovanjem koridora hidrotehničke infrastrukture; funkcionalno su povezani sa radnim pritiscima u mreži i manevrima na mreži, načinom povezivanja i td.

6.2. Osnovne karakteristike operativnog sistema u pogledu sanacije kvarova

U prethodnim analizama stanja baratalo se paušalnim procjenama stanja i ocjenama gubitaka, jer je osnovno polazište bila samo tzv. neobračunata količina vode.

Poznati podaci za vodovodne sisteme u primorju Crne Gore su: neobračunata voda je 55-65% od proizvedene količine u ljetnjem periodu (jun- septembar), a do 85% u zimskom (ostali, nesezonski dio godine). U hercegnovskom vodovodnom preduzeću od oktobra 2017. godine vodi se precizna evidencija o saniranim kvarovima na mreži: kroz podatke o definisanju lokacije kvara, obračunu vremenskog perioda od dojava kvara do započinjanja sanacije („brzina reagovanja“), zatim angažovanje radne i kvalifikacione radne strukture u sanaciji, specifikaciji utrošenog materijala sa unošenjem pozicija kvara u karte mreže i vođenje „mikrolokacijske“ evidencije učestalosti kvarova. Na kraju, dolazi obračun ekonomske vrijednost cjelokupne aktivnosti intervencije. Podaci se obrađuju sedmično, potom kumulativno mjesečno, pa godišnje. Treba imati u vidu činjenicu različitog stepena operativne spremnosti i mobilnosi, tokom zimskog i ljetnjeg perioda.

U ljetnjem periodu podiže se nivo mobilnosti i operativnosti u sanaciji kvarova. Podaci govore da je u hercegnovskom sistemu snabdijevanja u periodu oktobar 2017–decembar 2019. značajno podignut stepen operativnosti na sanaciji kvarova na mreži, u rastućem nizu od zimskih ka ljetnjim mjesecima, ali i u poređenju sa stepenom operativnosti iz ranijeg perioda, uz

⁴⁹ Turistička organizacije Opštine Herceg Novi jednom sedmično dostavlja Vodovodu ažurirane podatke o broju turista.

napomenu da je i ranije mobilnost ekipa na sanaciji kvarova tokom ljetnjih mjeseci bila značajno veća u poređenju sa zimskim periodom. Ono što je kvalitativna promjena na bolje je činjenica da je stepen ažurnosti povećan i prije početka ljetnje sezone, što znači da je pribjegavanje sanaciji „starih“ ili dugo ležećih kvarova postalo dio svakodnevnih aktivnosti, a ne da se ti poslovi ostavljaju da se odrade tokom ljetnjeg perioda, kako je bila praksa ranijih godina.

Količina proizvedene, fakturisane (potrošene) i neobračunate vode

Odnos ukupno proizvedene, fakturisane i neobračunate količine vode u sistemu snabdijevanja govori o prvom stepenu efikasnosti vodovodnog sistema. U tabelama 6.2.1. zatim 6.2.2. i 6.2.3. date su vrijednosti proizvedene, fakturisane i neobračunate količine vode, u mjesečnoj disperziji, a za niz godina od 2015. do 2018. Drugi stepen efikasnosti dobija se uključenjem parametara potrošnje električne energije i drugih vrsta goriva i komparira sa naplaćenom količinom vode. Treći stepen efikasnosti uvezuje radni učinak u sanaciji kvarova na mreži uključujući utrošak reparacionog materijala.

Odnos proizvedene vode za dva perioda godine, zimski i ljetnji period samo za Herceg-Novi, je:

$$K_v = \sum V_{\text{pro.zima}} / \sum V_{\text{pro.ljeto}} = 8,904 \times 106 : 4,113 \times 106 = 2,16$$

Pri tome se uzima da ljetnji period čine mjeseci: jun, jul, avgust i septembar, a na osnovu parametara uvećanja broja stanovnika za više od 35%. Uvijek treba imati u vidu činjenicu da je turistička sezona u direktnoj zavisnosti od vremenskih prilika, te da je to najčešći činilac varijacija u broju turista, računajući da su turistički kapaciteti poznata rastuća vrijednost.

Odnos fakturisane vode, za dva perioda godine, zimski i ljetnji, daje koeficijent sezonske neravnomjernosti potrošene vode (baratamo pojmom fakturisane količine vode, jer se misli na ekonomsku kategoriju za naplatu utrošene količine vode):

$$K_f = \sum V_{\text{fak.zima}} / \sum V_{\text{fak.ljeto}} = 1.567.736 / 1.161.405 = 1,35$$

Odnos proizvedene i potrošene (fakturisane) vode dat je kroz tabelu neobračunate vode 6.2.3.

Tabela 6.2.1. Proizvedena količina vode za period 2015 - 2018 u m³

	PROIZVODNJA VODE PO MJESECIMA ZA PERIOD 2015-2018												
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	septembar		oktobar	novembar	decembar
2015	1.416.361	1.026.286	1.153.677	1.144.841	1.196.799	644.823	1.396.809	1.457.947	1,234,043		923.692	941.688	1.155.073
2016	1.069.274	1.028.493	902.874	936.726	720.381	1.077.895	1.232.363	1.406.148	1,257,040		1.059.059	1.045.238	1.051.554
2017	1.213.851	1.023.322	1.074.842	1.067.904	839.678	1.127.002	1.432.140	1.449.818	1,161,216		1.048.058	970.445	995.561
2018	1.004.132	860.026	935.833	904.867	1.000.115	1.068.941	1.237.689	1.304.916	1,105,747		1.038.951	905.645	1.003.596
srednja vrij	1,175,904	984,532	1,016,806	1,013,584	939,243	979,665	1,324,750	1,404,707	396,503	793,007	1,017,440	965,754	1,051,446
	ZIMSKI PERIOD SUMARNO					LETNJI PERIOD SUMARNO			ZIMSKI PERIOD SUMARNO				
	5,130,069					4,105,625			3,827,647				

Tabela 6.2.2. Fakturisana količina vode za period 2015-2018. u m³

	FAKTURISANA VODE PO MJESECIMA ZA PERIOD 2015-2018 (m ³)											
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	septembar	oktobar	novembar	decembar
2015	169.873	154.285	163.991	169.195	194.273	224.507	354.453	433.965	317,178	215.161	155.605	142.621
2016	187.721	145.396	151.228	160.015	174.595	210.784	349.662	459.566	331,165	198.120	166.452	149.788
2017	165.043	146.372	150.087	164.365	172.795	232.577	359.135	474.350	340,543	204.472	166.457	150.495
2018	153.025	138.122	139.928	163.270	211.226	257.181	378.281	469.898	334,899	221.486	180.905	162.058
srednja vrij	168,916	146,044	151,308	164,211	188,222	231,262	360,383	459,445	110,315	220,630	209,810	167,355
	ZIMSKI PERIOD SUMARNO					LETNJI PERIOD SUMARNO			ZIMSKI PERIOD SUMARNO			
	818,701					1,161,405			749,035			

Tabela 6.2.3. Neobračunata voda u zimskom i ljetnjem periodu

	NEOBRAČUNATA VODA (%)											
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	septembar	oktobar	novembar	decembar
2015	88.01	84,97	85,79	85,22	83,77	65,18	74,62	70,23	74.36	76,71	83,48	87,65
2016	82.44	85,86	83,25	82,92	75,76	80,44	71,63	67,32	73.66	81,29	84,08	85,76
2017	86.40	85,70	86,04	84,61	79,42	79,36	74,92	67,28	70.67	80,49	82,85	84,88
2018	84.76	83,94	85,05	81,96	78,88	75,94	69,44	63,99	69.71	78,68	80,02	83,85
srednja vrij	85.40	85.12	85.03	83.68	79.45	75.22	72.65	67.20	72.10	79.29	82.61	85.53
	ZIMSKI PERIOD SUMARNO					LETNJI PERIOD SUMARNO			ZIMSKI PERIOD SUMARNO			
	83.74					71.79			79.88			

Za zimsku sezonu, za vremenski period 2015-2018:

$$P_z = \sum_{i=1}^n (p_i) / n = (83,74 + 79,88) / 2 = 81,81$$

Za ljetnju sezonu, za vremenski period 2015-2018: 71,79

Ako gledamo u procentima od 2015 ka 2018. godini koeficijente neobračunate vode, uočava se opadajući trend, pa je 2018. godina sa povoljnijim koeficijentima:

za zimsku sezonu: 80,76, a za ljetnju: 69,78.

Odnos neobračunate vode *ljetno* : *zima* usvaja se u relativnim brojevima sa: 0,86 i zvaćemo ga index sezonske ravnoteže u neobračunatoj vodi:

$$I_r = I_{lj} / I_z = 0,86$$

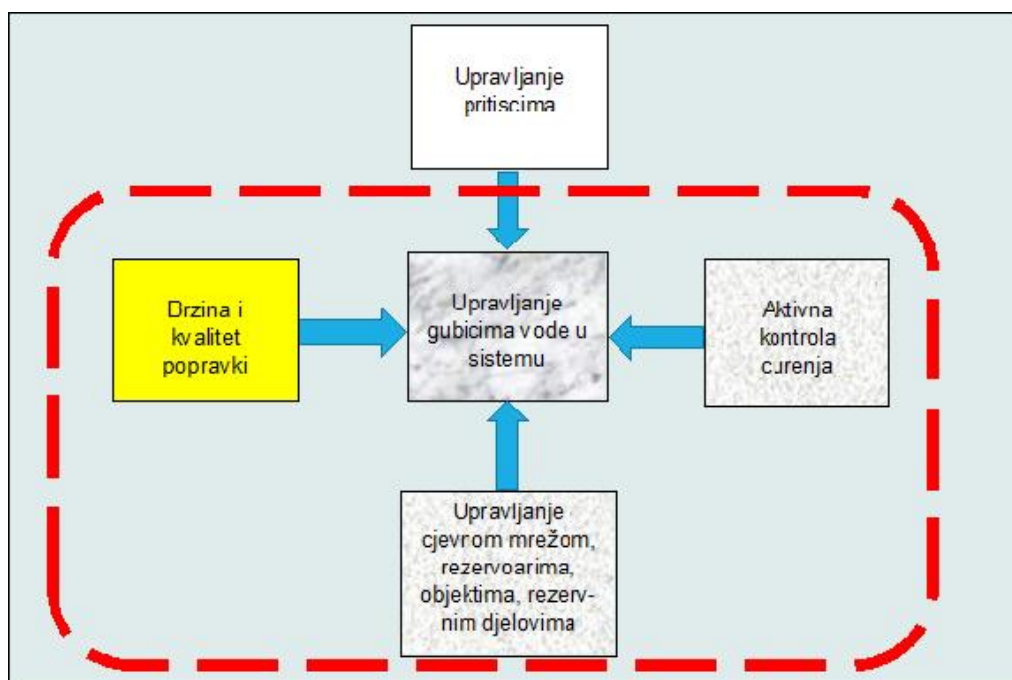
Ovaj odnos treba da ima primjenu u proračunima kod projektovanja cjevovoda, zapravo, kod usvajanja mjerodavnih prečnika u dimenzionisanju cjevovoda, polazeći od činjenice da su u ljetnjem periodu, kada je veća potrošnja, veće količine vode u opticaju, a manji pritisci.

Sezonska neravnomjernost daje koeficijente potrošnje koji moraju da imaju svoju primjenu pri projektovanju.

Efikasnost sanacije kvarova na mreži

Veliki gubici vode u vodovodnim sistemima u primorju, kao bruto odnos proizvedene i potrošene, odnosno, fakturisane vode (u zimskom periodu premašuju 75%) gotovo su uobičajena pojava u svim primorskim sistemima. Step en tehničke opremljenosti, naplativost i radna efikasnost slični su u svim vodovodnim preduzećima od Ulcinja do Herceg Novog. Princip rada i opremljenost su slični iako postoje značajne varijacije. Radna jedinica za intervencije na popravkama kvarova na mreži sastoji se od šefa, poslovođe, majstora vodoinstalatera, bravara – varilaca, zidara, kopača i pomoćnih radnika. Broj uposlenika od svake navedene struke u radnom timu je različit od grada do grada. Na jednom kvaru računa se na radni tim od dva ili tri čovjeka do petnaest, u zavisnosti od uslova terena i mreže.

Metodologija smanjenja gubitaka u vodovodnim sistemima ima više scenarija, koji su prikazani na slici 4.4.2. odnosno, 4.4.4. U složenim sistemima, koji su razvijani stihijski, dakle ne u planskom maniru, veoma je teško upravljanje pritiscima. Pojam „teško“ je u smislu zaokružavanja zona potrošnje uz rezervoare, postavljanja stalnih, povremenih i mobilnih mjerača protoka i pritisaka, što je svakako i značajan finansijski izdatak, organizovanje čitanja i uspostavljanje hidrauličkog modela (Q , v , p). Preostala tri principa za bavljenje gubicima, za njihovo smanjenje, proizilaze iz direktnih aktivnosti na mreži: brzina i kvalitet popravki, aktivna kontrola curenja (sa primjenom opreme za detekciju kvarova i mjeračima pritisaka za manje zone), kao i upravljanje cjevnom mrežom i objektima instalacija, rukovanje rezervoarima, zamjena vodomjernih satova i td.



Slika 6.2.1. Shema upravljanja gubicima vode modifikovana prema realnim mogućnostima u vodovodnim sistemima na primorju Crne Gore

Od svih metoda jedino realno moguće u našim sistemima je provođenje monitoringa za brzinu i kvalitet popravki, dok je aktivna kontrola curenja moguća djelimično. Takođe nije u

potpunosti moguće upravljanje cjevnom mrežom, rezervoarima, objektima, jer je veliki dio cjevne mreže i dalje nepoznanica, pošto ne postoji georeferencirano ucrtana mreža. Upravljanje pritiscima gotovo da nije moguće u postojećim uslovima vodovodnih sistema. Shema na slici 6.2.1. predstavlja modifikovano upravljanje gubicima u realnim uslovima vodovodnih preduzeća na primorju Crne Gore.

Obradom podataka o saniranim kvarovima upotpunjava se baza podataka o stanju mreže, odnosno o brzini radne spremnosti u raznim vrstama interventnih poslova na sanaciji oštećenja, kao i vremenskom ponavljanju na dionicama. Podaci se unose u tabele Indikatora performansi. IP-i su pokazatelji uspješnosti (ili neuspješnosti) i dio su poslovne strategije preduzeća, ili u ovom slučaju, IP-i odražavaju mjeru sanacije kvarova. Smanjenje gubitaka vode u sistemu, po pravilu, znači da u kvarovima leži “jedan novi resurs”.

Podaci predstavljeni u tabeli 6.2.1. pokazuju da je brzinom sanacije kvarova 24-ro časovno reagovanje u otklanjanju kvarova, od momenta dojavljivanja do potpune popravke, značajno poboljšano u 2018. godini u poređenju sa prethodnima, pa je u avgustu dostignuto čak 87% saniranja kvarova u prvih 24 sata od dojavljivanja ili otkrivanja istih. Značajno je smanjeno postojanje “starih” kvarova čija je starost duža od 10 dana.

Najstariji kvar ostao je svega na 14 dana što je u poređenju sa istim mjesecom 2017-e i tada zaostalih 40 kvarova, koji su čekali na opravku više od 10 dana, a najstariji kvar je bio čak 134 dana. Tim aktivnostima u sistem je “vraćena” količina od 16,07% ukupne količine koja je ušla u sistem ili 82,5 l/s izgubljene vode tokom jula mjeseca, a 11,17% ili 54,1 l/s u avgustu.

Tabela 6.2.4. Komparativna tabela vrijednosti brzina (vremena) reagovanja u otklanjanju kvarova

VRIJEME (BRZINA) REAGOVANJA U OTKLANJANJU KVAROVA									
			vrijemeproteklooddojavekvara do početkaintervencije						
Godina	mjes.	ukup-nokva-rova	do 1 dana	do 2 dana	do 3 dana	do 4 dana	5-10 dana	više od 10 dana	maksimalno dana
2015	I	80	59	6	3	7	2	3	14
	%	100	73.75	7.50	3.75	8.75	2.50	3.75	
2016	I	80	42	7	6	2	10	13	65
	%	100	52.50	8.75	7.50	2.50	12.50	16.25	
2017	I	170	125	18	7	3	6	11	87
	%	100	73.50	10.60	4.10	1.80	3.50	6.50	
2018	I	85	68	3	5	4	4	1	88
	%	100	80.00	3.53	5.88	4.70	4.70	1.19	
2019	I	92	79	3	2	0	8	0	7
	%	100	85.87	3.26	2.17	0.00	8.70	0.00	
2015	II	69	48	8	2	3	6	2	15
	%	100	69.56	11.60	2.90	4.34	8.70	2.90	

2016	II	107	43	8	6	13	24	13	63
	%	100	40.19	7.48	5.60	12.15	22.43	12.15	
2017	II	94	67	3	5	3	10	6	99
	%	100	71.20	3.20	5.40	3.20	10.60	6.40	
2018	II	81	57	8	9	2	3	2	29
	%	100	70.37	9.88	11.11	2.47	3.70	2.47	
2019	II	93	77	4	3	1	8	0	8
	%	100	82.80	4.30	3.22	1.08	8.60	0.00	

2015	III	90	48	9	11	2	8	12	50
	%	100	53.33	10.00	12.22	2.22	8.88	13.35	
2016	III	118	75	8	2	3	10	20	194
	%	100	63.56	6.78	1.69	2.54	8.48	16.95	
2017	III	108	88	4	6	0	7	3	20
	%	100	81.40	3.70	5.60	0.00	6.50	2.80	
2018	III	79	63	3	5	6	1	1	28
	%	100	79.75	3.80	6.33	7.60	1.26	1.26	
2019	III	140	115	6	6	2	10	1	22
	%	100	82.14	4.29	4.29	1.43	7.14	0.71	

2015	IV	99	57	3	6	3	22	8	59
	%	100	57.58	3.03	6.06	3.03	22.22	8.08	
2016	IV	100	74	2	8	4	7	5	63
	%	100	74.00	2.00	8.00	4.00	7.00	5.00	
2017	IV	91	53	13	10	6	4	5	36
	%	100	58.20	14.30	11.00	6.60	4.40	5.50	
2018	IV	136	107	9	9	3	7	1	88
	%	100	78.68	6.62	6.62	2.20	5.15	0.73	
2019	IV	118	86	8	6	6	7	5	37
	%	100	72.88	6.78	5.08	5.08	5.94	4.24	

2015	V	117	76	5	7	4	12	13	31
	%	100	64.96	4.27	5.98	3.42	10.26	11.11	
2016	V	104	73	8	3	3	5	12	69
	%	100	70.19	7.69	2.89	2.89	4.80	11.54	
2017	V	92	64	5	5	4	7	7	70
	%	100	69.60	5.43	5.43	4.34	7.60	7.60	
2018	V	159	107	6	13	10	14	9	28
	%	100	67.30	3.77	8.18	6.29	8.80	5.66	
2019	V	104	88	3	4	2	4	3	11
	%	100	84.62	2.89	3.84	1.92	3.84	2.89	

2015	VI	129	88	10	10	2	7	12	64
	%	100	68.22	7.75	7.75	1.55	5.42	9.31	

2016	VI	154	91	9	10	5	22	17	129
	%	100	59.09	5.85	6.50	3.24	14.28	11.04	
2017	VI	169	110	17	12	4	17	9	113
	%	100	65.10	10.10	7.10	2.40	10.10	5.20	
2018	VI	234	177	15	9	4	10	19	47
	%	100	75.64	6.41	3.85	1.71	4.27	8.12	
2019	VI	161	145	9	2	2	2	1	12
	%	100	90.06	5.60	1.24	1.24	1.24	0.62	

2015	VII	194	115	16	20	8	24	11	135
	%	100	59.28	8.25	10.30	4.12	12.37	5.68	
2016	VII	147	79	14	13	4	16	21	70
	%	100	53.74	9.52	8.85	2.72	10.88	14.29	
2017	VII	186	89	11	13	5	26	42	70
	%	100	47.80	5.90	7.00	2.70	14.00	22.60	
2018	VII	210	176	9	10	10	3	2	73
	%	100	83.80	4.30	4.80	4.80	1.40	0.90	
2019	VII	198	171	5	10	1	8	3	14
	%	100	86.36	2.52	5.06	0.50	4.04	1.52	

2015	VIII	224	140	16	11	8	21	28	62
	%	100	62.50	7.14	4.91	3.57	9.38	12.50	
2016	VIII	187	110	10	21	3	19	24	345
	%	100	58.82	5.35	11.23	1.60	10.17	12.83	
2017	VIII	218	125	19	14	2	18	40	132
	%	100	57.30	8.70	6.40	0.90	8.30	18.40	
2018	VIII	188	164	8	2	2	9	3	14
	%	100.0	87.20	4.30	1.10	1.10	4.70	1.60	
2019	VIII	177	169	4	2	2	0	0	4
	%	100	95.48	2.26	1.13	1.13	0.00	0.00	

2015	IX	201	120	24	14	7	24	12	117
	%	100	59.70	11.94	6.97	3.47	11.95	5.97	
2016	IX	156	100	5	12	6	15	18	206
	%	100	64.10	3.24	7.68	3.84	9.61	11.53	
2017	IX	176	98	16	16	5	24	17	78
	%	100	55.69	9.09	9.09	2.84	13.63	9.66	
2018	IX	207	173	9	10	5	9	1	20
	%	100	83.57	4.35	4.84	2.41	4.35	0.48	
2019	IX	186	160	6	6	4	8	2	19
	%	100	86.03	3.22	3.22	2.15	4.30	1.08	

2015	X	118	75	19	2	1	7	14	63
	%	100	63.56	16.10	1.71	0.86	5.90	11.87	

2016	X	157	118	5	7	5	8	14	177
	%	100	75.16	3.18	4.46	3.18	5.09	8.93	
2017	X	201	97	17	10	15	24	38	158
	%	100	48.26	8.46	4.98	7.46	11.94	18.90	
2018	X	182	155	14	6	3	4	0	8
	%	100	85.17	7.69	3.29	1.65	2.20	0.00	
2019	X	194	169	5	8	3	7	2	18
	%	100	87.11	2.58	4.12	1.55	3.61	1.03	

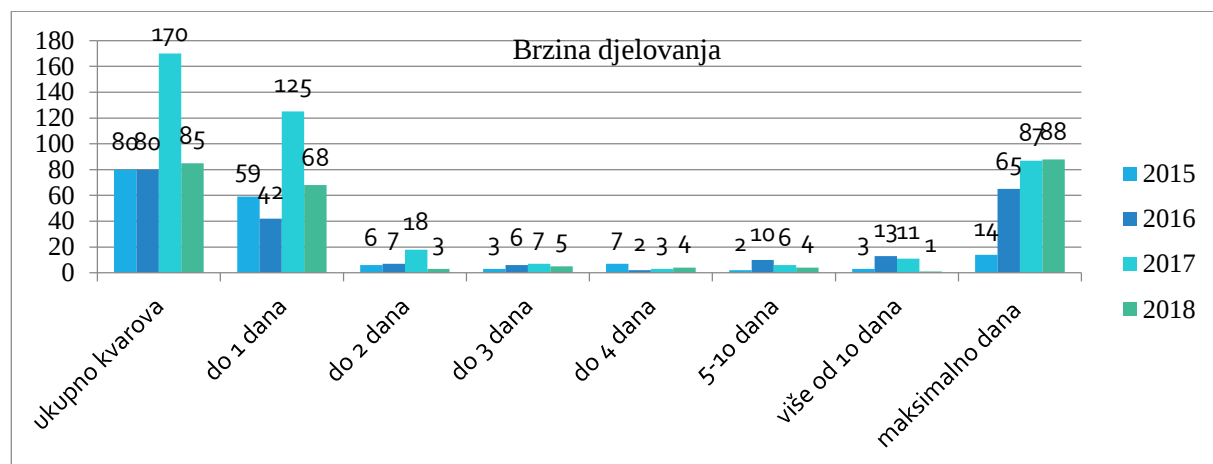
2015	XI	115	65	13	16	3	11	7	89
	%	100	56.52	11.31	13.91	2.60	9.57	6.09	
2016	XI	102	66	2	12	1	6	15	73
	%	100	64.70	1.97	11.76	0.98	5.89	14.70	
2017	XI	102	66	13	10	7	5	1	60
	%	100	64.70	12.74	9.80	6.86	4.91	0.99	
2018	XI	176	143	8	5	4	16	0	10
	%	100.0	81.25	4.54	2.84	2.27	9.09	0.00	
2019	XI	99	77	5	3	5	7	2	34
	%	100	77.78	5.05	3.03	5.05	7.07	2.02	

2015	XII	118	60	10	10	1	17	20	80
	%	100	50.85	8.47	8.47	0.85	14.41	16.95	
2016	XII	136	94	6	10	9	6	11	126
	%	100	69.12	4.41	7.35	6.62	4.41	8.09	
2017	XII	91	65	6	5	6	2	7	36
	%	100	71.42	6.60	5.50	6.60	2.19	7.69	
2018	XII	107	76	9	12	4	6	0	8
	%	100	71.03	8.41	11.21	3.73	5.62	0	
2019	XII	108	97	5	2	2	1	1	29
	%	100	89.81	4.63	1.85	1.85	0.93	0.93	

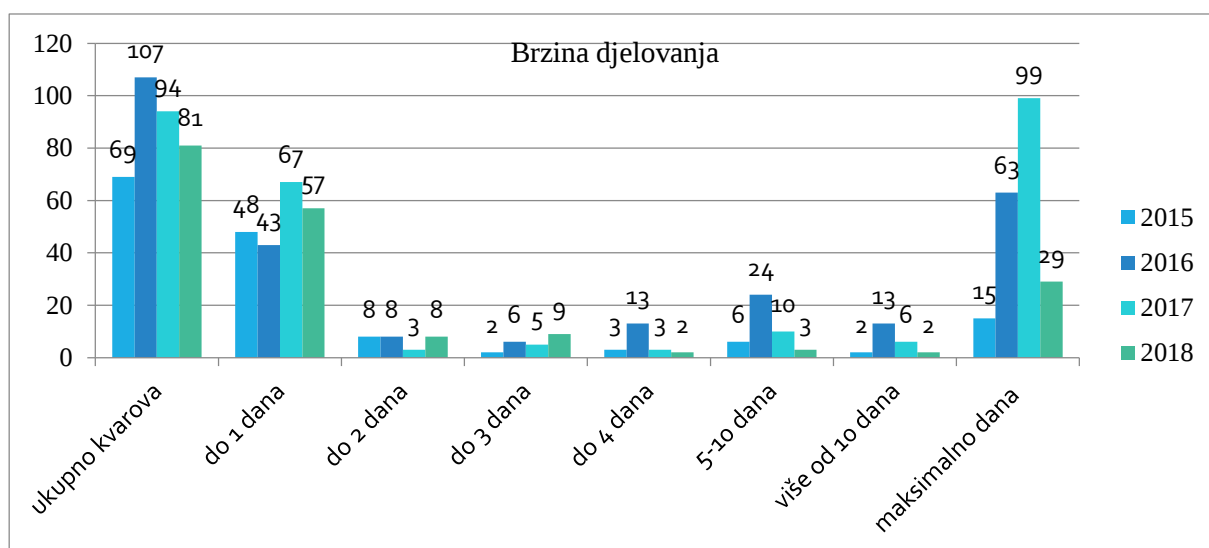
Tabela 6.2.4. pokazuje koliko je povećan stepen radne operativnosti na mreži, a indikatori performansi govore koliko je povećan stepen funkcionalnosti sistema smanjenjem fizičkih gubitaka, odnosno, smanjenjem gubljenja vode na procurivanja iz kvarova. Odgovor za povećanje stepena efikasnosti radnika na mreži leži u njihovoj motivisanosti za obavljanje poslova. Monitoring rada na sanaciji kvarova u kontekstu je pretpostavke o povezivanju gubitaka vode na mreži kroz angažovanje i rad ljudstva, tj. po pojedinačnom i timskom radu na mreži. Ovim je činilac *čovjek* stavljen u prvi plan.

Dijagrami komparacije brzine reagovanja po mjesecima i sezonama:

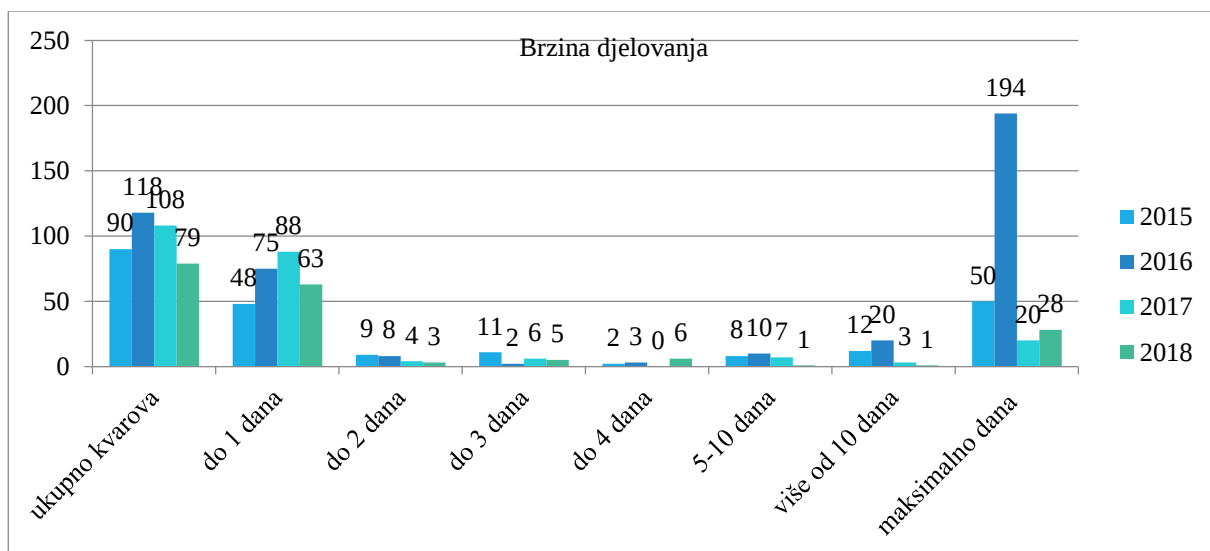
I – Zimska sezona: januar – maj, oktobar-decembar



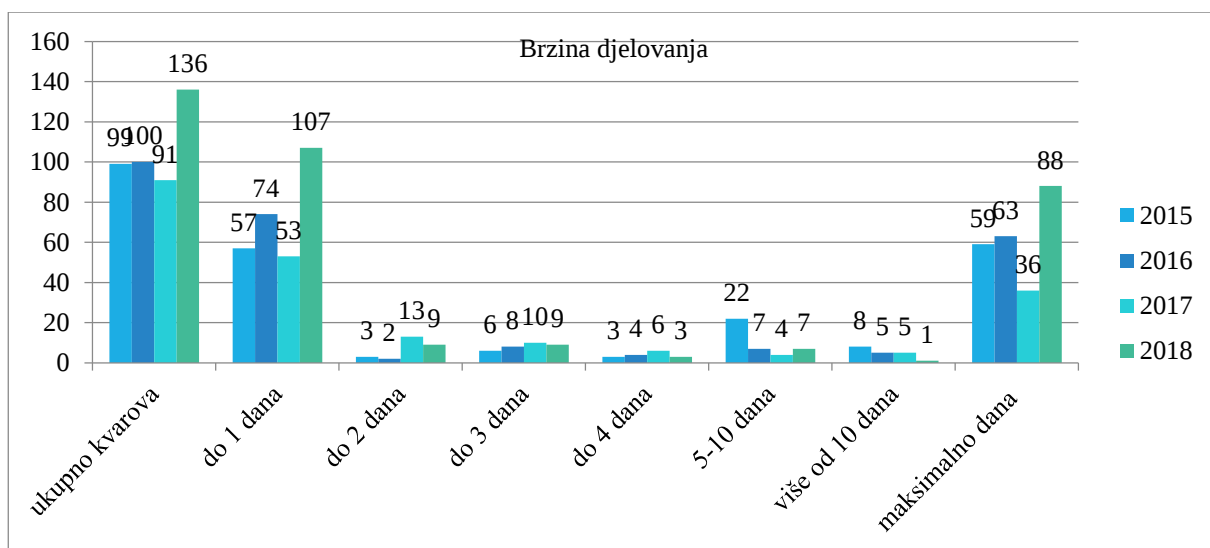
Slika 6.2.2. Dijagram za januar 2015-2018.



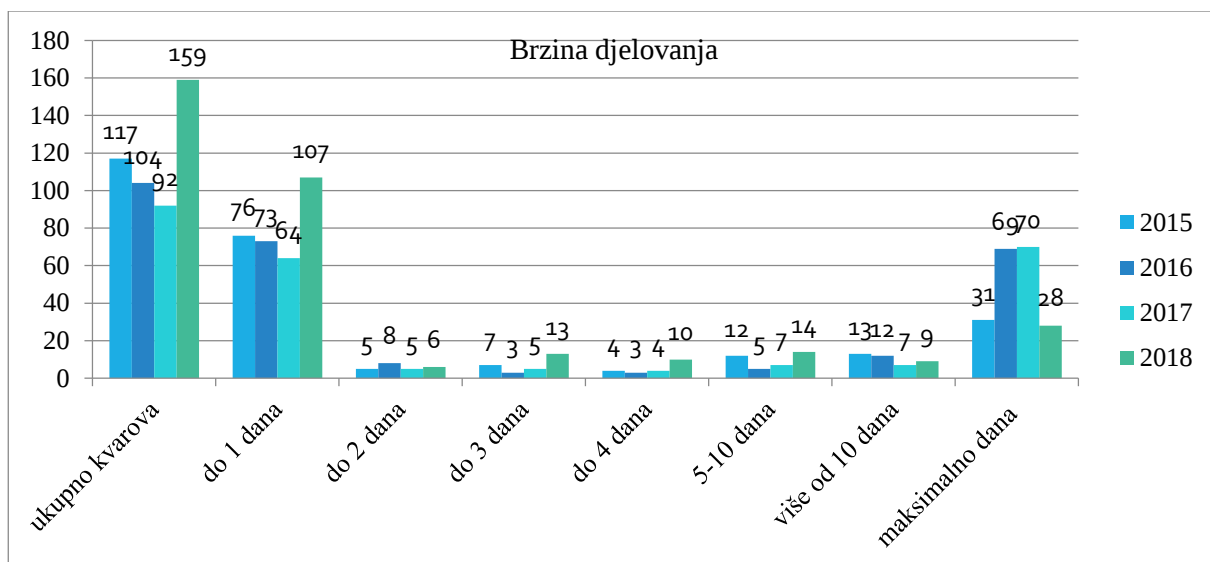
Slika 6.2.3. Dijagram za februar 2015-2018.



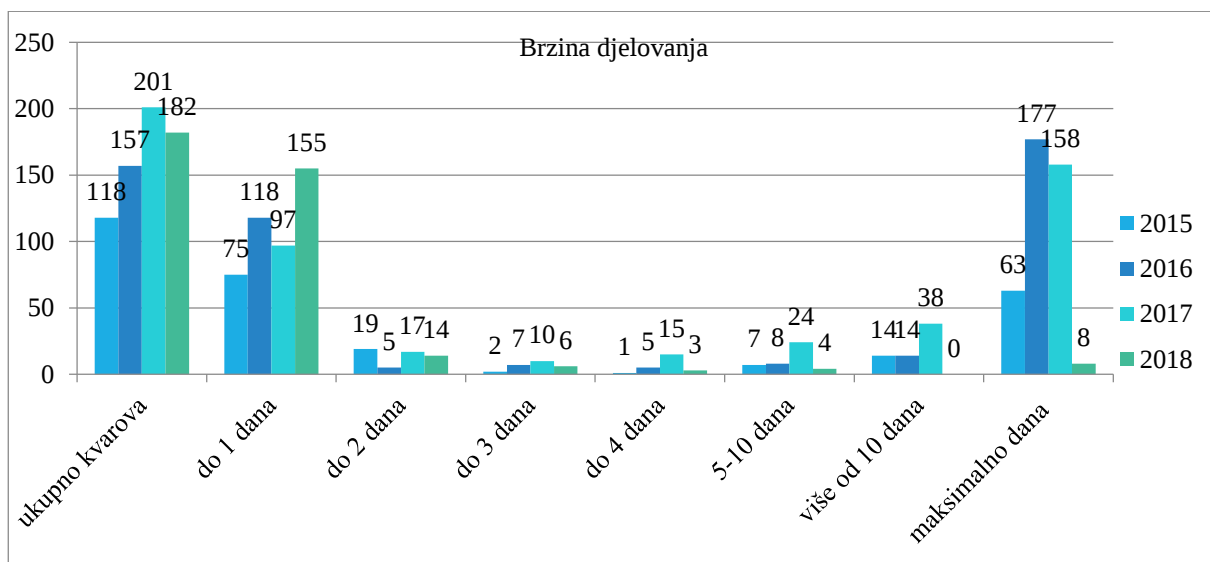
Slika 6.2.4. Dijagram za mart 2015-2018.



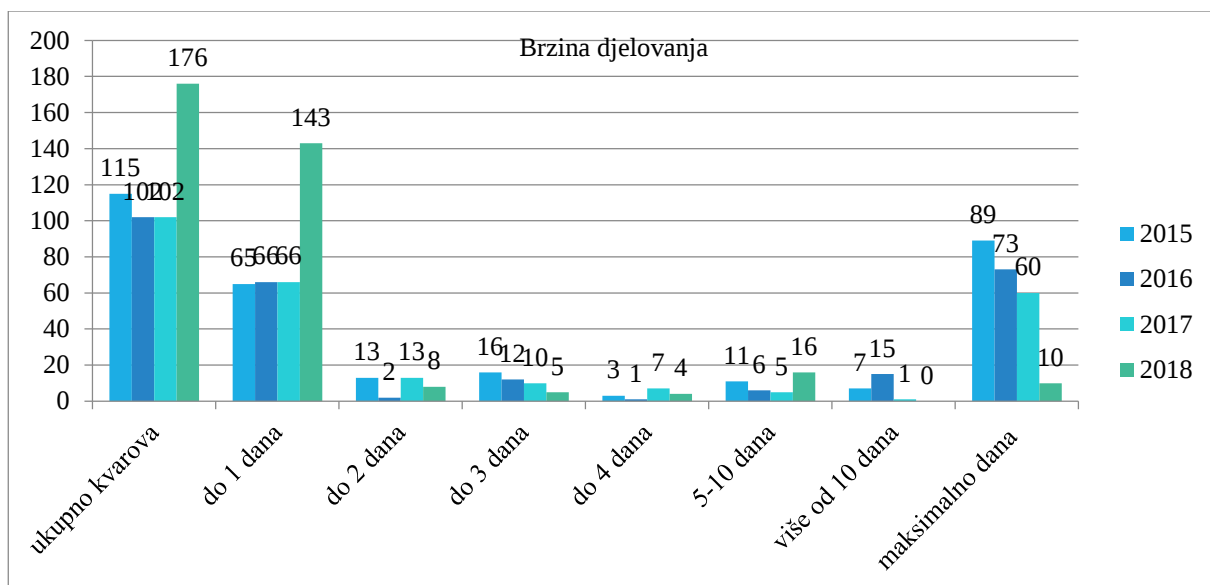
Slika 6.2.5. Dijagram za april 2015-2018



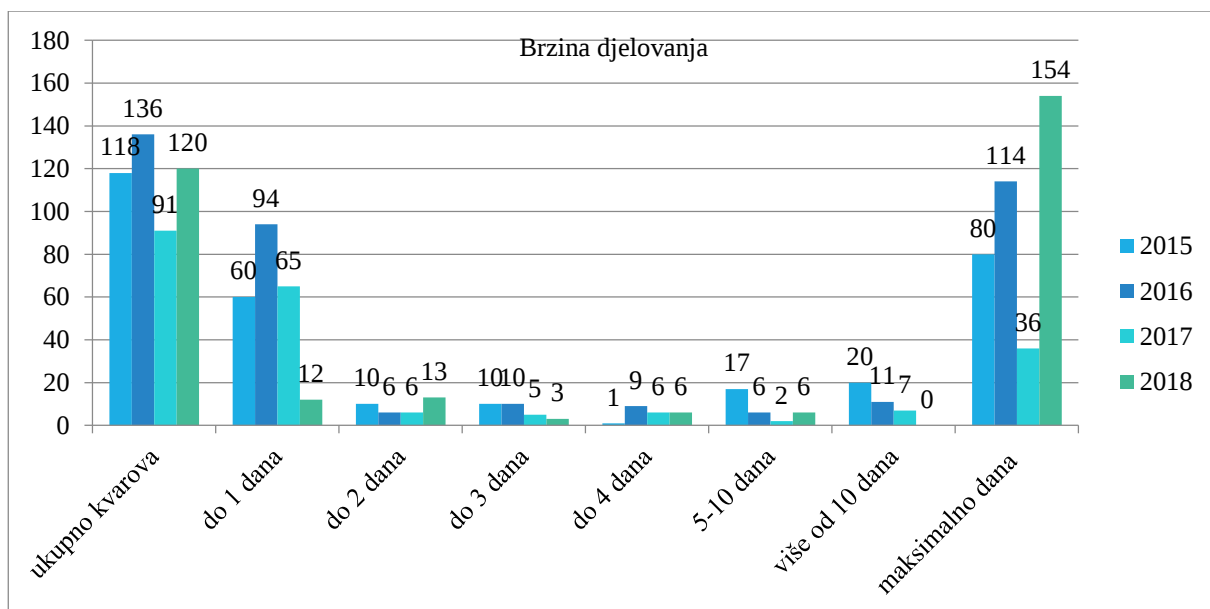
Slika 6.2.6. Dijagram za maj 2015-2018.



Slika 6.2.7. Dijagram za oktobar 2015-2018.

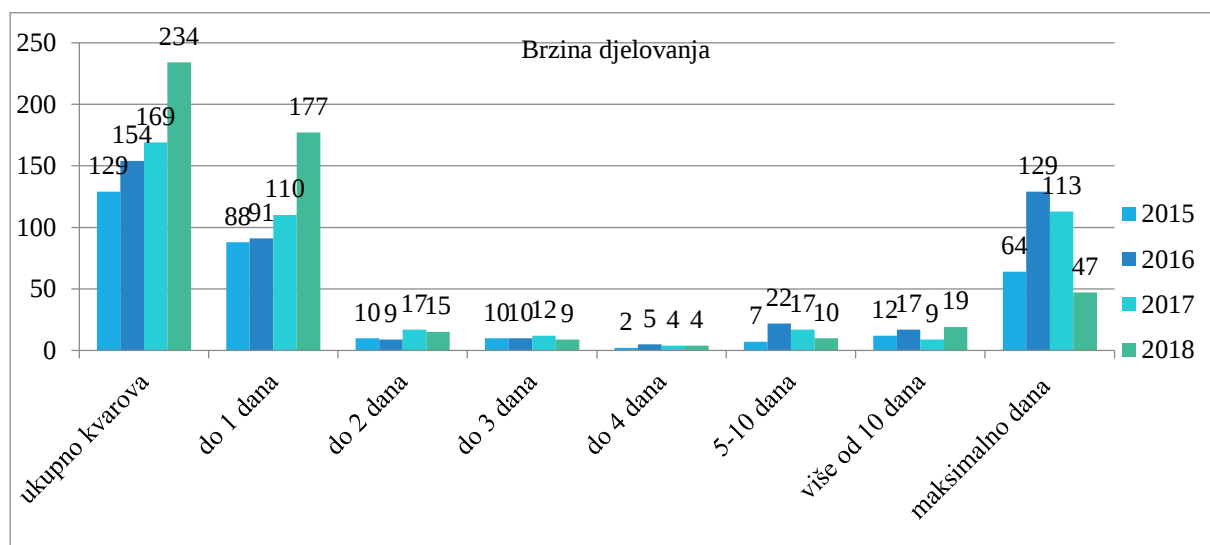


Slika 6.2.8. Dijagram za novembar 2015-2018.



Slika 6.2.9. Dijagram za decembar 2015-2018.

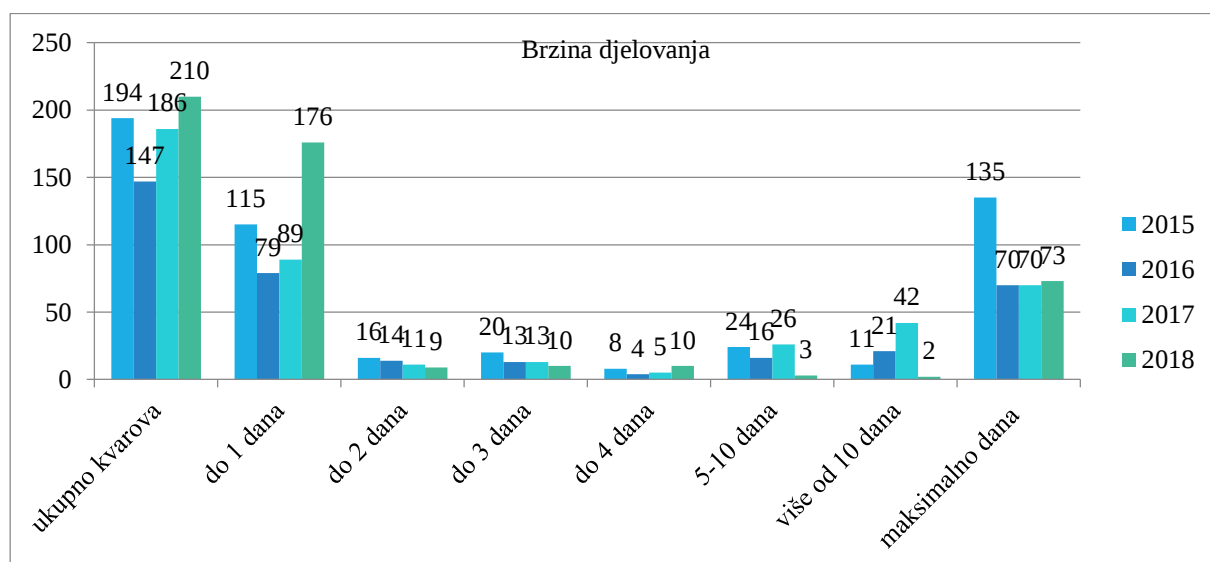
II – Ljetnja sezona : jun-septembar



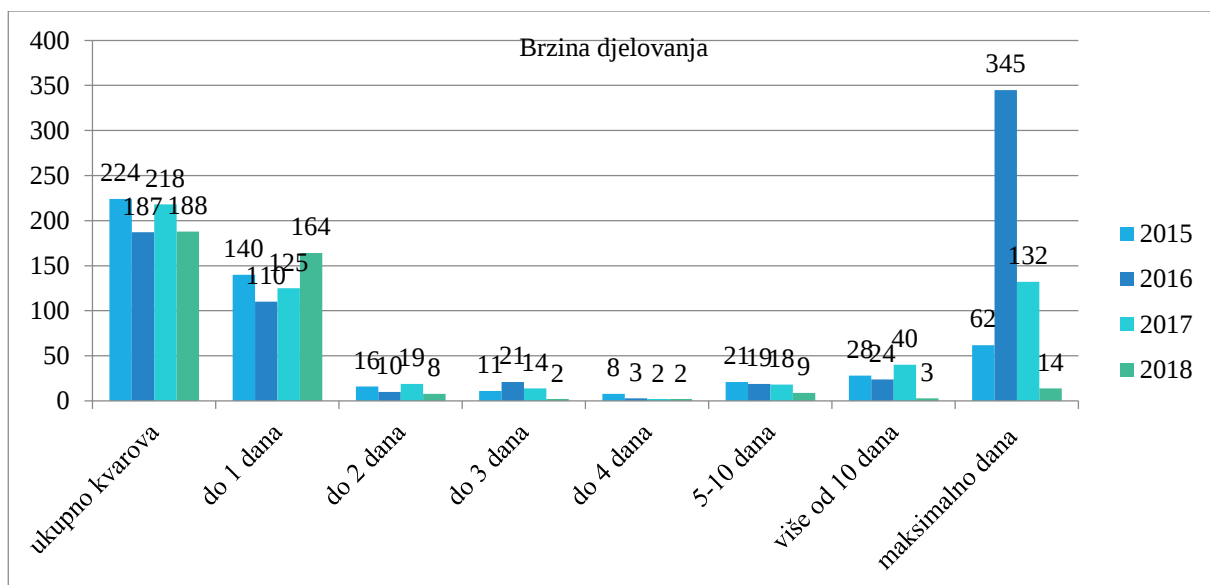
Slika 6.2.10. Dijagram za jun 2015.-2018.

Osnovne karakteristike progressa sa vođenjem preciznih izvještaja o otklonjenim kvarovima na mreži su:

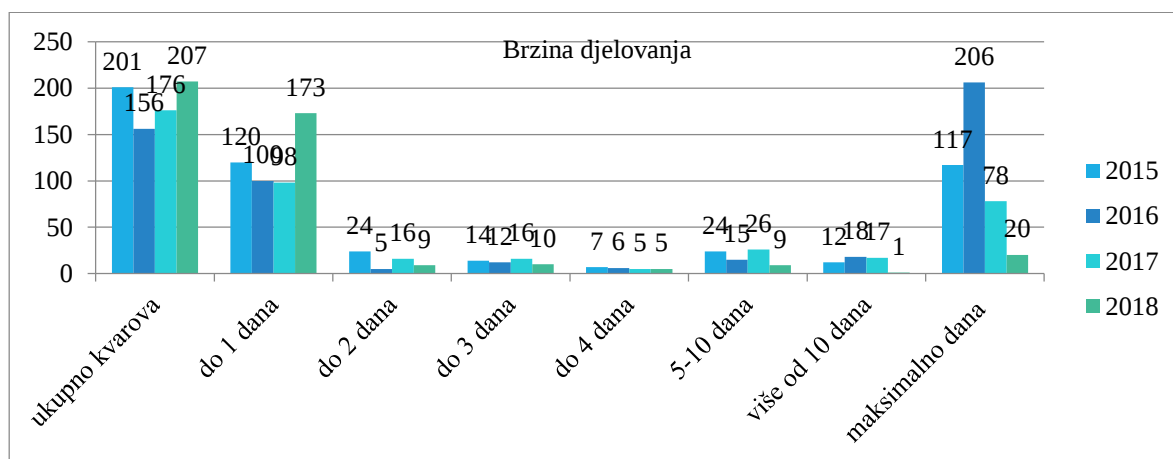
- Značajno uvećan broj saniranih kvarova u poređenju sa ranijim godinama.
- Značajno povećana aktivnost sanacije kvarova za prva 24 sata (u odnosu na dojavu o kvaru), do 80% i preko toga.
- Smanjen broj starih kvarova.
- Težnja ka ujednačenom stepenu saniranja kvarova tokom godine ili tokom dva različita perioda godine.



Slika 6.2.11. Dijagram za jul 2015-2018.



Slika 6.2.12. Dijagram za avgust 2015-2018.



Slika 6.2.13. Dijagram za septembar 2015-2018.

Diskusija za tabelu 6.2.4. i dijagrame o brzini reagovanja u otklanjanju kvarova

Za analizu brzine otklanjanja kvarova korišteni su podaci za godine: 2015-2019. Dobijeni podaci služe za kontrolu radnog kontinuiteta. Podaci, koji se ažuriraju na osnovu dnevnih izvještaja, u službi za održavanje vodovodne mreže, daje sliku o stanju mreže, s jedne strane, odnosno s druge o stepenu operativne spremnosti radnih timova za sanaciju i otklanjanje kvarova. Operativnost otklanjanja kvarova, u ovom slučaju, vezuje se za pojam „brzina reagovanja“. „Brzina reagovanja“ je klasifikovana po vremenu koje je proteklo do potpunog eliminisanja oštećenja na cjevovodu i stavljanja istog u funkciju.

Pri ovoj analizi treba imati u vidu i činjenice uticaja vremenskih prilika. Primjer velikog uticaja vremenskih prilika je bila zima 2016/17, decembar-januar, sa posljedicama koje su se odrazile na februar iste godine. Naime, januar 2017. godine imao je netipičnu klimatsku

karakteristiku izuzetno niskih temperatura, u trajanju od 1. do 31. januara, kada je ukupno 21 dan temperatura vazduha bila ispod nule, sa najnižom od -8°C (zabilježena 12. januara 2017. i sa -11°C u nekim djelovima opštine, Sutorina, Kutina), a u periodu od 6 do 13. januara temperature su bile u rasponu: -3 do -8°C . Tako niske temperature nisu zabilježene u posljednjih 70 godina. Posljedica niskih temperatura je oštećenje više od 3.000 vodovodnih brojila (najčešće pucanje stakla na satu zbog stvaranja leda i povećanja zapremine) i povećan broj oštećenja na mreži usljed pucanja cijevi uzrokovanih zaleđenom vodom u njima. Iz tih razloga januar i februar 2017. daju sliku o oštećenjima na mreži koje treba uzeti kao ekstremne, sa veoma malom vjerovatnoćom ponavljanja u narednih deset ili dvadeset godina.

Brzina reagovanja u otklanjanju kvarova, kako je prikazano u tabeli 6.2.4., klasifikovana je na:

- Kvarove otklonjene istog dana prijavljivanja
- Kvarove otklonjene u roku od dva dana od prijavljivanja
- Kvarove otklonjene u roku od tri dana od prijavljivanja
- Kvarove otklonjene u roku od četiri dana od prijavljivanja
- Kvarove otklonjene u periodu između pet i deset dana od momenta prijavljivanja
- Kvarove starije od deset dana
- Stare kvarove, iskazane u ukupnom broju dana do potpune sanacije.

Uslovi za reagovanje ove vrste, kao osnovna djelatnost vodovodnog preduzeća, su:

- Smanjenje gubitaka vode na vodovodnoj mreži
- Povećanje distributivne moći cjevovoda
- Obezbeđenje adekvatnog pritiska u mreži ka potrošačima
- Povećanje količine vode u sistemu snabdijevanja
- Povećanje stepena ekonomsko-finansijske efikasnosti vodovodnog sistema
- Spriječavanje daljih posljedica (zabaravanje terena, stvaranje nekontrolisanih uličnih slivanja vode, opasnost po prolaznike u slučaju leđenja vode, odnosno, sliskost kamenih stepeništa stvaranjem mahovine i td).
- Vidljiva procurivanja i njihovo duže postojanje koje nameće sliku nemarnog odnosa upravljača prema sistemu snabdijevanja, osjećanje nebrige prema vodi i potrošačima, što generalno doprinosi sveukupno lošoj slici stanja i upravljanja sistemom.

Zaključci iz analize otklanjanja kvarova:

- U januaru mjesecu (izuzev 2017.) broj ukupno otklonjenih kvarova je sličan kao i za sve druge godine (80-85), ali se mijenja broj kvarova otklonjenih istog dana po dojavljivanju; dakle, brzina reagovanja u toku 24 časa podignuta je na 80%, samim tim u 2018-oj je smanjen broj kvarova starih više od dva dana; broj otklonjenih kvarova starih 5 do 10 i više od 10 dana dostiže pik u 2016. godini, a u sljedećim godinama je primjetno umanjeње; najstariji otklonjeni kvar raste iz godine u godinu (od 14. do 88.). Možemo da zaključimo da u januaru 2018. godine još uvijek nije primjenjena metodologija kontrole i praćenja dinamike sanacije kvarova u smislu podizanja operativne spremnosti.
- Serija za februar govori o kumulativnom porastu broja otklonjenih kvarova, a izuzev 2016.-te brzina reagovanja u toku 24 sata drži se na oko 70%, broj otklanjanja u toku 2, 3, 4 dana značajno opada u korist kraće brzine reagovanja; najstariji kvar u 2015. je bio

15 dana, dok je u 2018. bio 29 dana; u godinama između, najstariji kvarovi su bili: 63 odnosno, 99 dana.

- Mart mjesec i dalje ne pokazuje bitnu razliku u brzini reagovanja za 2018-tu; rezultati za 2018. su slični 2017-oj za reagovanje u toku: jednog, dva ili tri dana, a značajna su odstupanja kod starijih kvarova od 5 dana, dok je isti red veličine za najstariji otklonjeni kvar (28 odnosno, 20 dana). Zaključujemo da je trend otklanjanja kvarova najviše za prvi dan, a značajno smanjeno vremensko zaostajanje popravki nakon prvog dana.
- April 2018. godine daje bolje rezultate za nekih 30% u odnosu na prethodne godine, kako u pogledu 24-ro časovnog reagovanja, gdje je brzina podignuta na 78,7%, otklanjanje za period od 2 do 10 dana ostalo u istom redu veličine (s nekim manjim odstupanjima), broj kvarova starijih od 10 dana je značajno smanjen, a najstariji kvar je 88 dana. Operativnost je podignuta na veći stepen.
- Maj 2018. pokazuje već značajnije poboljšanje u stepenu mobilnosti, kumulativno za cca 50% u odnosu na prethodne godine, iako je reagovanje u toku 24-časa na istom nivou, sve je manje starih kvarova, a najstariji je 28 dana; primjećuje se sličnost 2018. sa 2015-om godinom u procentualnoj zastupljenosti vremena otklanjanja kvarova. Zaključuje se da je operativnost podignuta na veći stepen u odnosu na 2017. godinu.
- Jun, jul, avgust (pretpostavlja se i dio septembra a bez zvaničnih podataka turističke organizacije to se teško utvrđuje) su mjeseci „ljetnje“ sezone, kada važe izmjenjeni režimi upravljanja vodovodnim sistemom, odnosno mrežom, i kada se sva operativnost diže na najveći mogući stepen da bi sanacijom kvarova bila omogućena što veća količina vode u sistemu snabdijevanja, a radi povećanog broja potrošača.
- U junu 2018-te je značajno uvećan kumulativni broj popravljenih kvarova, čak na 234, a čak 177 ili 75,6% je završeno tokom 24 sata od trenutka dojavljivanja, broj kvarova otklonjenih u toku 2, 3, 4, 5. i više dana je značajno smanjen u poređenju sa prethodnim godinama, a najstariji kvar je bio 47 dana. Stara praksa je bila da se ljeti otklanjanju „stari“ kvarovi, ali se dešava u 2018. godini da je sve manje zaostalih kvarova. Stepenn operativnosti je značajno povećan u poređenju sa prethodnim godinama.
- U julu mjesecu je povećan kumulativni broj otklonjenih kvarova, a istovremeno je smanjen broj dvodnevni, trodnevni i starijih kvarova, dok je najstari (od 73 dana) na nivou 2017. i 2016.
- Operativnost iz jula se odražava na stanje sanacije kvarova u avgustu, pa je kumulativni broj manji nego prethodnih godina, a dvodnevni, trodnevni i svi stari kvarovi značajno su smanjeni, pa i najstariji kvar je od samo 14 dana, značajan napredak u poređenju sa 2017. i najstarijim kvarom od 132 dana ili 2016. i njenim rekordnim kvarom starim 345 dana. Operativnost je na visokom nivou.
- U septembru 2018. je kumulativni broj popravljenih kvarova bio na nivou 2015-te, sa preko 200 saniranih kvarova, ali s tom razlikom što je operativnost u 2018. mnogo bolja, pa je dnevna intervencija 83,57% (za razliku od 2015. kada je to bilo 59,70%); značajno se smanjuje broj intervencija starijih od dva, tri i više dana, pa su kvarovi stariji od 10 dana svedeni samo na jedan, a najstariji otklonjeni je star 20 dana, što je značajan napredak u odnosu na prethodne godine, kada je to bilo: 117, 206 i 78 dana. Postignut je visok nivo operativnosti.
- U oktobru 2018. je kumulativni broj otklonjenih kvarova nešto manji nego u 2017. godini, ali je zadržan visok nivo operativnosti, za 24-ro časovno reagovanje 85,17%, broj starijih kvarova je recipročan vremenu trajanja, toliko da nema saniranog kvara starijeg od 10 dana, a najstariji kvar je samo 8 dana.

- Novembar 2018. je daleko učinkovitiji od istog mjeseca iz prethodnih godina, u odnosu na prethodnu godinu uvećanje je 70%; to ukazuje na povećanu radnu spremnost, s jedne strane, ali i otvara pitanje nastalih kvarova. Treba imati u vidu činjenicu da tim za detekciju kvarova funkcionira intenzivnije, jer se sada kvarovi detektuju kvalitetnijom opremom, nego što je to bilo prije 2018. godine, tim je uigraniji. Reagovanje u toku prvih 24 sata je podignuto na visoki nivo od preko 80%, rapidno su smanjena reagovanja duža od dva dana, a najstariji kvar je sveden na 10 dana.
- Decembar mjesec 2018. godine u poređenju sa istim mjesecom iz prethodne tri godine bilježi znatno bolji radni efekat i to više od 50% je bolji nego u prethodnoj godini, a sa skoro 80% reagovanja u prvom danu od dojava kvara. Brzina reagovanja za starije kvarove je povećana u odnosu na novembar mjesec, a povećana skoro dva puta u odnosu na brzine reagovanja u 2017. Šest kvarova je sanirano u periodu od 5 do 10 dana, a najstariji kvar je sveden na devet dana.

Stanje na mreži, kvalitet i starost cjevovoda, ventila i armatura povezujemo sa brojem kvarova i učestalošću nastajanja. Mapiramo kvarove i povezujemo sa mapom pritisa. Tabela komparativnih vrijednosti 6.2.4. daje sistematski pristup o evidentiranju kvarova i njihovom otklanjanju. Uzimamo za relevantne brojeve kvarova ovdje prikazane u tabeli, kao konačne brojeve kvarova. Iz tabele 6.2.4. proizilaze dijagrami 6.2.1. do 6.2.12. gdje se operacionalizacija popravki kvarova na mreži svodi na dva perioda godine: zimski i ljetnji, u skladu sa premisom o dva međusobno različita perioda sa recipročnim ključnim parametrima (proizvodnja i potrošnja vode, pritisci u mreži, operativnost radnika na mreži).

Jasno se uočavaju bitne razlike za: 2015, 2016, 2017. u odnosu na 2018. godinu za zimski i ljetnji period. Operativnost na mreži je tokom zimskih mjeseci, u prve tri godine, bila značajno manja nego u ljetnjem periodu, odnosno:

- Stari kvarovi (stariji od 10 dana od dana detektovanja) rješavani su u ljetnjem periodu.
- Stari kvarovi su se često pretvarali u trajne kvarove jer se na njih zaboravljalo.
- U 2018. godini je podignut stepen operativnosti radnika na mreži tako što se reaguje na sve kvarove, bez obzira na dijametar cijevi ili doba godine, što je za posljedicu dobilo značajno smanjenje starih kvarova (u prosjeku 8-10 dana).
- Smanjenje vremena od otkrivanja do saniranja kvara, tokom cijele 2018. godine, napravilo je značajnu razliku u količini vode u sistemu koja je primjetna u ljetnjem periodu, inače povećanje potrošnje; ta „dobijena“ količina vode iz (brže) saniranih kvarova pokazana je u tabeli 6.2.4. i iznosi nekih 10% u odnosu na prethodne godine: 2017, 2016. i 2015. (tada su prihvaćene u sistem dodatne količine vode iz Regionalnog vodovoda da bi bile zadovoljene sve potrebe u potrošnji (broj potrošača se iz godine u godinu povećava).

S druge strane, vraćanjem „izgubljene“ vode u sistem brže se vraćaju pritisci u mreži, koji su zbog povećane potrošnje, ali i zbog kvarova, bili oboreni u ljetnjem periodu, odnosno, raste pritisak u mreži tokom zimskog perioda kada je smanjena potrošnja.

U aktivnostima radnika na mreži veoma je bitna motivisanost za posao i spremnost da se, u što je moguće kraćem vremenskom roku, obavljaju poslovi intervencije na vodovodnoj mreži, bez obzira na klimatske uslove. U vodovodnom preduzeću je potrebno motivisanost za rad držati na visokom nivou: redovnim isplatama mjesečnih zarada, novčanim i drugim vrstama

nagrađivanja, drugim vrstama stimulacija, poticanjem pozitivne profesionalne kompetencije, okupljanjem na „team buiding“-u itd. Direktna međusobna komunikacija upravljačkog tima, menadžmenta, sa izvršiocima na mreži, dogovaranje oko tehničkih rješenja, pospješuje međusobno povjerenje, u prvom redu radnika u rukovodeći kadar, ali i obratno.

Analiza učinka radnika na sanaciji kvarova na mreži

Stepen tehničke opremljenosti, funkcionisanje i radna efikasnost operativnih timova na mreži za sanaciju kvarova, imaju određena odstupanja u vodovodnim preduzećima, od Ulcinja do Herceg Novog. Može se računati na varijetete u raznim sektorima, u domenu primjene tehničko-tehnoloških inovacija, do stepena operativnosti i brzine rada tehničke službe u otklanjanju kvarova na mreži. Radna jedinica za intervencije na popravkama kvarova sastoji se od: poslovođe na mreži, majstora vodoinstalatera, bravara – varilaca, zidara, građevinske operative, kopača i pomoćnih radnika, koji se po svakom radnom nalogu angažuju, u zavisnosti od vrste i obima posla. U okviru radne jedinice formiraju se operativni radni timovi u zavisnosti od broja raspoloživih vodoinstalatera. Vodoinstalateri su nosioci poslova intervencija na vodovodnoj mreži, odnosno, sanacije kvarova. Broj uposlenika od svake navedene struke u radnom timu je različit od grada do grada.

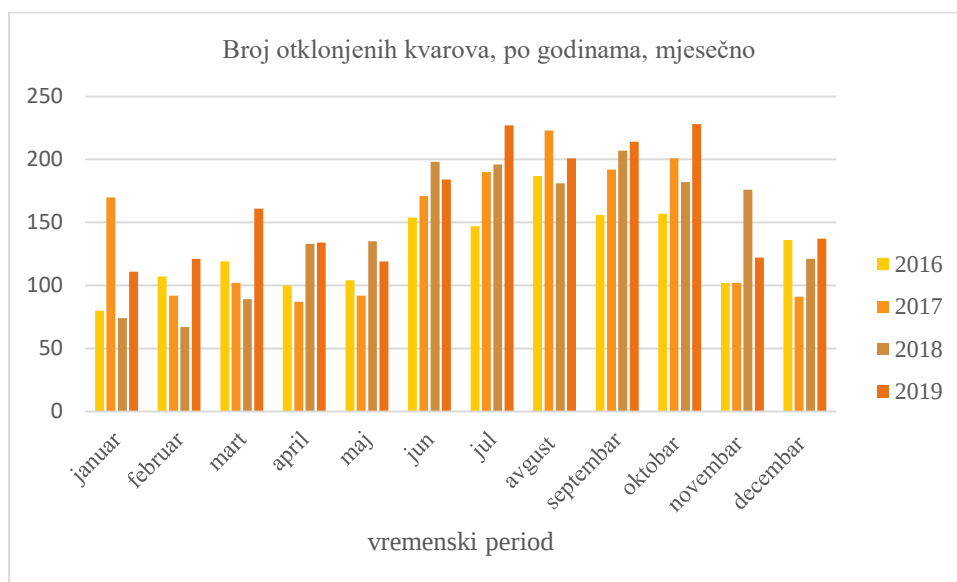
Hercegnovski vodovodni sistem poslužio je za eksperimentalni u dvogodišnjem periodu 2018-2019. za testiranje premise o značaju radne snage na mreži, kada se provodi forsirani monitoring vodovodne mreže za otkrivanje i smanjenje gubitaka. Urađeno je poređenje podataka iz 2018. sa podacima iz perioda 2015-2017. o broju i starosti otklonjenih kvarova, zamijenjenom materijalu, potrošnji električne energije u pumpnim i hidroforskim postrojenjima. Dobijaju se rezultati eksperimentalnog rada o smanjenju gubitaka vode na mreži kroz veću operativnost radne jedinice za intervencije.

Podaci predstavljeni u tabeli 6.2.4. pokazuju da je brzinom sanacije kvarova 24-ro časovno reagovanje u otklanjanju kvarova, od momenta dojavljivanja potpune popravke, značajno poboljšano u 2018. godini, u poređenju sa prethodnim periodom, pa je u avgustu dostignut visoki procenat od 87% odrađenih popravki u toku prva 24 sata od dojavljivanja ili otkrivanja kvara, a značajno smanjen broj “starih” kvarova, za koje se znalo u evidenciji dojavljivanja duže od 10 dana.

Najstariji kvar ostao je svega na 14 dana što je u poređenju sa istim mjesecom 2017. godine razlika veća od 10 dana i sa brojem zaostalih kvarova od 40. Najstariji kvar je bio čak 134 dana, te se to uzima za egzaktni uspjeh operativnog sektora, tzv. “mreže”. Tim aktivnostima u sistem je “vraćena” količina od 16,07% ukupne količine koja je ušla u sistem ili 82,5 l/s izgubljene vode tokom jula mjeseca, a 11,17% ili 54,1 l/s u avgustu. Za ove podatke o kvarovima na mreži i njihovim sanacijama potrebno je vršenje precizne evidencije ili monitoring radova na mreži.

Tabala 6.2.5. Otklonjeni kvarovi na vodovodnoj mreži, ukupno po godinama od 2016 do 2019.

Broj otklonjenih kvarova- ukupan broj intervencija	Godina			
	2016	2017	2018	2019
UKUPNO	1549	1713	1759	1959



Slika 6.2.14. Otklonjeni kvarovi, po mjesecima, za godine: 2016, 2017, 2018 i 2019.

Tabela 6.2.6. Pojedinačni učinak vodoinstalatera u periodu 2016 - 2019.

pojedinačan učinak vodoinstalatera i kopača na mreži	godina			UKUPNO
	2017	2018	2019	
vodoinstalater 1.	244	458	345	1047
vodoinstalater 2.	238	464	398	1100
vodoinstalater 3.	194	351	409	954
vodoinstalater 4.	210	379	335	924
vodoinstalater 5.	80	149	249	478
vodoinstalater 6.	221	512	518	1251
vodoinstalater 7.	0	371	589	960
Ukupno	1187	2684	2843	6714

Povećanje aktivnosti na sanaciji kvarova na mreži uslovljeno je radnom snagom zaposlenih na mreži, njihovom organizacijom, stepenom operativnosti. Upravljačka hijerarhija je od izuzetnog značaja. U načinu upravljanja leži ključ za operativnosti i kreativnosti zaposlenih, u prvom redu na mreži. Efekti radnog učinka na mreži prikazani su u tabeli 6.2.7. Očigledno povećan stepen efektivnosti rada proizišao je iz dobre motivisanosti za rad koju čini:

- dobra organizacija na poslu, planski pristup,
- međusobno uvažavanje i poštovanje hijerarhije znanja i struke,
- redovno obezbjeđena mjesečna primanja,
- poštovanje svakog pojedinačnog radnog učinka,
- otvorenost u upravljanju i zajedničko donošenje značajnih upravljačkih odluka,
- osjećaj sigurnosti za radnika da je zdravstveno i materijalno zaštićen na poslu.

Tabela 6.2.7. Efektivnost učinka radne snage na vodovodnoj mreži u periodu: 2015-2020.

GODINA	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Utrošak radnih sati za opravke na vodovodnoj mreži	6.781	6.961	7.315	8.979	7.561	7.458
Ukupan broj otklonjenih kvarova na vodovodnoj mreži	1.650	1.549	1.713	1.626	1.664	1.624
Broj potrošačkih sati u optimalnom radu sistema (h)	191.887,800	194.051,520	196.267,800	200.586,480	201.892,416	207.150,096
Potrošnja električne energije za vodosnabdjevanje (kWh)	2.175.552	1.973.141	2.074.327	1.463.164	1.475.914	1.259.189

Stanje na mreži, kvalitet i starost cjevovoda, ventila i armatura povezujemo sa brojem kvarova i učestalošću nastajanja. Lokacije kvarova, sa osnovnim karakteristikama, unosimo u karte i povezujemo sa mapom pritisa. Tabela komparativnih vrijednosti daje sistematski pristup o evidentiranju kvarova i njihovom otklanjanju. Iz tabele proizilaze dijagrami, gdje se operacionalizacija popravki kvarova na mreži svodi na dva perioda godine: zimski i ljetnji, u skladu sa zadatkom o razdvajanju na dva međusobno različita perioda godine, sa recipročnim ključnim parametrima (proizvodnja i potrošnja vode, pritisci u mreži, operativnost radnika na mreži).

Jasno se uočavaju bitne razlike za period 2015-2017. u odnosu na princip rada, odnosno, pristup problemu „gubitaka na mreži“ u periodu 2018-2019. Operativnost na mreži, tokom zimskih mjeseci, bila je značajno manja, u prvom periodu, 2015-2017. Set karakteristika rada na mreži iz prvog perioda je:

- Stari kvarovi (stariji od 10 dana od dana detektovanja) rješavani su u ljetnjem periodu.
- Stari kvarovi su se često pretvarali u trajne kvarove jer se na njih namjerno ili nenamjerno zaboravljalo.

U 2018. godini podignut je stepen operativnosti radnika na mreži tako što se reaguje na sve kvarove, bez obzira na dijametar cijevi i doba godine, što je za posljedicu dobilo značajno smanjenje starih kvarova (u prosjeku 8-10 dana), kao i:

- Smanjenje vremena od otkrivanja do saniranja kvara, tokom cijele 2018. godine napravilo je značajnu razliku u količini vode u sistemu koja je primjetna u ljetnjem periodu. Inače, ta „dobijena“ količina vode iz brže saniranih kvarova pokazana je u tabeli 6.6.2. i iznosi nekih 10% u odnosu na prethodne godine: 2017, 2016 i 2015. kada su

zahvaćene dodatne količine vode iz Regionalnog vodovoda da bi bile zadovoljene sve potrebe u potrošnji (broj potrošača se iz godine u godinu povećava).

- S druge strane, vraćanjem „izgubljene“ vode u sistem brže se „vraćaju“ pritisci u mreži, koji su zbog povećane potrošnje, ali i kvarova, bili oboreni u ljetnjem periodu, odnosno, raste pritisak u mreži tokom zimskog perioda kada je smanjena potrošnja i veća količina vode leži u cjevovodima.

U tabeli 6.3.1. prikazane su vrijednosti indikatora performansi za osnovne pokazatelje stanja sistema.

6.3. Kvantifikovanje Indikatora performansi po aktivnostima na sanaciji kvarova na mreži

Indikatori IP1 do IP20 su pokazatelji stanja sistema snabdijevanja vodom i odražavaju vezu između sistema i sanacije kvarova na mreži. Pojedinačna objašnjenja su:

- IP1: pokrivenost uslugom snabdijevanja vodom, pokazuje napredak u broju priključenih potrošača kroz godišnji stepen uvećanja broja potrošača, što je u skladu sa urbanističkim razvojem sredine;
- IP3: mjesečna proizvodnja vode po potrošaču opada, što se pripisuje: a) ili smanjenom dotoku, b) povećanom broju potrošača (iznimka za 2016. godinu);
- IP5: mjesečne varijacije utrošene vode po potrošaču, po godinama, ukazuju da nema promjena u periodu 2015-18;
- IP6: potrošnja vode po domaćinstvima, koja je u porastu;
- IP7: mjesečna potrošnja vode po domaćinstvima, za period 2015-19. varira i ne može se dati konačan zaključak;
- IP8: mjesečna potrošnja vode za privredu, takođe, je u varijacijama, te se za ispitivani period ne može dati zaključak;
- IP9: potrošnja vode za domaćinstva, koja je u blagom padu;
- IP10: stepen potrošnje pravnih lica u odnosu na ukupnu potrošnju, ima godišnje varijacije, obzirom na činjenicu da je osnova privrede turizam, a da on zavisi od brojnih činilaca (političkih i vremenskih prilika) i od dužine trajanja sezone, zaključuje se da su: 2015. i 2018. godine bile sa intenzivnijom potrošnjom i brojem turista nego 2016. i 2017;
- IP13: stepen neprihodovane vode, u padu je od 2015. ka 2018. i to je značajna karakteristika upravljanja;
- IP14: neprihodovana voda iskazana u količini m³ po potrošaču, egzaktn je podatak koji ide u prilog pozitivnog upravljanja sistemom;
- IP15: neprihodovana količina vode iskazana po dužini mreže snabdijevanja, egzaktn je podatak koji govori o smanjenju gubitaka na mreži;
- IP16: jedinična potrošnja električne energije je, takođe, egzaktn podatak, koji govori o smanjenju pogonskih troškova električne enrgije, (izuzetak je 2016. godina);
- IP19: broj otklonjenih kvarova na 1000 potrošača, u porastu je, posmatrajući niz 2016-18;

- IP20: broj kvarova po dužini u kilometrima vodovodne mreže, indikator je u porastu, iz godine u godinu (raste broj identifikacija kvarova odnosno, broj popravki).

Tabela 6.3.1. Ključni indikatori performansi (IP) za snabdijevanje vodom u vodovodnom sistemu Herceg-Novog, za period: 2015. – 2018.

Oznaka IP	Opis indikatora	Formula	Godina			
			2015	2016	2017	2018
IP1	Pokrivenost uslugom vodosnabdijevanja priključcima (%)	$100 * p01v / p01$	96,30	96,34	96,37	96,40
IP3	Proizvodnja vode (m ³ /potrošaču/mjesečno)	$(p27v) / ((p55v))$	52,10	48,10	49,85	44,90
IP5	Potrošnja vode (m ³ /potrošaču/mjesečno)	$(p64v) / (p55v)$	10,23	9,99	10,14	10,23
IP6	Potrošnja vode – domaćinstva (l/s/d)	$1000 * (p59v) / (p01v) / (\text{broj dana u mjesecu})$	184,70	181,07	186,09	186,58
IP7	Potrošnja vode – domaćinstva (m ³ /potrošaču, domać./ mjes.)	$(p59v) / ((p53v))$	8,55	8,37	8,58	8,48
IP8	Potrošnja vode – privreda (m ³ /potrošaču/mjesečno)	$(p63v) / ((p54v))$	33,27	32,14	31,26	34,50
IP9	Potrošnja vode (%) Domaćinstava	$100 * (p59v) / (p64v)$	77,88	78,06	78,06	77,40
IP10	Stepen potrošnje vode pravnih lica u odnosu na ukupnu potrošnju (%)	$100 * (p63v) / (p64v)$	22,12	21,94	21,14	22,60

Oznaka IP	Opis indikatora	Formula	Godina			
			2015	2016	2017	2018
IP13	Stepen neprihodovane vode (%)	$100 * (((p27v) - (p64v)) / p27v)$	80,36	79,23	79,66	77,22
IP14	Neprihodovana voda (m ³ /p/m)	$((p27v) - (p64v)) / (p55v - (p55v.))$	41,87	38,11	39,72	34,67
IP15	Neprihodovana voda po km mreže na dan (m ³ /km/dan)	$(p27v - p64v) / (p13v) / 31$	140,73	129,53	96,61	84,36
IP16	Jedinična potrošnja električne energije po m ³ faktrisane vode (kWh/ m ³)	$p43v / p64v$	0,81	0,74	0,76	0,52
IP19	Broj kvarova na 1000 potrošača	$1000 * p38v / p55v$	75,33	69,93	74,46	71,01
IP20	Broj kvarova po km vodovodne mreže (kvarova/km)	$p38v / p13v$	4,72	5,16	5,66	5,68

Broj kvarova po kilometru vodovodne mreže je povećan od 2015. do 2018. godine (1428, 1549, 1713, 1759). Tačnije, povećan je broj identifikacija kvarova, jer su kvarvi postojali u velikom broju i ranije. S druge strane, svake godine se dograđuje mreža. Tokom 2017. i 2018. godine računa se na 6,63 km novih cjevovoda, pa je indikator IP20 sa manjim korakom uvećanja zbog povećanog imenitelja. Podaci o broju kvarova po kilometru vodovodne mreže ili na 1000 potrošača su ključni pokazatelj stanja mreže, odnosno, operativnosti tehničkog sektora za

sanaciju kvarova i vraćanje izgubljene vode u sistem. Važno je da benčmarking tabele, odnosno, vođenje liste indikatora performansi bude rađeno savjesno i odgovorno, da ih provodi jedno lice koje mora da ima dobru saradnju sa svim sektorima u preduzeću i da brzo uočava sve promjene koje pokazuju brojke. Benčmarking ima zadatak ukazivanja na „crne tačke“ sistema i upravljanje da bi se one pratile, smanjivale ili korigovale, u određenom vremenskom roku. Mora biti jasno da benčmarking znači dobru komunikaciju i koordinaciju svih sektora jednog vodovodnog preduzeća.

Jedna od mjera za proračun tačnih gubitaka u sistemu je klasifikovanje svih vrsta neobračunate potrošnje vode i svih beneficiranih kategorija potrošača (socijalni, medicinski i neki specijalni slučajevi), ugradnja vodomjera i redovno, mjesečno očitavanje vodomjernih satova.

U tabeli 6.3.1. najznačajniji su indikatori o neobračunatoj ili neprihodovanoj vodi, IP13 i IP14. Neprihodovana voda, iskazana procentualno od proizvedene vode ili kroz jedinicu m^3/p ovdje je u opadajućem nizu, što govori o pozitivnom trendu operacionalizacije rada na vodovodnoj mreži i mobilnosti radnih timova na mreži, koji su angažovani na sanaciji oštećenja, odnosno, na vraćanju izgubljene količine vode u sistem. U tom je od značaja brzina i vještina otklanjanja kvarova. To je direktna posljedica predstavljenog u tabeli 6.3.1. analize posvećenog i organizovanog angažovanja ljudstva na sanaciji kvarova, a direktan rezultat tehničke dobiti u tabeli 6.3.2. kroz potrošnju električne energije, koja je u smanjenju.

U tabeli 6.3.1. prikazani su indikatori performansi za osnovne pokazatelje stanja sistema kroz stepen neprihodovane vode, neprihodovanu vodu po korisniku mjesečno, neprihodovanu vodu po kilometru mreže, jedinična potrošnja električne enrgije po m^3 fakturisane i proizvedene vode⁵⁰. Uočava se napredak za 2018. godinu u poređenju sa prethodnima i to po većem procentu odstupanja nego što je to bilo od godine do godine. Procenat neprihodovane vode je smanjen za 2,44% u 2018 u odnosu na 2017, a još značajnije je smanjenje neprihodovane vode po korisniku mjesečno i to za oko $5 \text{ m}^3/\text{korisnik}$; po kilometru mreže na dan za $12,25 \text{ m}^3$ u 2018. u odnosu na 2017. a čak za $56.37 \text{ m}^3/\text{km}/\text{dan}$ u 2018 u odnosu na 2015. godinu. Slično je i sa smanjenjem jedinične potrošnje električne energije po m^3 fakturisane vode, gdje je umanjeње za 46 % u 2018. u odnosu na 2017. i 56 % u odnosu na 2015. godinu.

Indikatori pokazuju napredak po svim parametrima u 2018. godini, dok su u prethodnom bili sa varijacijama. Objektivno gledano, osim poboljšanja u mobilnosti u otklanjanju kvarova na mreži i saniranja procurivanja na rezervoarima, što je ipak srazmjerno manja ušteda na izgubljenoj vodi, nema drugog velikog ili značajnog razloga za napredak koji pokazuju indikatori performansi, za 2018. godinu u odnosu na prethodne. Po tome je rad radnika na mreži ključni činilac poboljšanja stanja u upravljanju vodovodnim sistemom.

Takođe, sama efikasnost radnika na mreži za sebe ne znači mnogo ako nije uvezana s drugim sektorima unutar upravljačkog preduzeća, finansijskim sektorom, odnosno, sektorom za nabavke, koji je odgovoran za nabavku repromaterijala, povezivanje s dobavljačima, izborom

⁵⁰ Ovibenčmarking podaci su izvučeni iz redovnog benčmarkinga, liste indikatora performansi koja se redovno dostavlja nadležnom Ministarstvu i Regulatornoj agenciji za energetiku, koja prati rad vodovodnih preduzeća u Crnoj Gori., pa se kao takvi mogu i provjeriti.

kvaliteta materijala, rokovima nabavke, dopremanjem, skladištenjem. Kontrola toka repro materijala, od momenta kada uđe u preduzeće, evidencija, način skladištenja do njegove ugradnje, izuzetno je važno. Uvijek, u svakom trenutku mora se znati raspoloživost materijala u skladištu te da način njegovog knjiženja bude, ne samo ispravan u evidenciji ekonomsko-finansijskog sektora, već i tačnim evidencijama uvezan sa službom nabavke, magacina za skladištenje i sa izlaznom kapijom, gdje se kontroliše svaka dostavu i otpremanje materijala, i povezan sa službom za monitoring vodovodne mreže. Takvim uvezanim trojnim tokom sprječavaju se negativne pojave nekontrolisanog trošenja repromaterijala. Na osnovu statističkih podataka o vrstama kvarova i učestalosti ugrađenog materijala vrši se procjena godišnje nabavke.

Zaključujemo da brzina otklanjanja kvarova, kao ključna za prvi korak u smanjenju gubitaka, zavisi od činilaca koji moraju da budu međusobno povezani:

- Identifikacije mjesta kvara
- Mobilnost i operativnost radnog tima za sanaciju kvara
- Raspoloživog repromaterijala
- Motivisanosti radnog tima za rad.

Tabela 6.3.2. Indikatori performansi vodovodnog sistema za potrošnju električne energije

Indikatori performansi osnovnih pokazatelja stanja na mreži			Godina			
Oznaka	Opis Indikatora	Obrazac za iz-računavanje	2015	2016	2017	2018
IP16	Jedinični potrošnja el. energije po m ³ fakturirane vode (kWh/m ³)	p42v / p64v	0.81	0.74	0.76	0.52
IP17	Jedinična potrošnja električne energije po m ³ proizvedene vode (kWh/m ³)	p42v / p24v	0.16	0.15	0.15	0.12

6.4. Uvezivanje visine pritisaka i stanja kvarova na mreži

Tabele 4.3.2.-4.3.11. i dijagrami 4.3.3.-4.3.8. daju mjesečne podatke o materijalima koji su korišteni pri popravkama i zamjenjenama na vodovodnoj mreži, po mjesecima, adekvatno tabeli o mjesečno otklonjenim kvarovima, sa brzinom intervencije prikazano po „starosti“ kvara. Analiza je urađena za 2018. godinu u kojoj je već podignuta mobilnost za otklanjanje kvarova na viši stepen u poređenju sa prethodnim godinama, a gdje se kvarovima pristupa bez određenih predrasuda. Prioriteti se određuju od slučaja do slučaja.

U istraživanjima gubitaka u vodovodnim sistemima IWA je najpoznatija institucija koja je razvila metodologiju primjenljivu u primorskom regionu s tim što se nije bavila sezonskim promjenama u sistemima snabdijevanja. IWA je uvela matricu indikatora performansi, sa stalnim izmjenama i dopunama, u skladu sa iskustvima iz primjenjene prakse. Ovom analizom je pokazano da, iako se vrši popravljjanje kvarova tokom cijele godine, jednakim radnim tempom, treba biti spreman da ljeti i dalje treba pojačati radnu aktivnost na mreži, kako redovne obilaske tako i popravke, zbog evidentirano većeg broja kvarova. Vodovodni sistem je živ organizam koji

zahtjeva neprekidno aktivno praćenje stanja. Tokom ljetnje sezone aktiviraju se aglomeracije, pa i cijela naselja, koja nemaju potrošnju u ostalom dijelu godine, ili su u pitanju cjevovodi neidentifikovani u mapama vodovodnog preduzeća.

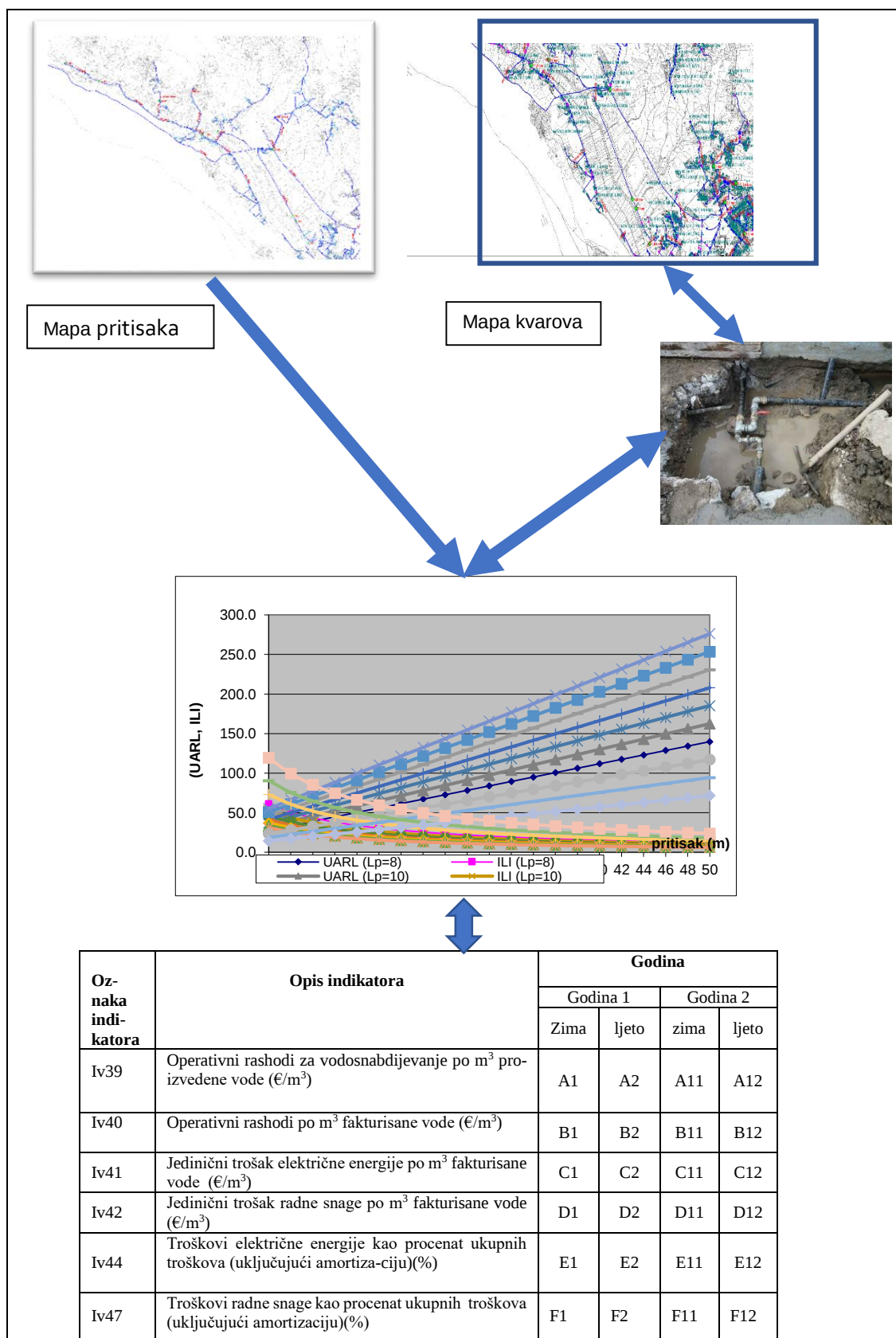
Čitavi potezi distributivne mreže miruju duži vremenski period, nemaju aktivne potrošače, pa procurivanja od kvarova na cjevovodima u tim zonama nisu identifikovana, kako zbog geološkog sastava tla, poroznosti i przog poniranja vode u podzemlje. U tom smislu dijagram na slici 4.4.3. je od značaja za proračun UARL veličina (index neizbježnih gubitaka), po IWA metodologiji. Količnik tekućih realnih gubitaka i neizbježnih gubitaka daje indeks infrastrukturnog procurivanja (ILI index).

Na dijagramu 4.4.3. izračunate su vrijednosti UARL i ILI indexa u zavisnosti od pritisaka u mreži iskazanih u metrima. Dijagram je primjenljiv u praksi kad se za konkretnu visinu pritiska u mreži traži vrijednost UARL indexa, pri početnom uslovu da su tekući realni gubici na mreži 1712 (l/sp/dan) i uz vrijednosti L_p – ukupna dužina privatnih cjevovoda, od granice privatnog vlasništva do vodomjera.

Na slici 6.4.1. data je modelska shema koja predstavlja funkcionalnu povezanost pritisaka na mreži i kvarova, odnosno, popravki. Modelska shema se sastoji od sljedećih koraka:

- I – mjerenje pritisaka na mreži (bar jednom u sezoni: zima i ljeto),
- II – kartiranje tačaka/lokacija sa izmjerenim pritiscima,
- III – kartiranje svih identifikovanih kvarova na mreži,
- IV – preklapanje mape pritisaka sa mapom kvarova, analiza učestalosti kvarova na pojedinim dionicama uvezivanje sa dijagramima za utvrđivanje ILI i UARL koeficijenta u zavisnosti od izmjerenih pritisaka,
- V – ažuriranje baze podataka i računanje indikatora performansi po sezoni zima/ljeto,
- VI – dalje aktivnosti na popravkama na dionici u zavisnosti od učestalosti kvarova na njoj ili zamjena cjevovoda.

Treba imati u vidu da je primjena indikatora performansi zapravo monitoring praćenja stanja. Vrijednosti su promjenljive, jer se mijenjaju i okolnosti mjerenja, kao i situacija na vodovodnoj mreži (novi priključci, novi potrošači, promjenljiv dotok vode u sistem, različita potrošnja, pucanja cijevi usljed raznih uzroka od prirodnih nepogoda do drugih uzroka izazvanih ljudskim djelovanjem).



Slika 6.4.1. Modelska shema odnosa visine pritisa u mreži, kvarova, popravki i indikatora performansi

6.5. Razmatranja o efektima operativnosti na mreži

Kvalitet operativnih aktivnosti na mreži uspostavlja se komparacijom podataka iz više uzastopnih godina, u kojima se poznaju okolnosti nastajanja kvarova i uslovi reparacije oštećenja cjevne mreže. Početni podatak u matrici stanja je količina vode koja se ubacuje u sistem snabdijevanja. Filter stanica „Mojdež“ je prva tačka sistema, gdje se nakon fizičko-hemijskog tretmana sirove vode prečišćena upušta u sistem, ali i gdje se ispuštaju viškovi nepotrebne količine vode, u zavisnosti od perioda godine i potreba potrošnje. Karstna izdan Opačica sa četiri bunara u eksploataciji je druga tačka gdje se ubacuju količine vode u sistema snabdijevanja Herceg Novog.

U tabeli 6.5.1. date su komparativne vrijednosti količina vode koje su ubačene u sistem tokom mjeseca novembra, u 2017. godini, prije početka programa rada na smanjenju gubitaka i u 2018. kada se već ušlo u program povećanog stepena operacionalizacije.

Treba računati da je 2017. godina imala standardni hendikep u dotoku vode u sistem, zbog čišćenja i sanacije hidrotehničkog tunela Trebinje – Plat, što je uobičajena mjera održavanja ovog hidrotehničkog objekta. Dotok ka Herceg Novom je bio obustavljen iz sistema HET-a, u trajanju od 16 danu maju i u junu. To je razlog za evidentiranih 59,9 l/s manje za maj 2017. u odnosu na maj 2018. Osim u decembru 2018. godine, u svim drugim mjesecima 2018. godine pokazuje se pozitivan trend smanjenja gubitaka vode u sistemu.

6.5.1. Komparacija podataka o količinama vode na FS Mojdež, 2017-2018. koje ulaze u sistem Herceg Novog

	2017. godina		2018. godina		RAZLIKA	
	Ukupne količine vode koje ulaze u sistem		Ukupne količine vode koje ulaze u system		Ukupne količine vode koje ulaze u system	
Mjesec	m ³	l/s	m ³	l/s	m ³	l/s
Januar	1.213.851	453,2	1.004.132	374,9	209.719	78,3
Februar	1.023.322	423,0	860.026	355,5	163.296	67,5
Mart	1.074.842	401,3	935.833	349,4	139.009	51,9
April	1.067.904	412,0	904.867	349,1	163.037	62,9
Maj	839.678	313,5	1.000.115	373,4	-160.436	-59,9
Jun	1.127.002	434,8	1.068.941	412,4	58.061	22,4
Jul	1.432.140	534,7	1.237.689	462,1	194.452	72,6
Avgust	1.449.818	541,3	1.304.916	487,2	144.901	54,1
Septembar	1.161.216	448,0	1.105.747	426,6	55.469	21,4
Oktobar	1.048.058	391,3	1.038.951	387,9	9.107	3,4
Novembar	970.445	374,4	905.645	349,4	64.800	25,0
Decembar	995.561	371,7	1.003.596	374,7	-8.035	-3,0
Ukupno:	13.403.837	424,9	12.370.458	391,9	1.033.379	33,1

Imajući u vidu da čitavu problematiku količina vode u sistemu, potrošnju i fakturisanje potrošačima posmatramo kroz vizuru dva perioda godine, zimski i ljetnji, u tabeli 6.5.1. su

izdiferencirana ova dva perioda godine. Žutom bojom je označen ljetnji period, kada je turistička sezona u punom kapacitetu. Uočavamo da je tokom ljetnjih mjeseci količina vode u sistemu, u 2017. godini iznosila od 434,8 do 542,3 l/s u avgustu, kada sezona doseže svoj godišnji maksimum. Za mjesece ljetnjeg perioda 2018. godine bile su na raspolaganju dosta manje količine vode u sistemu, čak milion m³ manje a opet su bili zadovoljeni svi potrošači, u svim visinskim zonama.

U tabeli 6.5.2. date su vrijednosti proizvodnje i potrošnje vode po mjesecima, u 2018. godini i vrijednosti proizvedene i fakturisane vode po potrošaču. Pod pojmom „potrošača“ podrazumijevamo potrošačko mjesto ili vodomjerni sat, dok je priključak mjesto spajanja na vodovodnu mrežu. Na jednom priključnom mjestu može biti više potrošača, odnosno, vodomjernih satova. Zapažamo sljedeće:

- Velika razlika između proizvedene i potrošene vode po potrošaču
- Minimalan odnos proizvedene i potrošene vode je u avgustu mjesecu i iznosi 2,78 (varira u zavisnosti od ulaznog parametra, količine vode koja ulazi u sistem), odnosno, broja potrošača i potrošene količine, koje predstavljaju domicilno stanovništvo uvećano za potrošnju vode turista.
- Odnos između maksimalnih i minimalnih količnika proizvedene i potrošene vode po potrošaču je **2.41**.

Računajući da je dotok vode u hercegnovski sistem oko 1.000.000 m³/mjesечно, bez obzira da li je u pitanju zimski ili ljetnji period, a što je u pogledu lokalnih resursa u vodovodnim sistemima na primorju Crne Gore netipična pojava, (zbog smanjene izdašnosti izvora tokom ljeta), uočava se da je ključan podatak odnos proizvedene i potrošene vode po potrošaču i njegovo periodično variranje. Naime, u drugim vodovodnim sistemima duž primorja (Kotor, Tivat, Budva, Bar, Ulcinj) dolazi do nadopunjavanja vodom iz sistema Regionalnog vodovoda „Crnogorsko primorje“, pa se tim eksternim količinama ublažava smanjen dotok u sisteme iz lokalnih vodnih resursa, tokom ljeta i omogućava kontinualna potrošnja vode, (po karakteristikama prirodnog hidrološkog i hidrogeološkog stanja primorja Crne Gore je aridni predio, poglavlje 3.2.).

Tabela 6.5.2. Proizvodnja i potrošnja vode svedeno na potrošača – čitačko mjesto, u 2018. godini

OPIS	Mjeseci					VI
	I	II	III	IV	V	
Proizvodnja vode (P) (m ³ /mjesec)	1.004.346	860.120	935.883	904.844	1.000.531	1.069.316
Ukupno fakturisana (UF) voda (m ³ /mjes)	153.028	138.122	139.928	163.270	211.226	251.181
Procentualno UF:P (%)	15,24	16,06	14,80	18,04	21,11	23,49
Ukupan broj potrošača	22.412	22.438	22.486	22.559	22.583	22.653
Proizvodnja/potr	44,81	38,33	41,62	40,17	44,30	47,20
Potrošnja/potr	6,83	6,16	6,22	7,24	9,35	11,09

Mjeseci						
VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sumarno
1.238.236	1.304.835	1.105.861	1.004.317	905.543	1.003.596	11.563.320
378.281	469.898	334.899	221.486	180.905	162.717	2.657.998
30,55	36,00	30,28	22,05	19,98	16,21	23 %
22.686	22.755	22.772	22.810	22.841	22.860	22.860
54,58	57,34	48,56	44,03	39,70	43,90	/
16,67	20,65	14,71	9,71	7,92	7,12	/

Tabela 6.5.3. Odnos proizvedene i potrošene vode po potrošaču, mjesečno, na osnovu tabele 6.5.2.

	zimski period					ljetnji period				zimski period		
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Odnos proizvedene i potrošene vode po potrošaču	6.60	6.22	6.69	5.55	4.74	4.73	4.26	2.78	3.30	4.53	5.01	6.17

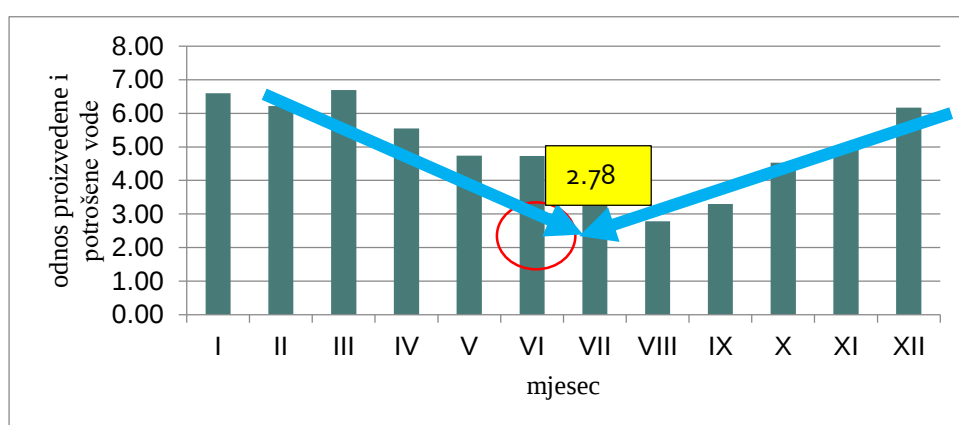
Dobijeni koeficijent odnosa 6,69 za maksimalni i 2,78 za minimalni treba uzeti za ključne podatke u projektovanju nove vodovodne infrastrukture u predjelima koji su planirani za urbanizaciju ili razvoj turističkih, hotelskih kapaciteta, a gdje još uvijek ne postoji hidrotehnička infrastruktura niti mogućnost dopremanja vode iz regionalnog vodovoda. Treba računati na dva godišnja perioda sa oprečnim premisama o proizvodnji i potrošnji vode, jer je očigledno da količina vode u sistemu snabdijevanja tokom cijele godine proizvodi neravnomjerne pritiske u vodovodnoj mreži i na armaturama. To ima za posljedicu stvaranje pukotina i ruptura na cjevnoj mreži i velika procurivanja, a velika procurivanja znače i velike, teško kontrolisane gubitke vode.

Takođe, treba imati na umu podatak da u turističkoj regiji postoji veliki broj neaktivnih brojila tokom većeg dijela godine. Tako je u sistemu Herceg Novog u 2018. godini zapaženo da cc-a 10.300 vodomjera ili 45% u većem dijelu godine nemaju nikakvu potrošnju, odnosno, 4.300 je “potpuno neaktivnih” cijele godine, a oko 6.000 ne pokazuju potrošnju osam mjeseci. Slična je situacija u svim primorskim opštinama. Smanjena potrošnja tokom osam mjeseci godišnje značajno utiče na disbalans i neekonomičnost u funkcionisanju sistema.

Proizvedena, fakturisana (obračunata) voda kao i razni vidovi neobračunate količine i gubici u vodovodnom sistemu, po IWA shemi strukture gubitaka, predstavljeni su u tabeli 6.5.4. i 6.5.5. za reprezentativni mjesec zimskog perioda, februar, u 2017. i 2018. godini i reprezentativni mjesec ljetnje sezone – avgust, takođe za 2017. i 2018. godinu. Izvorna IWA tabela je dopunjena novom kategorijom potrošene vode, koja se računa u ukupnu fakturisanu

količinu, ali koja nije namjenski utrošena, već spada u kategoriju poznatih gubitaka vode. Radi se o tzv. „storniranim sumama“, koje se dobijaju iz storniranih fakturisanih vrijednosti iskazanih u novčanoj protivvrijednosti. Te količine su prošle kroz vodomjerno brojilo, dakle registrovane, stigle do potrošača, ali su zapravo prosute, neplanski i nenamjenski istekle, usljed nepredviđenih okolnosti:

- Kvar na unutrašnjim instalacijama
- Pucanja vodomjernog stakla
- Procurivanja na vodomjeru
- Razne druge vrste procurivanja na ventilima iza glavnog sata
- Pogrešno očitavanje vodomjera
- visoka zona snabdijevanja – vazduh u instalaciji
- drugi uzroci.



Slika 6.5.1. Koeficijenti odnosa proizvedene i potrošene vode po potrošaču sa fokusom na minimalnoj vrijednosti u mjesecu maksimalne potrošnje

IWA metodologija vodnog bilansa, data u tabelama 6.5.5. i 6.5.6. u našim uslovima nije primjenljiva do kraja. Nedostaju realni podaci, a mogu biti nadomješteni pretpostavljenim vrijednostima. Prije svega, u svakom vodovodnom preduzeću drugačije se fakturišu razni oblici potrošnje, kao i razni vidovi otpisa i naplate. I dalje ne postoji tačan popis legalnih i nelegalnih potrošača. (Kroz proces legalizacije objekata biće smanjen broj nelegalnih potrošača, ali ostaje i dalje značajan broj u svim opštinama na primorju onih objekata koji iz nekog razloga nisu ušli u postupak legalizacije, zbog nepostojanja planske dokumentacije ili iz nekih drugih razloga). Ovo su činoci koji umanjuju efektivnost rada vodovodnog sistema.

Teoretska razmatranja i njihova praktična primjena u realnom sistemu dosta se razlikuju. U cilju smanjenja nepoznanice o neprihodovanim količinama vode u standardnu IWA shemu uvodimo novu stavku, *stornirana* fakturisana količina vode. To je količina vode koja se dobija umanjenjem obračunate, potrošene, količine vode kod legalnih potrošača, usljed nastalog kvara na vodovodnoj instalaciji, pucanja cijevi ili pogrešnog očitavanja na vodomjernom satu. Stornirane količine vode su legalni gubitak vode, dijelom tehnički, a dijelom administrativni, a nužno se konstatuju uvođenjem institucije prava na reklamaciju potrošača za obračunatu

utrošenu vodu. Te stornirane količine variraju za domaćinstva i privredu, variraju po mjesecima, sezonama, pa tako i godinama.

U 2017. godini ukupna stornirana količina za domaćinstva je bila 135.142,22 m³, a za privredu 16.245,06 m³. Zimski period 2016/2017. godine karakterisala je jaka hladnoća, naročito januar mjesec, o čemu je bilo riječi u poglavlju 4. i 5. Po uvjerenju za odabir vodomjera, koje izdaje Zavod za metrologiju Crne Gore, klimatsko okruženje za vodomjere se uzima da je u temperaturnom rasponu od 5 do 55 °C. Posljedice niskih temeperatura su bile pucanja stakala na vodomjerima i veliki broj oštećenja instalacija usljed leđenja vode u cijevima. U februaru mjesecu, kada se očitava stanje od januara, stornirana je količina od 4.155,72 m², kada je registrovano oštećenje na više od 3000 vodomjera u domaćinstvima. U isto vrijeme je i na vodomjerima potrošača iz privrede stornirano 2.277,73 m³. U toku ljetnje sezone u junu je bilo stornirano 24.661,06 m³. Veliki broj tih storniranja odnosio se na objekte, stanove i kuće, povremenih stanovnika, (nazovimo ih turistima) koji nisu bili u svojim objektima tokom zimskog perioda, pa se oštećenje na instalaciji i vodomjeru pokazalo tek kad su počeli da borave u svojim objektima. U julu iste godine je stornirano 14.788,18 m³, u avgustu 22 601,90 m³, a u septembru 16.747,50 m³, što je sve zajedno 58% od ukupne godišnje stornirane (dakle ne naplaćene) količine vode u 2017. godini, i to samo za domaćinstva. Ukupna godišnja stornirana količina potrošene vode za privredu u 2017. godini je daleko manja i iznosi 16.245,06 m³, a stornirane vrijednosti u ljetnjem periodu za privredu su 4.487,63 m³ ili 28%, s tim da je te godine u avgustu bila stornirana količina od 3.486,78 m³, što znači da je u samo jednom mjesecu bilo 21% ukupne godišnje stornirane količine za privredne potrošače.

U 2018. godini je odnos po mjesecima i sezonama (zima, ljeto) za domaćinstva i privredu sasvim drugačiji. Ukupna stornirana količina za domaćinstva je bila 57.042,04 m³, a samo tokom ljeta 16.513,01 m³ što je 29% od ukupne godišnje stornirane količine za domaćinstva, s tim da je enormna količina stornirana u maju, 8.820,76 m³, pa je taj jedan mjesec „ponio“ količinu od 15%. Maj je mjesec kada se u uobičajenim prilikama „bude“ potrošači, privredni subjekti, a u ovom slučaju su imali stornirano 10.503,62 m³. Jedini mjesec, u kojem odstupaju vrijednosti, je oktobar sa 4.746,13 m³, kada se, inače, fakturišu količine potrošene u septembru i kada je prelazni period iz ljetnje u zimsku sezonu, odnosno, iz sezone u podsezonu.

Tabela 6.5.4. Shema vodnog bilansa prema IWA metodologiji, komparacijom za februar mjesec 2017. i 2018. godine

Proizvedena voda (ukupna količina vode koja ulazi u sistem) II 2017 1.023.322 m ³ II 2018 860.026 m ³	Legalna potrošnja (Ukupna godišnja količina izmjerene i neizmjerene vode koju preuzimaju registrovani potrošači) X	Fakturisana legalna potrošnja X	Izmjerena fakturisana potrošnja X Neizmjerena fakturisana potrošnja X	Fakturisana voda II 2017 143.598 m ³ II 2018 136.904 m ³
	X	Nefakturisana legalna potrošnja X	Izmjerena nefakturisana potrošnja	Nefakturisana voda (Razlika između proizvedene vode i faturisane legalne potrošnje. Čine je nefakturisane legalne potrošnje, obično vrlo mali dio proizvedene vode i gubitaka vode) II 2017 879.724 m ³ (85,96%) II 2018 723.122 m ³ (84,081%)
			Neizmjerena nefakturisana potrošnja (pretpostavljene vrijednosti) II 2017 585 m ³ II 2018 585 m ³	
	Gubici vode (razlika između proizvedene vode i legalne potrošnje, sastoji se od komercijalnih (prividnih) i fizičkih (stvarnih) gubitaka. X	Komercijalni gubici (ilegalna potrošnja i sve vrstenačnosti mjerenu) Stornirana fakturisana količina II 2017 6.434 II 2018 3.158	Ilegalna potrošnja X	
			Netačnosti vodomjera X	
			Gubici na glavnim cjevovodima	
		Fizički gubici (ukupna količina vode koja se izgubi kroz sve tipove curenja, havarija i preliva na glavnim cjevovodima, rezervoarima i kućnim priključcima)	Gubici i prelivi na rezervoarima II 2017 13893 m ³ II 2018	
			Gubici na kućnim priključcima	

Tabela 6.5.5. Shema vodnog bilansa prema IWA metodologiji, komparacijom za avgust mjesec 2017. i 2018. godine

Proizvedena voda (ukupna količina vode koja ulazi u sistem) VIII 2017 1.449.818 m ³ VIII 2018 1.304.835 m ³	Legalna potrošnja (Ukupna godišnja količina izmjerene i neizmjerene vode koju preuzimaju registrovani potrošači) X	Fakturisana legalna potrošnja X	Izmjerena fakturisana potrošnja X Neizmjerena fakturisana potrošnja VIII 2017 585 m ³ VIII 2018 585 m ³	Fakturisana voda VIII 2017 479.835 m ³ VIII 2018 479.721 m ³
	Gubici vode (razlika između proizvedene vode i legalne potrošnje, sastoji se od komercijalnih (prividnih) i fizičkih (stvarnih) gubitaka. X	Nefakturisana legalna potrošnja X	Izmjerena nefakturisana potrošnja Neizmjerena nefakturisana potrošnja	Nefakturisana voda (Razlika između proizvedene vode i fakturisane legalne potrošnje. Čine je nefakturisane legalne potrošnje, obično vrlo mali dio proizvedene vode, i gubitaka vode) VIII 2017 969.983 m ³ (66,90%) VIII 2018 825.195 m ³ (63,23%)
		Komercijalni gubici (ilegalna potrošnja i sve vrstanetačnosti mjerenju) X	Ilegalna potrošnja X	
		Stornirana fakturisana količina VIII 2017 26.089 VIII 2018 5371	Netačnosti vodomjera X	
		Fizički gubici (ukupna količina vode koja se izgubi kroz sve tipove curenja, havarija i preliva na glavnim cjevovodima, rezervoarima i kućnim priključcima) X	Gubici na glavnim cjevovodima X	
			Gubici i prelivi na rezervoarima VIII 2017 13.893,22 m ³ VIII 2018. 13.374,26 m ³	
			Gubici na kućnim priključcima X	

Pojmovi poput: neizmjerena nefakturisana potrošnja, komercijalni gubici, zatim količine vode iz storniranih računa potrošača fizičkih i pravnih lica ili izmjerena nefakturisana potrošnja, neizmjerena fakturisana potrošnja, izmjerena fakturisana potrošnja, su količine za koje u našim sistemima nije moguće dati tačne vrijednosti. U tabeli 6.7.5. popunjene su vrijednosti za izabrani mjesec zimskog perioda, a u tabeli 6.7.6. date su vrijednosti reprezentativnog mjeseca ljetnjeg perioda, avgusta. Odnos fakturisane i nefakturisane vode je krajnji cilj ove tabele bilansa. U 2017. godini iz bilansa stanja vode u sistemu procenat nefakturisane vode u februaru je bio 85,96%, a u avgustu iste godine 66,90%. U 2018. godini u februaru je 84,08%, a u avgustu 63,23%.

Dosadašnja praksa je bila u svim tehničkim i ekonomskim analizama stanja da su korišteni podaci iz godišnjeg bilansa vode u sistemima, odnosno, odnos proizvedene i fakturisane vode na nivou godine, što je davalo mnogo veće gubitke u sistemima a što realno ne stoji. Znajući da je tokom zimskog perioda količina vode u sistemu maksimalna a da je značajano smanjen broj potrošača pa tako i potrošnja vode, te da sva raspoloživa količina vode ne može da bude isporučena, jer nema potrošača, zaključujemo da odnos proizvedene i fakturisane vode u zimskom periodu ne treba uzimati u cjelini kao realni gubitak. Odnosno, potrebno je drugačije poimanje tehničkog gubitka. Značaj vode u sistemu drugačiji je zimi nego ljeti. Činjenica postojanja potrošača, koji u zimskom periodu ne uzimaju vodu iz sistema, stvara novu kategoriju tzv. *mirujućih potrošača* i značajne količine neraspoložene vode u periodu van sezone.

Za razliku od zimskog perioda, ljeti je (naročito u avgustu) maksimalna potrošnja vode, pa je realno smatrati da je gubitak vode odnos između proizvedene i fakturisane vode. Zato u svim dokumentima, koji se bave analizama stanja vodovodnih sistema u primorju treba ovu konstataciju uzeti za ključnu u donošenju sudova o visini gubitaka, te za meritorne podatke uzeti ljeto, a ne zimu ili bi trebalo uzeti nekakav godišnji prosjek.

6.6. Pokazatelji stanja po Indikatorima performansi

Pokazatelji stanja vodovodnog sistema po dvadeset osnovnih indikatora performansi prikazani su u tabeli 6.6.1. za 2018. godinu, po mjesecima. Uočavaju se značajne mjesečne varijacije.

Tabela 6.6.1.Indikatori performansi tehničke efikasnosti sistema po mjesecima 2018. godine

Oblast snabdijeva nja vodom	Oznaka IP	Opis indikatora	mjeseci												srednja godišnja vrij.
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Indikatori pokrivenosti usluga	Iv1	Pokrivenost uslu- gom vodosnab- dijevanja putem priključaka (%)	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13	97,13
Indikatori proizvodnje vode	Iv3	Proizvodnja vode (m3/potrošaču/m jesečno)	44,81	38,33	41,62	40,11	44,30	47,20	55,58	57,34	48,55	44,03	39,63	43,83	45,44
	Iv4	Proizvodnja vode (m3/priključku/mj esečno)	70,58	60,31	65,37	63,19	69,69	74,33	85,96	90,37	76,41	69,05	62,06	68,67	71,33
Indikatori potrošnje vode	Iv5	Potrošnja vode (m3/potrošaču/mj esečno)	12,55	11,44	11,62	12,93	15,30	16,79	21,84	25,67	19,90	15,05	13,76	12,83	15,80
Indikatori potrošnje vode	Iv6	Potrošnja vode - domaćinstva (l/s/d)	131,68	132,16	124,69	144,22	176,79	222,04	313,00	380,97	272,70	170,00	147,98	134,29	195,88
	Iv7	Potrošnja vode - domaćinstva (m3/potrošaču - domaćinstva/mje sečno)	10,80	9,89	10,37	11,06	12,81	13,94	17,96	20,62	16,07	11,88	11,24	10,63	13,10
	Iv8	Potrošnja vode - privreda (m3/potrošaču/m jesečno)	36,85	33,32	28,75	38,54	50,16	58,24	81,78	105,7	76,88	62,26	49,84	43,74	55,51
	Iv9	Potrošnja vode (%) domaćinstava	80,30	80,65	83,15	79,77	78,10	77,97	77,21	75,58	75,98	73,74	76,33	77,33	78,00
	Iv10	Potrošnja vode (%) privreda	19,70	19,35	16,85	20,23	21,90	22,03	22,78	24,34	24,01	26,26	23,66	22,67	21,98

Oblast snabdijeva nja vodom	Oznaka IP	Opis indikatora	mjeseci												srednja godišnja vrijedno
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Indikatori tehničke efikasnosti sistema	Iv13	Stepen neprihodovane vode (%)	84,76	83,94	85,04	81,95	78,88	75,94	69,45	63,98	69,71	77,95	80,00	83,85	77,15
	Iv14	Neprihodovana voda (m3/p/m)	69,80	59,82	66,08	58,71	57,20	53,04	49,65	36,69	45,67	53,22	55,11	66,63	55,96
	Iv15	Neprihodovana voda po km mreže na dan (m ³ /km/dan)	87,32	81,99	81,64	78,60	80,95	86,07	88,20	85,64	81,69	80,29	76,80	86,32	83,57
	Iv16	Jedinična potroš- nja električne e- nergije po m3 faktrisane vode (kWh/m3)	0,88	0,67	0,70	0,68	0,54	0,45	0,41	0,44	0,32	0,47	0,70	0,69	0,58
	Iv19	Broj kvarova na 1000 potrošača	3,30	2,94	3,83	5,89	5,93	9,27	8,33	7,95	8,82	7,98	6,96	4,67	6,32
	Iv20	Broj kvarova po km vodovodne mreže (kvarova/km)	0,23	0,21	0,28	0,42	0,43	0,64	0,60	0,57	0,64	0,58	0,50	0,34	0,45

Tabela 6.6.2. Ukupna potrošnja el. energije u VIK HN za period januar-maj (2017. i 2018.)

Period: (januar – maj) 2017. Godine		Period: (januar – maj) 2018. godine		Razlika u potrošnji i troškovima el. energije (2017. – 2018.)	
Ukupna potrošnja el. energije u VIK HN (kWh)	Ukupni troškovi za el. energiju u VIK HN (€)	Ukupna potrošnja el. energije u VIK HN (kWh)	Ukupni troškovi za el. energiju u VIK HN (€)	Potrošnja el. energije (kWh)	Troškovi za el. energiju (€)
810,421	88,181	667,145	75,880	143,276	12,301

Tabela 6.6.3. Ukupna potrošnja el. energije na lokalnom izvoru PS Opačica za period januar-maj (2017. i 2018.)

Period: (januar – maj) 2017. godine		Period: (januar – maj) 2018. Godine		Razlika u potrošnji i troškovima el. energije (2017. – 2018.)	
Ukupna potrošnja el. energije na PS Opačica (kWh)	Ukupni troškovi za el. energiju na PS Opačica (€)	Ukupna potrošnja el. energije na PS Opačica (kWh)	Ukupni troškovi za el. energiju na PS Opačica (€)	Potrošnja el. energije (kWh)	Troškovi za el. energiju (€)
251,328	26,915	43,200	8,406	208,128	18,509

Tabela 6.6.4. Komparativni podaci i IP-i za najznačajnije pokazatelje stanja upravljanja vodovodnim sistemom, za godine: 2015, 2016, 2017 i 2018.

Šifra	Naziv	Formula	2015	2016	2017	2018
IU01	Broj prigovora na 1000 korisnika (N/1000 korisnika)	$1000 * (p03z + p43v + p27k) / p55v$	37,07	38,28	43,29	37,91
IU02	Ukupan broj zaposlenih na 1000 korisnika (N _z /1000 korisnika)	$1000 * p02u / (p55v)$	6,21	6,05	6,52	6,38
pP38v	Broj utrošenih radnih sati za popravke	$\sum H_i$	6.781	6.961	7.315	8.979
p40v	Broj sati prekida usluge usljed kvarova, restrik-cija i drugih neželjenih pojava	$\sum H_i$	380	340	420	126
p56v	Količina fakturisane mjerene vode isporučene javnim sistemom vodosnabdijevanja – fizička lica (domaćin stva)	m^3	2.094.799	2.072.660	2.149.679	2.174.999
p60v	Količina fakturisane mjerene vode iz javnog sistema vodosnabdijevanja – pravna lica	m^3	594.911	582.677	576.170	635.102

Šifra	Naziv	Formula	2015	2016	2017	2018
p64v	Ukupna količina fakturisane vode koja se isporučuje javnim sistemom vodosnabdijevanja	m ³	2.689,710	2.655,337	2.725,849	2.810,101
Iu07	Koeficijent obrta potra-živanja	$\frac{(p13u)}{((p29z+p30z)/2)}$	3,74	4,58	6,15	5,13
p22u	Troškovi električne enegije ukupno	€	225.933	211.468	198.620	160.957
Iu09	Troškovi radne snage kao procenat ukupnih operativnih troškova sa amortizacijom (%)	$100 * p24u / p29u$	36,97	48,11	42,96	44,43
Iu11	Troškovi električne energije kao procenat ukupnih troškova (%)	$100 * p22u / p29u$	5,43	6,14	4,98	3,90
Iu12	Troškovi goriva kao procenat ukupnih troškova (%)	$100 * p23u / p29u$	2,03	2,06	2,10	2,22
Iu13	Troškovi materijala bez energije i goriva kao pro cenat ukupnih troškova (%)	$100 * p21u / p29u$	7,38	6,55	6,62	5,60
Iu14	Troškovi amortizacije kao procenat ukupnih operativnih troškova sa amortizacijom (%)	$100 * p28u / p29u$	35,39	27,96	23,90	23,36
Iu15	Ostali poslovni troškovi kao procenat ukupnih troškova (%)	$100 * p26u / p29u$	8,25	5,29	6,03	7,03
Iu16	Pokrivenost operativnih troškova operativnim prihodima (bez amortizacije) (%)	$100 * p13u / p27u$	116,97	125,90	103,24	106,91
Iu17	Pokrivenost ukupnih troškova prihodima (%)	$100 * p19u / p32u$	102,00	112,28	103,08	106,73
Iu18	Udio zaposlenih na vodosnabdi-jevanju (%)	$100 * (p03v) / (p02u)$	62,50	62,69	58,22	58,22
IP14	Neprihodovana voda po korisniku mjesečno (m ³ /korisniku/mjesečno)	$\frac{((p24v)-(p64v))}{(p55v) / 12}$	41,87	38,11	39,72	34,67
IP15	Neprihodovana voda po km mrežena dan (m ³ /km/dan)	$\frac{(p24v - p64v)}{(p13v) / 365}$	140,73	129,53	96,61	83,01
IP16	Jedinična potrošnja el-ektične energije po m ³ faktrisane vode (kWh/m ³)	$p42v / p64v$	0,81	0,74	0,76	0,52

Potrošnja električne energije odnosi se na pumpna postrojenja. Primjećuje se manji utrošak električne enrgije u 2018. u odnosu na 2017. sa trendom pada potrošnje u narednom periodu. Smanjena potrošnja je rezultat manje količine vode koja se potiskuje, odnosno, smanjenih gubitaka vode, pa se to očituje i u IP16 i IP15, smanjena potrošnja po km mreže na dan direktno pokazuje smanjenje izgubljene količine na mreži, kao i po korisniku, u indikatoru IP14, s druge strane, ostali poslovni troškovi su u blagom porastu od 2017 ka 2019. Veći broj intervencija na mreži znači veći broj radnih sati na kvarovima, a angažovanje radne snage kroz bolju pojedinačnu uposlenost i veći broj radnika na mreži. Primjećuje se da veća brzina reagovanja na popravkama znači i veću vještinu radnika da za kraće vrijeme savladaju i složenije kvarove, odnosno, timsko rješavanje većih kvarova znači da potrošači kraće vrijeme ostaju bez dotoka vode, u vrijeme popravke. Ovaj trend je, takođe, pozitivno opadanje od 2017. ka 2019.

Ovako postavljen modelski sistem, kao i provedena analiza stanja i model za poboljšanje upravljanja sistemom snabdijevanja vodom u jednoj regiji u uskoj vezi je sa osnovnim karakteristikama sistema za koje se primjenjuje. U ovom slučaju su od ključnog značaja:

- Rasponi pritisa, minimalni, maksimalni i prosječni pritisak u mreži
- Vrsta cjevnog materijala
- Konfiguracija terena
- Broj i struktura zaposlenih.

U pogledu mjerenja visine pritisa u mreži u pojedinim primorskim opštinama, na osnovu anketiranja tehničkih sektora vodovodnih preduzeća u primorju Crne Gore, situacija je sljedeća:

- Za Kotor: mjerenje pritisa u određenim gradskim zonama vrši se po potrebi; minimalni pritisci na mreži su 1 bar, a maksimalni 7 bara.
- Za Tivat: ne sprovodi se svakodnevno niti redovno mjerenje pritisa u mreži, provodi se kontrola određenih mjerača pritisa po zonama (po potrebi); minimalni pritisak je 1,5 do 2 bara, a maksimalni 6,5 bara.
- Za Budvu: ne provodi se svakodnevno mjerenje pritisa u mreži, osim u nekim posebnim slučajevima na mreži; minimalni pritisak je 1 bar a maksimalni 11 bara.

Generalno se može zaključiti da ne postoji monitoring pritisa u mreži koji bi određivao dalje korake u upravljanju sistemima. Stanje je prepušteno individualnim rješenjima, odnosno, pristup problemu povećanih gubitaka nije sistematičan i nema dalekosežnu strategiju razvoja, sa utvrđenim smjernicama za smanjenje gubitaka kroz analizu stanja pritisa.

Ovdje postavljen model unapređenja upravlja kroz povećane radne aktivnosti zaposlenih, kako onih direktno na mreži, tako i tima za detekciju gubitaka i dispečera, koji moraju da prate obje radne jedinice u pogledu manevara sa zatvaračima i ventilima, u teoretskom smislu može da ima više parametara koji mogu da umanje učinak. Naime, treba imati u vidu činjenice koje mogu da imaju značajan uticaj da se predviđeni scenario poboljšanja ne odvija na predviđeni način.

Činilac čovjek je, s jedne strane, pouzdan kad je uvezan u sistem upravljanja po hijerarhiji koja zavisi samo od profesionalnih vrijednosti, odnosno, funkcioniše po utvrđenom automatizmu, nezavisno od ličnosti lidera, ili onoga ko upravlja. Veliki broj parametara u benčmarkingu znači i da je potrebno postizanje balansa među parametrima, u prvom redu

proizvodnje i potrošnje vode, odnosno, fakturisanja vode. Takođe, činilac čovjek može da ima negativan odraz u smislu donošenja nekih bitnih odluka za funkcinisanje.

Svako proširenje mreže, intra i ekstrapolacije, ubacivanje npr. novih pumpnih agregata ili gradnja novih rezervoara, mijenja sliku stanja i može da dovede do poremećaja parametara, mjesečno, sezonski, pa potom i godišnje.

Treba imati u vidu da variranje količine vode, koja se ubacuje u sistem, direktno povlači i druge pokazatelje stanja i indikatore, te treba biti oprezan kod donošenja zaključaka o napretku i uštedama. Što je veći vremenski period posmatranja to je veći stepen tačnosti. Iskazivanje procenta gubitaka vode ili neobračunate vode treba uzimati u odnosu na ukupne količine a s oprezom iskazivati procentualne veličine i uvijek s relevantnim komparacijama.

Primorski region Crne Gore ima dva izrazita klimatska perioda, različita u proizvodnji vode, zimski (kišoviti) i ljetnji (sušan), odnosno, dva perioda potrošnje vode, (ljetnji i zimski) kada su potrebe za vodom recipročne izdašnostima lokalnih izvorišta.

Nameće se potreba dimenzionisanja vodovodne mreže i objekata na drugačiji način od ustaljene planersko-projektantske prakse. Naime, u predimenzionisanim cjevovodima često dugo vremena leži neiskorištena voda u isto vrijeme kada je nema dovoljno za snabdijevanje i vrši se restriktivna distribucija. Koristeći u planiranju i projektovanju jedinstvene norme potrošnje, kao i dimenzionisanje objekata za maksimalne količine vode u danu maksimalne potrošnje, odnosno, po času maksimalne potrošnje, ne može se govoriti o racionalnom upravljanju sistemom u pogledu građenja, održavanja, a ni u pogledu distribucije vode. Prisutna je predimenzionisanost objekata i nešto što ćemo okarakterisati kao „loša geometrija sistema“.

Poštujući Direktivu Ujedinjenih Nacija o potrebi štednje vode i njenog racionalnog korištenja, kao i zaključke sa Svjetskog vodnog foruma, održanog u Japanu, u Kjotu, 2003. godine, briga o vodi mora biti shvaćena kao pitanje budućnosti, pa i od značaja za naš opstanak. Vodovodni sistemi bi trebali da imaju upravljanje koje strogo kontroliše sistem, ne samo u domenu potrošnje, već sagledavanja optimalnog funkcionisanja cijelog sistema. Takođe, potrošnja vode treba da bude racionalna. Nažalost, praksa pokazuje sasvim drugačije stanje. Vodovodni sistemi u primorskom regionu Crne Gore su u direktnoj vezi sa turističkom privredom. Ekonomski razvoj, turistička privreda, redovno uvećanje populacije stalnog stanovništva i sl. nameću tempo u kumulativno sve većim potrebama za vodom.

Istraživanje je provedeno za vodovodni sistem Herceg-Novog, a rezultati su primjenljivi, kako za budući razvoj Herceg-Novog i njegov vodovodni sistem, tako i za cijelo primorje Crne Gore, odnosno, za sve slične regije u Sredozemlju.

Primjena rezultata istraživanja za projektovanje vodovodne infrastrukture

U poglavlju 3.4. date su karakteristike primorskog regiona sa stanovišta broja potrošača u dva različita perioda godine. Najznačajnija osobina vodovodnih sistema u primorju Crne Gore jeste povećana potrošnja srazmjerno povećanom broju potrošača kao posljedica razvijene turističke privrede. Turistički kapaciteti su u stalnom razvoju, u neprekidnom povećanju kvantiteta broja ležaja i kvaliteta ponude, kroz sve veće zahtjeve za potrošnjom vod krov razne vidove namjene vode.

Sa stanovišta vodomjernih brojila, kao prvog pokazatelja stanja u jednoj sredini kroz očitavanje vrijednosti, ne samo da imamo značajan količinski porast potrošnje vode tokom ljetnjih mjeseci, već i povećan broj potrošača ljeti u odnosu na zimu. Jedan broj brojila je u potpunom mirovanju tokom vansezonskog perioda, koji računamo od 1 oktobra do 1 juna naredne godine. Broj takvih mirujućih brojila, koji pokazuju “nulu”, različit je od grada do grada, u zavisnosti od razvijene turističke privrede.

U tabeli 6.8.1. dato je stanje sa očitavanjem brojila u Herceg Novom, Budvi i Kotoru, i to ukupan broj vodomjera i broj onih bez potrošnje. Ujedno ovom tabelom se pokazuje preslikavanje konstatacije zima/ljeto sa sistema koji je odabran za testiranja i ispitivanja na druge sisteme duž primorja (Budva, Kotor). Za zimski ili vansezonski period se uzima vremensko trajanje od prvog oktobra jedne do prvog juna naredne godine. Ljetnji period je od prvog juna do prvog oktobra tekuće godine. Uočavaju se značajne razlike u broju stalno aktivnih vodomjernih satova i onih koji su u funkciji potrošene vode samo sezonski, tokom ljeta.

Tabela 6.8.1. Broj vodomjernih satova bez registrovane potrošnje, u zimskom i ljetnjem periodu, u Herceg Novom, Budvi i Kotoru.

	Period godine	Ukupan broj registrovanih brojila	Broj potrošača sa registrovanom potrošnjom	Procentualni udio brojila sa potrošnjom (%)	Broj potrošača bez registrovane potrošnje	Procentualni udio brojila bez potrošnje (%)
Herceg Novi	Zima	22900	13010	57	9890	43
	Ljeto	23038	17280	75	5758	25
Budva	Zima	29.233	19.805	68	9.428	32
	Ljeto	29.441	22.736	77	6.705	23
Kotor	Zima	14824	13039	88	1785	12
	Ljeto	14891	14170	95	721	5

Vrijednosti iz ove tabele ulaze u kontekst ekonomske efikasnosti sistema i održivosti upravljanja. Dva perioda godine za svaki grad pokazuju odstupanja u broju aktivnih vodomjernih brojila, odnosno, potrošnje. Ekonomska održivost sistema u zimskom periodu je značajno otežana, obzirom na činjenicu visokih pritisaka, smanjene potrošnje a velikog broja oštećenja i kvarova. Vansezonsko održavanje sistema, koji je dimenzionisan za maksimalnu potrošnju koja se dostiže u špicu turističke sezone sa najvećim brojem potrošača, nije ekonomski isplativo, ili je manje isplativo u zimskom periodu godine u poređenju sa ljetnjim. Tada je potrošnja vode umanjena, kako po jediničnom računu tako i kumulativno po svim potrošačima.

Odnos potrošnje vode po potrošaču mjesečno u periodu zima – ljeto ide od 6,16 do 29,65 m³ što je uvećanje od 4,81.

Imajući u vidu ove činjenice disproporcije u potrošnji vode u zimskom i ljetnjem periodu trebalo bi ih uzeti u obzir pri projektovanju objekata hidrotehničke infrastrukture, posebno snabdijevanja vodom. Dosadašnja praksa je bila da se: ulična cjevna mreža, rezervoari, pumpna postrojenja, buster stanice, dimenzionišu na osnovu maksimalnih potreba, dnevnih ili časovnih u danu maksimalne potrošnje, a to je ljeto, mjesec avgust, prva dekada. Zaboravlja se na činjenicu da je osam mjeseci godišnje takva cjevna mreža predimenzionisana, sa mogućim džepovima vazduha ili voda naprosto leži. Rezervoari su takođe dijelom neiskorišteni kao i pumpni agregati. Pri tome, svi objekti, koji nisu u punoj projektnoj funkciji tokom godine, imajući u vidu činjenicu starenja betona, korozije metala za pumpe i td. propadaju brže nego dok su u punom radu.

Iz analize broja mirujućih vodomjera u zimskom i ljetnjem periodu uočavamo:

- A područja, gdje je izrazita sezonska fluktuacija u korištenju stanova, sa procentom praznih “mirujućih” vodomjera u zimskom periodu od 30–45% i u ljetnjem do 25%;
- B područja, gdje je minimalna sezonska fluktuacija u korištenju stanova, procenat “mirujućih” vodomjera ispod 15%.

Budva i Herceg Novi su dva grada sa najrazvijenijom turističkom privredom u Crnoj Gori, sa najvećim brojem ležaja u hotelima i domaćoj radinosti, dok je Kotor specijalizovan više za nautički turizam, uplovljavanje velikih kruzera u luku Kotor. S druge strane, u Kotoru je broj mirujućih satova u ljetnjem periodu svega 5% što je značajno manje nego u Herceg Novom i Budvi, gdje je to 25 odnosno 23% i može se reći da su ova dva turistička grada u toj stavci dosla izjednačeni. U zimskom periodu je nešto više onih koji posjećuju Budvu nego Herceg Novi, te se broj mirujućih vodomjera razlikuje za 11%. To govori da je u Budvi zimka turistička sezona intenzivnija nego u Herceg Novom. Sa 12% mirujućih vodomjera u zimskom periodu Kotor spada u gradove sa mnogo manjim brojem turističkih stanova. To se može staviti u kontekst prirodnih karakteristika unutrašnjeg područja bokokotorskog zaliva, gdje je smješten grad Kotor, gdje je primarna odlika: česte i obilne padavine, s jedne strane, a s druge depresivna slika od ambijenta sa golim strmim brdima koja okružuju Kotor.

6.7. Ključni indikatori performansi za period zime i ljeta

Ključni indikatori za analiziranje stanja vodovodnog sistema, koji su odabrani na početku rada: IP1, IP3, IP4, do IP20 i IP21 vezani su za proizvodnju i potrošnju vode, kvarove na mreži, neprihodovanu vodu i potrošnju električne energije. Benčmarking za upravljanje vodovodnim sistemom, kao skup indikatora performansi, daje relevantne podatke o stanju sistema, odnosno, upravljanju njime, u vremenskim periodima. Do sada smo posmatrali parametre stanja na mreži, kroz broj popravki kvarova, utrošak materijala, broj mirujućih i aktivnih vodomjera, u zimskoj i ljetnjoj sezoni.

Tabela 6.9.1. Ključni indikatori performansi, posmatrani po sezoni, za 2015, 2016, 2017 i 2018.i 2019 godinu

Indika- tor	2015		2016		2017		2018		2019	
	Zima	Ljeto	zima	ljeto	zima	ljeto	Zima	ljeto	Zima	Ljeto
IP1	95,63	95,76	96,04	96,04	96,16	96,16	96,21	96,27	96,39	96,39
IP3	51,66	54,35	44,37	56,32	46,73	57,02	42,08	52,17	42,36	53,06
IP4	84,00	88,54	72,00	91,37	72,28	94,37	66,12	81,77	67,51	84,56
IP5	16,69	15,27	7,58	15,30	7,51	15,66	10,38	21,05	7,83	16,25
IP6	143,02	280,47	138,16	278,30	137,51	292,83	145,23	297,18	139,65	284,65
IP7	6,56	12,81	6,32	12,58	6,29	13,31	11,09	17,15	6,26	12,87
IP8	25,70	48,94	24,72	52,71	22,66	41,89	42,93	80,66	29,97	63,82
IP9	77,89	78,22	78,03	76,77	79,24	78,63	78,67	76,71	74,41	73,61
IP10	22,11	21,78	21,97	23,23	20,76	21,37	21,33	23,29	25,59	26,39
IP13	84,45	71,10	82,67	73,26	83,80	73,06	82,05	69,77	81,50	69,06
IP14	43,79	39,08	36,80	41,02	38,83	42,22	60,82	42,26	34,52	36,78
IP15	103,65	92,08	88,38	98,16	93,72	101,76	81,74	85,40	82,90	88,25
IP16	0,86	0,80	0,79	0,68	0,84	0,72	0,67	0,41	0,45	0,54
IP19	4,75	9,48	5,14	7,29	5,26	8,70	5,19	8,59	5,14	7,78
IP20	0,33	0,66	0,36	0,51	0,37	0,62	0,39	0,61	0,38	0,56
IP21	4,54	3,68	5,12	3,82	4,58	3,87	5,25	6,07	4,68	4,26

U tabeli 6.9.1. dati su ključni indikatori performansi za zimsku i ljetnju sezonu, gdje se uočavaju značajna sezonska odstupanja. Bez sumnje to govori da je u benčmarkingu potrebno izdvojeno posmatranje dva perioda godine, koji se međusobno razlikuju u gotovo svim elementima funkcionisanja i rada na vodovodnoj mreži, odnosno, u cijelom vodovodnom sistemu. U prethodnom dijelu imali smo tabelarni prikaz brzine otklanjanja kvarova na mreži, vrste kvarova i ugrađeni materijal, u četvorogodišnjem periodu, 2016-2019. Za komparaciju ključnih indikatora imamo period 2015- 2019. godina. Zimski i ljetnji period daju vrlo različite vrijednosti indikatora. IP13, IP14, IP15 za neobračunatu vodu, gubitke u mreži, sistematski se smanjuju, iz godine u godinu, iz jedne u drugu ljetnju sezonu, a srazmjerno količini vode koja ulazi u sistem.

6.8. Poboljšanje upravljanja na osnovu dosadašnjih zapažanja

Upravljanje vodovodnim preduzećem je složeno koliko je složen i sam vodovodni sistem. Osnovna stvar u kreiranju sheme rada u malim vodovodnim preduzećima na primorju Crne Gore, koja upravljaju lokalnim sistemima, jeste da se aktivnosti tokom ljetnje sezone multipliciraju faktorom 2 do 5 (u zavisnosti od stepena turističke razvijenosti sredine, tj. broja turista, (ovaj odnos je u Istri 16,2 [98]) jeste prilagođavanje upravljanja uslovima sezone. Važno je, takođe, da visok stepen radnog angažovanja, tokom ljetnje sezone, ima cijelo preduzeće, ne samo

operativne jedinice na mreži, kako je uobičajena praksa na primorju. Potrebno je da svi sektori, unutar upravljačkog preduzeća, takođe, imaju svoju zimsku i ljetnju organizacionu shemu rada, prateći sistem koji ima dva različita funkcionalna i organizaciona stanja. U tom smislu je od značaja razdvajanje indikatora performansi na „ljetnje“ i „zimске“ i praćenje njihovih vrijednosti, ne samo mjesečno, već sezonski, ljeto i zima, odnosno, u vansezonskom periodu.

Predlog mjera za smanjenje gubitaka kao stalna aktivnost dok se ne dostigne tolerantni nivo

U Njemačkoj je limitirana količina neobračunate vode svedena na ispod 10 %, ali i visina pritisaka na 3 bara. U našim uslovima terena, urbanizacije i odnosa visokogradnje i niskogradnje–hidrotehničke infrastrukture, kao i starih cjevovoda koji su i dalje u funkciji, kao i postavljanja cijelih sistema sa visinskim zonama i podzonama, u dogledno vrijeme sigurno neće biti moguće smanjenje gubitaka vode do 30%, kako stoji u državnim dokumentima i limitima koje je postavila Regulatorna agencija za energetiku Crne Gore. Međutim, mora da postoji model za smanjenje gubitaka i on ima nekoliko faza, koje su objašnjene u nastavku.

Zoniranje

1. Definisanje preostalih zona u vodovodnom sistemu koje još nisu određene (na kartama iz GIS-a).
2. Za zone koje su prethodno definisne utvrđivanje tačnog broja potrošača (koji se nalaze unutar zone).
3. Dopunjavanje i ažuriranje podataka u okviru prethodno definisanih zona, vezano za ucrtavanje sekundarne i tercijarne mreže, pozicija ventila, vodomjera i drugih elemenata.

Plan zoniranja, detekcija gubitaka, otklanjanje kvarova

1. Izrada dinamičkog plana zoniranja
2. Izrada plana mjerenja i detekcije gubitaka na vodovodnoj mreži
3. Definisanje i izgradnja kontrolnih mjernih mjesta za postavljanje mobilnih mjerča protoka na vodovodnoj mreži.
4. Detekcija kvarova na vodovodnoj mreži (vizuelno, korelatorom, geofonom) u skladu sa planom detekcije.
5. Otklanjanje kvarova na cjevovodima na osnovu detektovanih procurivanja.
6. Uspostavljanje kontrolnih mjerenja nakon otklonjenih kvarova i utvrđivanje kvantitativnih rezultata (smanjenja gubitaka).

Zatvarači

- A. Određivanje starih zatvarača, koje je potrebno zamijeniti
- B. Izrada plana zamjene starih zatvarača
- C. Nabavka i ugradnja novih zatvarača u skladu sa planom
- D. Definisanje pozicija i profila sekcionih zatvarača koje je potrebno ugraditi na vodovodnoj mreži.
- E. Izrada plana ugradnje sekcionih zatvarača
- F. Nabavka i ugradnja sekcionih zatvarača u skladu sa planom

Zamjena vodomjera

1. Izrada godišnjeg plana zamjene vodomjera
2. Nabavka i ugradnja (zamjena starih) vodomjera u skladu sa planom.

Registrowanje nelegalnih potrošača i nelegalnih priključaka

1. Organizovanje rada na otkrivanju nelegalnih potrošača i priključaka
2. Isključenje nelegalnih potrošača i priključaka sa vodovodne mreže
3. Redovan izvještaj o izvršenim kontrolama, kao i izvještaj o otkrivenim i isključenim nelegalnim potrošačima i priključcima.

7. Diskusija rezultata

Vodovodna preduzeća, generalno, a posebno ona u primorskom regionu, direktno su povezana sa procesima urbanizacije prostora i predstavljaju živo tkivo koje se neprestano razvija. Razvoj je do sada bio više stihijski, sporadičan, nego planski, sa nedovoljno istaknutim razvojnim ciljevima i bez adekvatnog tehničkog inoviranja. Pogrešno je vjerovanje da će savladavanje problema gubitaka vode u sistemu snabdijevanja biti prevaziđeno primjenom nekih savremenih tehnika ili tehnologija, odnosno, nabavkom savremene opreme za detekciju ili samo izgradnjom novih cjevovoda. U našim nesavršenim sistemima snabdijevanja, sa brojnim tehničkim nedostacima i konfuzno razvijanom mrežom, pod stalnim diktatom gradnje novih objekata, veoma je važno određivanje strateškog cilja u upravljanju vodovodnim sistemom. Uloga čovjeka, pojedinca na mreži, veoma je važna i nezamjenljiva. Često može biti ključna motivisanost za rad, stepen odgovornosti i savjesti za brzo i kvalitetno obavljanje posla, popravku kvarova.

Zadatak istraživanja je bio da pokaže kako je i koliko moguće unaprijediti funkcionisanje i operativnost vodovodnog sistema, koji je karakterističan po neravnomjernoj godišnjoj proizvodnji i potrošnji vode, odnosno, gdje su značajna sezonska odstupanja u količini proizvedene i potrebne vode, a uz brojne lokalne okolnosti. Provođenje plana povećanog stepena radne operativnosti na mreži započelo je novembra 2017. Postavljeni ciljevi se ostvaruju kroz poređenje stanja u trogodišnjem periodu (2018-2020).

Za potvrdu postavljenih hipoteza poslužiće rezultati prema postavljenim ciljevima:

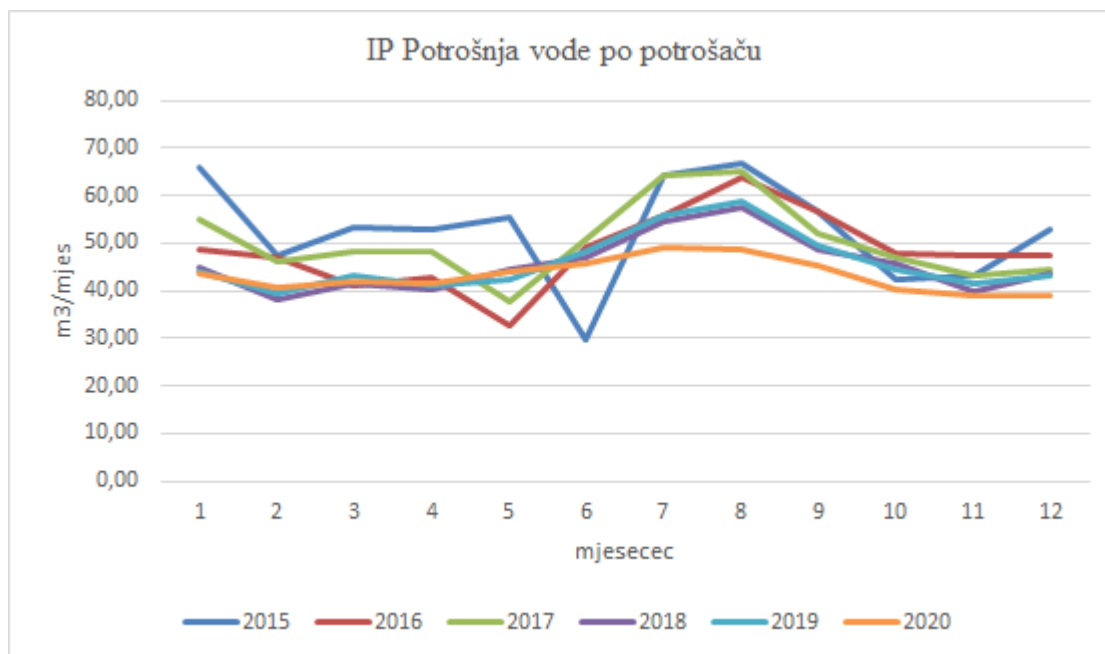
1. Smanjenje gubitaka vode u sistemu
2. Povećanje kvaliteta usluga isporuke vode
3. Povećanje efikasnosti funkcionisanja sistema
4. Poboljšanje uslova rada zaposlenih
5. Povećanje efikasnosti rada zaposlenih
6. Optimalizaciju rada i funkcionisanje sistema snabdijevanja kroz principe „4E“: efikasnost, efektivnost, ekonomičnost, ekološkičnost (poštovanje principa zaštite životne sredine).

1. Dokaz za smanjenje gubitaka vode u sistemu

Smanjenje tehničkih gubitaka vode u sistemu je zahtjevan posao koji podrazumijeva sistematski pristup za koji je potrebno dosta vremena za realizaciju. Povećanjem stepena spremnosti radne operativnosti na mreži kroz brže reagovanje za otklanjanje kvarova, spremnog repromaterijala, bolje evidencije kvarova i zamjenom dionica sa učestalom pojavom oštećenja, tokom cijele godine, rezultira smanjenjem gubitaka. To pokazuje benčmarking i indikatori performansi. Povećanje radne mobilnosti i efikasnosti na mreži dovelo je neminovno do potrebe angažovanja većeg broja radnika, naročito manuelnih, iz tog razloga je značajno povećan broj prekovremenih sati za sve radnike na mreži. Time su uvećani ukupni troškovi radne snage. Postavlja se pitanje da li povećani troškovi radne snage imaju opravdanje spram tehničkih i ekonomskih efekata. Odnosno, da li je uvećan rad na mreži za otklanjanje kvarova tehnički i finansijski opravdan? Primjenom indikatora performansi dokazuje se smanjenje gubitaka vode.

Prvo analizirami IP „proizvedena količina vode po potrošaču“, kao odnos ukupno proizvedene količine vode i broja potrošača.

Primjena metoda povećanog stepena operativnosti na mreži za sanaciju kvarova započela je u drugoj polovini 2017. godine, tačnije, u novembru 2017. Od tada se aktivno provodi ovaj metod intenzivnog saniranja kvarova, sa praćenjem nabavki repromaterijala i magacinskim poslovanjem. Iz grafikona na slici 6.11.1. vidi se smanjenje proizvedene količine vode po potrošaču, kao prvi pokazatelj efekata aktivnosti na mreži. U rasponu od 2015. do 2019. (2020) godine zapaža se smanjenje proizvedene količine vode po potrošaču, mjesečno i na nivou godine.



Slika 6.11.1. Dijagrami IP Proizvedena količina vode po potrošaču, po mjesecima (1-12) i po godinama (2015-2020)

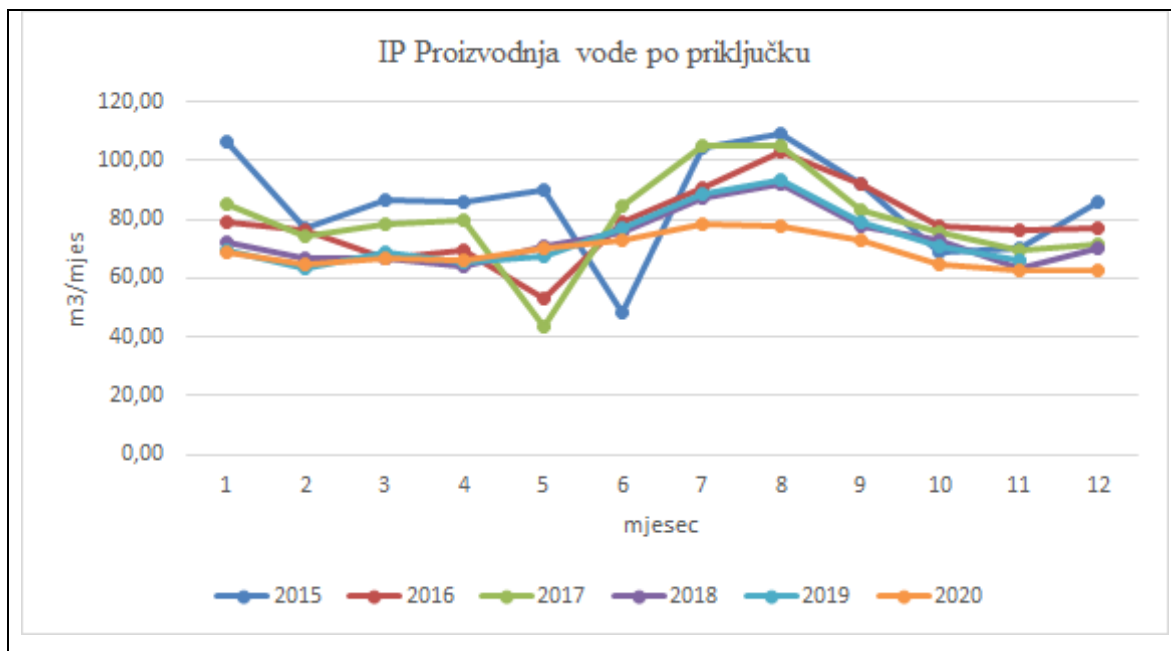
U januaru 2015 godine vrijednost IP-a je bila 65,77 a prosječna vrijednost indikatora u toj godini 52,56. U svakoj sljedećoj godini je vrijednost tog indikatora opadala, gledajući po mjesecima, ili po sezoni, tako da je prosječna vrijednost IP-a za 2019. godinu opala na 45,93 a za 2020. godinu na 43,15.

U tabeli 6.3.1.2. dati su dijagrami IP-a koji predstavljaju proizvodnju vode po priključku, kao odnos ukupno proizvedene vode i broja priključaka na vodovodnu mrežu, takođe po mjesecima (I-XII) i po godinama (2015 do 2021)..Diskusija je slična kao i u prethodnom. Broj priključaka je u stalnom porastu, pa za uzorak imamo da je u 2015: 14.125 priključaka, u 2016: 14.252, u 2017: 14.416, u 2018: 14.615, u 2019: 14.716 i u 2020: 14.747⁵¹.

U 2015. je proizvodnja vode po priključku bila je 106,78, prosječno u toj godini 85,51, s tim što je bila i restrikcija vode zbog smanjenog dotoka vode u sistem pa je proizvodnja pala na 48,41 ali već normalizovanjem dotoka vode u sistem je proizvodnja ostala na visokim vrijednostima sa IP -om od 108,89 u avgustu mjesecu, kada je špic sezone i najveća potrošnja

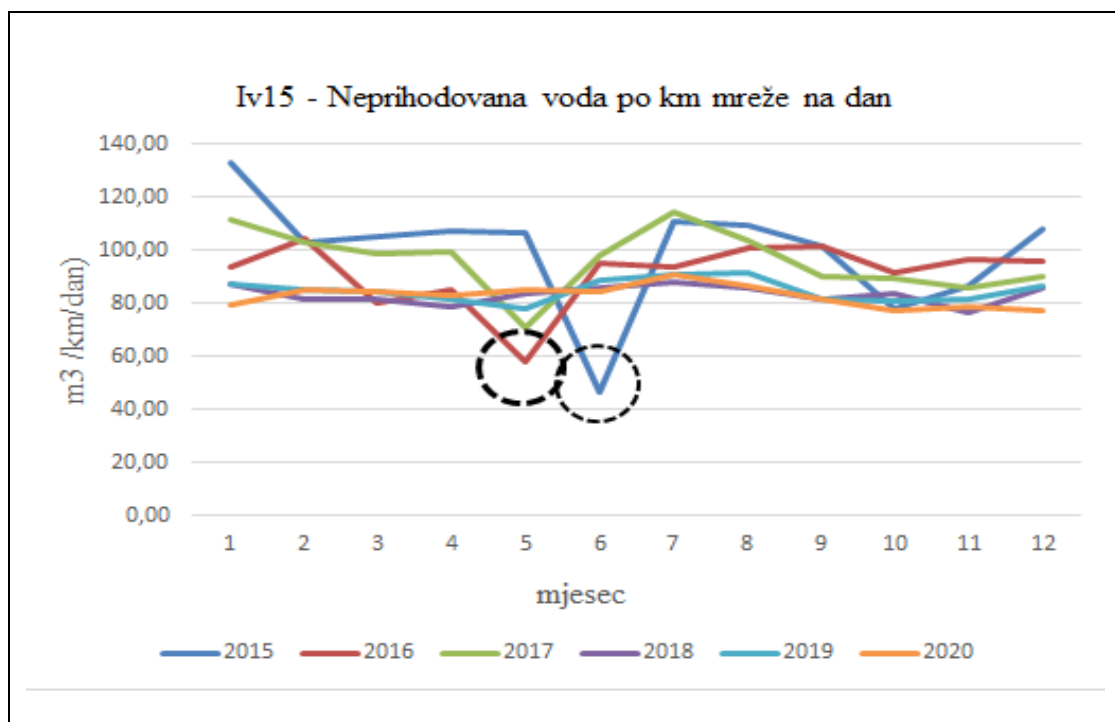
⁵¹ Podaci iz benčmarking izvještaja „Vodovod i kanalizacija“ d.o.o. – Herceg Novi koji se kvartarno ažuriraju i dostavljaju Regulatornoj agenciji za energetiku

vode. Za komparaciju u 2019 godini u januaru je IP bio 69,84, u avgustu 93,76, a prosječna vrijednost tog IP-a za cijelu 2019 je 68,04. (U 2020. je prosječna vrijednost nešto veća zbog nepredviđenih okolnosti sa pandemijom).



Slika 6.11.2. Dijagrami IP Proizvedena količina vode po priključku, po mjesecima (1-12) i po godinama (2015-2020)

Naprihodovana voda po kilometru mreže na dan, po mjesecima i godinama, koja se dobija iz količnika ukupno proizvedene količine vode (m^3) umanjene za ukupno fakturisanu količinu vode (m^3) i ukupne dužine vodovodne mreže (m) i još podijeljeno brojem dana u mjesecu daje podatke u opadajućem nizu, od 2015 ka 2019, odnosno, 2020. Dijagram na slici 6.11.2. predstavlja ovaj performans indikator. Zapažaju se donji pikovi, kao ekstremno niske vrijednosti, koje su na dijagramu zaokružene, u junu 2015. godine (46,36) i u maju 2016. (58,20). U obje godine, 2015. u junu, a 2016. u maju bio je obustavljen dotok vode iz HET-a u sistem Herceg Novog, iz razloga redovnog čišćenja hidrotehničkog tunela, na koji je spojen cjevovod za snabdijevanje Herceg Novog. Tada je sistem bio u režinu restrikcija zbog nedovoljne količine vode u sistemu, kada se koristila samo voda iz lokalnog resursa Opačica, izdašnosti do 150 l/s. Ovaj posljednji podatak se može zanemariti, jer nije bitan za tok istraživanja i ciljeve postavljene doktoratom. Naime, obustava vode je izazvana vještački. Tendencija je da su pikovi što blaži, pa u 2020. godini imamo krivu koja je značajno ravnija nego u prethodnim godinama, a naročito u poređenju sa 2015.



Slika 6.11.3. Dijagrami IP Neprihodovana voda po kilometru mreže na dan, po mjesecima (1-12) i po godinama (2015-2020)

U pogledu ostalih indikatora koji se kompariraju iz 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. i 2020 (koja je po svemu netipična godina zbog izostajanja turističke sezone) stanje je sljedeće:

Tabela 6.11.1. Indikatori performansi za potrošenu i neprihodovanu vodu, za period 2015-2020

IP \ Godina	2015	2016	2017	2018	2019	2020
IP5 -Potrošnja vode po potrošaču (m ³ /mjes),	8,94	10,15	10,22	10,35	10,65	9,58
IP6 -Potrošnja vode po domaćinstvu l/st/dan)	188,83	184,87	189,28	189,75	187,59	164,18
IP13-Neprihodovana voda (%)	80.36	79.23	79.66	77.22	76,81	78.67
IP15 – Neprihodovana voda po km mreže, na dan	99,79	91,64	96,40	83,48	84,97	82,89
IP14- Neprihodovana voda po korisniku mjesečno (m ³ /kor/mjese)	41,87	38,11	39,72	35,20	35,28	34,74

Takođe, dokaz smanjenja fizičkih gubitaka vode u sistemu pokazuje i smanjenje potrošnje električne energije koja pokreće rad pumpnih agregata. Smanje gubitaka vode u sistemu učinilo je da je lokalni vodni resurs bio mnogo manje u ekaploataciji nego ranijih godina, odnosno, stavljan je u funkciju samo u toku ljetnjih mjeseci, tokom jula i avgusta. Tabela pokazatelja

potrošnje električne energije predstavljena je u tabeli 6.12.2. Neprihodovana voda po kilometru mreže i neprihodovana voda po korisniku na dan pokazuju značajan trend smanjenja, iz godine u godinu.

Tabela 6.11.2. Indikatori performansi za potrošnju električne energije, za period 2015-2020.

Godina Varijab.	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Potrošnja električne energije (kWh)	2.175.552	1.973.141	2.074.327	1.463.164	1.475.914	1.259.189
Potrošnja električne energije (€)	203.340	190.322	178.758	136.813	138.873	137.814
Jedinična potrošnja električne energije po m ³ faktisane vode (kWh/m ³)	0,84	0,75	0,80	0,57	0,52	0,50

Prethodni dijagrami stanja po indikatorima performansi kao i tabele sa vrijednostima indikatora potvrđuju trend smanjenja tehničkih gubitaka u vodovodnom sistemu otkako se počelo sa primjenom metode za brže djelovanje na mreži za sanaciju kvarova. Ovom prilikom ćemo se zadržati na prvoj godini, sa komparacijom podataka za 2018. sa 2017. imajući u vidu da je 2018. zabilježila veći broj turista nego 2017: Pokazatelji, iskazani kroz IP-e potvrđuju prvu tvrdnju o smanjenju gubitaka:

- Količina proizvedene vode, količina koja je ubačena u sistem u 2018. godini, je značajno manja nego u 2017. (iako je bio veći broj turista i noćenja u 2018. godini nego u 2017).
- Količina fakturisane vode, t.j. isporučene domaćinstvima, veća je u 2018. nego u 2017. godini za 1,2%, takođe je i ukupna potrošena (naplaćena) voda veća u 2018. nego u 2017. godini.
- Troškovi električne energije, kao direktan odraz rada pumpnih i prepumnih objekata u sistemu, odnosno, potrošnje vode, smanjeni su za cc-a 12.000 €, u 2018. U odnosu na 2017. potrošnja električne energije u sistemu snabdijevanja 1.032.319 KWh, što je za 143.276 kWh manje nego u 2017. godini.
- Jedinična potrošnja električne energije po m³ fakturisane vode u 2018. je bila 0,52, a u prethodnim godinama, od 2015. do 2017: 0,81; 0,74, 0,76.
- Neprihodovana voda po korisniku, mjesečno, iznosi u 2018: 34,67 m³/korisniku, i manja je za 4 m³/korisniku u odnosu na 2017. godinu.
- Troškovi materijala bez goriva i električne energije, kao procenat ukupnih troškova su: u 2018 – 5,60 €, što je za 15,40% manje nego u 2017, kada je pokazatelj bio na. 6,62, ili u 2016. kada je iznosio 6,55, ili u 2015 – 7,38.
- Racionalnije korištenje vode u sistemu doprinijelo je da je lokalno izvoriste Opačica stavljeno u funkciju tek u samom špicu turističke sezone, 7 jula, pa ni tada nije radilo punim kapacitetom, od mogućih 150 l/s, već upola manji; računa se da je samo manjim radom Opačice, tokom avgusta, uštedeno 25 l/s.

- Postignutom organizacijom poslova na relaciji menadžment-mreža ostvarena je primarna hipoteza rada o smanjenju gubitaka od 5%, kako se i vidi po pokazanim rezultatima u proizvodnji vode i potrošnji električne energije, pri tome, indikatori performansi sistema potvrđuju prvobitno postavljene ciljeve.

2. Dokaz o povećanju kvaliteta usluga isporuke vode

Kvalitet usluga ogleda se u:

- kontinuitetu isporuke vode
- brzom otklanjanju kvara na dojavu,
- zadovoljstvu potrošača, kao korisnicima usluga vodosnabdijevanja, odnosu broju žalbi, podnesenih reklamacija.
- kvalitetu isporučene vode.

Kontinuitet ispruke vode je nakon 2017. godine u svim narednim godinama 100%, odnosno, nije bilo obustavljanja protoka i restrikcija u snabdijevanju. Kvalitet isporučene vode za piće je i prije 2018. godine bio na visokom nivou, od minimalno 97% ispravnih od ukupno uzetih 144 uzorka. Brzina otklanjanja kvarova na vodovodnoj mreži, zamjena elemenata na mreži kao i na cijelom vodovodnom sistemu, su fizički pokazatelji stepena operativnosti na mreži za kvalitet usluga isporuke vode prema potrošačima. Takođe, brzina otklanjanja kvarova i vremenski rok trajanja popravke, posebno ako je isključeno snabdijevanje potrošača sa cjevi na kojoj je kvar, jesu važni činioci kvaliteta usluga prema potrošačima. U tabelama 6.2.4. dato je vrijeme od dojave kvara do otklanjanja, koje zovemo brzinom otklanjanja kvarova. Ta brzina je značajno povećana u 2018. godini pa nadalje. Najznačajniji pokazatelj u kvalitetu upravljanja kao i samom odnosu prema mreži jeste činjenica popravljivanja kvarova u toku prvog dana od dojavljivanja, kao i u smanjenju broja „starih kvarova“. Naime, ranije je bila praksa da se većina kvarova ostavlja za popravljivanje u predsezoni i sezoni kada je i tako povećana potreba za vodom, pa se u toj činjenici nalazilo ekonomsko opravdanje. U procentima od broja intervencija iskazano djelovanje u toku tog prvog dana govori o 80–85% riješenih kvarova na mreži. Ostalih 15% su slučajevi koji nisu došli na red tog dana za opravku ili su u pitanju komplikovanije situacije, isljed teže dostupnosti kvaru ili zbog trenutnog nedostatka repromaterijala za zamjenu. Istovremeno je povećan i ukupan mjesečni broj intervencija na mreži, pa, shodno tome, povećan je i broj utrošenih radnih sati. U tabeli 6.12.3. prikazani su indikatori performansi za kvalitet usluga u vodovodnom sistemu za period 2015-2020.

Kroz ovaj parametar brzine operativnih timova na mreži dokazan je treći aspekt povećanog stepena usluga. Broj prigovora, koji se računa na 1000 korisnika, je u opadanju. Broj utrošenih radnih sati na popravkama je u porastu. Broj sati prekida usluga snabdijevanja usljed kvarova, restriktivnog snabdijevanja ili nekih drugih pojava usljed kojih je, djelimično ili potpuno obustavljeno snabdijevanje vodom, je u opadanju, nakon 2018. godine, a to ide u prilog činjenici savjesnijeg rada na mreži, veće brige za potrošače i bolje organizacije i operativnosti da se kvar popravlja i bez zatvaranja protoka vode kroz cjev na kojoj se radi. U tabeli 6.12.3. date su varijable kao pokazatelji povećanog kvaliteta usluga: broj prigovora na 1000 korisnika,

koji jeste u opadanju nakon 2017, broj sati prekida snabdijevanja, udio zaposlenih u sektoru za sistem snabdijevanja vodom. Broj utrošenih radnih sati na popravkama govori o angažovanju radne jedinice za sanaciju kvarova na mreži i varira od godine do godine, jer vremensko trajanje popravke zavisi od vrste kvara i njegove dostupnosti, uz činjenicu brzog reagovanja, zapravo, operativnosti od momenta dojavljivanja. Broj sati prekida usluge snabdijevanja dvojak je podatak: a) zavisi od vrste kvara i trajanja popravke, i b) zavisi od generalnog dosticanja vode u sistem iz vodnog resursa.

Tabela 6.11.3. Indikatori performansi o kvalitetu usluga, za period 2015-2020.

Naziv	Formula	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Broj prigovora na 1000 korisnika (N/1000 korisnika)	$1000 * (p03z+p43v+p27k)/p55v$	37,07	38,28	43,29	37,91	27,86	27,43
Broj utrošenih radnih sati za popravke	$\sum H_i$	6.781	6.961	7.315	8.979	7.561	7.458
Broj sati prekida usluge usljed kvarova, restrikcija i drugih neželjenih pojava.	$\sum H_i$	860	748	420	126	336	388 194
Udio zaposlenih na sek. vodossnabdijevanju (%)	$100*(p03v)/(p02u)$	62,50	62,69	58,22	58,22	44,94	45,05

4. Povećanje efikasnosti funkcionisanja sistema

Efikasnost je odnos između rezultata (autputa) i ulaganja (inputa), i različita je po jedinici ulaganja [47]. Efikasnost funkcionisanja vodovodnog sistema znači ostvarivanje što boljeg rezultata (smanjenje gubitaka vode, smanjenje potrošnje energenata – električne energije, a uz što manja ulaganja). Broj otklonjenih kvarova je povećan, povećana je količina i ukupna vrijednost ugrađenog cjevnog i drugih materijala, a povećan je i trošak zaposlenih (radnika na mreži).

Tabela 6.11.4. Pokazatelji broja kvarova na mreži i utrošenih radnih sati na mreži, za period 2015-2020

Naziv	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Broj kvarova na primarnoj mreži	26	29	25	35	49	65
Broj kvarova na sekundarnoj mreži	160	150	157	152	99	107
Broj kvarova na tercijarnoj mreži	1484	1370	1531	1538	1517	1452
Ukupan broj kvarova	1650	1549	1719	1725	1665	1624
Broj utrošenih radnih sati na popravkama	6781	6961	7315	8979	7561	7458

5. Poboljšanje uslova rada zaposlenih

Poboljšanje uslova rada zaposlenih u sektoru upravljanja vodovodnim sistemom ogleda se kroz finansijske i fizičke pokazatelje, odnosno, kroz redovitost isplaćivanja novčane zarade, isplatu prekovremenih sati, novčanih stimulacija i premija, kao i posvećenost zdravstvenoj zaštiti i bezbjednosti zaposlenih na radnim zadacima, u svih sektorima, a naročito u radnim jedinicama koje su direktno vezane za sistem snabdijevanja vodom. S druge strane, opremljenost radnika na mreži svim potrebnim rekvizitima, odjećom i obućom, šlemovima, nabavka alata i mašina za rad koje odmjenuju manualni rad, odnosno, ljudsku radnu snagu, jesu značajne stavke za poboljšanje radnih uslova.

Sve izrečeno proističe iz tehničke organizacije rada i želje za unapređem poslova, posebno u domenu upravljanja. Poboljšanje uslova rada zaposlenih je uslov za bolju operacionalizaciju i mobilnost, pa tako i za postizanje boljih efekata rada, a ne obratno.

Poboljšanje uslova rada proizlazi iz ekonomske situacije u vodovodnom preduzeću. Smanjenje tehničkih gubitaka, bolja distribucija i prodaja vode, manji procenat nenaplaćene količine, znači bolju finansijsku situaciju, a bolja finansijska situacija omogućava bolje uslove rada.

6. Povećanje efikasnosti rada zaposlenih

Stepen radne efikasnosti kroz niz godina detaljno je obrađen u potpoglavlju 6.2. gdje je dat tabelarni prikaz broja aktivnosti na mreži za sanaciju kvarova i druge popravke na mreži. Iz tabele se uočava značajan godišnji porast radnog učinka na mreži, pa izvodi zaključak o povećanju stepena efikasnosti rada zaposlenih. Takođe, dat je i pojedinačni porast stepena efikasnosti zaposlenih, u karakterističnom zanimanju, vodoinstalatera na mreži. Odgovaranje na zahtjeve mreže za sanaciju identifikovanih kvarova neminovno je dovelo do povećanja stepena radnog angažovanja. Za savladavanje velikog broja kvarova neophodno je dodatno angažovanje radne snage kao i prekovremeni rad voditelj radnih jedinica. Povećanje radne efikasnosti je dokazano ovim tabelama kao neminovnost za povećan stepen operacionalizacije na mreži. Povećan stepen operacionalizacije na popravkama kvarova doveo je do smanjenja tehničkih gubitaka na mreži i do smanjenja ključnih troškova na mreži, pogonskih troškova, odnosno, utroška električne energije.

7. Optimalizacija rada i funkcionisanje sistema snabdijevanja kroz principe „4E“: efikasnost, efektivnost, ekonomičnost, ekološkičnost (poštovanje principa zaštite životne sredine).

U tabeli 6.11.5. dati su finansijski indikatori kao efekti uvezivanja više sektora, zapravo, radnih jedinica i poboljšanje radnog učinka po indikatorima performansi /benčmarking/, odnosno, korištenjem uporednih vrijednosti indikatora performansi za: 2015, 2016, 2017 i 2018. i 2019. godinu. Indikatori, koji govore o finasijskim pokazateljima stanja u upravljanju vodovodnim sistemom su: operativni rashodi za vodosnabdijevanje, sa iskazom vrijednosti u novčanoj jedinici (evro) po m^3 , zatim operativni rashodi po m^3 fakturisane vode, jedinični trošak električne energije iskazan u €/ m^3 fakturisane vode, troškovi električne energije kao dio ukupnih

troškova upravljanja sistemom snabdijevanja sa uključivanjem amortizacije, iskazan procentualno od ukupnih troškova i trošak radne snage iskazan po m³ fakturisanе vode i kao procenat ukupnih troškova.

Podaci iz tabele govore da su porasli operativni i troškovi radne snage u 2018. i 2019. u odnosu na 2015-2017-tu godinu, imajući u vidu veći radni efekat u saniranju kvarova, od momenta dojavljivanja, kako je predstavljeno u tabelama 6.2.4. Jedinični trošak električne energije po m³ je manji u 2018. u odnosu na prethodne godine za 20,6 do 34,6%, a potrošena električna energija po m³ fakturisanе vode pokazuje smanjenje za 1,6 puta.

Ključna činjenica je za komplikovane vodovodne sisteme, koji nisu georeferencirani, gdje se i dalje ne poznaje dio sekundarne i tercijalne mreže, gdje postoje brojni problemi u pogledu otkrivanja i sanacije kvarova, a to je činjenično stanje slično za gotove sve vodovodne sisteme u primorskim opštinama Crne Gore, izvagati potrebe za smanjenjem tehničkih gubitaka i ekonomske parametre. Naime, bržim otkrivanjem i saniranjem kvarova angažuje se veći broj operativnih timova na terenu a to neminovno dovodi do većih troškova radne snage. Veće angažovanje radne snage i veći finansijski izdaci za njeno plaćanje treba da korespondiraju rezultatima rada, odnosno, ekonomskim efektima na mreži, koji proizilaze iz uštede vode i dalje prodaje.

U prve tri godine su troškovi radne snage veći od finansijskih efekata koje pokazuje sistem. Nakon toga treba da slijedi period unifikacije stanja na mreži, odnosno, bez sezonskih pikova. Što ravnomjernije stanje sa kvarovima to je sistem mirniji. Treba ga doživljavati, na neki način, kao živ sistem, koji zahtjeva ravnomjernu, cjelogodišnju pažnju, bez obzira na zimski ili ljetnji period. To znači da pristup zadacima otklanjanja kvarova mora biti jednak zimi kao i ljeti, iz razloga homogenizacije stanja pristisaka u njemu.

Tabela 6.11.5. Finansijski Indikatori stanja, dio zvaničnog benčmarking izvještaja o uspješnosti rada vodovodnog preduzeća

Oznaka indikatora	Opis indikatora	Godina					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
IP39	Operativni rashodi za vodosnabdijevanje po m ³ proizvedene vode (€/m ³)	0.17	0.17	0.19	0.22	0,23	0,24
IP40	Operativni rashodi po m ³ fakturisanе vode (€/m ³)	0.88	0.82	0.96	0.96	0.98	1.13
IP41	Jedinični trošak električne energije po m ³ fakturisanе vode (€/m ³)	0.08	0.07	0,07	0,05	0.05	0.06
IP42	Jedinični trošak radne snage po m ³ fakturisanе vode (€/m ³)	0,50	0,50	0,51	0.53	0.56	0.63

IP44	Troškovi električne energije kao procenat ukupnih troškova (uključujući amortizaciju)(%)	5.50	6.25	5.15	4.09	3.80	3.80
IP47	Troškovi radne snage kao procenat ukupnih troškova (uključujući amortizaciju)(%)	36.11	47.29	40.43	42.65	44.30	43.16

Praksa je pokazala iz brojnih primjera, dok je rađeno na ovom radu, da vodovodni sistem treba da ima ravnomjerno održavanje, kao i ravnomjerno puštanje vode u njega, bez obzira o kolikoj visini pritiska u njemu se radi. Poštovanje principa „4E“ efikasnost, efektivnost, ekonomičnost i ekologija, jer svaka ušteda vode jeste zadovoljenje osnovnog principa ekologije, pod devizom „voda je izvor života“, predstavlja suštinu brige za vodovodni sistem, odnosno, suštinu dobrog upravljanja vodovodnim sistemom.

U prethodnom poglavlju smo govorili o kvantifikovanju Indikatora performansi za dva perioda godine, zimski i ljetnji, i to je najvažniji postulat „4E“ principa upravljanja vodovodnim sistemima u primorju, odnosno u primorskom regionu Crne Gore.

Postavljanjem ciljeva, potom uspostavljanjem modela za unapređenje funkcionisanja postignuti su rezultati u upravljanju vodovodnim sistemom:

1. Poboljšanje upravljanja vodovodnim sistemom, iskazano po odabranim parametrima: bolja operativnost i efikasnost rada zaposlenih u sektoru snabdijevanja vodom, odnosno, veća mobilnost direktno zaposlenih radnika na mreži, na sanaciji kvarova, na tri vremenska nivoa:

- na nivou mjeseca,
- na nivou sezone (zima, ljeto)
- na nivou godine

2. Iskazivanje poboljšanja upravljanja kroz Indikatore performansi do 10% godišnje, posebno kroz proizvedenu i fakturisanu vodu, odnosno, kroz odnos proizvedene i potrošene vode (ekonomska kategorija je fakturisana voda), sezonski, odnosno, godišnje, smanjenje utroška električne energije i td.

Poboljšanje radnih uslova zaposlenih, naročito radnika na mreži, vodoinstalatera direktno vezanih za održavanje mreže, dispečera kojima je posao povezivanje mreže i pumpnih postrojenja i rezervoara, dakle, operativnog sektora direktno vezanog za funkcionisanje sistema, stvara se osnova za veću motivisanost radnika za postizanje većeg radnog efekta. Teško je očekivati značajan napredak u rezultatima tehničkog sektora ako nema dobre povezanosti i sa drugim radnim jedinicama unutar upravljačkog preduzeća. Stara praksa, anomalija lošeg povezivanja radnih jedinica, apsolutno mora da bude prevaziđena te da dobro uvezivanje kreće, u prvom redu, od krajnje savjesnog i odgovornog odnosa prema poslu, a ne po principu zatvaranja u okvire sopstvenog radnog naloga. Jedan od vidova povezivanja je benčmarking, koji nema zadatak samo sabiranje i množenje brojnih vrijednosti, količina vode, broja zaposlenih

po sektorima, utrošenih radnih sati, broja kvarova, već upravo strukturalno povezivanje, usklađivanje i međusobno kontrolisanje sektora.

Benčmarking je za primorske sisteme u Crnoj Gori usklađen sa smjernicama i pravilnicima evopske regulative, odnosno, procedurama Svjetske banke, koja je preuzela zadatak praćenja stanja u snabdijevanju vodom za cijeli svijet, zbog potrebe smanjenja gubitaka vode u cilju globalne zaštite vodnih resursa i boljeg obezbjeđenja kvalitetne vode za piće, koje je, uzgred budi rečeno, sve manje na Zemlji.

Riječ „benčmarking“ ne postoji u domaćem jeziku, a ima značenje: referentne vrijednosti ili standarda uspješnosti posmatranih parametara, po kojima se svi slični ili subsekventni parametri ocjenjuju i porede. Benčarking barata indikatorima performansi koji odražavaju mjesečno i godišnje stanje u nekom sektoru vodovodnog sistema.

Za 2018. godinu zaključujemo za izabrani vodovodni sistem (Herceg-Novog):

1. Broj utrošenih radnih sati na popravkama vodovodnih cjevi je: 8.979 u toku kojih je opravljeno 1759 kvarova – oštećenja cjevi, na čemu je za 1600 časova više utrošenog rada u poređenju sa 2017. godinom, kada je otklonjeno ukupno 1713 kvarova, odnosno u 2016. kada je otklonjeno 1549 kvarova pod nazivom “pukla cjev”.

Najveći broj oštećenja, čak preko 75 %, je na cjevima malih prečnika, od $\frac{3}{4}$ “, koji, dobrim dijelom, nisu evidentirani u mapama. Ovakvih cjevovoda, koji su kao kapilari u sistemu, ima na desetine kilometara i predstavljaju svojim položajem, pravu pošast vodovodnog sistema. Nažalost, veoma visoki pritisci u mreži sistem drže u stanju stalnog naprezanja ili stanja latentnog pucanja. Jedini način da se to, u postojećim uslovima bez monitoringa pritsaka, drži pod kontrolom jeste u povećanom stepenu operativnosti i mobilnosti za otklanjanje kvarova na mreži. Radni nivo operativnih timova na mreži podignut na nivo od 80–85%, daje značajne pozitivne efekte za sistema.

Iz sve ga navedenog do sada dokazane su hipoteze istraživanja:

- H1 Primjenom indikatora performansi iz tehničkog i finansijskog sektora, sprovodi se monitoring upravljanja vodovodnim sistemom što doprinosi povećanju efikasnosti i efektivnosti sistema.
- H2 Povećanje stepena operativnosti na vodovodnoj mreži za otkrivanje i sanaciju kvarova smanjiće gubitke vode u vodovodnom sistemu i povećati stepen efektivnosti vodovodnog sistema.
- H3 Ljudski faktor ima dominantnu ulogu kao uzrok problema neefikasnog sistema.

7.1. Ograničenja

Eksperimentalni vodovodni sistem, koji je izabran za ovaj rad, ima anomaliju u dotoku vode u ljetnjem periodu. Naime, hercegnovski vodovodni sistem je povezan na hidrosistem Trebišnjice, kako je objašnjeno u poglavlju 3.3. Tokom ljeta iz HET-a u sistem Herceg Novog dolazi količina od 400 do 440 l/s (moguća količina je i do 450 l/s). Uz lokalni resurs karstne izdani Opačica, tokom ljetnje sezone Herceg Novi ima na raspolaganju količinu vode od 500 do 600 l/s. Ovakve brojke o količini vode remete status aridne ljetnje sredine. S druge strane, znajući da se jednom godišnje obustavlja dotok vode kroz hidrotehnički tunel na koji je priključen

cjevovod za sistem Herceg Novog, zbog sanacije procurivanja vode i čišćenja od muljnog nanosa, snabdijevanje Heceg-Novog u tom periodu se oslanja samo na lokalni resurs Opačica. Ta količina vode nije dovoljna za podmirenje svih potreba stalnog stanovništva i privrede za vodom, u tom periodu, koji se najčešće događa pred početak ljetnje sezone. U tom periodu se primjenjuje restriktivni režim snabdijevanja. U drugim gradovima na primorju, od Ulcinja do Tivta, takođe je bilo problema u redovnom snabdijevanju vodom tokom ljetnje sezone, naročito tokom jula i avgusta, dok nije došlo do povezivanja na sistem regionalnog snabdijevanja vodom, sa izvorištem Bolje sestre (zona Skadarskog jezera). Na taj način su ublažene velike varijacije u raspoloživim količinama vode i nedostaci lokalnih resursa za obezbjeđenje potrebnih dodatnih količina za pokrivanje turističke privrede.

Ova konstatacija za sistem Herceg Novog znači da u kraćem vremenskom periodu ima karakteristike tipične za primorski region: dovoljno vode u zimskom periodu, kada je potrošnja u minimumu, a minimalnu raspoloživu količinu iz resursa u sistemu kada je potreba za vodom po rastućoj vrijednosti (obustava dotoka iz HET-a nikada nije u julu i avgustu kada je najsnažnija turistička sezona, nego u maju i početkom juna). Eksterne količine vode u lokalnim sistemima značajno mjenjaju njihove osnovne karakteristike, koje su zapravo karakteristike područja, a postavljene su kao postulat u ovom radu, sa disproporcijom proizvedene i potrebne, odnosno, potrošenekoličine vode. Eksterne, dodatne, količine vode u sistemima mjenjaju suštinu upravljanja i funkcionisanja. Imajući u vidu tu činjenicu dobijaju se indikatori performansi koji imaju sezonski, ljetnji diskontinuitet, u smislu poboljšanja na strani upravljanja.

Sistem snabdijevanja u Herceg Novom razvijen je u tri visinske zone, sa lokalnim prelazima u četvrtu i petu, što mu daje fizičku specifičnost u odnosu na druge sisteme u primorju, koji su razvijani linearno ili sa dvije visinske zone. Ograničenja u zaključcima ovog rada, koja se odnose na primjenu indikatora performansi, su:

- Neuključivanje ili nedovoljno uključivanje tehničkih karakteristika sistema i hidrauličkih parametara, a to znači da IP-i, koji se kroz benčmarking prate, po metodologiji Ministarstva održivog razvoja, ne ulaze u tehničke karakteristike, odnose i zavisnosti pojedininih djelova sistema.
- Poznavanje radne, profesionalne strukture svakog preduzeća, uposlenog osoblja, profesionalne i kadrovske razlike, stepen uposlenosti, radna motivisanost jeste različito od jednog do drugog grada i daje različite performanse u upravljanju. (Na početku rada je rečeno da se polazi od pretpostavke da svi sistemi u primorju imaju sličnu radnu strukturu i tako je i bilo dok se kroz ovaj rad nije pristupilo povećanom stepenu operativnosti na mreži u izabranom vodovodnom sistemu).
- Turistička privreda u svakoj primorskoj opštini ima svoje specifičnosti, od vrste turističkih usluga do brojčane zastupljenosti; od značaja su podaci o stanovima gdje vodomjerni satovi ne registruju potrošnju, te je za dalje istraživanje važan broj takvih potrošača, dužina trajanja perioda kada su bez potrošnje, odnosno, njihova potrošnja u maksimumu turističke sezone.

8. Zaključak

Unapređenje upravljanja vodovodnim sistemima u primorskim mjestima je stalni izazov za povećanje stepena rentabilnosti vodovodnog sistema, povećanje stepena efikasnosti vodovodnog preduzeća kao i povećanje operativnosti vodovodnog preduzeća. Unapređenje upravljanja je razmatrano u sezonskom kontekstu. Zadaci su postavljeni na osnovu mjesečnih i godišnjih izvještaja o praćenju karakterističnih parametara stanja vodovodnog sistema, kao i na osnovu indikatora poslovanja preduzeća, odnosno, indikatora performansi sistema, koji se izračunavaju, prate i kompariraju u okviru matrice tzv. benčmarkinga. Primjenom indikatora performansi iz tehničkog i finansijskog sektora, sproveden je monitoring upravljanja vodovodnim sistemom što doprinosi povećanju efikasnosti i efektivnosti sistema. Na osnovu izabranih indikatora performansi, posmatranjem stanja i funkcionisanja vodovodnog sistema u zimskom i ljetnjem periodu tokom godine dobijen je i u disertaciji predstavljen model vodovodnog sistema za dva perioda godine koji omogućava:

- Valorizovanje činjenice o postojanju dva perioda godine sa suprotnim parametrima o proizvodnji i potrebama (potrošnji) vode (zima, ljeto), razdvajanje parametara o proizvodnji i potrošnji vode na dva perioda godine (zima, ljeto),
- Postavljanje matrice ključnih indikatora za uspostavljanje veza između realnog sistema snabdijevanja i cilja,
- Korištenje ključnih indikatora u analizama stanja u zimskom i ljetnjem periodu,
- Neprekidno ažuriranje varijabli u sistemu indikatora performansi,
- Postavljanje modela vodovodnog sistema preko kojeg se iteracijama koriguje stanje u realnom sistemu, tokom sezone, uvezivanjem: realni sistem-cilj-model-realni sistem.
- Iz matrice ključnih indikatora performansi izvlačiti kauzalnost, uzročno-posljedične odnose, odnosno, stanje i funkcionisanje u sistemu, posebno u svakom od dva perioda godine, i na nivou godine (kao jedinstven sistem).

Za sva konkretna istraživanja, analiziranja i donošenje opštih i posebnih zaključaka sprovedena su na hercegrovskom vodovodnom sistemu, koji je poslužio i za provjeru teoretskih postavki i hipoteza.

Kao najveći doprinosi disertacije je bavljenje analizom kvarova na vodovodnoj mreži i otklanjanjem istih, analiziranje anažovane radne snage u otklanjanju kvarova, utrošak materijala za sanaciju kvarova i potvrđivanje hipoteza o upravljanju vodovodnim sistemom kroz princip integralnog upravljanja imovinom i uz stalni monitoring po PI-a, uključujući fenomen sezonalnosti, zbog kojeg dolazi do značajnih promjena u osnovnim parametrima sistema (proizvedena i potrošena voda), stepena operativnosti i funkcionalnosti; takođe je doprinos rada i u analiziranju radne snage, tj. u motivisanosti zaposlenih na mreži za operativnot u sanaciji kvarova. Svi izvještaji o saniranim kvarovima na mreži, ugrađenom materijala, vremenu obustave vode i td. u primjeni principa "integralnog upravljanja" vraćaju se na bazu podataka, imovinu vodovodnog sistema, da bi se došlo do matrice kauzalnosti nastajanja oštećenja na objektima vodovodnog sistema. Baza podataka mora da ima istinske podatke o objektima na mreži, bazu podataka o spoljnim faktorima sredine (geološki sastav, hemijski sastav, geološke pojave, uticaji urbanizacije prostora, i td), tačno unesenu, georeferenciranu mrežu cjevovoda na koju se

unose sve promjene u prostoru i vremenu. Kvar nije statična, stvar fizičkog oštećenja, već dinamička, sa vremenskom i prostornom karakteristikom. U bazu podataka se unose kvarovi sa svim zamjenjenim materijalom za sanaciju, kao i učestalost pojavljivanja kvara na nekoj dionici. Učestalost pojave kvara je činilac zamjene cjevovoda.

Disertacija proširuje teorijske modele koji ispituju uticaj gubitaka vode na funkcionalnost vodovodnog sistema i na mogućnosti smanjenja istih u okviru jednog vodovodnog sistema i njegove raspoložive radne snage i finansijske moći, a bez dodatnih finansijskih (kreditnih) sredstava za zamjenu cjevovoda.

Disertacija dopunjuje teorijske podloge o primjeni metoda za boljim upravljanjem vodovodnim sistemima u primorskim regijama, koje su bile zanemarene od strane naučne zajednice. Ostvareni rezultati potvrđuju prethodne, u pregledu literature, predstavljene teorijske tvrdnje i dopunjuju ih.

Istraživanje je, implicitno i potvrdilo značaj ljudskih resursa u pružanju usluge distribucije vode putem predstavljenog vodovodnog sistema.

Rezultati ove disertacije otvaraju novi prostor za istraživanje o problemima vodosnabdijevanja u primorskim oblastima i uopšte o oblastima gde postoji značajan sezonski nesklad u proizvodnji potrošnji vode.

Rezultati disertacije daju i praktičan doprinos sa aspekta planiranja i projektovanja vodovodne infrastrukture u turističkim sredinama na način da je potrebno posebno sagledavanje činjenica zimskog i ljetnjeg perioda, broj i vrstu potrošača, način dopremanja vode u sistem, raspoložive vodne resurse, odnosno, velike količine vode u sistemima, tokom vansezonskog perioda, koje su višak i ne nalaze svoju ulogu u sistemima snabdijevanja vodom.

8.1. Pravci daljih istraživanja

Istraživanje je bazirano na domen smanjenja gubitaka vode u sistemu angažovanjem radne snage na detekciji kvarova i otklanjanju istih i/ili oštećenja na mreži, a u cilju vraćanja izgubljenih količina vode i povećanja stepena funkcionalne efektivnosti sistema. Nažalost, vodovodni sistem, koji je pod visokim pritiscima, nalazi se u stalno nestabilnom stanju, odnosno, u stanju latentnog oštećenja. To znači da se reparacijom jednog dijela cjevovoda povećavaju pritisci u mreži i dolazi do pucanja ili stvaranja ruptura na drugom mjestu, nedaleko od mjesta popravke. Dalja istraživanja su moguća u domenu:

1. Utvrđivanja zavisnosti visine pritiska i nastajanja oštećenja na cjevnoj mreži kroz sektorski pristup sistemu snabdijevanja, odnosno, pravljenja što većeg broja podzona i detaljnim pristupom u analizi svakog dijela mreže.
2. Dalja istraživanja mogu da budu i u pravcu strukture kvarova, u zavisnosti od tipa tla gdje leže cjevovodi, a o čemu se, za sada, nedovoljno zna.

Na osnovu primarnog zaključka ovog rada, o bitnim razlikama u dva godišnja perioda, zimskom i ljetnjem, buduće istraživačke analize treba nastaviti kroz poštovanje principa sezonalnosti sistema.

U domenu upravljačkih efekata, kroz sektor naplate, dalje istraživanje bi trebalo da ide u pravcu detaljne razrade svih vrsta potrošača, identifikacijom i ugradnjom vodomjera za sve vrste potrošača, bez izuzetaka.

Fenomen nelegalnog potrošača jeste pojava koju je potrebno istraživati, kako sa tehničkog tako sociološkog i pravnog aspekta. U nelegalnim potrošačima leži značajan potrošač u smislu količine neobračunate vode.

Uspostavljanje zavisnosti između prirodnih uslova terena, u pogledu sastava tla, geoloških sklopova, kiselosti odnosno agresivnosti tla prema cjevnim materijalima, nagiba, uz parametre urbanizacije kao diktate razvoja vodovodne mreže, i hidrauličkih parametara odnosno, performansi mreže, otvara široko polje mogućih istraživanja.

Moguće je detaljnije upuštanje u analizu Indikatora performansi, koji su ovdje rađeni na nivou mjeseca i komparirani po godinama, usitnjavanje po raznim zahtjevima, u zavisnosti od rada na mreži za sanaciju kvarova, korištenje materijala u reparaciji, do razrade IP za objekte u sistemu snabdijevanja.

9. LITERATURA

1. Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera, E. Jr., Cubrillo, F., Duarte, P., Merkel, W., Parena, R., Performance Indicators for water Supply Services – Second Edition, Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H, UK, 2000.
2. Alegre, H., Hirnir, W., Baptista, J.M., Parena, R., at al. Performance Indicators for water Supply Services, Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H, UK, 2000.
3. Allbee, S., Foley, A., Smith, A., Water Asset Management International Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H, UK, 2001.
4. ARPA, SWOT Analysis and Strategic Water Management Plan for Irminio River Basin, „Sustainable Water Management through Common Responsibility enhancement in Mediterranean River Basins“, 2011.
5. Avakumović D, Stričević R., Đurović N i dr: Savremena analiza potrebnih količina vode za navodnjavanje, UDK 626.85/626,81/85, Vodoprivreda 0350-0519, 37 (2005) 213-215 p 11-20.
6. Avakumović D., Navodnjavanje, Građevinski fakultet Beograd, 1994.
7. Beller Consult&Energoprojekt hidroinženjering, Master plan vodosnabdijevanja crnogorskog primorja i Cetinja, 2006.
8. Beller Consut&Energoprojekt hidrogradnja, Master plan snabdijevanja vodom crnogorskog primorja i opštine Cetinje, 2007.
9. Bogardi,I., Fülöp, R.A.: Spatial probabilistic model of pipeline failures. Period Polytech.-Civ.2011.
10. Byrne, R., Pietersen, J., Kumar, K., et al. Taking a national approach to driving justified improvements in sustainable infrastructure asset management (SIAM) – A discussion paper designed to promote the adoption of a national municipal SIAM program in South Africa, Institute of Municipal Engineers of Southern Africa, 2010.
11. Carlsson, B., Roux, J. (Editors) Water supply services O&M handbook, Department of Housing & Local Government, Northern Cape, and Department of Water Affairs & Forestry: Northern Cape Region, 2010.
12. Chang C.-C., Van Zyl, J.E. „Optimal reliability-based design of bulk water supply systems“, Journal of Water Resources Planning and Management, 2014.
13. Chambers K., Creasey J., Leith F. (2004). World Health Organization. Safe Piped Water: Managing Microbial Water Quality in Piped Distribution.
14. COST Action C 18: Performance assessment of Urban Infrastructure services: The case if water supply, wastewater and solid waste WG 1, Seminar: The use of performance assessment tools for regulation of water supply, wastewater and solid waste services in Portugal, National context for the water supply, wastewater and solid waste services, Catania, 2005.
15. COST C18 Activites / European Cooperation in the field of Scientific and technical research/ Draft memorandum of Understanding, Performance assessment of Urban Infrastructure services: The case if water supply, wastewater and solid waste, Brussels, 2003.

16. D.Weimer, German National Report, Water Loss Management and Techniques, 2001.
17. Dalmacija, B., et al. (1996). Hemijski aspekti. Kvalitet vode za piće, preporučeni standardi i normativi, Savezni Zavod za zaštitu i unapređenje zdravlja, Beograd.
18. Dalmacija, B., et al. (1998). Priprema vode za piće u svetlu novih standarda i normativa. *Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institute of chemistry, Novi Sad*, 55–66.
19. Darvini, G.: Comparative analysis of different probability distributions of random parameters in the assessment of water distribution system reliability. *J.Hydroinform.* 2014.
20. Dunavski regionalni Projekat (DPR), Priručnik za javnost, Unapređenje pristupa informacijama i učešća javnosti u donošenju odluka u oblasti okoline, Sarajevo, 2006
21. DVGW Worksheet W 392, Monitoring of Pipe and Water Losses – Measures, Procedures and Analyses“, 2000.
22. DWA, Water services infrastructure asset management strategy (WSIAM), Water services: policy and strategy, Department of Water Affairs, Pretoria, South Africa, 2011.
23. European Food Safety Authority (EFSA): Scientific Opinion on Dietary references for Water, Parma, Italy, EFSA Journal 2010, 8(3), 1459.
24. Ferragina E., 2010. “The Water Issue in the Mediterranean,” in Scoullos M., and Ferragina, E., Eds.: *Environment and Sustainable Development in the Mediterranean*, pp. 53–77, European Institute of the Mediterranean, Barcelona, Spain. Available at: http://www.iemed.org/observatori-es/areesdanalisi/arxiu-adjunts/10-papers-for-barcelona-2010/8-environmental-and-sustainabledevelopment-in-the-mediterranean/fer-ragina_8.pdf (accessed 14-02-2018).
25. Fontanazza, C.M., Freni, G., La loggia, G., Notaro., V. (2008). Definition of performance indicators for urban water distribution systems in drought conditions, Conference of Performance Assessment of urban infrastructure services, COST, IWA Publishing.
26. Gaćeša, S., Klačnja, M. (1998). *Tehnologija vode i otpadnih voda*, Belgrade.
27. Gossling S., Peeters P., Hall M.C., et al.: *Tourism and water use: Supply, demand, and security. An international review.* 2012.
28. Hof A., Schmitt T., *Urban and tourist land use patterns and water consumption: Evidence from Mallorca, Balearic Islands*, Elsevier, 2011.
29. Hydro-Comp Enterprises Ltd, *Upravljanje infrastrukturnim sredstvima, Saveti preduzećima vodovoda Jugoistočne Evrope*, verzija 5.3. Septembar 2018., Nicosia, Cyprus.
30. *Infraguide Small System Operation and Maintenance Practices*, Federation of Canadian Municipalities and National Research Council, available from www.infraguide.ca, 2005.
31. Koelbl, J., Gschleiner, R., 2009 Austria’s new guideline for water losses, *WATER* 21
32. Kutylowska, M. Comparison of two types of artificial neural networks for predicting failure frequency of water conduits. *Period Polytech.-Civ.* 2017, 61, 1–6.
33. Lambert, A., Brown, T.G., Takizawa, M., Weimer, D.: *A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems*, AQUA, 1999.
34. Lambert A., Himer W., *International Water Data Comparisons Ltd*, Llandudno, LL30 1SL, UK, Erlenstegenstrasse 118B, D-90491, Nurnberg, Germany

35. Lambert, A., Hirner, W. (2000) "Losses from water supply systems: Standard terminology and recommended performance measures", International Water Association. Available from http://www.iwahq.org/contentsuite/upload/IWA/all/Documents/Utilities/blue_pages_water_losses_2000.pdf.
36. Lambert, A., The IWA water loss task force water 21 – Article No 2 Assessing Non-Revenue Water and its Components: A Practical Approach to Water Loss Reduction, 2003.
37. Liemberger, R., The New German Water Loss Regulation in context with other international applications of the IWA water balance and real loss performance indicators, 2005,
38. Marchisa M. De, Fontanazza C.M., Frenia G., La Loggia G., E. Napoli and V. Notarob: A model of the filling process of an intermittent distribution network, Urban Water Journal, Vol.7, No.6, 321-333, December 2010.
39. Matos, R., Cardoso, A., Duarte, P., Ashley, R., Molinari, A., and Schulz, A., Performance indicators for wastewater services – towards a manual of best practice, Water Supply vol. 3 No 1-2 pp 365 – 371, IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H, UK, 2003.
40. Mešić Haris, EU regulative, metodologije i norme za istraživanje gubitaka vode, Zbornik radova „Quality 2015“, Neum, 2015.
41. Mešić, H. Metrološki pristup istraživanja gubitaka u gradskom vodovodnom sistemu, magistarski rad, Mašinski fakultet u Zenici, 2011.
42. Monte-Cep, Centar za planiranje urbanog razvoja, Prostorni plan Opštine Herceg Novi, 2008.
43. Monte-CEP-centar za planiranje urbanog razvoja, Prostorni plan područja posebne namjene za Morsko Dobro-PPPPNMD ("Sl.list CG", br. 30/07), Kotor, 2007.
44. Muir, R. Metropolitan Water Department (MWD), Pers Comm. 1991.
45. Mutschmann/Stimmelmayer Taschenbuch der wasserversorgung, 2011.
46. Neely Andy, Business Performance Measurement, theory and practice, Cambridge University Press, London, 2003.
47. Nikolić S., Priroda i turizam Crne Gore, ekološka pitanja zaštite i razvoja, Republički Zavod za zaštitu prirode Crne Gore, Podgorica, 2000.
48. Opricovic Serafim, Optimizacija sistema, Građevinski fakultet, Beograd, 1992.
49. Opricović Serafim, Multicriteria Optimization in Civil Engineering" (In Serbia), Faculty of Civil Engineering, Belgrade; 302p, ISBN 86-80049-82-4, 1998.
50. Opricović Serafim: "A Fuzzy Compromise Solution for multicriteria Problems, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems 15 (3): 363-380, 2007.
51. Pietrucha-Urbaniak K., Tchórzewska-Cieślak B., Approaches to Failure Risk Analysis of the Water Distribution Network with Regard to the Safety of Consumers, Case report, 2018
52. Prodanović D., Pavlović D., Jaćimović N., Dijagnostika distributivnih sistema radi obezbjeđenja održivosti, Građevinski fakultet Beograd, Beograd, 2002.
53. Projekat sanacije dijela vodovodnog sistema Cetinje, (sa izradom matematičkog modela) D.O.O. Institut za vode Bijeljina, Bijeljina, 2004.

54. Projekcija dugoročnog snabdijevanja vodom Crne Gore, Građevinski fakultet, Podgorica, 1998.
55. Prostorni plan Crne Gore, Podgorica, 2008.
56. Prostorni plan opštine Herceg Novi do 2020 („Montecep“), 2009.
57. Prostorno urbanistički plan -PUP Tivta do 2020.godine ("Sl.list CG", o.p.br. 24/10).
58. Prostorni plan Budve do 2020. Opština Budva. 2011.
59. Raynolds Jim, Preston Stephen, The International application of the BABE concepts from feasibility studies to performance target based NRW reduction contracts, Bristol Water Consultancy Services, Ltd, Lawrence House, 2004.
60. Rak,J.;Tchórzewska-Cieślak,B.The possible use of the FME A method to ensure health safety of municipal water. J.Konbin, 2010.
61. Savić S., Strategija smanjenja gubitaka u vodovodnim sistemima, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd, 2018.
62. Seo,J.; Koo, M.; Kim, K.;Koo, J. A study on the probability off failure model based on the safety factor for risk assessment inawater supply network. Procedia Eng.2015.
63. Službeni list Republike Crne Gore, 27/2007, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodprivrede, Podgorica, 2007.
64. Službeni list Crne Gore, 32/11, 47/11, 48/15, 52/16, 55/16, 2/17, 80/17, Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, Podgorica, 2011.
65. Soler, M. A. S. (2008). The economic value of water and its implications in the Mediterranean Basin. In IEMed (Ed.), Mediterranean Yearbook 2008 (pp. 111-117). Barcelona: European Institute of the Mediterranean (IEMed). Retrieved from <http://www.ie-med.org/anuari/2008/asumari.php>.
66. Stojadinović Z., Marinković D., Upravljanje ljudskim resursima u građevinarstvu, Akademska misao, Beograd, 2015.
67. Stojčić Marko, Unapređenje sistema upravljanja gubicima vode u procesima vodosnabdijevanja, doktorska disertacija, Novi Sad, 2017.
68. Strategija upravljanja vodama Crne Gore, „Eco Aqua Consulting“, Podgorica, 2017.
69. Studijsko-istraživački rad sa provedenim mjerenjima na detekciji gubitaka u dijelu hercegnovske opštine, Institut za hidrotehniku, Sarajevo, 2006
70. Studijsko-istraživački rad sa provedenim mjerenjima na detekciji gubitaka u dijelu budvanske opštine, u Petrovcu, Institut za hidrotehniku, Sarajevo, 2006.
71. Studijsko-istraživački rad sa provedenim mjerenjima na detekciji gubitaka u dijelu barske opštine, u Sutomoru, Institut za hidrotehniku, Sarajevo, 2006.
72. Sturman Jeffrey, Ho Goen, Kuruvilla Methew, Water Auditing and Water Conservation, IWA, UK, London, 2004.
73. Systems. Edited by Richard Ainsworth. ISBN: 1 84339 039 6. Published by IWA Publishing, London, UK.
74. Tchórzewska-Cieślak,B.; Pietrucha-Urbanik, K.Methods for integrated failure risk analysis of water network interms ofwater supply system functioning management J.Pol.Saf. Reliab.Assoc. 2017,8, 157–166.
75. Težak-Damjanić A., Luk N., Pičuljan M., et al. Priručniku o održivom upravljanju vodnim resursima za tijela javne uprave, Poreč, 2019.

76. Thielen W., DVGW CERT GmbH, Annual Report, Gerlingen, 2007.
77. Toumbou, B.; Villeneuve, J.P.; Beardsell, G.; Duchesne, S. General model for water-distribution pipe breaks: Development, methodology, and application to a small-city in Quebec, Canada. *J. Pipeline Syst. Eng.* 2014.
78. United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics and World Tourism Organisation, 2005. Making Tourism More Sustainable, A Guide For Policy Makers.
79. <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/dtix0592xpa-tourismpolicyen.pdf> (accessed 12-01-2018).
80. Urban Institute, Priručnik za efikasno upravljanje vodovodima, USAID projekat efikasne lokalne samouprave, Washington, mart 2004.
81. Urban water Conservation and Efficiency Poetential in California, issue brief, Pacific Institute, IB 14-05 D, June 2014.
82. Velázquez, E., Madrid, C., & Beltrán, M. J., Rethinking the Concepts of Virtual Water and Water Footprint in Relation to the Production–Consumption Binomial and the Water Energy Nexus. *Water Resources Management*, 2011.
83. Vodacom, Godišnji izvještaj o indikatorima poslovanja vodovodnih i kanalizacionih preduzeća, izvještaj za period 2015-2016, Tivat, 2018.
84. Vodacom, Godišnji izvještaj o indikatorima poslovanja vodovodnih i kanalizacionih preduzeća, izvještaj za 2018, Tivat, 2019. Vodacom, Godišnji izvještaj o indikatorima poslovanja vodovodnih i kanalizacionih preduzeća, izvještaj za 2019, Tivat, 2020.
85. Vodacom, Mjesečni izvještaj o indikatorima poslovanja vodovodnih i kanalizacionih preduzeća, za decembar 2017, Tivat, 2018.
86. Vodacom, Mjesečni izvještaj o indikatorima poslovanja vodovodnih i kanalizacionih preduzeća za februar 2018, Tivat, 2018.
87. Vodacom, Mjesečni izvještaj o indikatorima poslovanja vodovodnih i kanalizacionih preduzeća za avgust 2018, Tivat, 2018.
88. Vojnović Nikola, Održivi turizam unutrašnje Istre, Sveučilište Jurja Dobrile“, Pula, 2016. <https://www.unipu.hr/uploads/media>
89. Weimer, D., G., Water Loss management and Techniques, German National report, 2001.
90. Wiczyzasty, A., Reliability of Water and Waste water Systems I and II; Publishing House of Cracow University of Technology: Kraków, Poland, 1990.
91. World Tourism Organisation, 2016. Destination Management and Quality Programme: Conceptual Framework. Available at: <http://destination.unwto.org/content/conceptual-framework-0> (accessed 11-01-2018)
92. Zakon o vodama („Sl. list RCG“, br. 27/2007 i „Sl. list CG“, br. 32/2011, 47/2011-isp. 48/2015, 52/2016, 2/2017-dir. 84/2018)
93. Zyl van J.E, Introduction to Operational and Maintenance of Water Distribution Systems, edition 1, 2014.
94. Zyl van J.E. Theoretical Modeling of Pressure and Leakage in Water Distribution Sytems, 2014.

95. Hadjikakou, M., Measuring the Impact of Tourism on Water Resources: alternative frameworks, Centre for Environmental Strategy Faculty of Engineering and Physical Sciences University of Surrey, 2014.
96. A.Martinez-Codina, M.Castillo, D. Gonzales-Zeas, L. Garotte, Presurre as a predictor of occurence of pipe breaks in water distribution networks, 2015.

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
УНАПРЕЂЕЊЕ УПРАВЉАЊА СИСТЕМИМА СНАБДИЈЕВАЊА ВОДОМ У ПРИМОРСКОМ РЕГИОНУ ПРИМЈЕНОМ ИНДИКАТОРА ПЕРФОРМАНСИ
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА б) в)
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
1. Опис података
1.1 Врста студије <i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i> Докторски рад који се бави унапређењем управљања системима снабдевања водом у приморском региону, на основу истраживања и искустава у воводним системима у приморском региону Црне Горе, а посматрајући скуп више индикатора перформанси, који прате функционисање водоводног система. 1.2 Врсте података а) квантитативни ✓ б) квалитативни ✓ 1.3. Начин прикупљања података а) анкете, упитници, тестови б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи в) генотипови: навести врсту _____ г) административни подаци: навести врсту: статистички подаци, број кварова, број поправки, брзина отклањања кварова, утрошени материјал, потрошња електричне енергије

д) узорци ткива: навести врсту _____

ђ) снимци, фотографије: навести врсту: мап инфо мапа са уцртаном водоводном мрежом и маркираним местима кварова, фотографија са Google Earth приморског региона у Црној Гори, дјелови мреже херцеговског водоводног система (Каменари, Суторина).

е) текст, plain text, PDF, HTML, tip: Times new roman, 11, CSV (Comma separated values),

ж) мапа, навести врсту: МАП ИНФО, програм за уцртавање водовodne мреже

з) остало: кориштење табела и дијаграма из директног функционисања водоводног система Херцег Новог, за период 2027–2022 (када је аутор рада је била директор „Водовод и канализација“ д.о.о. Херцег Нови, те су подаци аутентични и истинити).

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

а) Excel фајл, датотека ✓

б) SPSS фајл, датотека _____

в) PDF фајл, датотека ✓

г) Текст фајл, датотека ✓

д) JPG фајл, датотека JPEG, TIFF

е) Остало, датотека _____

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

а) број варијабли: велики број

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) велики број

1.3.3. Поновљена мерења

а) да

б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) временски размак између поновљених мера је _____

б) варијабле које се више пута мере односе се на _____

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

а) Да ✓

б) Не

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

а) експеримент, навести тип : детекција губитака воде у зони снабдијевања,

б) корелационо истраживање, навести тип: производња и потрошња воде, сезонски, по општинама у приморју и у односу на необрачунату количину воде

ц) анализа текста, навести тип _____

д) остало, навести шта _____

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да Не ✓

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) Колики је број недостајућих података? _____

б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не

в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Редовним мониторингом у предузећу „Водовод и канализација“ д.о.о. – Херцег Нови и мјесечним и годишњим компарацијама.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у репозиторијум докторских дисертација на Универзитету у Новом Саду.

3.1.2. URL адреса www.cris.uns/search_dissertation.jsf

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) Да ✓
- б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
- в) Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? Стандард који примењује ЦРИС

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? Неограничено

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да Не✓

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Не✓

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да Не✓

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

Није потребна етичка комисија, јер су сва истраживања и добојени резултати плод рада унутар редовних и додатних активности у предузећу „Водовод и канализација“ д.о.о. Херцег Нови, са

циљем унапређења организације и побољшања управљања и ефеката рада.

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Не. ✓

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
- б) Подаци су анонимизирани
- ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

- а) јавно доступни ✓
- б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области
- ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Облик 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде. Дозвољава се умножавање, дистрибуција и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Оливера Доклестић, olidok@gmail.com, dokleptic.vodovodhn@gmail.com

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Оливера Доклестић, olidok@gmail.com, dokleptic.vodovodhn@gmail.com

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Оливера Доклестић, olidok@gmail.com, dokleptic.vodovodhn@gmail.com