



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Švicarska agencija za razvoj i saradnju SDC

MEG

Projekat općinskog okolišnog
i ekonomskog upravljanja



Upravljanje sistemom vodosabdijevanja / 1



Upravljanje sistemom vodosnabdijevanja

Ova publikacija objavljena je u okviru Projekta općinskog okolišnog i ekonomskog upravljanja (MEG) kojeg podržava i finansira Vlada Švicarske, a provodi Razvojni program Ujedinjenih nacija (UNDP) u BiH.
Sadržaj ove publikacije kao i stavovi prikazani u njoj, ne odražavaju nužno stavove Vlade Švicarske niti UNDP-a.

Sadržaj



Uvod	4
01 Operativni plan za upravljanje neoprihodovanom vodom	7
02 Plan upravljanja neoprihodovanom vodom, KP Vodovod Prnjavor / Nacrt	31
03 Potrebna oprema za mjerenje	64
04 Tehnička specifikacija za potrebnu opremu za prijenos signala o protoku i pritisku putem GSM mreže	69
05 Preporuke o uvođenju elektroničkih vodomjera na daljinsko upravljanje	74
06 Prijedlog ugradnje zonskih vodomjera, Vodovod Kostajnica	85
07 Plan zoniranja mreže vodovodnog sistema Teslić	91

08	Uspostava mjernih zona / Prezentacija	107
09	Smjernice za utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka, KP „Vodovod“ Gradiška	116
10	Akcioni plan ugradnje i redovne kalibracije vodomjera, KP Vodovod Prnjavor	129
11	Uputstvo za baždarenje vodomjera	136
12	Smjernice za procedure praćenja vodovodne mreže	141

Upravljanje sistemom vodosabdijevanja

/ Uvod

Trenutni pokazatelji operativne i finansijske održivosti JKP, kao i održivosti zaista potrebnih kapitalnih infrastrukturnih investicija ukazuju na kritično stanje u velikom broju JKP u BiH, te na potrebu za hitnim djelovanjem i poduzimanjem konkretnih mjera unapređenja.

Povećanje kvaliteta vodnih usluga na troškovno efikasan i tehnički efektivan način predstavljaju ključni izazov za jedinice lokalne samouprave i komunalna/vodovodna preduzeća. Prevazilaženje ovih izazova pretpostavlja jasno definiranje prava i obaveza, uloga i odgovornosti između JLS i JKP, priuštivost usluge, pokrivanje operativnih troškova poslovanja, uspostavljanje troškovnog računovodstva i praćenje pokazatelja radnog učinka koji se uglavnom odnose na smanjenje količine ne-prihodovane vode, unaprjeđeno upravljanje imovinom, učinkovito planiranje, praćenje, izvještavanje i slično. To podrazumijeva dobro organizirano i dobro vođeno pružanje vodnih usluga koje uključuju stalnu saradnju JLS i JKP. Upravljanje sistemima vodosabdijevanja je kompleksno, organizaciono i tehničko pitanje, a MEG projekat je definisao tri ključne oblasti: učinkovito zoniranje; mjerjenje protoka i pritisaka i upravljanje neprihodovanom vodom.

Učinkovito zoniranje, podrazumijeva odgovarajuće zoniranje cijelokupnog sistema u cilju optimiziranog rada i održavanja sistema, te stvaranja uslova za najučinkovitije upravljanje neprihodovanom vodom. Posebno je bitno uspostavljanje zasebnih mjernih područja (mjerno područje – DMA/District Metering Area), koja se smatraju manjim i odvojivim dijelom sistema vodosabdijevanja, gdje se odvojeno nadzire dotok i odljev vode, omogućujući procjene razine neprihodovane vode, a posebno fizičkih gubitaka, zasebno za tako definisano mjerno područje. Bez uspostavljenih izoliranih mjernih zona, nemoguće je utvrditi užu zonu velikih gubitaka vode, a time i definirati i poduzeti akcije na njihovom uklanjanju.

Zone se također koriste kao alat za pravilno upravljanje pritiskom. Pritisak vode u svakoj zoni treba biti reguliran na optimalan način, dovoljno visok da ne ugrozi kvalitetno vodosabdijevanje, ali i optimiziran da ne povećava gubitke, odnosno u krajnjoj instanci, da doprinese smanjenju gubitaka vode. Osim mjerjenja dotoka i odljeva vode u zoni, potrebno je uspostaviti praćenje pritiska barem na karakterističnim lokacijama unutar zone.

Mjerenje protoka i pritisaka nije samo alat potreban za usluge ispostavljanja računa temeljene na volumetrijskim naknadama, već i alat za upravljanje mrežom koji se koristi za procjenu vodnog bilansa po zonama mjerjenja, a te na temelju toga za lociranje mjesta s najvećim gubitkom vode, gdje su prvenstveno potrebni popravci.

Svaki potrošač treba imati periodično provjeravanu tačnost očitanja vodomjera. Praćenje očitavanja vodomjera je osnova za naplatu usluga vodosabdijevanja (i kanalizacije, gdje je to primjenjivo).

Prema važećem pravnom okviru, JKP/vodovodi su dužni su vršiti kalibraciju vodomjera do 40 mm tokom pet godina i vodomjera promjera preko 40 mm u tri godine. Interes svakog JKP/vodovoda je da kalibracija bude što češća, čime se izbjegavaju situacije u kojima vodomjer prikazuje manje iznose od stvarne potrošnje, što predstavlja izravni gubitak za vodovodno preduzeće.

Upravljanje neprihodovanom vodom - visoke vrijednosti neprihodovane vode su jedno od najvažnijih pitanja upravljanja vodovodnim sistemom za sva komunalna/vodovodna preduzeća u cijeloj BiH. Nejasne odgovornosti za redovno održavanje stalne imovine, niska cijena usluge koja i ne uključuje puni iznos amortizacije za sva stalna sredstva (koja često nisu kao takva ni evidentirana u knjigama stalnih sredstava) te samim time i nedostatak finansijskih sredstava za ove aktivnosti, izravno dovodi do pogoršanja mreže za vodosnabdijevanje i pojave sve većeg curenja. Zbog lošeg održavanja, mreža postaje zastarjela sa sve većim curenjima vode, čime nastaju rastući stvarni gubici mreže iz godine u godinu. Vrijednost stvarnih gubitaka često nije ni poznata, već tek grubo procijenjena. Potrebno je pripremiti cjelovit vodni bilans za sve definirane zone mjerena i mrežu u cjelini, kako bi se procijenili i stvarni (fizički) i prividni gubici i time identificirala veličina ovog problema. Na žalost, većina komunalnih/vodovodnih preduzeća ne posjeduje materijalne, tehničke, ali ni ljudske resurse potrebne za definisanje ovog problema, njegovu analizu i započinjanje konkretnih aktivnosti koje će dovesti do smanjenja neprihodovane vode, na efikasan i financijski učinkovit način.

MEG projekt definirao je referentnu razinu ovih područja unaprjeđenja kako slijedi:

Učinkovito zoniranje:

- Zasebne zone (poput mjernih područja) uspostavljene su za cjelokupni sistem vodosnabdijevanja za svaki od Vodovoda. Tačan broj zona određuje se ovisno o mrežnoj konfiguraciji, izvorima vode, mrežnim pritiscima, starosti mreže, vrsti potrošača i sl., a u skladu je sa specifičnim preporukama Međunarodnog udruženja za vode (IWA) o veličini zone.
- Trajni (ili u nekim slučajevima periodični) protok i monitoring protoka i pritiska uspostavljen je unutar svake od definiranih zona, a mjerni podaci se evidentiraju i koriste za procjenu vodene ravnoteže. Dugoročne aktivnosti na postavljanju mjernih šahtova s vodomjerima, uređajima za praćenje pritiska i prijenos signala u bazu podataka JKP-a.
- Pritisak je optimiziran u svakom od područja.

Program mjerena:

- Uspostavljeno i kontinuirano mjerjenje proizvodnje vode na izvođištu.
- Uspostavljeno i kontinuirano funkcionalno mjerjenje dotoka vode i odljeva iz rezervoara, komore, pumpne stanice (po satu, tako da se noćni protok može zasebno evidentirati).
- Provodi se mjerjenje pritiska, priljev i odljev za svaki svaku od definiranih zona mjerena.
- Uspostavljeno i kontinuirano funkcionalno mjerjenje pritisaka i protoka u transportnim cjevodvodima.
- Periodično mjerjenje brojila potrošnje potrošača za sve pojedinačne potrošače.
- Mjerni podaci bilježe se u relevantnu bazu podataka, povezanu s GIS-om.
- Svi vodomjeri se redovno kalibriraju, kako je propisano odgovarajućim zakonskim propisima.

Upravljanje neprihodovanom vodom:

- Vodovod ima operativni plan za upravljanje neprihodovanom vodom.
- Vodovod provodi preventivnu zamjenu starih i istrošenih cijevi.
- Sistem vodosnabdijevanja se redovno se prati po zasebnim definiranim zonama mjerena (za protok i pritisak), a mjere popravke se rade odmah se primjenjuju po otkrivanju takve potrebe.
- Vodni bilans se periodično proračunava, kao i odabrani indikatori učinka vezani za upravljanje neprihodovanom vodom.
- Indeks infrastrukturnih gubitaka (ILI) koeficijent do 4,0 za cijeli sistem (temeljen na provedbi mjera upravljanja neprihodovanom vodom).
- Neprihodovana voda do 25% za cijeli sistem (na temelju provedbe mjera upravljanja neprihodovanom vodom).

U nastavku je dat niz radnih dokumenata, koji veoma detaljno razrađuju implementaciju gore navedenih principa u svakodnevni rad vodovodnih/komunalnih preduzeća. Radne dokumente će biti potrebno **prilagoditi vlastitim potrebama i specifičnim uslovima** svakog komunalnog/vodovodnog preduzeća i isti će sigurno doprinijeti postizanju definisane referentnih razina za definisana područja..

01

Operativni plan za upravljanje neoprihodovanom vodom

1. Uvod

1.1. Stanje ne prihodovane vode u državi i regionu

[U nekoliko rečenica napisati kratak opis općeg stanja ne-prihodovane vode u državi i u regionu jugoistočne Evrope. Koji je prosječan nivo neprihodovane vode u vašoj državi (%) i gdje se ona nalazi u odnosu na region jugoistočne Evrope gdje je nivo ne-prihodovane vode oko 55%? U kom rasponu (od-do %) se kreće nivo ne-prihodovane vode u državi. Šta je uzrok takvog stanja - opišite šta su osnovni uzroci zakvoga stanja (stara mreža, nedovoljno finansijskih sredstava za održavanje sistema, nedovoljni ljudski, materijalni i finansijski kapaciteti)]

1.2. Svrha izrade akcionog plana

[Kratko opisati svrhu i cilj izrade akcionog plana za smanjenje neprihodovane vode. Cilj akcionog plana da uapnijedi upravljanje ne-prihodovanom vodom. Na koji način će on utjecati na efikasnost poslovanja vašeg Preduzeća, organizacionu strukturu, procedure rada, korisnike...? Koje su osnovne koristi koje se ostvaruju primjenom akcionog plana?]

2. Trenutno stanje ne-prihodovane vode u JKP:

[Kvalitetno i tačno popuniti tabelu ispod]

Tabela 1: Osnovni informativni podaci o ne-prihodovanoj vodi u JKP:

1. Opće informacije		
Puni naziv preduzeća:	Država:	
Osnivač:	Područje pokrivanja uslugom:	
Broj općina / gradova obuhvaćenih uslugom: [pobrojati gradove i općine koji Preduzeće snabdijeva vodom]	Ime projektnog obuhvata: [Kako se zove vodovodni sistem ili više njih kojim preuzeće upravlja?]	
Vrsta usluga koje obavlja JKP: [pobrojati osnovne vrste usluga koje Preduzeće obavlja]	Godina osnivanja preduzeća:	
Da li postoji posebna regulatorna agencija koja vrši nadzor na nivou države? [Ostaviti tačan odgovor]	DA	NE
2. Tehničke informacije (201_. godina)		
Broj stanovnika obuhvaćenih uslugom vodosnabdijevanja:	Pokrivenost vodosnabdijevanjem: [%]	
Godišnja zapremina proizvedene vode: [m ³]	Broj korisnika:	
Ukupna dužina vodovodne mreže (iznad profila DN50): [km]	Broj zaposlenih u Preduzeću:	
Prosječan broj sati vodosnabdijevanja u toku dana:	Kapacitet postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda:	

3. Financijske informacije (201_. godina)						
Ukupan godišnji prihod od prodaje vode:	Domaća valuta (.)		Prihod po jedinici proizvoda (prosječna naknada)	Domaća valuta (./m ³)		
	Protuvrijednost u Eurima (€)			€/m ³		
Trošak po jedinici proizvoda:	Domaća valuta (./m ³)		Stopa naplate: [%]			
	€/m ³		Stopa povrata operativnih troškova:			
4. Upravljanje ne-prihodovanom vodom (201_. godina)						
Ne-prihodovana voda		m ³	Da li je mreža podijeljena po zonama „DMAs“?			DA/NE
		%				
Da li se proizvedena voda mjeri?		DA/NE	Procent pokrivenosti potrošača vodomjerima: [%]			
Da li se vodomjeri proizvodnje redovno baždare?		DA/NE	Da li postoji program za testiranje i zamjenu vodomjera potrošača?			DA/NE
Da li postoji odjel/jedinica za ne-prihodovanu vodu koja je u funkciji?		DA/NE	Da li postoji aktivan program za istraživanje ilegalnih priključaka?			DA/NE
Da li se redovno mjeri pritisak u mreži?		DA/NE	Da li u mreži postoje ventili za smanjenje pritiska?			DA/NE
Da li postoji oprema za otkrivanje kvarova?		DA/NE	Da li se praktikuje aktivna kontrola kvarova (traženje nevidljivih kvarova)?			DA/NE
Da li je izrađen plan za upravljanje imovinom?		DA/NE	Da li postoji sistem upravljanja informacija o dobivanju i upravljanju podacima o kvarovima, vremenu potrebnom za reagovanje i žalbama potrošača?			DA/NE
Da li se vrše godišnje provjere kvalitete vode?		DA/NE	Da li je uspostavljen bilans vode?			DA/NE

2.1. Javni sistem vodosnabdijevanja općine _____

[Opisati sistem javnog vodosnabdijevanja kojim upravlja JKP. Obuhvatiti sljedeće:

- Naselja i zone vodosnabdijevanja,
 - Izvorišta/vodozahvati – kapacitet pumpi i zdašnost,
 - Pumpne i prepumpne stanice – kapaciteti i snaga l/s i KW,
 - Vodovodna mreža – dužine, materijali, promjeri,
 - DMA i PMA zone (u koliko postoje),
 - Tretman vode,
 - SCADA sistem,
 - Osnovni problemi u radu – restrikcije vode, preveliki/premali pritisci i sl.,
 - Opisati projekte i aktivnosti koji su u toku, a vezani su za sistem vodosnabdijevanja,
- Dio navedenih podataka moguće je prikazati i u tabelarnom obliku ili kao zaseban Prilog 1 ovom dokumentu

2.2. Organizaciono ustrojstvo i tehnička opremljenost tima za detekciju gubitaka i GIS

[Opisati trenutno organizaciono ustrojstvo vodovodnog preduzeća u cjelini. U vidu slike/dijagrama prikazati organizacionu shemu Preduzeća. Uprava, službe/odjeli, grupe i timovi. Poseban naglasak staviti na tehnički sektor preduzeća. Potom se osvrnuti na tim za detekciju gubitaka i tim za GIS – da li su formirani, u sklopu koje službe se nalaze, koliko članova broje timovi, da li su dovoljno osposobljeni za svoj rad i da li raspolažu sa adekvatnom opremom. Kratko opisati osnovne procedure rada ovih timova, način komunikacije sa drugim odjelima u preduzeću, ka i način izvještavanja i komunikacije prilikom rada timova za detekciju gubitaka i GIS]

[Tekst koji slijedi je primjer ukoliko JKP nema uspostavljen tim za detekciju gubitaka i GIS. Potrebno ga je prilagoditi stanju i specifičnostima Preduzeća. Broj članova tima za detekciju i GIS ovisi o veličini o raganizacionoj strukturi Predzeća. Opisati ša od opreme i software-a za detekciju gubitaka i GIS postoji u preduzeću, a šta je potrebno nabaviti uz procijenu koštanja, računar, ured, vozilo i sl.]

Uspostavljanje tima za detekciju gubitaka

Za potrebe smanjenja ne-prihodovane vode je potrebno pristupiti formiranju kompetentnog i kvalitetnog tima za detekciju gubitaka koji minimalno treba da se sastoji od:

Vođa tima za detekciju gubitaka

Obrazovanje: • Srednje ili više obrazovanje mašinske ili građevinske struke ili druge pogodne struke uz postojeće iskustvo u detekciji gubitaka.

Iskustvo: • Iskustvo rada na računaru,
• Iskustvo u oblasti detekcije i otklanjanja kvarova.

Vještine: • Solidno poznavanje rada na računaru (Excel, Word),
• Sposobnost obrade podataka prikupljenih na terenu i izrada dijagrama i izvještaja,
• Dobro poznavanje vodovodnog sistema općine _____,
• Dobro poznavanje načina opravke oštećenih cjevovoda,
• Sposobnost čitanja katastra vodovodnih instalacija,
• Sklonost usvajanju novih tehnologija i znanja.

Jezik: • Aktivno poznavanje engleskog jezika.

Ostalo povremeno osoblje za detekciju i otklanjanje gubitaka

• Radnici (NK, KV, VKV),
• Šef Radne jedinice „Vodovod i kanalizacija“.

Novoformljenom timu je potrebno osigurati adekvatnu opremu i stručnu obuku kroz određeni niz teoretskih i praktičnih obuka. U preduzeću postoji oprema za detekciju kvarova i sastoji se iz sljedećih komponenti:

Tabela 2: Raspoloživa oprema za detekciju gubitaka

Br.	Stavka	Model	Proizvođač	Količina (kom.)
1				
2				
3				
4				

Tabela 3: Nedostajuća oprema za detekciju gubitaka

Br.	Stavka	Količina (kom.)	Cijena nabavke
1			
2			
3			
4			

Uspostavljanje tima za GIS

Za potrebe ucrtavanja vodovodne i kanalizacione mreže nužno je uspostaviti GIS tim. GIS tim bi se trebao sastojati od sljedećeg osoblja:

Inženjer za izradu GIS-a

Obrazovanje: • Više ili visoko obrazovanje geodetske ili građevinske struke ili druge struke ali s praktičnim iskustvom u razvoju GIS-a.

Iskustvo: • Iskustvo u općim vještinama na računaru,
• Minimum 3 godine profesionalnog iskustva u izradi katastra podzemnih instalacija,

Vještine: • Dobro poznавање rada na računaru,
• Poznavanje rada na software-u – MS Office, CAD i GIS, i baze podataka,
• Mogućnost samostalnog rada sa geodetskim i GPS uređajima,
• Dobro poznавање elemenata vodovodnog sistema,
• Sklonost usvajanju novih tehnologija i znanja.

Jezik: • Solidno poznавање engleskog jezika.

Ostalo povremeno osoblje za izradu katastra vodovodnih instalacija

- Tehnički crtač,
- Poslovođa službe za održavanje i izgradnju.
- Tim za detekciju gubitaka

Tabela 4: Raspoloživa oprema i software za GIS

Br.	Stavka	Model	Proizvođač	Količina (kom.)
1				
2				
3				
4				
5				

Tabela 5: Nedostajuća oprema i software za GIS tim

Br.	Stavka	Količina (kom.)	Cijena nabavke
1			
2			
3			
4			

2.3 Postojeće stanje GIS-a i katastra vodovodne i kanalizacione infrastrukture

[Opisati status/nivo ucrtanosti vodovodne i kanalizacione mreže u GIS ili CAD software. Navesti koji postotak vodovodne mreže je unešen u GIS/CAD sistem, koji nivo detalja (glavni cjevovodi, distributivni, kućni priključci i sl). Raspoložive podloge za GIS/CAD – sa čim se raspolaže, šta nedostaje, ažunost podloga? Da li postoje visinski podaci vodovodnog i kanalizacionog sistema? Da li GIS povezan sa drugim bazama podataka u preduzeću (finacije, SCADA) i na koji način? Da li su DMA zone ucrtane u GIS/CAD? Da li postoji hidraulički model vodovodnog sistema ili jednog njegovog dijela? Šta nedostaje, a bilo bi dobro posjedovati ili implementirati?]

2.4 Postojeće stanje parksa upravljanja neprihodovanom vodom

[Opisati trenutno stanje i praksi upravljanja ne-prihodovanom vodom u Preduzeću. Da li se provodi aktivna ili pasivna detekcija gubitaka? Broj otkrivenih kvarova u protekloj godini ili nekoliko godina – prikazati trend. Prikazati osnovne indikatore ne-prihodovane vode u skladu sa IWA metodologijom (% ne-prihodovane vode, ILI faktor, $m^3/km/sat$, finansijska vrijednost ne-prihodovane vode,...). Da li postoji strategija smanjenja ne-prihodovane vode u Preduzeću? Za potrebe ovog poglavlja potrebno je uraditi vodni bilans u skladu sa IWA metodologijom i iz njega korisititi podatke/indikatore uspješnosti i slike.]

Water Balance in m³/year

System Input Volume 1.926.823 m³/year Error Margin [+/-]: 3,0%	Authorised Consumption 812.842 m³/year Error Margin [+/-]: 0,1%	Billed Authorised Consumption 807.496 m³/year	Billed Metered Consumption 797.883 m³/year	Revenue Water 807.496 m³/year
			Billed Unmetered Consumption 9.613 m³/year	
		Unbilled Authorised Consumption 5.346 m³/year Error Margin [+/-]: 7,7%	Unbilled Metered Consumption 411 m³/year	
			Unbilled Unmetered Consumption 4.935 m³/year Error Margin [+/-]: 8,3%	
			Non-Revenue Water 1.116.327 m³/year Error Margin [+/-]: 5,2%	
Water Losses 1.110.981 m³/year Error Margin [+/-]: 5,2%	Apparent Losses 58.193 m³/year Error Margin [+/-]: 4,2%	Unauthorised Consumption 17.024 m³/year Error Margin [+/-]: 7,6%		Customer Meter Inaccuracies and Data Handling Errors 41.169 m³/year Error Margin [+/-]: 5,0%
			Real Losses 1.052.788 m³/year Error Margin [+/-]: 5,5%	

Slika 1: Komponente vodnog bilansa vodovodnog sistema:

Real Loss Performance Indicators					Performance Group	
	Best Estimate	Error Margin [+/- %]	Lower Bound	Upper Bound	Standard	Low and Middle Income Countries
Infrastructure Leakage Index (ILI)	7	8%	7	8		
Litres per Connection per Day (w.s.p.) w.s.p.: when the system is pressurised - this means the value is already corrected in the case of intermittent supply	429	12%	378	479	C	B
Litres per Connection per Day per meter Pressure (w.s.p.)	11	13%	9	12		
m ³ /km mains per hour (w.s.p.)	0,95	15%	0,80	1,09	Explanations	Explanations

Slika 2: Pokazatelji fizičkih gubitaka vodovodnog sistema:

3. Smjernice za sistematsko smanjenje ne-prihodovane vode

3.1 Detekcija kvarova

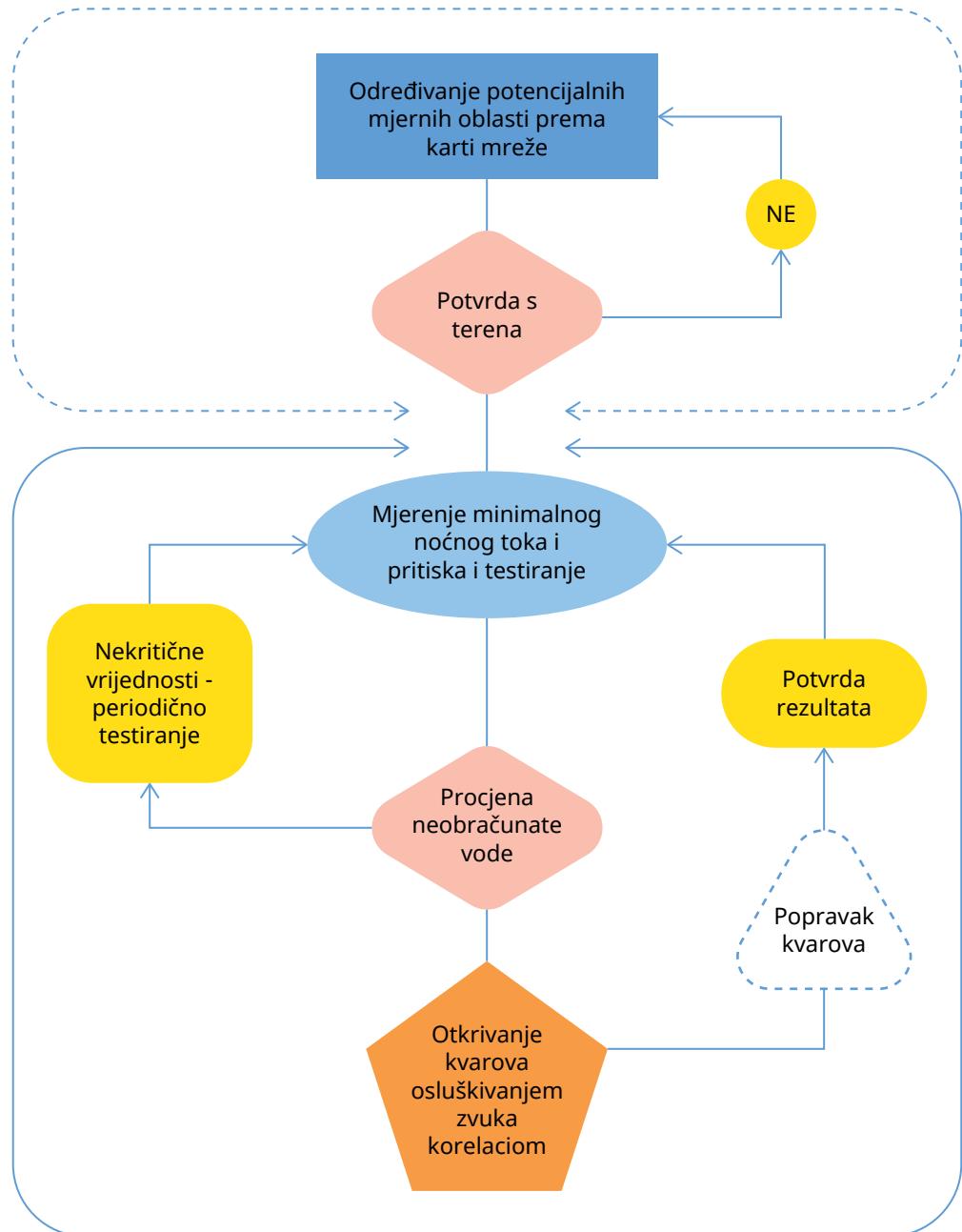
[Tekst koji slijedi je opći prijedlog metodologije sistematskog pristupa smanjenju ne-prihodovane vode. Potrebno ga je prilagoditi stanju i specifičnostima Preduzeća]

Detekcija fizičkih gubitaka je sastavni dio rada i održavanja vodovodnih sistema. Prioritet tima za detekciju kvarova je redovno i sistematsko otkrivanje kvarova. Ovaj tim će, po prirodi posla, usko surađivati sa timom za GIS.

Sistematsko otkrivanje kvarova u osnovi započinje određivanjem DMA zona u vodovodnom sistemu. To su zone koje se mogu izolirati zatvaranjem graničnih ventila i ograničenim brojem tačaka dotoka gdje se mogu instalirati prijenosni mjerači protoka. Prvi korak se sastoji u određivanju ovih zona u kancelariji uz pomoć pouzdane karte mreže. Nakon toga se radi potvrda graničnih ventila, mjerača protoka i zapisivača pritiska na terenu. U slučaju da nije sigurno da li je privremena DMA zona zatvorena, preporučuje se instaliranje zapisivača pritiska i kratak prekid vodosnabdijevanja tog područja tokom noći. Ukoliko pritisak padne na nulu, voda ne ulazi u datu zonu što znači da je DMA zona kao takva dobro izolirana. Procjena, veličina i kontura zona zavisi od složenosti mreže.

Naredni korak je mjerjenje dotoka i pritiska u datoј zoni tokom noći. Iz ovih mjerena se može dobiti minimalan noćni protok i pritisak za izolirano područje. Minimalan noćni protok se zajedno s izračunatom dozvoljenom noćnom potrošnjom koristi za određivanje vrijednosti neobračunate

vode u DMA zonama. Od rezultata zavisi da li ima potrebe da se počne s otkrivanjem kvarova u toj oblasti. Odjel za održavanje treba što prije popraviti utvrđene kvarove i, nakon što se poprave svi otkriveni kvarovi, treba ponoviti mjerjenja i rezultate usporediti s prijašnjim podacima.



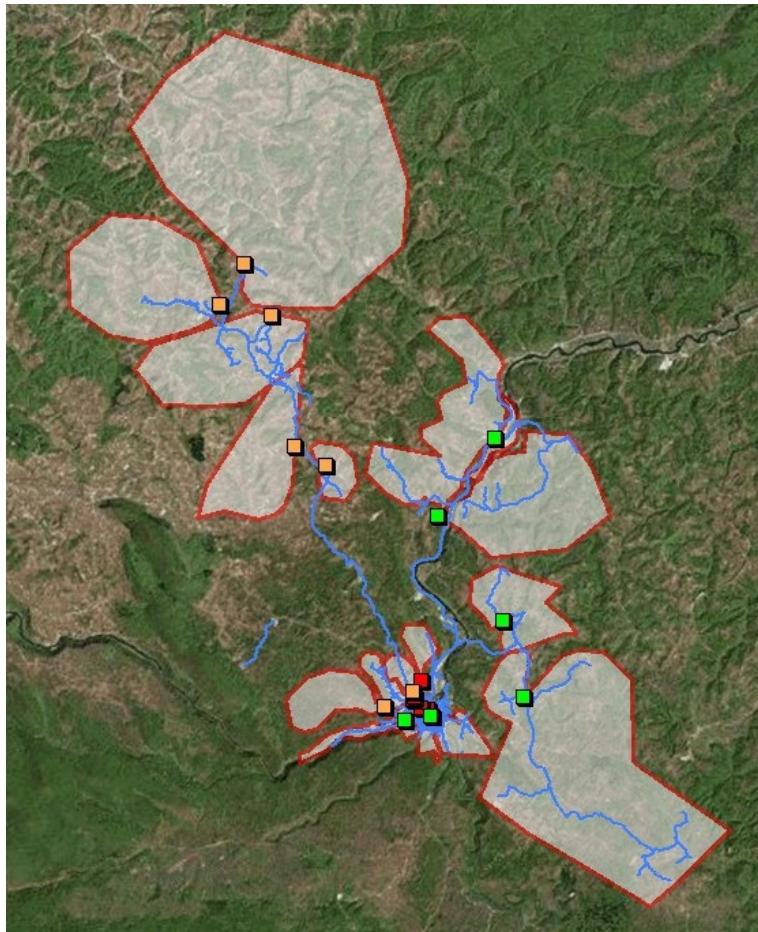
Slika 3: Metodologija za sistematsko otkrivanje kvarova

[Tekst koji slijedi je potrebno prilagoditi stanju i specifičnostima Preduzeća. Da li DMA zone postoje od ranije (ili dio njih) ili se definiraju prvi put kroz projekt? Potrebno je definirati DMA zone, odrediti njihove granice i područje obuhvata, te odrediti potrebu izgradnje mjernih mjesta i procjenu troškova. Prikazati zoniranje vodovodnog sistema putem slike i tabela u kojima je potrebno unijeti grubu procjenu troškova izgradnje mjernih mjesta i ugradnje graničnih ventila (dati su primjeri) uz kratak opis specifičnosti. Potrebno je navesti i PMA zona ukoliko postoji potreba za njima]

Uspostavljanje DMA zona

U svrhu efikasnijeg provođenja plana za smanjenje ne-prihodovane vode, u Preduzeću je izvršeno početno zoniranje vodovodne mreže. Svrha zoniranja je da se omogući postepeno provođenje plana „zoru po zoru“. Prilikom podjele vodovodnog sistema općine _____ na zone, vodilo se računa da budu zadovoljeni slijedeći kriteriji:

- Maksimalno iskorištenje postojećih ugrađenih elektro-magnetskih mjerača protoka;
- Pridržavanje preporučenog broja korisnika u zoni 500 – 3,000;
- Mogućnost izolacije zone;
- Cjelovitost zone kao geografske sredine;
- Mogućnost izgradnje mjernog mjesta ili korištenje postojećih objekata.



Slika 4: Izgled vodovodnog sistema općine _____ s prijedlogom DMA zona i mjernih mjesta

Tabela 6: pregled definiranih DMA zona

ZONA	PODRUČJE OBUHVATA	PROFIL DOLAZNE CIJEVI	NAPOMENA	PROCJENA TROŠKOVA (KM)
ZONA 1		DN 150	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	13.000
ZONA 2		DN 150	Mjerno mjesto je opremljeno potrebnom opremom	0
ZONA 3		DN 200	Nedostaje kompletno mjerno mjesto	14.500
ZONA 4		DN 100	Nedostaje kompletno mjerno mjesto	
ZONA 5		DN 350	Mjerno mjesto je opremljeno potrebnom opremom	0
ZONA 6		DN 200	Nedostaje kompletno mjerno mjesto	14.500
ZONA 7		DN 200	Nedostaje kompletno mjerno mjesto	14.500
ZONA 8		DN 100	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	9.000
ZONA 9		DN 200	Nedostaje kompletno mjerno mjesto	14.500
ZONA 10		DN 100	Mjerno mjesto je opremljeno potrebnom opremom	0
ZONA 11		DN 150	Mjerno mjesto je opremljeno potrebnom opremom	0
ZONA 12		DN 150	Mjerno mjesto je opremljeno potrebnom opremom	0
ZONA 13		DN 100	Mjerno mjesto je opremljeno potrebnom opremom	0
ZONA 14		DN 100	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	9.000
ZONA 15		DN 100	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	9.000
ZONA 16		DN 100	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	9.000
ZONA 17		DN 125	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	13.000
ZONA 18		DN 125	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	13.000
ZONA 19		DN 150	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	13.000
ZONA 20		DN 80	Nedostaje armatura i mjerač protoka sa logerom	9.000
UKUPNO (KM)				154.000

Pored definiranih ulaznih mjesta izvršena je procjena ugradnje potrebnih graničnih ventila za izoliranje svake pojedine DMA zone prema trenutno ucrtanom stanju vodovodne mreže.

ZONA	PODRUČJE OBUVHATA	PROFIL GRANIČNIH VENTILA	NAPOMENA	PROCJENA TROŠKOVA (KM)
ZONA 1			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 2			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 3		DN 200	Potrebna ugradnja graničnih ventila	2.000
ZONA 4		DN 80	Potrebna ugradnja graničnih ventila	1.000
ZONA 5			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 6		DN 150	Potrebna ugradnja graničnih ventila	2.000
ZONA 7			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 8			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 9			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 10			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 11			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 12			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 13			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 14			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 15			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 16			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 17			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 18			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 19			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
ZONA 20			Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	
UKUPNO (KM)				5.000

Tabela 7: Rekapitulacija troškova uspostave DMA zona

UGRADNJA ZONSKIH MJERAČA PROTOKA:	154.000 KM
UGRADNJA GRANIČNIH VENTILA:	5.000 KM
SVE UKUPNO:	159.000 KM

Mjerenje minimalnog noćnog protoka za privremeno uspostavljene mjerene oblasti

Mjerenja protoka u privremeno uspostavljenim DMA zonama treba trajati najmanje jednu noć od oko 2:00 do 4:00 sati, ali i duže, po mogućnosti, u idealnom slučaju 24 sata, što nije uvijek moguće jer zatvaranje graničnih ventila direktno utiče na hidrauličku situaciju u mreži i može izazvati probleme s vodoopskrbom tokom dana. Stvarne gubitke nije moguće odrediti tokom dana zbog dvije nepoznate varijable, a to su stvarna potrošnja i stvarni gubici. Stoga je mjerenje minimalnog noćnog protoka bitno jer se tokom noćnih sati ovlaštena potrošnja smanjuje na minimum pa najveći postotak protoka čine stvarni gubici.

Određivanje problematičnih područja unutar mjernih oblasti se radi postepenim testiranjem (step test). Ono omogućuje daljnju podjelu mjerne oblasti bez mijenjanja graničnih ventila, vodomjera i zapisivača pritiska. Jedino što je potrebno je postojanje ventila na cijevnim ograncima i dionicama (ne na svim već barem na nekim). Počevši od najudaljenijeg, ventili se zatvaraju jedan po jedan. Vodomjer bilježi pad protoka nakon svakog zatvaranja ventila pa se iz količine pada može pretpostaviti kvar u tom području. Zapisivač pritiska pokazuje kad su određeni cijevni ogranci u potpunosti odsječeni od ostatka područja. Može se desiti da postoje i nepoznati priključci pa se mora zatvoriti još ventila da bi se taj ogrank u potpunosti odsjekao.

Sistematsko otkrivanje kvarova

Nakon lociranja kritičnih područja uz pomoć telemetrijskog sistema, mjerenja noćnog protoka i step testiranja, tim za otkrivanje kvarova ih rangira po prioritetima tj. količini gubitaka i pravi raspored za sistematsko otkrivanje kvarova. Preporučuje se tempo rada od barem 22 km tokom jednog mjeseca što je jednako 264 km u godini dana. Budući da javni vodovodni sistem općine: _____ se sastoji od oko _____ km vodovodnih linija, ovo znači da bi za obilazak mreže ovim tempom trebalo oko _____ godina. Međutim, budući da je dio mreže novijeg datuma, težište treba biti na starije izgrađenim područjima i dijelovima mreže.

Otkrivanje kvarova treba provoditi kroz sljedeće aktivnosti:

- Grubo lociranje kvarova mjeranjem noćnog minimuma i step testiranjem,
- Preciznija lokalizacija uz upotrebu geofona,
- U slučaju da mjesto kvara još uvijek nije jasno utvrđeno, primjena korelatora.

Zajedno s finansijskim odjelom Preduzeća treba odrediti koji je to nivo kvarova na kojem ove aktivnosti postaju preskupe. Međutim, ovaj se nivo neće dostići u nekoliko narednih godina.

Provjera šahtova, ventila i hidranata

Izuzetno je važno da ventili, hidranti i zračni ventili u vodovodnom sistemu pravilno funkcionišu, da ne cure i da se mogu koristiti bez naknadnog kvarenja. Ventili su posebno kritični jer su nužni za funkcionisanje mreže, za vršenje popravka, za privremeno i trajno zoniranje i postepeno testiranje. Hidranti su obično manje kritični pošto se rjeđe koriste jer se za sapiranje uglavnom koriste cisterne.

Ventili, zračni ventili i hidranti se trebaju provjeravati uz blisku koordinaciju s odjelom za održavanje da bi se osiguralo da su rezervni dijelovi za potencijalni kvar već na zalihi i da se popravak može obaviti u okviru budžeta namijenjenog za održavanje. Međutim, glavno težište treba biti na provjeri i, u slučaju da ventili i hidranti nisu puno oštećeni i ne cure puno, hitni popravak nije prioritet i ne bi

trebao ometati proces provjere ventila i hidranata.

Zajedno s odjelom za održavanje treba pripremiti mjesecni raspored u kojem će se naznačiti čvoriste, datum i količina, dimenzija i vrsta ventila, zračnog ventila i hidranata koje treba provjeriti.

Osim provjere hermetičnosti ventila i hidranata, tim za otkrivanje kvarova treba obavljati vizuelne i fizičke provjere armature kako su naučeni tokom obuke. Sve lokacije treba fotografisati, a potrebni su i nacrti na pločama.

Tabela 8: Pregled aktivnosti na smanjenju gubitaka sa procjenom vremena

Opis	Programa rada				
	Jedinica	Sedmično	Mjesečno	Tromjesečno	Godišnje
Mjerenje barem naznačenog minimalnog noćnog toka za privremeno uspostavljene mjerne oblasti	Kom	2	7	21	84
Sistematsko otkrivanje kvarova i prikupljanje podataka za ažuriranje karte mreže	Km	5	22	66	264
Provjera ventila	Kom	11	47	141	564
Provjera hidranata	Kom	3	10	30	120

3.2 Razvoj katastra i uspostava GIS-a

[U narednom poglavlju je potrebno opisati trenutno i planirano stanje katastra ili GIS-a vodovodnih i kanalizacionih instalacija. Tekst koji slijedi daje određene prijedloge koje presuzeće treba izmjeniti i prilagoditi svojim specifičnostima (simbologija, numerisanje objekata, baze podataka i sl.).]

Uvod

Geografski informacioni sistem (GIS) je kompjuterski alat koji upravlja svim podacima zasnovanim na geografskoj lokaciji. Koristeći karte i izvještaje, njegova svrha je da rješava pitanja i obavlja statističke analize i vizualizaciju. GIS se obično sastoji od četiri komponente: hardware, software, prostorni podaci i funkcije obrade podataka. GIS osigurava sredstva razmjene podataka i metod vizualizacije problema vezanih za geografiju i njihovo rješavanje. Svrha GIS-a je da kombinuje različite podatke iz različitih izvora kako bi se kreirale nove informacije i osigurao prostorni okvir za podršku donošenju odluka.

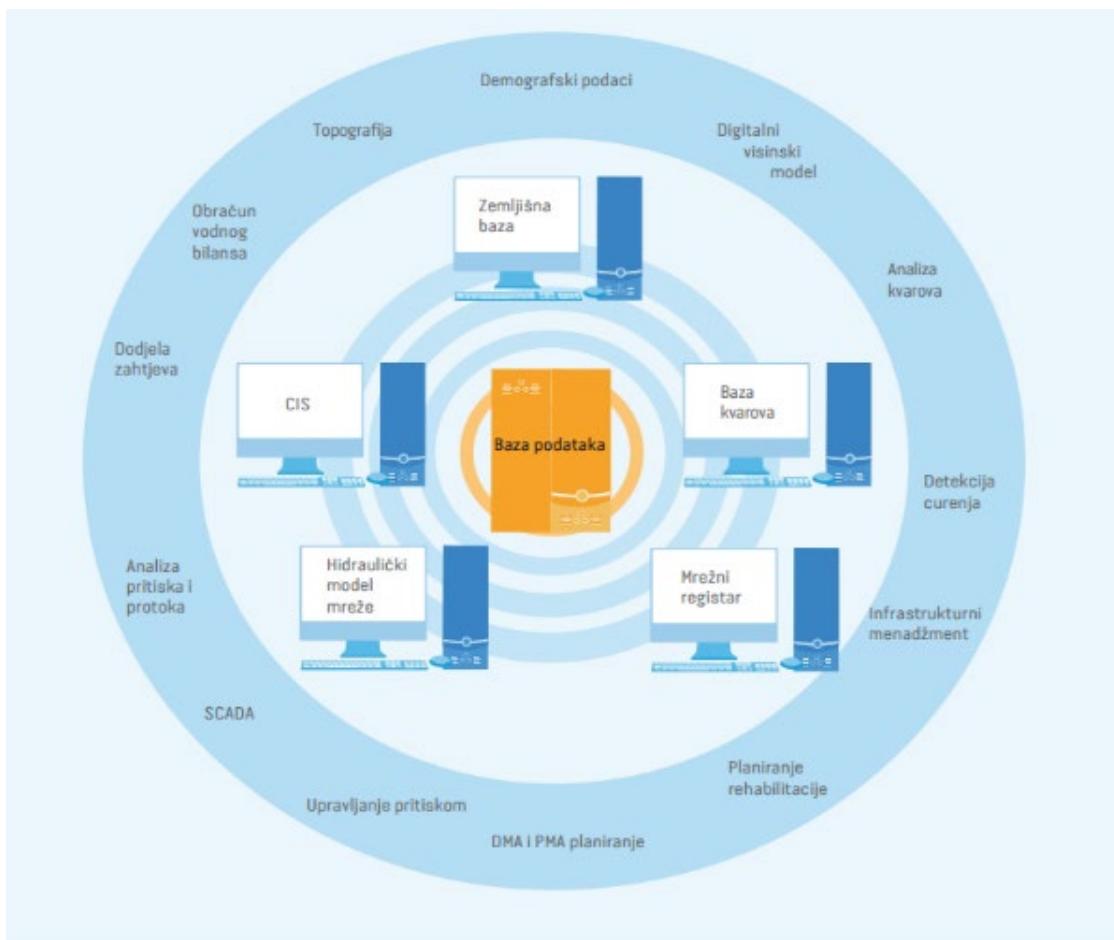
GIS se može koristiti za zadatke kao što su:

- Logička pitanja (npr. određivanje svih mrežnih priključaka koji su u potpunosti unutar određene zone isporuke ili DMA zone).
- Analiza blizine lokacije (npr. identifikovanje objekata osjetljivih na plavljenje koji su unutar određene udaljenosti od sumnjivih dijelova cjevovoda).
- Analiza mreže (npr. identifikovanje svih domaćinstava koji bi bili pogodjeni kvarom/pucanjem cijevi).
- Kategorizacija (npr. kombinovanje i vizualizacija materijala cijevi i starosti sa učestalosti kvarova).
- Vizualizacija (npr. prikazivanje svih korisničkih vodomjera kojima je red za rutinsku zamjenu).

GIS ne treba zamijeniti CAD sistemima (eng. *Computer-Aided Design*). CAD se uglavnom koristi za planiranje i dizajniranje tehničkih objekata, a CAD crteži mogu na prvi pogled djelovati slično kao GIS mape. Za razliku od CAD crteža, GIS ne predstavlja samo tačke i linije, već one imaju prostorne reference i atribute koji su im pripadaju. Osim toga, dopunske informacije se mogu povezati na prostorne objekte, na osnovu njihovih prostornih referenci.

U opštem slučaju, GIS se može implementirati na jednom od četiri nivoa:

- Projektni nivo: podržava jedan projektni cilj.
- Nivo odjeljenja/sektora: podržava potrebe jednog odjeljenja/sektora.
- Nivo preduzeća: dijeljenje podataka između organizacionih jedinica preduzeća što ispunjava potrebe dva ili više odjeljenja.
- Međuagencijski nivo: dijeljenje aplikacija i podataka sa vanjskim korisnicima.



Slika 5: Interakcija između raznih informacionih sistema zasnovanih na GIS-u

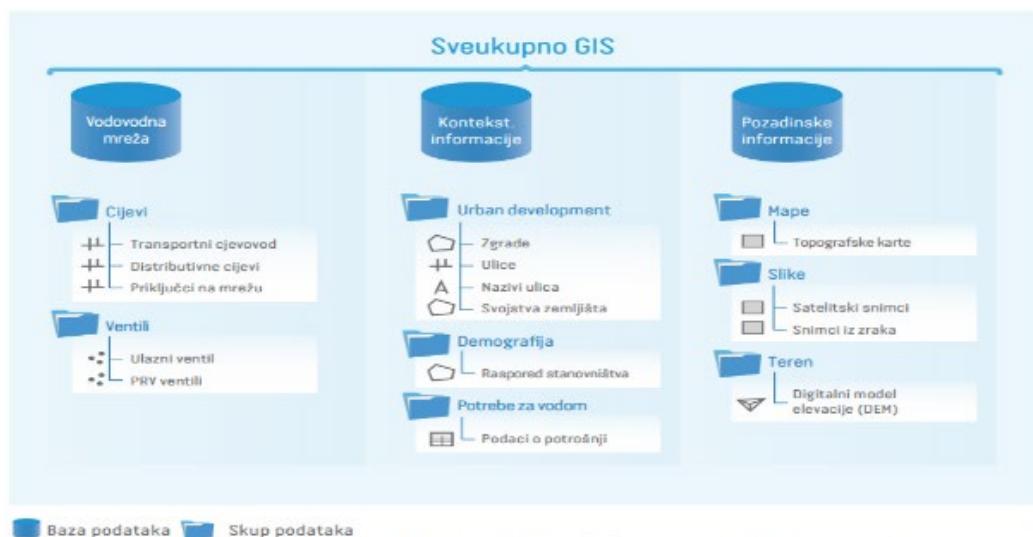
Potrebe korisnika GIS-a

Uspjeh primjene GIS-a u JKP _____ veoma zavisi od ljudi koji grade, održavaju i koriste GIS. Tehničke vještine i znanje korisnika su samo neki faktori koje treba razmotriti, dok su često netehnički faktori još bitniji. Veoma je važno da krajnji korisnici u svim uključenim sektorima smatraju da su njihove potrebe i želje razmotrene tokom implementacije projekta, kako bi se ostvarili pune koristi GIS-a na nivou Preduzeća. GIS neće biti prihvaćen ukoliko kvalifikovani krajnji korisnici ne budu aktivno uključeni u kreiranje sistema. Sektor za GIS u Preduzeću treba da teži stvaranju svijesti o koristima GIS sistema i treba stalno da prenosi znanje i stručnost na druge organizacione jedinice. Jednako je važno obavijestiti uključene sektore o potrebama i mogućnostima sistema kako bi se izbjegla nerealna očekivanja.

Potpuno uvođenje GIS-a u JKP _____ će rezultirati promjenama u procesu rada koje su neophodne radi povezivanja različitih postojećih odjela sa novim sistemima. Radi toga, krajnji korisnici moraju pokazati određeni nivo fleksibilnosti u prilagođavanju postojećim radnim procesima. Uprava Preduzeća treba postaviti jasne linije odgovornosti za svoje osoblje Preduzeća koje je u to uključeno.

Struktura GIS podataka

Svi podaci sadržani u GIS-u mogu biti povezani s geografskom lokacijom. Na primjer, za korisničke vodomjere, distributivne cijevi ili granice DMA zone je zajedničko da mogu biti locirani na tačnoj geografskoj poziciji. Relacijske baze podataka su najprikladnije strukture podataka za čuvanje svih vrsta prostornih, topoloških i atributskih podataka. Relacijske baze podataka se mogu koristiti za organiziranje podataka u široke kategorije povezanih podataka. Na nivou Preduzeća, različiti odjeli mogu imati odgovornost za različite skupove podataka. U ovom slučaju, baze podataka također odražavaju organizacionu strukturu Preduzeća. Geografski podaci se mogu čuvati unutar relacijske baze podataka kao pojedinačne objekt klase, ili se mogu kombinovati da čine skup povezanih podataka.



Slika 6: Struktura GIS-a na osnovu baza podataka, skupova podataka i pojedinih objekt klasa

Sakupljanje podataka, konverzija i integracija

Ulazni podaci za uspostavu GIS-a se tipično sakupljaju iz raznih i različitih izvora: različitih organizacionih jedinica preduzeća, administrativnih odbora i agencija, privatnih konsultanata, inženjerskih ureda i drugih. Uobičajene forme ulaznih podataka za vodovodne sisteme uključuju mrežne karte na papiru, ucrtano izvedeno stanje, podaci terenskog mjerjenja, postojeći digitalni podaci iz CAD i GIS sistema, ali također i izvještaji, excel tabele i fotografije. Moraju se koristiti različite metode konverzije podataka, zavisno od raspoloživih ulaznih podataka: papirne karte i planovi mogu se digitalizovati (tablet digitalizacija) ili skenirani i vektorizirani on-screen (heads-up digitalizacija). Na raspolažanju je specijalizovani softver koji može konvertovati postojeće digitalne podatke, npr. CAD crteže, u traženi format podataka. Štampani izvještaji i tabele često moraju biti digitalizovani putem unosa putem tastature.

Ostali tipovi podataka, kao što su zapisi o potrošnji iz CIS-a ili podaci o pritisku i protoku u sistemu iz SCADA sistema, mogu se prebacivati u postojeći GIS sistem periodično. Na primjer, vizualizovanje stvarnih podataka o proizvodnji i potrošnji vode u GIS-u može pomoći da se prepoznaju trendovi u gubicima vode u diskretnim zonama. Postupak sakupljanja podataka, konverzije i integracije u GIS je težak i skup. Prema tome, podrobno poznavanje potreba GIS podataka je od izuzetne važnosti prije započinjanja procesa prikupljanja i konverzije podataka. Nakon uspostave GIS-a, tima za GIS, tim za detekciju gubitaka i odjel za održavanje trebaju provjeriti kvalitet GIS informacija kroz nekoliko terenskih posjeta. Kasnije je važno da se baza podataka održava i redovno ažurira. Sve promjene u sistemu moraju biti zapisane i integrisane u postojeći GIS.

Simbologija i numerisanje elemenata vodovodne mreže

Trenutno, GIS vodovodnog sistema ne postoji u potpunosti već se radi postepeno prebacivanje podataka o vodovodnoj infrastrukturi iz AutoCAD-a u GIS sistem. Da bi ovaj proces bio pregledniji i više strukturiran potrebno je uspostaviti sistem numerisanje i simbologije poedenin elemenata vodovodne mreže u GIS-u.

Slijedi primjer sistema numerisanja za vodovodna okna:

DMA4 ZV 300 1 - (zona DMA4, zračni ventil, cjevovod DN 300, okno broj jedan)

DMA4 – označka zone.

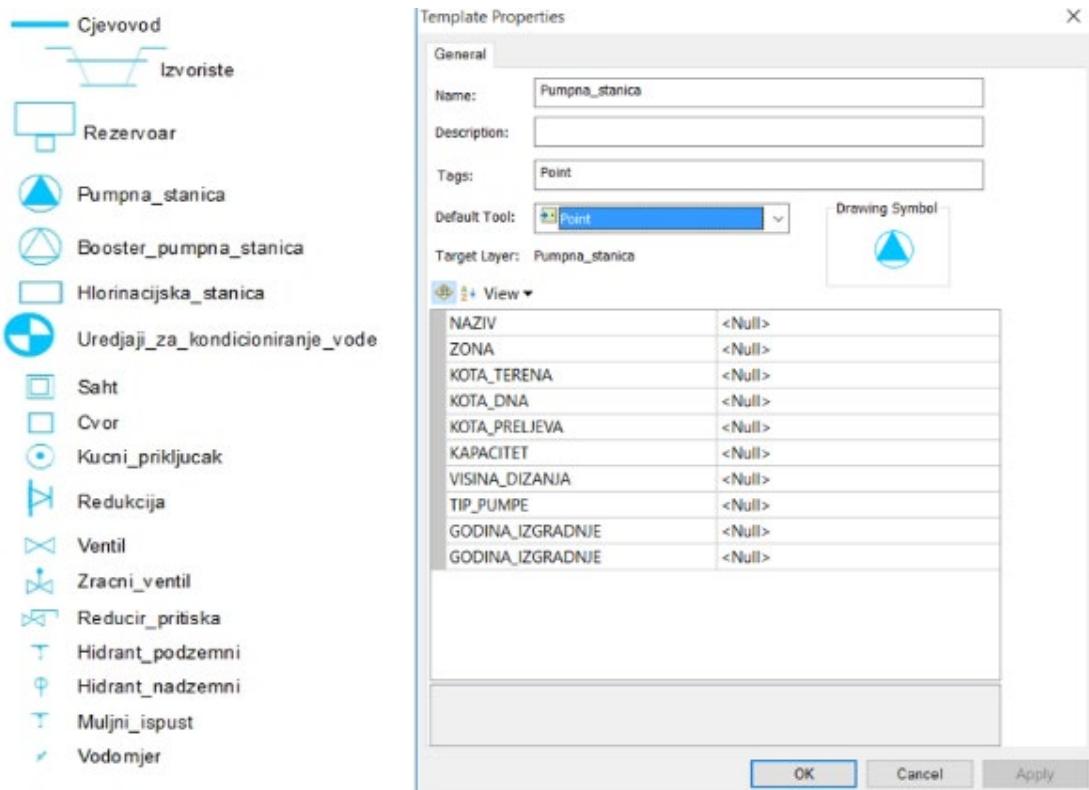
ZV – glavna namjena okna ili čvora

- **O** – okno za odvojak/račvanje
- **ZV** – zračni ventil
- **MI** – muljni ispust
- **R** – redukcija (smanjenje profila)
- **PH** – podzemni hidrant
- **NH** – nadzemni hidrant
- **SV** – sekpcioni ventil

300 – označka profila cjevovoda na kojem se nalazi okno

1 – redni broj okna

U GIS sistemu Preduzeća je uspostavljena simbologija glavnih elemenata vodovodne i kanalizacione mreže kao i pridruženi pripadajući atributni podaci za svaki element:



Slika 7: Uspostavljena simbologija vodovodnog sistema i primjer atributivnih podataka

3.3. Procedura prikupljanja i obrade podataka

[Ovo poglavlje obrađuje način prikupljanja, obrade i čuvanja podataka koje prikupi tim za detekciju (mjerjenja, skice, fotografije i sl.). Tekst koji slijedi daje određene prijedloge koje presuzeće treba izmjeniti i prilagoditi svojim specifičnostima.]

Općenito

Izuzetno je važno da podaci koje je tim za detekciju kvarova prikupio na terenu budu spremni da se naknadno unesu u GIS sistem. Stoga je zasebno poglavlje posvećeno pravilnom prikupljanju podataka s terena i njihovoj pohrani u računar.

Svi podaci se generalno trebaju prikupljati digitalnim putem koliko god je to moguće. GPS uređaj potrebno osigurati, te on u sebi posjeduje i mogućnost fotografisanja. Ovim uređajima će se osigurati digitalne informacije o lokaciji (cjevovoda, šahtova, ventila i sl.). Pored toga, tim za detekciju kvarova bi trebao imati pripremljene obrasce za skiciranje i zapisivanje informacija prikupljenih na terenu. U nastavku je objašnjeno koje podatke treba nacrtati i fotografisati.

Osim opreme nabavljene za potrebe projekta, JVP treba timu za detekciju nabaviti slijedeće:

- Sprej u boji (po mogućnosti plavi) za vanjsku upotrebu,
- Točak za mjerjenje.

Slike treba skidati i sačuvati na računaru barem jednom sedmično, recimo petkom, kao što je dole objašnjeno. Zbog činjenice da tačnost snimljene GPS pozicije može varirati, potrebno je na računaru još jednom provjeriti snimljenu poziciju.

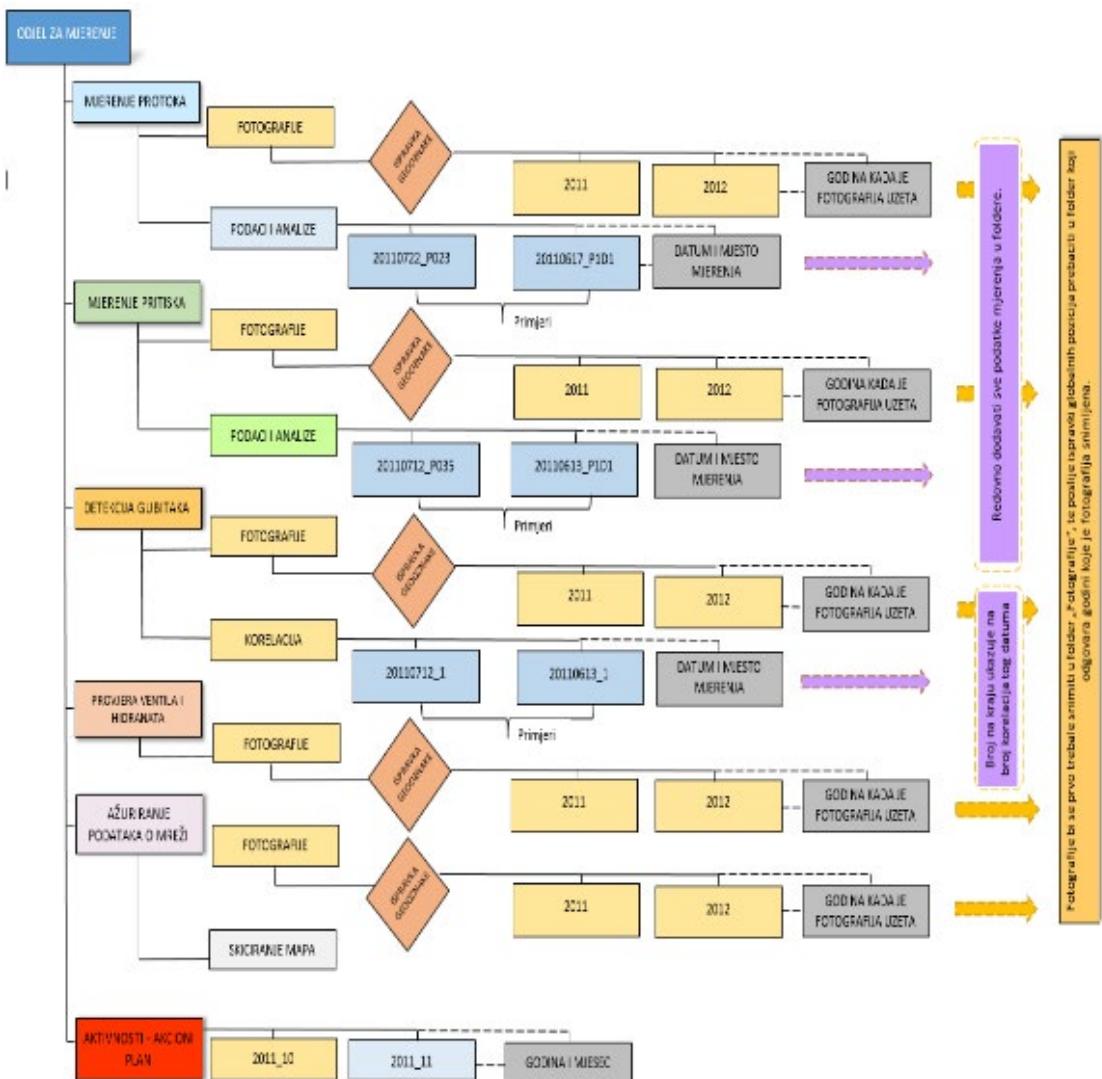
Tabela 9: Spisak određenih informacija koje treba prikupiti za svaki zadatak

Mjerenje protoka i pritiska	<ul style="list-style-type: none">• Vrsta mjerjenja (mjerjenje zone po rasporedu ili druga vrsta mjerjenja)• Osoba koja je postavila uređaj• Zakazani datum i vrijeme demontiranja• U slučaju redovnog mjerjenja, navesti zonu u kojoj će se mjeriti• Mjerjenje na daljinu nije potrebno osim ako se slike neće koristiti i za ažuriranje mreže
Otkrivanje kvarova	<ul style="list-style-type: none">• Osoba koja je otkrila kvar• Uređaj koji je korišten za otkrivanje kvara• Prioritet i približna veličina kvara
Ažuriranje mreže	<ul style="list-style-type: none">• Adresa ili raskrsnica i broj čvorišta, ukoliko je poznato; u slučaju da je ventil na otvorenom, opisati lokaciju• Broj svakog ventila na skici situacije• Na posebnoj ploči napisati broj ventila, dimenziju ako se može odrediti i status (u kvaru ili u funkciji)• U slučaju da se ventil nalazi u šahtu, treba napraviti nekoliko fotografija koje će prikazati situaciju u komori
Ažuriranje mreže	<ul style="list-style-type: none">• Informacije prikupljene u okviru gore navedenih zadataka će obično sadržavati i informacije o mreži i trebaju se čuvati pod datim zadatkom• U slučaju posebnih ispitivanja cjevovoda ili ukopanih ventila i komora, ove podatke treba čuvati u zasebnom direktoriju pod nazivom ispitivanja

Obrada podataka (skidanje, arhiviranje, pozicioniranje)

Nije važno samo prikupiti podatke na određeni način već ih je potrebno i evidentirati u skladu s određenim standardima koji su pogodni za naknadnu obradu, npr. GIS. Tim za detekciju kvarova u JKP _____, mada već posjeduje određena stara mjerjenja i fotografije, trenutno ne vrši obradu podataka prema određenim procedurama evidentiranja i direktorijima. Stoga je u ovom poglavlju data osnovna struktura za generalno evidentiranje prikupljenih podataka.

Primjer uređivanja glavnog direktorija je prikazan na narednom dijagramu, a treba obuhvatiti direktorije glavnih zadataka (mjerjenje protoka i pritiska, otkrivanje kvarova, provjera ventila i hidranata i ažuriranje mreže kao i dnevnika za evidentiranje aktivnosti).



Slika 8: Struktura direktorija za prikupljanje i obradu podataka

Obrada i čuvanje fotografija

Fotografije s terena je relativno jednostavno obrađivati i čuvati. Nakon što se s GPS fotoaparatom ili mobitelom skinu na računar u direktorij pod nazivom „FOTOGRAFIJE“ odgovarajuće kategorije (slika br. 9), moraju se precizno geografski označiti. To znači da geografska pozicija pohranjena GPS fotoaparatom ima određene netačnosti pa se zato koordinate moraju ručno popraviti ili u GIS-u. Nakon ispravke geografske pozicije fotografije, istu treba prebaciti u direktorij koji odgovara godini kad je fotografija uslikana. Najvažnija informacija sačuvana na slici je datum i vrijeme kad je uslikana i geografska pozicija. Stoga neće biti potrebe mijenjati ime fotografije radi naknadne identifikacije i obrade u GIS-u.

Poželjno je da osoba koja je uslikala fotografiju istu i geo-pozicionira i to obično u toku jedne sedmice jer je iskustvo pokazalo da se nakon dužeg vremena počinje zaboravljati tačno mjesto gdje je fotografija uslikana.

Obrada i čuvanje podataka o mjerenu protoka i pritiska

Podaci dobiveni iz mjerjenja protoka i pritiska i njihova analiza su obično pohranjeni u više datoteka i često se nalaze u različitim formatima (XLS, DOC, FXL, S30). Pored toga, vrijeme i datum datoteke se mijenja svaki put kad se datoteka mijenja. Zbog ovog je informacija o vremenu i datumu beskorisna za obradu i čuvanje podataka. Stoga će se svakom mjernom mjestu dodijeliti jedinstveni broj dok će se informacije koje se odnose na datum kad je mjerjenje počelo i broj mjernog mjeseta čuvati u direktoriju (slika br. 9).

Obrada i čuvanje podataka o otkrivanju kvarova

Podatke o otkrivenim kvarovima treba snimati putem GPS uređaja i fotografije. GPS lokacija se kasnije prenosi i evidentira u GIS-u uz atribute o vrsti kvara, veličini, cjevovodu gdje se nalazi, vremenu detekcije i vremenu opravka i sl. Fotografiše se detekovan kvar i izvršena opravka, a fotografije se obrađuju kako je ranije objašnjeno.

Obrada i čuvanje podataka o provjeri ventila i hidranata

Jedini podaci koji se prikupljaju u okviru ovog zadatka su fotografije koje treba obraditi kao što je opisano u gornjem odjeljku. Podaci sa slike (slika br. 9) će se analizirati i obraditi u GIS-u putem atributnih podataka za ventile i hidrante.

Obrada i čuvanje podataka o ažuriranju informacija o mreži

Fotografije koje ne odgovaraju nijednoj od prije spomenutih kategorija, ali koje svejedno sadrže informacije o mreži treba sačuvati pod ovom kategorijom i obraditi kao što je opisano u odjeljku za čuvanje fotografija. Nakon završetka uspostavljanja GIS-a, ove fotografije i ostale informacije se mogu povezati s istim.

4. Plan aktivnosti za sistematsko smanjene ne-prihodovane vode

[Na osnovu provedene analize stanja ne-prihodovane vode i GIS-a, kao i usvojenih odluka i postavljenih ciljeva potrebno je definirati osnovni plan budućih aktivnosti s ciljem poboljšanja stanja. Potrebne aktivnosti grupisati kratkoročne, srednjeročne i dugoročne mјere. Za mјere koje zahtijevaju značajnija finansijska sredstva izvršiti procjenu na način kako je to prikazano za primjer uspostave DMA zona. Također, potrebno je uspostaviti i usvojiti indikatore smanjenja ne-prihodovane vode s ciljem praćenja realizacije uspostavljenog plana. Tekst koji slijedi daje određene prijedloge koje presuzeće treba izmjeniti i prilagoditi svojim specifičnostima.]

4.1 Plan glavnih aktivnosti

Na osnovu provedene analize stanja i potreba za smanjenje ne-prihodovane vode u JKP _____, definirane su osnovne aktivnosti koje Preduzeća treba da proveđe. Iako se ove aktivnosti mogu klasificirati / podijeliti na različite načine, iskustvo pokazuje da ih je najbolje prezentirati sa vremenskim rasporedom implementacije kao kratkoročne, srednje ročne i dugoročne.

Slijedi prikaz predloženih aktivnosti i mјera.

Tabela 10: Pregled glavnih aktivnosti u smanjenju ne-prihodovane vode

R/B	Aktivnost / Mјera	Napomena	Odgovornost
1.	2. Kratkoročno (u roku jedne godine):		
1.1	Formirati tim za detekciju gubitaka u sklopu Preduzeća na način kako je predloženo u ovom dokumentu	Interna jednokratna aktivnost	
1.2	Osigurati teorijsku i praktičnu obuku tima za detekciju gubitaka	Jednokratna aktivnost uz angažman konzultanta	
1.3	Osigurati teorijsku i praktičnu obuku tima za GIS	Jednokratna aktivnost uz angažman konzultanta	
1.4	Izvršiti nabavku nedostajuće/neispravne opreme za tim za detekciju gubitaka: ultrasonični mjerač protoka, koorelator, mjerač pritiska (3x), prenosni računar, printer (A3), fotoaparat	Interna jednokratna aktivnost. Procjena nabavke _____	
1.5	Izvršiti konverziju CAD podataka u GIS i nastaviti učrtavanje nedostajućih dijelova vodovodne mreže (dijelovi preuzetih lokalnih vodovodnih sistema, kućni priključci i sl.)	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja	
1.6	Uvesti aktivnu detekciju gubitaka praćenjem potrošnje u definiranim DMA zonama i uz provođenje potrebnih mјerenja i aktivnosti s ciljem smanjenja fizičkih gubitaka vode (slika 4)	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja	
1.7	Usvojiti i primijeniti proceduru izrade vodnog bilansa kako za cjelokupan vodovodni sistem općine _____ tako i za pojedine DMA zone	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja svakih 6 mjeseci	

3.		4. Srednjoročno (u roku jedne do tri godine)	
2.1	Pristupiti nabavci i ugradnji mjerača protoka na nedostajućim objektima na vodozahvatima s ciljem mjerena proizvedene količine vode	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke _____	
2.2	Pristupiti formiranju DMA zona kroz nabavku i ugradnju mjerača protoka na nedostajućim objektima i graničnih ventila	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke 159.000 KM	
2.3	Izvršiti dodatno proširenje i opremanje SCADA sistema na nedostajuće objekte s ciljem da se sve zone pokriju mjerjenjem protoka i pritiska	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke _____	
2.4	Uvesti proceduru godišnjeg pregleda glavnih objekata vodovodnog sistema (izvorišta, rezervoari, PS, ventili, hidranti i sl.)	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja	
2.5	Uspostaviti procedure kontinuiranog ažuriranja postojećeg katastra vodovodne mreže u GIS-u	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja	
2.6	Nastaviti sa započetim aktivnostima upravljanja imovinom i praćenja pokazatelja uspješnosti poslovanja Preduzeća (engl. <i>asset management; benchmarking</i>)	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja	
2.7	Izraditi plan kontinuirane i redovne zamjene i baždarenja potrošačkih zonskih vodomjera u vodovodnom sistemu općine _____	Interna aktivnost koja se kontinuirano ponavlja	
5		6. Dugoročno (preko tri godine)	
3.1	Postepeno prelaziti sa ručnog na automatsko očitanje vodomjera	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke _____	
3.2	Pristupiti uvođenju sistema upravljanja pritiskom u pojedinim DMA zonama ili njihovim dijelovima	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke _____	
3.3	Izraditi hidraulički model vodovodnog sistema općine _____	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke _____	
3.4	Izraditi plan kontinuirane preventivne zamjene starih i dotrajalih cjevovoda	Interna i eksterna aktivnost koja zahtjeva značajna finansijska sredstva. Procjena nabavke _____	

4.2 Način implementacije i ciljevi akcionog plana za smanjenje ne-prihodovane vode

Da bi se provele gore navedene aktivnosti i pratili postignuti rezultati, potrebno je formirati grupu za provedbu ovog Operativnog plana. Ovu grupu treba sačinjavati:

- Direktor Preduzeća,
- Tehnički direktor
- Šef naplatne službe,
- Vođa tima za detekciju gubitaka, i
- Vođa tima za GIS.

Zadatak ove grupe je da se kontinuirano sastaje (barem jednom u tri mjeseca) u prvih pet godina implementacije ovog Operativnog plana sa ciljem da izradi detaljan tehnički, finansijski i organizacioni plan svake od navedenih glavnih aktivnosti.

Ovo je potrebno iz razloga da se:

- uspostave kvalitetne radne procedure između novoformiranih timova za GIS i detekciju gubitaka,
- iznađu potrebna finansijska sredstva za aktivnosti koja zahtijevaju značajna finansijska ulaganja,
- prati uspješnost implementacije i poboljšanje pokazatelja poslovanja.

Uspjeh realizacije Operativnog plana je potrebno pratiti putem pokazatelja uspješnosti u oblasti ne-prihodovane vode kao što su infrastrukturni indeks curenja (ILI) i količina ne-prihodovane vode izražene kao postotak ulazne količine vode u sistem.

Prijedlog plana poboljšanja procenta ne-prihodovane vode za narednih 10 godina je prikazan u narednoj tabeli.

Godina	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.	2024.	2025.	2026.	2027.
Ne-prihodovana voda (%)	58	55	50	45	40	35	30	28	25	23	20
ILI faktor	7	6,8	6,6	6,4	6,2	6	5,5	5	4,5	4,2	4

02

Plan upravljanja neoprihodovanom vodom, KP Vodovod Prnjavor / Nacrt

1. Uvod

Plan upravljanja za smanjenje ne-prihodovane vode u vodovodnom sistemu u Prnjavoru, bazira se na primjeni IWA metodologije, determinacije vrijednosti ne-prihodovane vode, pristupom od dna prema vrhu zasnovanoj na rezultatima hidrauličkih mjerena, analizom, te preporukama za smanjenje gubitaka vode. U nastavku su opisane aktivnosti sadržane u planu upravljanja kao i realan akcioni plan za smanjenje stvarnih gubitaka do vrijednosti koeficijenta $IL=4$, prividnih gubitaka do vrijednosti koeficijenta $ALI=2$, te ne-prihodovane vode do iznosa od 20%. Akcioni plan je detaljno prikazan u dokumentu, a u nastavku su opisane aktivnosti koje su planirane da budu provedene u narednom periodu kroz kratkoročne mjere (od 2017. do 2020. godine), srednjoročne (od 2020. do 2023. g.) i dugoročne (od 2023 do 2029. godine), pri čemu je potrebno izvršiti aktivnosti kako je opisano u nastavku.

1.2. Mjerna oprema u posjedu ViK Prnjavor

Vodovodno preduzeće u Prnjavoru ne posjeduje opremu za pronalaženje curenja na cjevovodu, kao ni mjernu opremu za mjerjenje protoka i pritisaka u vodividnom sistemu. Potrebno je napomenuti da je ViK Prnjavor u proteklom periodu izvršio postavljanje zonskih, kombinovanih vodomjera na pojedinim dionicama cjevovoda, ali da lokacije vodomjera ne odgovaraju ustanovljenim DMA zonama niti obuhvataju jednu cjelinu vodovodnog sistema.

1.3. Mjerna oprema u koja nedostaje (koju je potrebno nabaviti)

Neophodno je izvršiti nabavku opreme koja bi omogućila aktivnu kontrolu curenja u sistemu:

Tabela 1.2.1. Oprema koja nedostaje za aktivnu kontrolu curenja

r.b.	Uređaj	Kom.	Napomena
1.	Ultrazvučni prijenosni mjerač protoka	2	
2.	Digitalni mjerač pritiska	4	Birati marku proizvođača koji omogućava servis u regionu
3.	Korelator	1	
4.	Geofon / Aquaphone	1	Nove generacije, sa zaštitom sluha

Za svu opremu koja treba biti nabavljena se mora obezbijediti kvalitetna obuka zaposlenih u vodovodu Prnjavor. Ova obuka ne treba da se održava na pripremljenom poligonu već u stvarnim uslovima u vodovodnom sistemu Prnjavor, ili nekom drugom vodovodnom sistemu u regionu.

Posebnu pažnju treba posvetiti obuci za korištenje Ultrazvučnog mjerača, geofona i korelatora. Ova obuka mora trajati minimalno 3 dana za svaki od uređaja, a treba rezultirati da je odabранo osobljje vodovoda sposobno za samostalan rad u akciji aktivne kontrole curenja.

1.4. Procedure za determinaciju i smanjene ne-prihodovane vode - IWA Metodologija (Vodni Bilans)

Proračun vodnog bilansa u redovnim intervalima pruža osnovu za proračun gubitaka vode i daje smjernice za budude akcije koje je potrebno provesti u cilju smanjenja ne-prihodovane vode. Postoji

paleta od 180 različitih Indikatora uspješnosti koji su podijeljeni u dvije grupe:

- Tehnički pokazatelji (stvarnih i prividnih gubitaka) uspješnosti i
- Finansijski pokazatelji (stvarnih i prividnih gubitaka) uspješnosti.

Posebno se naglašava grupa tzv. „ključnih“ indikatora uspješnosti koju čine odabrani indikatori iz obje gore navedene grupe, čija primjena se posebno preporučuje i smatra posebno korisnom.

Ovakva metodologija prikaza stanja proizvodnje, potrošnje vode i ukupnih gubitaka se naziva „Vodni Bilans“ (engl. „Water Balance“ po terminologiji IWA ili „Water Audit“ po terminologiji Svjetske banke i AWWA1). Vodnim bilansom se kontroliše i analizira distribucija vode od izvořišta, preko pumpnih stanica, filterskih postrojenja, svih vrsta i tipova cjevovoda pa sve do potrošača. Određivanje vodnog bilansa u pravilnim vremenskim intervalima pruža osnovu za procjenu gubitaka vode. Metodologija Vodni Bilans, ili kako se često naziva IWA metodologija je posljednjih godina postala standard za prikaz gubitaka vode i sve je veći broj zemalja i vodovodnih preduzeća širom svijeta koji je prihvada. Ova metodologija takođe uključuje i prikaz skupa racionalnih indikatora kojima se definišu specifični atributi za procjenu sistema kao što su prosječni pritisak u sistemu, ukupna dužina cjevovoda i sl. Komponente bilansa vode prema IWA metodologiji su prikazane u sljedećoj tabeli (Tabela 1.3.1.)

Tabela 1.3.1. Elementi vodnog bilansa

Isporučena voda	Legalna potrošnja	Fakturisana legalna potrošnja	Fakturisana izmjerena potrošnja	Obračunata voda
		Fakturisana neizmjerena potrošnja		
		Nefakturisana legalna potrošnja	Nefakturisana izmjerena potrošnja	
		Nefakturisana neizmjerena potrošnja	Nefakturisana neizmjerena potrošnja	
	Ukupni gubici	Prividni gubici	Nelegalna potrošnja	Neobračunata voda
			Greške u očitavanju	
			Sistemske greške u obradi podataka	
		Stvarni gubici	Curenja na transportnim i distributivnim cjevovodima	
			Curenja i preliv na rezervoarima	

Osnovni elementi vodnog bilansa su:

- Isporučena količina vode u sistem, izmjerene ulazne količine vode u sistem;
- Autorizovana potrošnja, količina vode koja je potrošena kod registrovanih potrošača. Ova potrošnja može biti obračuna ili neobračunata, a u oba slučaja može biti mjerena ili ne mjerena. Ovaj element vodnog bilansa takođe sadrži količine vode koje cure u potrošačkim instalacijama, kao i vlastitu tehničku potrošnju vode vodovoda (ispiranje cjevovoda, filtera i sl.);
- Obračunata voda, količina vode koja je isporučena potrošačima;
- Ne-obračunata voda, količina vode koja ostaje neobračunata i samim tim ne donosi prihod za komunalno preduzeće. Izražava se kao razlika količine isporučene i obračunate vode ili kao zbir ukupnih gubitaka u mreži i neobračunate autorizovane potrošnje;
- Ukupni gubici, količina vode izgubljene na putu od tačke isporuke do potrošača. Izražava se kao razlika isporučene vode i autorizovane potrošnje, a sastoji se od stvarnih (fizičkih) gubitaka i prividnih (komercijalnih) gubitaka.

Pravidni gubici nastaju uslijed ilegalne potrošnje, grešaka u mjerenu i grešaka u obradi, dok stvarni gubici predstavljaju gubitke koji se pojavljuju kroz razne vrste curenja na svim cjevovodima, curenja i prelivanja iz rezervoara itd. Gubici vode javljaju se u svakom vodovodnom sistemu u svijetu pri čemu je posebno važno znati da se stvarni gubici vode ni u kom slučaju ne mogu u potpunosti eliminisati ali se mogu svesti i održati u ekonomski opravdavanim granicama. Prema svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), četiri ključne grupe faktora utječu na veličinu stvarnih gubitaka:

- Dostupnost vode, finansijskih i kadrovskih resursa,
- Infrastrukturni uslovi ovisni o materijalima i vrijednostima pritiska, i politici obnove,
- Politika kontrole curenja: aktivnost, percepcija i tehnička stručnost i
- Institucionalni odnos s obzirom na strukturu propisa i zakona.

Ova podjela dokazuje da pristup smanjenju gubitaka mora imati sveobuhvatan pristup jer sama akcija detekcije curenja neće riješiti problem ako su infrastrukturni uslovi u isto vrijeme pogoršani, ili čak i ako su finansijska sredstva dostupna, ona neće imati pozitivan učinak ukoliko vodovodno preduzeće nema izgrađen pristup za upravljanje gubicima u mreži.

1.5. Upravljanje vodnim bilansom pristupom „od dna prema vrhu“

Na temelju kvaliteta i dostupnosti podataka u VIK Prnjavor program definisanja vodnog bilansa će biti izведен u skladu sa pristupom "od dna prema vrhu" preporučenim od strane Međunarodnog Asocijacije za vode (IWA). Primjenom ovog pristupa, proračun vodnog bilansa se temelji na rezultatima hidrauličkih mjerena u vodovodnom sistemu. Osim primijenjenog postoji i pristup "od vrha prema dnu", koji se temelji na procjeni vrijednosti pravidnih (komercijalnih) gubitaka, te se na osnovu te procjene i provjere dokumentacije vrši proračun vodnog bilansa. Pristup "od vrha prema dnu" je mnogo brža i jeftinija ali je pouzdanost i tačnost rezultata znatno niža od pouzdanosti i tačnosti rezultata dobijenih pomoću pristupa "Od dna prema vrhu".

1.5.1. Minimalni noćni protok

Minimalni noćni protok se sastoji od noćne potrošnje i stvarnih gubitaka u mreži, Tabela 1.5.1.1. prikazuje raspodjelu minimalnog noćnog protoka na komponente.

Tabela 1.5.1.1. Komponente minimalnog noćnog protoka

MINIMALNI NOĆNI PROTOK (MNP)	NOĆNA POTROŠNJA (NP)	NOĆNA KORISNA POTROŠNJA	POSEBNA NOĆNA POTOŠNJA
			REZIDENTALNA POTROŠNJA
			NE REZIDENTALNA POTROŠNJA
STVARNI GUBICI (SG)		RASIPANJE U POTROŠAČKIM INSTALACIJAMA	CURENJA UNUTAR OBJEKATA
			CURENJA IZVAN OBJEKATA
		CURENJA KOJA JE MOGUĆE DETEKTOVATI I OTKLONITI	NEPRIJAVLJENA CURENJA
			PRIJAVLJENA CURENJA (KOJA NISU POPRAVLJENA)
	PRIKRIVENI KVAROVI		CURENJA NA PRIKLJUČCIMA
			CURENJA NA CIJEVIMA

Sve komponente minimalnog noćnog protoka se moraju definisati mjerjenjem na reprezentativnom broju uzoraka u terminu od 24:00 do 5:00 sati nakon čega se dobija srednja satna potrošnja vode u potrošačkim instalacijama.

1.5.2. Noć / Dan faktor

Oduzimanjem vrijednosti noćne potrošnje u zoni od vrijednosti minimalnog noćnog protoka u zoni izračunava se vrijednost stvarnih gubitaka. Dobijena vrijednost se odnosi na veličinu curenja u noćnim satima kada su pritisci u zoni najveći. Da bi se ova vrijednost mogla iskazati kao srednja dnevna vrijednost neophodno ju je pomnožiti sa NDF faktorom, čija je vrijednost uvijek manja od jedan. NDF faktor se računa prema formuli:

$$NDF = (P_{av} - P_{max})^a$$

gdje je:

P_{av} – srednja dnevna vrijednost pritiska u zoni,

P_{max} – maksimalna izmjerena vrijednost pritiska u zoni,

a – Koeficijent gubitaka koji ovisi o materijalu cjevovoda i krede se od 0,5 do 1,5.

1.5.3. Procedure za pripremu proračuna vodnog bilansa

Prije početka rada na proračunu vodnog bilansa, kako bi bili stvoreni uslovi za efikasan i siguran rad na izradi vodnog bilansa, potrebno je uraditi slijedeće korake:

Definisanje vremenskog okvira studije

Vodni bilans je studija koja je vezana za vremenski okvir. Dobar izbor vremenskog okvira omoguditi će analizu i evaluaciju ukupne proizvodnje i potrošnje vode. Vodni bilans bi se trebao vršiti na godišnjem nivou kako bi se mogli uskladiti prioriteti, provoditi monitoring napretka, identifikovati nove oblasti sistema na kojima ima gubitaka i definirati novi ciljevi kada je u pitanju održavanje sistema. Preduzeća bi također mogla uzeti u razmatranje i mogudnost uvođenja sistema kontinuiranog monitoringa kako bi se postigli zacrtani rezultati po pitanju detekcije curenja.

Zoniranje sistema

Pristup „od dna prema vrhu“ je baziran na mjerjenjima hidrauličkih parametara u vodovodnom sistemu. Mjerena gubitaka i potrošnje vode u svim vodovodnim sistemima, osim onih najmanjih, koji imaju manje od 500 priključaka, provodi se zonski. Zone za mjerena gubitaka su dijelovi vodovodnog sistema koji u određenom momentu mogu biti izolirani od ostalog dijela vodovodnog sistema. Vodovodni sistem u Prnjavoru je zoniran u skladu sa IWA metodologijom i sastoji se od 10 mjernih zona na kojima će se uspostaviti kontinuirano mjerjenje ulaznog protoka.

Odabir programa (software-a) za obradu podataka

Za potrebe proračuna vodnog bilansa potrebno je pripremiti prikladan software kako bi se mogla izvršiti brza i tačna obrada prikupljenih podataka za svaku mjeru zonu i za sistem u cjelini.



Naročito je važno to što se na osnovu ove analize, primjenom vodnog bilansa, biti moguće postaviti odgovarajuće ciljeve u pogledu aktivnosti na smanjenju gubitaka vode. Ključni koncept ove metode je da je sva voda kvantifikovana mjeranjima i definisana kao vid korisne potrošnje vode ili kao gubitak vode.

1.5.4. Procedure za pripremu zonskih mjerena gubitaka

Za implementaciju programa mjerena u odabranoj zoni vodovodnog sistema potrebno je isplanirati i provesti sljedeće aktivnosti:

- Definisanje osoblja i raspodjela obaveza i odgovornosti,
- Definisanje mjerne i opreme za detekciju gubitaka vode,
- Prikupljanje podataka na terenu o potrošačima i potrošačkim vodomjerima,
- Prikupljanje tehničkih podataka na terenu o ispravnosti ventila i drugih objekata unutar predmetne zone bitnih za izradu plana i sprovođenje mjerena,
- Određivanje mjernih mjesta unutar zone i njihova numeracija.

Ove procedure se oblikuju u plan za mjerena i detekciju gubitaka, koji se priprema prije početka akcije mjerena gubitaka.

Definisanje osoblja i raspodjela obaveza i odgovornosti

Prilikom planiranja broja osoba koje će učestvovati u kampanji mjerena treba se voditi računa o sljedećem:

- Odrediti adekvatan broj osoblja koji će instalirati opremu. Obično su za ovu aktivnost dovoljna dva zaposlena koji imaju iskustvo za postavljanje i programiranje određene opreme. Dva radnika mogu postaviti 3 prijenosna Ultrazvučna mjerača protoka i tri mjerača pritiska, te izvršiti programiranje istih za manje od dva sata pod uslovom da su sva mjerna mjesta ranije propisno pripremljena.
- Odrediti osoblje koji će za vrijeme mjerena boraviti uz opremu. Ove osobe će povremeno zapisivati podatke sa uređaja u formular. Zapis se vrši uvijek iz sigurnosnih razloga bez obzira da li je uređaj opremljen sa „data logger-om“ (uređaj za prikupljanje podataka) ili nije. Interval zapisa u formular se određuje unaprijed (određeni vremenski interval, zatvaranje ili otvaranje ventila i sl.). Za svaki uređaj na otvorenome mora se odrediti bar jedna osoba za zapise.
- Odrediti broj osoba koji će raditi na otvaranju i zatvaranju ventila. Obično je za ovu operaciju

dovoljno odrediti dva radnika (povjerljiva jer o njihovom poslu ovisi tačnost svih podataka koje se dobija mjerjenjem). Sve operacije izvode isključivo na zahtjev vođe tima.

- Prilikom očitavanja vodomjera, za očitavanje vodomjera treba odrediti broj osoba dovoljan da izvrši očitavanje svih vodomjera u jednom danu. Prema normama jedan čovjek može prosječno očitati od 70 (u ruralnim) do 100 vodomjera (u urbanim sredinama) na dan, ukoliko se očitavanje vrši na konvencionalan način.
- Osoblje koje se bavi zvučnom detekcijom gubitaka određuje se uvijek u parnom broju i sve aktivnosti izvode u parovima. Za inspekciju mreže (određivanje makro lokacije kvara slušanjem na vodomjerima, hidrantima, ventilima i sl.) jedan par može pregledati do 2,5 km poznate mreže. Za precizno lociranje kvara se ne može tačno odrediti potrebno vrijeme, jer ono zavisi od mnogih subjektivnih i objektivnih okolnosti (vrsta cijevi, dubina cijevi, pritisak, vrsta tla, okolni cjevovodi, smetnje zbog saobradaja, smetnje zbog morskih talasa, itd.).

Definisanje mjerne opreme i opreme za detekciju gubitaka vode

Oprema koju posjeduje vodovodno preduzeće je limitirajući faktor prilikom implementacije mjerjenja. Svaka ekipa za mjerjenje i detekciju gubitaka bi trebala minimalno da posjeduje ili ima na raspolaganju sljedeću osnovnu opremu:

- Prijenosni ultrazvučni mjerač protoka,
- Sondu pritiska sa skupljačem podataka (data logger-om),
- Korelator,
- Aquaphone (geophone),
- Tragač položaja metalnih cijevi,
- Tragač položaja nemetalnih cijevi.

Oprema mora biti redovno održavana i servisirana. Uz navedenu opremu potrebno je posjedovati i dopunsku opremu kao što je: točak za mjerjenje dužine, ultrazvučni mjerač debljine stjenke, manometar i GPS uređaj. Neophodno je da ekipa za vrijeme rada bude opremljena i sa alatima i opremom kao što su: pumpa za vodu, benzinski agregat, ključevi za otvaranje ventila, ručni alati za podizanje poklopaca na okнима i sl.

Prikupljanje podataka na terenu o potrošačima i potrošačkim vodomjerima

Prije početka samih mjerjenja u pilot zoni, radnici vodovoda izlaze na teren i prikupljaju podatke neophodne za ispravno mjerjenje gubitaka. U tu svrhu potrebno je napraviti univerzalni obrazac za svakog na kojem će se upisivati sljedeći podaci:

- Ime i prezime lica koje vrši prikupljanje podataka (radnik vodovoda),
- Ime i prezime ili naziv potrošača,
- Broj članova domaćinstva,
- Prečnik vodomjera,
- Proizvođač vodomjera,
- Serijski broj vodomjera,
- Adresa gdje se vodomjer nalazi,
- Datum kada je vodomjer posljednji put baždaren,
- Indeks potrošnje na vodomjeru (m^3),
- Datum i tačno vrijeme očitavanja.

Prikupljeni podaci će se koristiti za ažuriranje baze podataka potrošača.

Prikupljanje tehničkih podataka bitnih za izradu plana i sprovođenje mjerenja

Na terenu se prikupljaju tehnički podaci na osnovu kojih se pravi plan mjerenja. Za tu svrhu neophodno je prikupiti sljedeće podatke:

- Podaci o cjevovodima - materijal, starost, prečnik, način spajanja, istorija u pogledu kvarova, radni pritisak, nazivni pritisak),
- Podaci o mjestima pogodnim za instalaciju mjerne opreme – uzeti koordinate i napraviti dvije fotografije. Prva fotografija se snima da se vidi šire područje mjernog mesta. Druga fotografija treba da pokaže mjerno mjesto iz blizine. Na mjernome mjestu se bilježi i geografska koordinata uz pomoć GPS uređaja,
- Podaci o ventilima - lokacija, prečnik, vrsta, način zatvaranja i učestalost zatvaranja. Svaki ventil fotografisati digitalnom kamerom,
- Podaci o mjeračima protoka i vodomjerima - vrsta, prečnik, starost, način instalacije, način očitavanja, učestalost očitavanja, istorija kvarova,
- Podaci o hidrantima – lokacija i nemjerena potrošnja,
- Redukcioni ventili – lokacija, ulazni i izlazni pritisak,
- Nepovratni ventili – lokacija,
- Vazdušni ventili – lokacija,
- Buster stanice – lokacija, učestalost rada, način održavanja, pristup,
- Koja se sve zvučna ometanja mogu očekivati o u odabranoj zoni,
- Podaci o uticaju saobraćaja na kampanju mjerenja i zvučnu detekciju gubitaka,
- Podaci o najpogodnijem dobu dana ili noći za sprovođenje kontrolne zvučne detekcije gubitaka,
- Podaci o najpogodnijem dobu dana ili noći za sprovođenje preciznog lociranja kvara (neke ekipe za smanjenje gubitaka ovu akciju provode nekoliko dana nakon akcije kontrolne zvučne detekcije ili čak na kraju sedmice).

Mjerna mjesta i ventili se numerišu prepoznatljivim oznakama. Sve koordinate se prenose u GIS. Koordinate ventila i mjernih mjesta se također mogu unijeti i u Google Earth program, te pomoći njega prije mjerenja upoznati svo osoblje uključeno u akciju sa planom mjerenja. Google Earth daje mnogo pregledniju sliku zone za one koji nemaju iskustvo u čitanju mapa ili ako mape nisu ažurirane.

Određivanje mjernih mjesta unutar zone i njihova numeracija

U koliko je potrebno da se unutar zone vrši mjerenje primjenom „step testing metode“ sljedećoj fazi na osnovu prikupljenih podataka potrebno je odrediti sva mjerna mjesta unutar zone. Na ulazu u zonu je već ranije definisana pozicija glavnog mjernog mesta, te se na isti način određuju pozicije svih pomoćnih mjernih mjesta unutar zone. Prilikom određivanja lokacija mjesta odmah treba definisati i koji će uređaj biti instaliran na istom.

Pronalažak i popravka vidljivih curenja

Obilaskom terena i prikupljanjem informacija od lokalnog stanovništva potrebno je pronaći po mogućnosti sve vidljive kvarove i odmah pristupiti njihovoj popravci. Ovo je neophodno uraditi iz najmanje dva razloga:

- Jačina zvuka koja se prenosi na cjevovod kod vidljivih kvarova može nadjačati jačinu zvuka kojeg stvaraju okolni podzemni kvarovi,
- Stvara se loša slika kod potrošača vode o vodovodom preduzeću, što može utjecati i na smanjenje naplate za vodu.

Vodovod mora biti spreman da momentalno pristupi popravci svakog vidljivog kvara bilo da se on otkrije u ovoj fazi ili poslije za vrijeme akcije zvučne detekcije curenja.

Kontrolno izolovanje mjerne zone

Prije početka monitoringa protoka, zona se izoluje zatvaranjem graničnih ventila. U glavno okno se postavlja mjerač protoka i mjerač pritiska na propisnoj udaljenosti nizvodno od ventila u glavnem oknu. Provjera nepropusnosti zone se sprovodi tako što se zatvori uzvodni ventil u glavnem oknu. Ukoliko pritisak naglo padne na nulu, zona je nepropusna. Ukoliko se to ne dogodi, znači da zona nije nepropusna i mjerena se ne mogu sprovesti dok se ne otklone uzroci propusnosti zone. Ukoliko iz nekih razloga nije moguće mjerni uređaj postaviti nizvodno od ventila, ili ne postoji mjerač pritiska, jedini mogudi način provjere nepropusnosti zone je da se zatvori ventil, i izvrši provjera kod samih potrošača da li u tom momentu imaju vodu.

1.5.1. Mjerenje gubitaka vode metodom bilansa

Metodom bilansa je potrebno odrediti razliku između prosječne dnevne količine vode koja je isporučena u mjeru zonu i prosječnog dnevnog zbiru svih količina vode očitanih na potrošačkim vodomjerima, i procjene ili privremenih mjerena za one koji ne posjeduju mjerilo. Rezultat ove razlike predstavlja prosječnu dnevnu količinu gubitaka vode unutar pilot zone.

Ukupni gubici vode predstavljaju zbir:

- Kvarova na glavnim cjevovodima,
- Kvarova na vodovodnoj mreži,
- Netačnosti mjerena malih protoka na potrošačkim vodomjerima i količina vode koje se potroše na ilegalnim priključcima,
- Grešaka u mjerenu,
- Ostalih administrativnih grešaka.

Metoda bilansa se provodi mjeranjem u dvije etape, a zbog anuliranja dnevne neravnomjernosti potrošnje mjerena traju najmanje sedam ili četrnaest dana. Ukoliko je zona jedan industrijski kompleks il sl., koji vodu svakodnevno troši na isti način, mjerena mogu trajati kraće. Za vrijeme dok mjerač protoka koji je postavljen u glavnem oknu na ulazu u pilot zonu kontinualno mjeri protok, vrši se očitavanje svih potrošačkih vodomjera u pilot zoni i zapisuje vrijeme kada je očitavanje izvršeno. Očitavanje se vrši brzo, ako je moguće u jednom danu. Prosječna norma čitača vodomjera je 100 vodomjera na radni dan u gradskim sredinama i 70 vodomjera na radni dan u ruralnim sredinama (radni dan = 8 sati). Na osnovi ove norme vrši se procjena potrebnog broja ljudi za očitavanje vodomjera u jednoj pilot zoni. Sva očitavanja se unose u model za proračun gubitaka. Druga etapa se sprovodi na isti način, ali najmanje sedam dana poslije prve etape. Period od sedam dana je neophodan iz razloga što potrošači ne troše iste količine vode svaki dan u sedmici. Podaci se ponovo zapisuju u računar. Proračun gubitaka vode se svodi na to da se za svakog potrošača izračuna prosječna dnevna količina vode koja je očitana na vodomjeru u l/dan. Kod ovog proračuna se mora voditi računa o vremenu očitavanja. Zbir svih potrošačkih prosječnih dnevnih količina se oduzima od prosječne dnevne količine vode koja je uvedena u zonu.

1.5.6. Proračun elemenata vodnog bilansa

1.5.7. Autorizovana potrošnja vode

Autorizovana voda je sva ona voda koja se koristi za sve potrebe koje je odobrilo komunalno preduzeće. Većina autorizovane vode se fakturiše i mjeri, ali ne i sva takva voda. Fakturisana mjerena voda koja se obično prodaje korisnicima uključuje industrijsku, privrednu, stambenu, poljoprivrednu i javnu potrošnju. Fakturisana nemjerena voda je voda koju potroše potrošači kojima se račun obračunava na osnovu definisanog „Paušala“, najčešće izraženog prema broju članova domaćinstva. Nefakturisana autorizovana potrošnja može da se u određenim slučajevima odnosi na vanrednu javnu potrošnju poput pranja ulica, zalijevanja parkova, održavanja groblja, gašenja požara, pranja filtera i cjevovoda i sl. Veoma rijetki su slučajevi da se vrši mjerjenje nefakturisane autorizovane potrošnje i ona obično ostaje neizmjerena.

Za određivanje količina autorizovane potrošnje, potrebno je izvršiti detaljnu analizu svih kategorija autorizovane potrošnje.

Identifikovanje fakturisane mjerene potrošnje

U ovu grupu spadaju svi potrošači kojima se mjeri potrošnja vode i kojima se na osnovu izmjerene potrošnje isporučuje račun za utrošenu vodu. Podaci se uzimaju iz računovodstva vodovoda i priprema se lista potrošnje po zonama (kod većih vodovoda – preko 5000 priključaka) ili po grupama potrošača i zonama (kod manjih vodovoda). Na osnovu ovih podataka vrši se administrativna identifikacija svih korisnika u zonama koji imaju vodomjere i priprema se lista aktivnih priključaka koja sadrži identifikacioni broj, tip i podatak o prečniku vodomjera. Potrebno je izvršiti detaljnu analizu svih vodomjera prečnika 50 mm i većih. Analiza je osmišljena kako bi se pronašle nedoslijednosti unutar brojila ili naplatnog ciklusa, te kako bi se utvrdile potencijalne greške u mjerenu koje proizilaze iz nepravilnog odabira veličine vodomjera i načina njegove primjene. Analiza uključuje pregled određenog broja malih vodomjera, te izradu programa zamjene starih vodomjera na bazi starosti, vrste i kvaliteta vodomjera kao i kvalitete vode.

Određivanje fakturisane mjerene potrošnje

Na osnovu identifikovane mjerene potrošnje izračunava se sva potrošnja vode. U okviru analize „od vrha prema dnu“ proračun se vrši prema definisanim mernim zonama, a u sljedećim analizama se razrađuje detaljnije tako što se priključci sistematišu po veličini vodomjera na mjesecnoj osnovi (ili nekom drugom periodu fakturisanja) tokom trajanja čitavog perioda studije. Kada se datumi očitavanja mjeraca protoka ne poklapaju sa datumima početka i završetka studije, potrebno je napraviti korekciju podataka mjerene potrošnje.

Prilagođavanje podataka fakturisane mjerene potrošnje

S obzirom na to da gotovo svaki vodovod posjeduje preveliki broj korisničkih vodomjera, nije isplativo provjeravati i testirati svaki od njih svake godine. Umjesto toga, godišnje se izvrši provjera i testiranje svih vodomjera prečnika 50 mm i većih, dok se kontrola vodomjera manjih prečnika vrši metodom slučajnog odabira manjeg broja vodomjera iz različitih zona sistema.

Određivanje autorizovane fakturisane nemjerene potrošnje

Ova aktivnost obuhvata opisivanje načina određivanja količine vode koja se koristi a da se pri tome ne mjeri. Pri odabiru najbolje procedure za spomenutu situaciju, treba uzeti u obzir poteškoće u prikupljanju informacija, neophodan nivo preciznosti, eventualnu dostupnost mjerne opreme,

obučenost osoblja itd. Količina nemjerene vode mora se pažljivo odrediti kako bi se imao tačan bilans. Procjena se ne smije praviti na osnovu autorizovane mjerene potrošnje u istoj kategoriji potrošača, jer po prirodi, potrošnja ove dvije grupe potrošača ne može biti ista a u većini slučajeva nije ni slična.

Najbolji način je da se procjena izvrši na osnovu privremenog mjerjenja potrošnje kod određenog broja slučajno odabranih potrošača. Ovdje je jako bitno da se potrošaču objasni svrha mjerjenja kako ne bi promijenio navike vezane za trošenje vode.

Identifikovanje i određivanje autorizovane nefakturisane nemjerene i mjerene potrošnje

Veliki broj vodovodnih preduzeća omogućuje autorizovanu ali nefakturisanu potrošnju vode. Ovo se tipično naziva „autorizovanom nepokazanom upotrebom vode“. Nefakturisana potrošnja vode može uključivati obuku za gašenje i gašenje požara, ispiranje cijevi, ispiranje atmosferskih kanala, pranje ulica, navodnjavanje velikih javnih površina, fontane i česme, bazene, građevine itd. Za svaku navedenu kategoriju potrošača mora se napraviti kvalitetna procjena potrošnje koja se može bazirati i na instalaciji privremene mjerne opreme ukoliko je to potrebno.

Mjerenje gubitaka vode metodom noćnog mjerenja

Kako je već ranije opisano, generalno se smatra da u toku noći postoje trenuci kada je potrošnja vode približna nuli, što znači da većina izmjerene količine vode u kasnim noćnim i ranim jutarnjim satima predstavlja gubitke vode u mreži i rasipanja vode u potrošačkim instalacijama. Istina, postoje potrošači koji koriste vodu i u toku noći, kao što su fontane, vatrogasci ili noćne smjene u industriji. Ovi potrošači se prije početka mjerenja moraju locirati i odrediti njihova prosječna dnevna (odnosno noćna) potrošnju vode.

Vrijednost minimalnog noćnog protoka se množi sa iznosom NDF (Nod/Dan faktor) koji je manji od 1, a koji se izračunava na osnovu koeficijenta gubitaka. Vrijednost koeficijenta gubitaka zavisi od materijala cjevovoda, okolnog tla i konfiguracije terena i kreće se u rasponu od 0,5 do 2. Svi zatvarači u zoni moraju biti ispravni. Ispravan način mjerenja gubitaka vode metodom noćnog mjerenja podrazumijeva da je prethodno izvršeno mjerenje metodom bilansa. Iz podataka sa mjerenja metodom balansa vidi se koje je to vrijeme u toku noći kada je potrošnja vode minimalna, jer se noćno mjerenje sprovodi isključivo u vrijeme kada je potrošnja vode najmanja. Obično je to vrijeme između 24:00 i 5:00 sati. Noćnim mjerenjima se može utvrditi koliko iznosi rasipanje vode svake kategorije potrošača, a ukoliko postoji potrošači sa enormno velikim gubicima, za takve potrošače se posebno izračunavaju rasipanja.

Otkrivanje i uklanjanje nepotrebnih cijevi i nelegalnih priključaka

Podaci o količini nemjerene vode i broju nelegalnih priključaka se procjenjuju na osnovu broja otkrivenih ilegalnih priključaka u jednoj godini, ili na osnovu iskustva osoblja vodovoda. Ta informacija se koristi kako bi se ustanovio procenat neautorizovane nefakturisane potrošnje. Na osnovu prikupljenih informacija, bitno je što preciznije locirati i eliminisati sve nepotrebne cijevi kako bi se zona mogla jasno definisati. Uklanjanje cijevi podrazumijeva ili fizičku diskonekciju ili instalaciju ventila na oba kraja nepotrebne cijevi u slučaju da ne postoji priključak duž cijevi. Diskonekcija cijevi smanjuje rizik od gubljenja vode duž isključenih linija. Za svaku planiranu intervenciju se priprema dokumentacija za vodovod, zajedno sa instrukcijama za upravljanje sistemom. Za vrijeme akcije isključenja nepotrebnih cijevi prati se pritisak u sistemu. Ukoliko bi opisana intervencija prouzrokovala značajan pad pritiska, koji bi imao negativan uticaj na korisnike, na određenim

mjestima se postavljaju izlazni mjerači protoka. Upotrebom ultrazvučnog mjerača protoka, protok vode će biti registrovan kao ulaz ukoliko voda ulazi u oblast pružanja usluge ili kao izlaz ukoliko voda izlazi iz oblasti pružanja usluge. Ukoliko je protok promjenljiv, vrši se 24-časovni monitoring, a ako postoji i dnevna neravnomjernost u toku sedmice, onda u trajanju od 7 dana. U zavisnosti od dobijenih rezultata u svrhu poboljšanja vodosnabdijevanja može se predložiti instalacija dodatnih reducir ventila za smanjenje pritiska i zračnih ventila kojima će se omogućiti oslobađanje vazduha iz cijevi a samim tim spriječiti oštećenja pumpi, cijevi i spojnica. Intervencije poput fizičkog uništenja ili uklanjanja postojećih cijevi treba izbjegavati. Sve intervencije se moraju izvršavati uzimajući u obzir uticaj na susjedne zone. Sve intervencije se moraju sprovoditi u skladu sa lokalnim zakonima, a sve aktivnosti koje zahtijevaju iskopavanje ili pristupanje oknjima i manipulaciju ventilima se moraju iskoordinirati sa vodovodnim preduzećem. Svi ključni ventili se moraju testirati do nivoa uličnih priključaka. Kako bi se potvrdila izolovanost od ostatka vodovodnog sistema, izvodi se kratkoročno zatvaranje dotoka vode u zonu rukovanjem glavnim ventilom/ima kako bi se posmatrao pad pritiska. Ukoliko bi se posumnjalo da zona dobija vodu putem nedокументovane cijevi (nije došlo do naglog pada pritiska prilikom zatvaranja glavnog/ih ventila), mora se izvršiti fizičko traganje za tom cijevi. Kako bi se procijenio broj nelegalnih priključaka, treba ga uporediti sa brojem stambenih jedinica u sistemu i sa brojem dokumentovanih priključaka u istoj administrativnoj jedinici (zoni). Danas se u mnogim područjima svijeta u ovu svrhu može upotrijebiti program Google Earth, gdje se na satelitskim snimcima u predmetnoj mjerne zoni prebroje svi objekti unutar zone. Dobijeni podaci se upoređuju sa podacima dobijenim iz baze podataka vodovodnog preduzeća. Kako bi evidencija bila potpuna, takođe se mora istražiti mogućnost postojanja sekundarnih izvora vode (npr. otvoreni bunari, izvori). Paralelno sa tim, vrši se i istraživanje kod korisnika kako bi se ustanovila priroda potrošnje vode (npr. voda za piće, pranje, ispiranje toaleta, navodnjavanje bašti, punjenje bazena i sl.). Ovi podaci, u kombinaciji sa stvarnim očitavanjem vodomjera registrovanih korisnika, omogućavaju da se izvrši ekstrapolacija i izračuna ukupna potrošnja vode u zoni i u cijelom sistemu. Razlika između potrošnje i registrovane potrošnje omogući će da se izvrši kvalitetna procjena broja nelegalnih priključaka. Analizom istorijskih podataka može se fokusirati na određene zone u kojima se smatra da su gubici najveći. Ove analize su od ključnog značaja za procjenu potrošnje, analizu smanjenja potrošnje vode, studiju gubitaka vode, hidrauličko modeliranje i izradu master plana.

Analiza podataka o fakturisanju

Greške u fakturisanju se mogu izbjegići softverskom analizom podataka koja automatski prati neuobičajeno ponašanje korisnika, kao što su, između ostalog, iznenadna povećanja ili smanjenja potrošnje. U slučaju neispravnosti mjerača preporučuje se formula za izračunavanje potrošnje vode zasnovana na ranijim očitavanjima, periodu godine, broju članova domaćinstva, itd.

Analiza upravljanja sredstvima

Tokom istraživanja na terenu, potrebno je obaviti razgovore sa osobljem preduzeća na temu politike, praksi i uslova upravljanja sredstvima. Ta aktivnost će uključivati prikupljanje podataka o:

- Politikama i praksama zamjene i popravki cijevi i
- Politikama i praksama upravljanja i održavanja postrojenja i opreme.

Analiza rezultata Vodnog bilansa

Rezultati analize bilansa mogu ukazati na gubitke nastale kao rezultat neispravnog mjerjenja, neovlaštene potrošnje, curenja na rezervoarima, curenja na glavnim cjevovodima ili cijevima do priključka. Kako bi se ustanovilo koje korektivne mjere su isplative, prvo se treba procijeniti vrijednost curenja koja se mogu otkloniti i cijena njihovog otklanjanja. U okviru analize se na osnovu dobijenih

vrijednosti indikatora vodnog bilansa donose zaključci i preporuke. Ukoliko vrijednost „sačuvane“ vode prevazilazi troškove otklanjanja curenja, onda treba sprovesti program mjerena i detekcije neautorizovanih potrošača, kao i program detekcije curenja i program vršenja popravki.

Identifikovanje curenja koja se mogu otkloniti

Sva curenja u sistemu se ne mogu otkloniti, kao što je navedeno da postoji indikator količine vode koja predstavlja neizbjegni gubitak (UARL). Kako bi ustanovili procent koji se može otkloniti, prvo se mora doći do saznanja koliki je ukupni procenat curenja, a potom utvrditi koliki bi se procenat mogao otkloniti.

Određivanje vrijednosti otklonjenih gubitaka

Ušteda vode smanjuje troškove vodovodnog preduzeća. Postoje dva tipa uštede:

- Troškovi nabavke vode i
- Varijabilni troškovi upravljanja i održavanja pri čuvanju, tretiranju i distribuciji vode.

Oba slučaja ne uključuju fiksne troškove. Ušteda je jednaka vrijednosti otklonjenih curenja.

Određivanje troškova otklanjanja curenja

Ovaj korak obuhvata dva dijela:

- Jednogodišnja korist – kako bi se ustanovili benefiti (koristi) popravki curenja tokom jedne godine, pomnožiti otklonjena curenja sa troškom otklanjanja curenja
- Dvogodišnji benefit – prosječno trajanje curenja prije popravke se procjenjuje na dvije godine, uglavnom u zavisnosti od stanja cijevi i zemljišta i kvaliteta programa za detekciju curenja.

Izračunavanje troškova detekcije curenja

Troškovi provođenja detekcije curenja se procjenjuju na osnovu pripremljenog plana detekcije i popravke curenja.

Izvještaj

Na kraju izrade bilansa se priprema izvještaj, a prema potrebi i prezentacija za donosioce odluka. Izvještaj treba da sadrži sljedeće elemente:

- Opis vodnog bilansa, uz prikaz pokazatelja korištenih za proračun neobračunate vode i 5 usaglašenih indikatora u skladu sa metodologijom IWA-e.
- Pregled i prikaz prikupljenih informacija,
- Sveobuhvatnu analizu postojeće situacije,
- Pregled mjera i aktivnosti neophodnih za smanjenje gubitaka vode i unaprijeđenje upravljanja i održavanja vodovodnog distributivnog sistema, zajedno sa projekcijom troškova,
- Analizu finansijskih indikatora aktivnosti planiranih za budući period u cilju smanjenja gubitaka (pregled očekivanih ušteda), po mogućnosti u formi koja bi odgovarala aplikaciji za potencijalno uzimanje kredita.
- Finalni izvještaj koji će biti u potpunosti usklađen sa preporukama IWA.

Finalni izvještaj predstavlja osnovu za izradu strategije za upravljanje vodnim bilansom i njegovom implementacijom u bududnosti.

Kontrolna mjerena

Nakon okončanja detekcije curenja, svi pronađeni kvarovi moraju biti otklonjeni u najkraćem mogućem roku. Nakon otklanjanja posljednjeg kvara, naredni korak podrazumijeva obavljanje mjerena na isti način kao i prvi put, kao i obračun vodnog bilansa. Iste tačke mjerena a, po mogućnosti, i isti mjerni uređaji koriste se tokom ovog drugog mjerena. Mjerenje se provodi primjenom dvije opisane metode (metoda bilansa i metoda noćnog mjerena). Ukoliko rezultati kontrolnog mjerena nisu zadovoljavajući, što se može dogoditi iz različitih razloga, cijeli ciklus se ponavlja sve dok se ne dobiju zadovoljavajući rezultati, odnosno dok se ne izvedu korisni zaključci.

1.6. Indikatori uspjeha

Postoji paleta od 180 različitih pokazatelja (indikatora) uspjehnosti koji su podijeljeni u dvije grupe:

- Tehnički pokazatelji uspjehnosti (stvarnih i prividnih gubitaka) i
- Finansijski pokazatelji uspjehnosti (stvarnih i prividnih gubitaka).

Posebno se naglašava grupa tzv. „ključnih“ indikatora uspjehnosti koju čine odabrani indikatori iz obje gore navedene grupe, čija primjena se posebno preporučuje i smatra posebno korisnom, a to su:

1.6.1. Ne-prihodovana voda kao zapremina

Definiše se u procentima u odnosu na količinu vode koja je isporučena u sistem na godišnjem nivou. Može se izračunati vrlo jednostavno iz bilansa vode. Služi samo kao koristan pokazatelj opšteg stanja.

1.6.2. Ne-prihodovana voda kao trošak

Finansijski pokazatelj koji se definiše kao zapremina ne-prihodovane vode u odnosu na godišnje troškove upravljanja vodovodnim sistemom. Uključuje različite jedinične troškove za sve komponente ne-prihodovane vode.

1.6.3. Prividni gubici prikazani po priključku na dan

Jako značajan pokazatelj koji se mora izračunati a koji definiše pripadajuću zapreminu prividnih gubitaka po potrošačkom priključku po danu.

1.6.4. Stvarni gubici kao procent

Ovaj pokazatelj je neprikladan za procjenu efikasnosti distributivnih sistema, ali je koristan kao pokazatelj učinkovitosti (ili neučinkovitosti) korišćenja vodnih resursa. Definiše se u procentima u odnosu na količinu vode koja je isporučena u sistem.

1.6.5. Stvarni gubici prikazani po priključku na dan

Ovo je jako dobar operativni pokazatelj za definisanje ciljeva smanjenja stvarnih gubitaka vode a izražava se u litrama po priključku na dan.

1.6.6. Stvarni gubici prikazani po priključku na dan po metru pritiska

Pokazatelj veoma sličan prethodnom, ali jako upotrebljiv u sistemima sa različitim vrijednostima pritiska u sistemu. Jako je dobar kao operativni pokazatelj za definisanje ciljeva smanjenja stvarnih gubitaka vode. Izražava se u litrama po priključku na dan po metru vodenog stuba pritiska.

1.6.7. UARL – Neizbjježni godišnji stvarni gubici

Ovaj indikator se u literaturi koji su izdala IWA označava kao UARL (engl. *Unavoidable Annual Real Losses*) i definiše se kao teoretska referentna vrijednost koja predstavlja najnižu moguću tehničku granicu curenja vode iz cjevovoda, a koju je moguće postići korišćenjem najboljih svjetskih tehnologija dostupnim u današnje vrijeme. Ne preporučuje se da vodovodi nastoje smanjiti vrijednost ovog pokazatelja osim u slučajevima kada je cijena vode enormno visoka.

Ovaj indikator je jedan od dva ključna indikatora za proračun ILI indeksa - indeksa infrastrukturnog curenja. UARL se izračunava po empirijskoj formuli:

$$\text{UARL} = (18 \times L_m + 0,8 N_c + 25 \times L_p) \times P \text{ (l/dan)}$$

gdje je:

L_m – Dužina cjevovoda u mreži (km),

N_c – Ukupni broj priključaka u sistemu,

L_p – Ukupna dužina priključnih cijevi koje prolaze kroz privatne posjede (km),

P – Prosječna vrijednost pritiska u sistemu (mVs).

1.6.8. CARL – Trenutni stvarni gubici na godišnjem nivou

Ovaj indikator predstavlja zapreminu vode koja se izgubi kroz sve vrste fizičkih kvarova na sistemu, bilo da je riječ o otkrivenim ili neotkrivenim kvarovima ili pak greškama operatora (npr. preljevi na rezervoarima). Omjer CARL/UARL definiše vrijednost Infrastrukturnog indeksa curenja (ILI).

1.6.9. ILI – Infrastrukturni indeks curenja

ILI (engl. *Infrastructure Leakage Index*) je pokazatelj koji definiše kvalitetu upravljanja vodovodnim sistemom (održavanje, popravke, rehabilitacija), za kontrolu stvarnih gubitaka (curenja). Matematički predstavlja omjer između aktuelnih stvarnih gubitaka na godišnjem nivou (CARL) i neizbjježnih godišnjih stvarnih gubitaka (UARL). ILI= CARL/UARL

Nizak ILI pokazuje da je vodovod uspio curenja u svojoj mreži spustiti prema razini UARL-a, ili do teoretskog donjeg limita koji se može postići. Minimalna dostižna vrijednost indeksa ILI iznosi 1. Na osnovu vrijednosti indeksa ILI određuje se kategorija uspješnosti vodovodnog preduzeća (A – najbolje upravljanje, D – najlošije upravljanje). Podjela se vrši i zavisno o razvijenosti zemlje u kojoj se vodovod nalazi (Tabela 1.6.9.1.)

Tabela 1.6.9.1. Kategorije uspješnosti vodovodnog preduzeća u upravljanju vodovodnim sistemom (IWA 2000.)

Kategorije uspješnosti		ILI	Llitara po priključku na dan (sistem pod pritiskom) sa prosječnim pritiskom od:				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Situacija u razvijenim zemljama	A	1 - 2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4		50 - 100	75 - 150	100 - 200	125 - 250
	C	4 - 8		100 - 200	150 - 300	200 - 400	250 - 500
	D	> 8		> 200	> 300	> 400	> 500
Situacija u zemljama u razvoju	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50 - 100	100 - 200	150 - 300	200 - 400	250 - 500
	C	8 - 16	100 - 200	200 - 400	300 - 600	400 - 800	500 - 1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

Kako je ILI bez-dimenzionalni indikator, on je vodeći pokazatelj za „benchmarking“ curenja u vodovodnim sistemima, odnosno za korištenje u komparaciji kvaliteta upravljanja vodovodnim sistemom među vodovodima iz različitih dijelova svijeta.

1.6.10. ALI - Indeks prividnih gubitaka

ALI - Indeks prividnih gubitaka (engl. *Apparent Losses Index*) predstavlja odnos između vrijednosti prividnih gubitaka i 5% vrijednosti prihodovane vode. Slično kao i kod ILI, na osnovu vrijednosti indeksa ALI određuje se kategorija uspješnosti vodovodnog preduzeća (A najbolje upravljanje ($ALI < 2$), D - najlošije upravljanje($ALI > 8$)).U ovom slučaju svi vodovodi se tretiraju na isti način i ne postoji liberalnija klasifikacija za vodovode u zemljama u razvoju.

1.7. Procedure za smanjenje prividnih (komercijalnih gubitaka)

1.7.1. Ažuriranje baze podataka potrošača

Cilj: Obezbeđenje potpunih i tačnih podataka o potrošaču i mjernome mjestu kako bi se obezbijedili uslovi za ostvarenje ukupne politike komercijalnog sektora.

Ažuriranje baze podataka se može izvršiti sljedećim metodama:

Tokom procesa očitavanja vodomjera

Tokom procesa očitavanja vodomjera zaposleni koji obavljaju predmetnu aktivnost imaju obavezu da prikupe na terenu sve podatke i informacije od značaja za uspješan obračun i naplatu. Sproveđenje promjena u bazi podataka, osim statusnih (vlasništvo nad priključkom/objektom) je

obaveza zaposlenih koji rade na ažuriranju podataka u bazi podataka o vodomjerima, priključcima i korisnicima.

Redovni kontakt sa korisnicima

Tokom kontakata sa korisnicima koji dođu u Preduzeće po bilo kom osnovu (po informaciju, po reklamaciji...) zaposleni koji su u kontaktu sa korisnikom obavezni su da provjere podatke u bazi podataka i dopune ih ukoliko su nepotpuni ili koriguju ih ukoliko su netačni.

Obraćanje Institucijama koje posjeduju sopstvene baze podataka

U slučajevima kada se procjeni da je to potrebno komercijalna služba se obraća institucijama koje posjeduju sopstvene baze podataka u kojima se očekuje da se nalaze i korisnici usluga Preduzeća (Poreska uprava, Katastar, Fond za PIO i sl.). Promjene podataka u bazi podataka o korisnicima vrše se u skladu sa dobijenim zvaničnim podacima od nadležnih institucija.

1.7.2. Politika registrovanja korisnika

Cilj 1: Obezbeđenje potpunih i pravovremenih podataka o korisniku i mjernome mjestu kako bi se stvorio početni uslov za realizaciju ukupne politike komercijalnog sektora.

Cilj 2: Obezbjediti da svi korisnici priključeni na sistem vodosnabdijevanja/ kanalizacije budu registrovani korisnici kojima se iskorišćena usluga mjeri, fakturiše i naplaćuje.

Registracija Novih potrošača

Komercijalna služba registruje samo podatke o novim priključcima / potrošačima u bazu podataka na osnovu dostavljanja dokaza vlasništva.

Promjena vlasništva

U slučaju promjene vlasništva nad imovinom ili dijela imovine koja je priključena na vodovodni ili kanalizacioni sistem, treba se registrovati novi vlasnik – potrošač na osnovu autentičnog dokumenta koji je dostavio novi vlasnik kako bi ViK imao uvid. Korisnik je dužan informisati Vodovod o promjeni vlasništva u okviru 15 dana od dana kada se dogodila promjena vlasnika. U slučaju da novi vlasnik – potrošač nije dostavio autentični dokument, Komercijalna služba treba nabaviti te informacije od relevantnih institucija koje čuvaju evidenciju o vlasništvu.

Promjene u informacijama o potrošaču

Potrošač je dužan da obavijesti Vodovod o bilo kojoj promjeni ne samo o vlasništvu u okviru 15 dana od dana kada se promjena dogodila. U slučaju da potrošač ne dostavi kopiju dokumenta koji dokazuje promjenu, Komercijalna služba treba prikupiti te informacije od relevantnih institucija. Ukoliko je potrebno potrošač će biti kontaktiran direktno iz Vodovoda.

Priklučci za objekte bez građevinske dozvole

Podnosioci prijave koji još uvijek nemaju građevinsku dozvolu će biti registrovani posebno u ViK-u. ViK će mjeriti potrošnju i naplaćivati standardnu tarifu na privremenom nivou dok potrošač ne nabavi građevinsku dozvolu za svoj objekat.

1.7.3. Politika odnosa sa korisnicima

Cilj: Obezbijediti da odnosi zaposlenih sa korisnicima budu profesionalni, efikasni i prijateljski sa stanovišta korisnika. Izgrađivanje odnosa sa korisnicima koji je baziran na povjerenju i pouzdanosti je trajni zadatak svih zaposlenih u Preduzeću.

Odnos zaposlenih prema korisnicima u svakodnevnom radu

U svakodnevnom kontaktu sa korisnicima zaposleni moraju da iskazuju poštovanje, strpljenje i želju da pomognu korisnicima – osnovnim principima na kojima se bazira uspješna komunikacija. Zaposleni u Preduzeću svojim odnosom prema korisniku treba da ga uvjere da su tu upravo zbog Korisnika, da su im uvijek na raspolaganju sa svim svojim stručnim znanjima i moralnim kvalitetima.

Obraćanje putem sredstava javnog informisanja

Preduzeće kroz redovna obraćanja zaposlenih a svakako i zaposlenih u komercijalnom sektoru, putem sredstava javnog informisanja treba da budu konstantno prisutni u domovima korisnika.

Korisnici koji su upoznati sa aktivnostima koje Preduzeće preduzima po pitanju komercijalnih poslova izgradili su pozitivan odnos prema Preduzeću i podići svijest o pouzdanosti sistema i zaposlenih u Preduzeću.

Obraćanje korisniku direktno, po iskazanoj potrebi

Po iskazanoj potrebi komercijalni sektor može se obratiti korisniku direktno pozivanjem putem telefona, dopisom, elektronskom poštomi ili na drugi prigodan način. Svaka komunikacija treba da bude evidentirana u bazi podataka. Obraćanje u pisanoj formi po učestalim pitanjima se obavlja na unaprijed definisanim obrascima.

1.7.4. Politika kategorisanja korisnika

Cilj 1: Razvrstavanjem korisnika prema kategorijama stvaraju se prepostavke za realizaciju odnosa Preduzeća i njegovih korisnika.

Cilj 2: Zaštita prava korisnika i zaštita interesa Preduzeća po pitanju specifičnosti odnosa koji proističe iz sistemske kategorizacije korisnika usluga Preduzeća.

Potrošači su podijeljeni u dvije glavne kategorije: Domaćinstva i Pravna lica. Ove grupe potrošača su dalje podijeljene u svrhu aktivnosti specifičnog očitavanja vodomjera i naplate i primjene tarifa.

Kategorije potrošača:

1. Domaćinstva
 - a. Porodične kuće
 - b. Stanovi u stambenim zgradama
 - c. Domaćinstvo sa komercijalnim dijelom
 - d. Zemljište bez objekta
2. Pravna lica
 - a. Preduzeće – industrija/proizvođači
 - b. Prodavnice/Marketi

- c. Ugostiteljski objekti (Hoteli, restorani slično)
- d. Administrativni potrošači (banke, osiguravajuća društva, ostali)
- e. Lokalna administracija
- f. Državne institucije

1.7.5. Politika očitavanja vodomjera

Cilj 1: Plansko i organizovano očitavanje vodomjera koje obezbjeđuje da se svaki utrošak koji korisnici načine evidentira, fakturiše i naplati.

Cilj 2: Plansko i organizovano prikupljanje podataka i informacija sa terena relevantnih za obračun i naplatu.

Vodomjeri se očitavaju na mjesecnom nivou. Pored očitavanja vodomjera, inkasanti trebaju obratiti pažnju i prijaviti kvarove, određene informacije o potrošaču, nelegalne priključke kao i druge potrebne podatke. Inkasanti se ne trebaju zadržavati godinama u jednom istom reonu. Reoni za koji su inkasanti nadležni trebaju se rotirati nakon određenog vremenskog intervala. Očitavanje vodomjera je organizovano **Planom očitavanja vodomjera**, kojim se definiše vremenski rok za očitavanje vodomjera svakog pojedinačnog potrošača u saglasnosti sa njegovim položajem u zoni vodosnabdijevanja i kategoriji potrošača kojoj pripada. Cjelokupna zona vodosnabdijevanja je podijeljena na određeni broj zona fakturisanja. Svaka zona je dodjeljena jednom inkasantu. Zona treba pokrivati adekvatan broj priključaka koji je inkasantu moguće da pređe za jedan mjesec (između 100 vodomjera/dan u urbanim i 70 vodomjera/dan u ruralnim područjima). Inkasanti moraju čitati vodomjere svih potrošača u svom reonu u toku mjeseca tokom cijele godine. Očitavanje se može vršiti više puta mjesечно kod većih potrošača a ukoliko potrošač iskaže interesovanje za isto.

1.7.6. Politika održavanja i zamjene vodomjera

Cilj: Obezjediti tačno i pouzdano mjerjenje kao osnovu za obračun i naplatu

Tačnost vodomjera i dobra evidencija o svakoj promjeni koja se tiče vodomjera je osnov tačnosti u obračunu potrošnje vode za korisnika, a isto tako znak brižnog odnosa preduzeća prema ovom važnom segmentu poslovanja. Uređeno uputstvo u vezi sa zamjenom vodomjera sačinjava niz jednostavnih postupaka i obrazaca čime bi se postigla jasna, precizna i kompletна evidencija o svim promjenama vezanim za vodomjere. Preduslov za kvalitetno bavljenje ovom problematikom je kvalitetna popunjenošć baze podataka o svim vodomjerima, bez obzira u kojoj formi se vodi evidencija o vodomjerima. Ukoliko evidencija ne postoji potrebno je hitno, odmah pristupiti organizovanom postupku prikupljanja podataka o vodomjerima i evidenciji istih.

Postupak prilikom redovnog baždarenja vodomjera

Redovan postupak baždarenja vodomjera sprovodi se svake pete godine čime se stvaraju uslovi da izmjerena količina vode bude precizno izmjerena i obračunata što je interes i korisnika, ali vodovodnog preduzeća jer se tokom vremena smanjuje tačnost mjernog instrumenta na njegovu štetu. Troškovi koji su prouzrokovani postupkom zamjene vodomjera zbog baždarenja brzo se nadoknade prihodima dobijenim po osnovu preciznijeg mjerjenja potrošnje.

U postupku baždarenja vodomjera takođe, osim vremenske obaveze za baždarenje, potrebno je potrebu za baždarenjem sagledati i sa aspekta potrošnje. Prilikom odabira vodomjera za baždaranje prednost dati vodomjerima koji su kod korisnika sa većom i kontinuiranom potrošnjom. Dakle,

potrebno je iz službe korisničkog servisa dobiti pregled vodomjera koje je potrebno baždariti u toj godini, i to u decembru tekuće godine za narednu godinu.

Podaci o vodomjeru koji se nalaze u bazi podataka se oslanjaju na informaciju koja se služba korisničkog servisa dobija od Tehničke službe prilikom prijave korisnika. Odluku o redovnom postupku zamjene vodomjera radi baždarenja donosi Služba za zamjenu (održavanje vodomjera) kroz dokument Mjesečni plan baždarenja. Mjesečni plan baždarenja se donosi u posljednjoj sedmici tekućeg mjeseca za sljedeći mjesec, a za njegovo donošenje odgovoran je rukovodilac službe. Na osnovu Mjesečnog plana baždarenja izdaju se redovni ili sedmični radni nalozi za zamjenu vodomjera radi baždarenja.

Zamjena vodomjera uslijed kvara

Zamjena vodomjera uslijed kvara vrši se: na zahtjev korisnika, po prijavi službe Korisničkog servisa, po prijavi ostalih službi preduzeća.

Na osnovu dobijenih podataka iz drugih službi (ili na drugi način dobijenih informacija) služba Korisničkog servisa izdaje radni nalog kojim nalaže da se izvrši zamjena vodomjera na mjernim mjestima za koje je procijenjeno da je isto opravdano.

Isključenje vodomjera (uslijed neplaćanja ili drugog razloga)

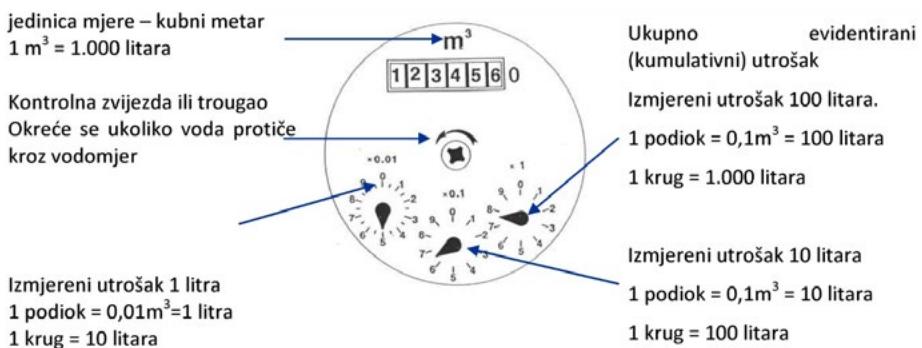
Vodomjeri se isključuju sa vodovodne mreže i po nalogu Službe korisničkog servisa uslijed neplaćanja. Naravno i ovaj akt je potrebno registrovati u Službi korisničkog servisa i Magacinu. Posebnu pažnju je potrebno posvetiti evidenciji vodomjera koji su u skladištu, bez obzira da li se nalaze u magacinu sa ostalim materijalom ili u posebnom magacinu mjernih uređaja. Potrebno je da se vodi posebna evidencija vodomjera koji se prikupljaju za baždarenje a za ostale vodomjere potrebno je da evidencija obezbijedi praćenje kretanja vodomjera tj. da svaki vodomjer ima svoju istoriju što bi se najbolje ostvarilo elektronskim praćenjem iste.

Način očitavanja vodomjera

Imajući u vidu da sve aktivnosti na procesu naplate započinju očitavanjem vodomjera posebno se skreće pažnja na važnost ove aktivnosti od čijeg kvaliteta direktno zavise obračun, zadovoljstvo korisnika, broj reklamacija i efikasnost naplate. Očitavanje vodomjera se vrši prema Planu očitavanja vodomjera koji je izrađen u skladu sa Politikom fakturisanja. Rukovodilac službe je odgovoran za očitavanje vodomjera u skladu sa Planom očitavanja.

Priprema

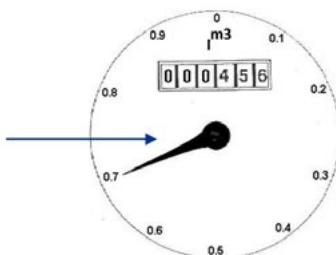
Za započinjanje svakog ciklusa očitavanja neophodno je pripremiti hodograme – liste redoslijeda očitavanja vodomjera po svakom reonu. U slučajevima evidentiranja novih korisnika obavezno obratiti pažnju na ispravno ubacivanje u hodogramu.



Slika 1.7.6.1. Očitavanje vodomjera malog profila

Vodomjeri velikog profila:
 Jedinica mere – kubni metar
 $1\text{m}^3 = 1.000 \text{ litara}$
 Ukupno evidentirani (kumulativni) utrošak
 Kazaljka rotira ukoliko voda protiče kroz vodomjer

$1 \text{ podiok} = 0,1\text{m}^3 = 100 \text{ litara}$
 $1 \text{ krug} = 1.000 \text{ litara}$



Slika 1.7.6.2. Očitavanje vodomjera velikog profila

Očitavanje

Očitavanje vodomjera se sprovodi u skladu sa Planom očitavanja tako da se određenom potrošaču vodomjer očitava istog datuma u mjesecu ili približno istog datuma u mjesecu kao što je bilo prethodno čitanje. Očitavanjem vodomjera utvrđuje se utrošak koji je korisnik načinio od posljednjeg očitavanja. Neophodno je da čitač vodomjera pristupi svakom pojedinačnom vodomjeru po redoslijedu kako je to određeno u hodogramu. Očitavaju se cijele jedinice (m^3) i unose u listu očitavanja čitljivim rukopisom. Potrebno je da čitač vodomjera izračuna utrošak i da ga saopšti korisniku ukoliko ovaj to zahtjeva. Takođe je potrebno da izvrši procjenu da li je utrošak u očekivanoj veličini odnosno da li značajno prevazilazi očekivani utrošak. Ukoliko je utrošak značajno veći čitač vodomjera će ponovno izvršiti kontrolno čitanje sa provjerom trenutnog protoka.

Ostale aktivnosti

1. Lica zadužena za ažuriranje baze podataka u skladu sa svojim aktivnostima potražuju određeni nedostajući ili nekompletan podatak sa terena (npr. fabrički broj vodomjera, dimenzija). Čitači imaju obavezu da prikupe podatke na terenu ili provjere postojeće podatke.
2. S obzirom da čitači poznaju korisnike na dodijeljenom reonu obavezni su kontrolisati da li se podaci o korisniku slažu sa situacijom na terenu (novi vlasnik, zakupac, promjena namjene ili djelatnosti i sl.).

3. Čitači vodomjera imaju obavezu vizuelne kontrole:
 - vodomjernog seta,
 - ispravne usmjerenosti vodomjera,
 - trošenje bez vodomjera,
 - neovlašćenih radnji na vodomjernom setu.
4. Čitači vodomjera imaju obavezu provjere – otkrivanja novih korisnika kojih nema u čitalačkim listama a za koje primjete da su (eventualno) priključeni na sistem (npr. useljena kuća koju nemaju kao korisnika kome očitavaju vodomjer).
5. O svim promjenama na terenu čitači vodomjera su bavezni prijaviti nadležnom referentu kako bi se evidencija vodila u skladu sa situacijom na terenu.

1.8. Procedure za smanjenje stvarnih (fizičkih gubitaka)

1.8.1 „Step testing“ metoda noćnog mjerena

Cilj 1: Suziti krug djelovanja i ubrzati proces detekcije curenja.

Ova mjerena se provode u noćnim satima, planskim otvaranjem i zatvaranjem unaprijed definisanih ventila u zoni. „Step Testing“ metoda se primjenjuje kada je potrebno izmjeriti protok na različitim mjestima na istom cjevovodu, tako što se na cjevovod instalira i vrši mjerjenje protoka u kratkim intervalima. Osnova je da se utvrdi razlika protoka na različitim mjernim mjestima na istom cjevovodu.

1.8.2. Detekcija i popravka vidljivih curenja

Cilj 1: Obezbjediti stabilnije i sigurnije vodosnabdijevanje.

Cilj 2: Ukloniti lošu sliku upravljanja vodovodom, koju vidljivi gubici ostavljaju na potrošače.

Detekcija vidljivih curenja se mora provoditi kontinuirano. Sva otkrivena vidljiva curenja se moraju popraviti u najkraćem mogućem roku, jer šalju veoma lošu sliku potrošačima o kvalitetu upravljanja vodovodnim sistemom.

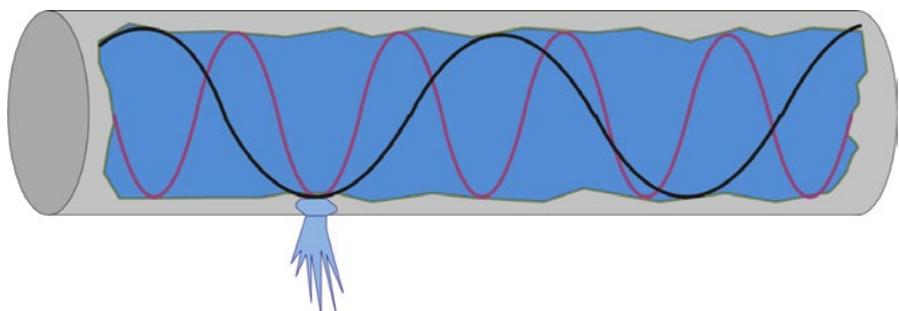
1.8.3. Zvučna detekcija podzemnih curenja

Cilj 1: Obezbjediti stabilnije i sigurnije vodosnabdijevanje.

U oštećenim cjevovodima gube se mnogi vrijedni resursi. Zbog gubitaka vode dodatno se uvećavaju troškovi kod pripreme iste zbog predimensionisanih struktura mreža cjevovoda (pumpe, rezervoari, cijevi i sl.). Već male pukotine u cijevima mogu prouzrokovati velike finansijske gubitke. Oštećenja u cjevovodima moraju se, brzo locirati i sanirati. Provodi se u svrhu smanjenja stvarnih, (fizičkih) gubitaka, korištenjem opreme za detekciju. Za ovu svrhu VIK Prnjavor će koristiti geofon.

Princip otkrivanja pukotina

Kod lociranja oštećenja i neispravnosti na cjevovodima koristi se u prvom redu slušni efekt šuma. Pri isticanju vode na oštećenom mjestu u okolno tlo nastaju zvučni talasi koji se prema naprijed prenose zajedno s vodenim stupom. Zvučni talasi vodenog stuba šire se na obje strane cjevovoda udarajući pri tom o njegove stjenke (slika 1.8.3.1.) tako da možemo govoriti o tzv. odjeku zvuka tijela.



Slika 1.8.3.1. Širenje zvučnih talasa kroz cjevovod

Što se dalje šire zvučni talasi, to se slabije čuju. Međutim, tu postoji tačka na kojoj zvučni talasi u vodenom stubu više nisu u mogućnosti materijal, od koje je izrađena cijev, dovesti u oscilaciju. Tu se više ne čuje odjek tijela (cjevovoda). U ovom razmatranju i sastav tla ima važnu ulogu. Ne smije se zanemariti ni zaptivenost cjevovoda, zatim materijal od kojih su izrađene cijevi, pritisak i prečnik cijevi.

Vrste šumova

Odjek cjevovoda

Zvučni talasi u cjevovodu slušaju se na pristupačnim mjestima uz pomoć osjetljivog mikrofona i instrumenta. Raspon frekvencija u tim signalima kredu se između 500 i 3000 Hz.

Odjek tla

Odjek tla nastaje zbog pritiska kojeg izaziva izbijajuća voda koja udara o tlo i time proizvodi zvuk. Ovaj zvuk širi se u ljevkastom obliku prema gore (površina tla) i može se registrovati pomoću osjetljivog mikrofona. U ovom slučaju frekvencije šuma se kreću od 100 do 700 Hz. Visine frekvencija, čija talasna dužina je manja od dubine položene cijevi, tako da se prigušuju na temelju djelovanja dubljih dijelova tla tako da niže frekvencije lakše prodiru na površinu tla.

Odjek strujanja

Jači odjeci strujanja vode nastaju kod suženih mesta koji zavisi o uslovima građenja cjevovoda, npr. na djelimično zatvorenom ventilu (zatvarač) ili kod suženja cijevi zbog taloženja pri čemu dolazi do turbulentnih strujanja. Zvučne metode lociranja kvarova su bazirane na prepoznavanju kvarova na osnovu frekvencije zvuka. Za ovu metodu se koriste posebni mjerni uređaji koji su opisani u nastavku. U narednoj tabeli 1.8.3.1. prikazane su frekvencije zvuka koje proizvode razne pojave u cjevovodu.

Tabela 1.8.3.1. Frekvencije koje stvaraju zvuci u cjevovodu

Vrsta izvora	Frekvencija
Isticanje kroz otvor	500 – 800 Hz
Hidraulički udar	20 – 250 Hz
Cirkulacija vode i protok	20 – 250 Hz

Uređaji za precizno lociranje kvarova

Značaj detekcije gubitaka ne može nikada biti prenaglašen. Svi koji su uključeni u ovo istraživanje moraju usvojiti metodički pristup učeći kako da prepoznaju različite zvukove, jer sofisticirani i visoko kvalitetni instrumenti ne mogu sami po sebi dati odgovore na sve probleme.

Detektori zvuka - geofoni (akvafoni)

Osnovni problem otkrivanja zvukova curenja vode predstavlja apsorpcija zvuka u tlu. U zavisnosti od vrste tla, apsorpcija zvuka u tlu iznosi oko 40 dB/m tla. Glinovita tla predstavljaju loš, dok pjeskovita tla predstavljaju dobar medij za prenos zvuka. Više frekvencije (u koje spada i frekvencija koju proizvodi voda koja curi kroz otvore ili pukotine) se više apsorbuju u tlu nego niske frekvencije, a što otežava samu detekciju. Iz navedenog proizlazi da je curenje koje se nalazi na dubini do 1 m može lako locirati, dok je sa povećanjem dubine lociranje sve teže tako da oko 2 m iznosi gornja granica do koje se može vršiti lociranje osluškivanjem zvuka.

Uspješno lociranje kvarova osluškivanjem zvuka će u mnogome ovisiti od materijala i prečnika cijevi, vrste tla i njegove zbijenosti, stranih zvukova kao što su vjetar, saobraćaj, građevine, mašinerija i sl. također je neophodno da je pritisak u cijevi najmanje 1,5 bara ili viši.

Osnovni dijelovi geofona su:

- Senzor ili prijenosnik sa frekventnim rasponom između 50 i 3000 Hz a ponekada i više,
- Kontaktna osnova za senzor (ploča, šipka, magnet i sl.),
- Pojačalo sa ili bez filtra za smanjenje uticaja vanjskih šumova,
- Slušalice koje su u novije vrijeme isključivo stereo.

Za vrijeme rada sa geofonom njegov osjetljivi zemni mikrofon prikuplja vibracije izazvane isticanjem vode iz cijevi, a obično su te frekvencije u opsegu 100 do 800 Hz. Ove vibracije su uglavnom rezultat turbulentije u tečnosti prilikom njenog prolaska kroz pukotinu u cijevi. Često se međutim javljaju i zvukovi nižih frekvencija koji nastaju kao rezultat pomjeranja čestica okolnog tla izazvanog curenjem tečnosti iz cijevi. Zvuk isticanja vode pod visokim pritiskom liči na zaglušujuću buku i može uključivati povremenu jeku i udarce.

Signal koji registruje mikrofon uvodi se u instrument preko pojačavača zvuka koji je kao i filtri za selekciju frekvencija projektovan da prepozna frekvencije nastale curenjem i minimizira frekvencije koje proizvode koraci, saobraćaj i druge vrste okolnih zvukova. Ipak okolni zvukovi su nekada dominantni u tolikoj mjeri da se detekcija sa akvafonom (geofonom) može izvoditi samo u toku noći ili u vrijeme kada je poznato da će uticaj okolnih zvukova biti minimalan.

Kod izbora uređaja jako je bitno da isti ima opciju zaštite sluha tako što blokira rad uređaja u momentu kada jačina zvuka predstavlja opasnost po zdravlje korisnika uređaja. Potrebno je da

operatori posjeduju iskustvo u korištenju geofona, što će im omoguditi da razlikuju različite zvukove, od kojih su većina vanjski ili unutrašnji, ali ne ukazuju na kvar. Kada bi se neki zvuci mogli opisati riječima onda bi se moglo reći ukoliko se čuje:

- "zvižduk" da se obično radi o malom kvaru pri "dobrom" pritisku,
- "šištanje" da se radi o velikom kvaru pri "dobrom" pritisku,
- "udari" da je kvar u blizini,
- povremen zvuk predstavlja potrošnju vode kod potrošača,
- "zujanje", "vrisak" i "zvono" su zvuci koje obično proizvode razni transformatori, motori i gasne instalacije,
- "klik-klik" je zvuk koji proizvodi rad vodomjera.

Uređaj se može koristiti na dva načina koji su opisani u nastavku.

Kontrolna detekcija – pred-lociranje kvara

Pred-lociranje curenja vrši se osluškivanjem zvukova iz kvara na kontaktnim mjestima u distributivnom sistemu. Pred-lociranje napuknuća obavlja se prisluškivanjem na pristupačnim mjestima kao što su hidranti ili ventili. Približujemo li se mjestu oštećenja nivo šuma raste, a smanjuje se ako se od tog mesta udaljujemo. Za pred-lociranje kvara geofoni posjeduju poseban štapni mikrofon sa širokim frekventnim opsegom. Kada se vrši pred-lociranje na metalnim cijevima korištenjem geofona sa štapnim mikrofonom frekventno područje koje treba pokrivati je između 500 i 3000 Hz. Kod ostalih cijevi (PVC, PE, PEHD i AC) frekventno područje šuma je između 100 i 700 Hz.

Zvučna detekcija, odnosno raspon između dva mjesta na kojima će se vršiti osluškivanje, u velikoj mjeri zavisi od materijala i promjera cijevi, pa tako:

- Lijevano željezo, daktil i čelične cijevi treba slušati svakih 120 do 180 m,
- AC cijevi maksimalno svakih 60 do 80 m,
- PVC i PEHD prečnika 150 do 200 mm slušati svakih 30 m
- PVC i PEHD prečnika 250 mm i većih slušati svakih 10 do 15 m.

Ukoliko se ovom vrstom osluškivanja ne detektuje zvuk, to znači da u tom dijelu cjevovoda nema kvarova. Iskusan operater na ovaj način može provjeriti nekoliko kilometara cjevovoda u jednom danu.

Precizno lociranje kvara uz pomoć geofona

Precizno lociranje kvara vrši se, po teoriji, nakon kontrole cjevovoda. Izuzetak je kada postoje elementi koji ukazuju na makro lokaciju curenja (npr. pojava vode ili vlage, pad pritiska, pad protoka, udubljenja u tlu i sl.). Precizno lociranje vrši se na tlu direktno iznad cjevovoda, a ukoliko je cijev u mekanom tlu, tada je potrebno postaviti kontaktну osnovu za mikrofon. Mjesto na kojem je zvuk najjači je mjesto ispod kojeg se nalazi kvar.

Korelatori

Korelator je visoko sofisticirani uređaj za detekciju curenja u cjevovodima. Osnovni dijelovi su mu centralna jedinica sa procesorom, dvije sonde sa mikrofonima i punjači baterija za svaku sondu i procesor. Sonde su obično označene sa slovima A i B ili sa različitim bojama. Neki korelatori imaju samo jednu sondu dok je drugi mikrofon priključen direktno na procesor, a neki mogu imati čak tri

sonde za kompleksnije slučajeve detekcije curenja. Da bi uopšte bilo moguće raditi sa korelatorom potrebno je dobro poznavati mrežu, odnosno potrebno je posjedovati ažurne mape sistema sa svim priključcima, kao i poznavati materijal i prečnik cjevovoda. Ukoliko su poznati svi prethodno navedeni podaci, sonde se postave na udaljenosti od najviše 250 m ukoliko su cijevi metalne i ne više od 50 m ukoliko su cijevi plastične ili ukoliko su napravljene od azbestnog cementa, što zavisi od vrste i proizvođača korelatora. Pri postavljanju, mikrofon dovodi sonde u kontakt sa cjevovodom preko postojećih hidranata ili ventila, a u procesor se unose osnovni podaci o cjevovodu. Tokom pripreme korelatora za detekciju, unose se sljedeći podaci:

- Dužina cijevi koja se ispituje (u ovu svrhu najbolje je koristiti mjerni točak koji se kupuje zasebno jer nije sastavni dio opreme koja se dostavlja sa korelatorom),
- Materijal cijevi,
- Prečnik cijevi.

Nakon ovoga, korelator je moguće automatski konfigurisati. Iskusniji operatori mogu koristiti i opciju ručnog podešavanja filtera i na taj način dobiti preciznije i pouzdanije podatke.

Determinacija vrijednosti curenja

U okviru programa detekcije i otklanjanja curenja, isti se mora definisati u kontekstu količine vode koja istieče. Postoje dva empirijska metoda i jedan matematički za određivanje vrijednosti kvara (curenja).

Određivanje vrijednosti kvara korišćenjem posude poznate zapremine i štoperice

Ovo je najjednostavnija metoda za određivanje vrijednosti kvara. Posuda poznate zapremine se puni vodom određeno vrijeme i na osnovu toga se računa protok vode kroz otvor kvara. Ukoliko je kvar manji posuda se drži jednu minutu i dobija se vrijednost kvara izražena u l/min. Ukoliko se posuda mora držati kraće vrijeme, proračun se vrši tako što se poznata zapremina posude mjeri sa koeficijentom iz Tabele 1.8.3.2.

Tabela 1.8.3.2. Koeficijent za množenje poznate zapremine posude kod određivanja vrijednosti curenja

Vrijeme u sekundama	6	10	15	30
Pomnožiti zapreminu posude u litrima sa:	10	6	4	2

Dobivena vrijednost predstavlja vrijednost curenja izraženu u l/min.

Određivanje vrijednosti curenja korištenjem crijeva i vodomjera

Ova metoda zahtjeva izvjesne intervencije na cjevovodu. U radionici vodovoda se napravi priručni alat (pristroj) koji se sastoji od priključnog sedla na koje je povezano crijevo i vodomjer. Vrijednost kvara se jednostavno očitava na vodomjeru. Ovo je najprecizniji način određivanja vrijednosti kvara i posebno je pogodna za vodovode koji često imaju kvarove na istoj vrsti cjevovoda.

Određivanje vrijednosti kvara primjenom Greeley-eve formule

Za ovu vrstu proračuna primjenom ove formule potrebno je poznavati podatke o pritisku u sistemu, kao i o površini poprečnog presjeka i obliku otvora kroz koji voda ističe. Poprečni presjek se najčešće ne može tačno izmjeriti, te ga je potrebno procijeniti.

Prema Greeley-u isticanje se računa sljedećom formulom:

$$Q_{kv} = 67,947 \times A \times \sqrt{P} \text{ (l/min)}$$

gdje je:

Q_{kv} = isticanje kroz otvor izraženo u l/min,

A = površina poprečnog presjeka otvora isticanja izražen u cm^2 ,

P = pritisak u mreži na mjestu isticanja izražen u barima.

Za kvarove koji se pojavljuju na spojevima i na zaptivkama ventila i slavinama prethodna formula se množi sa koeficijentom 0,8. U sljedeće dvije tabele (Tabela 1.8.3.3. i Tabela 1.8.3.4) su prikazane vrijednosti gubitaka kroz različite poprečne presjeke u zavisnosti od pritiska i vrijednost kvarova iz kojih voda ističe kap po kap.

Tabela 1.8.3.3. Zapremina vode koja ističe kroz otvore / pukotine pri različitim vrijednostima pritiska

Otvor (prečnik u mm)	l/min	l/sat	m^3/dan	m^3/mjesec	m^3/godina
6,0 bar					
2	5,00	300,00	7,00	216,00	2.592,00
4	18,40	1.104,00	26,40	792,00	9.504,00
6	40,00	2.400,00	57,60	1.728,00	20.736,00
8	70,20	4.212,00	100,80	3.024,00	36.288,00
3,0 bar					
2	3,20	192,00	4,60	138,00	1.656,00
4	12,00	720,00	17,20	516,00	6.192,00
6	27,00	1.620,00	38,80	1.164,00	13.968,00
8	48,00	2.880,00	69,12	2.073,00	24.876,00
1,5 bar					
2	1,80	108,00	2,50	75,00	900,00
4	7,00	420,00	10,00	300,00	3.600,00
6	15,00	900,00	21,60	648,00	7.776,00
8	27,00	1.620,00	38,00	1.164,00	13.968,00

Regulacija pritiska u sistemu

Cilj 1: Smanjiti vrijednost curenja.

Cilj 2: Smanjiti učestalost pojave curenja u sistemu.

Vodovod Prnjavor će u okviru srednjoročnih mjera izvršiti regulaciju pritiska u zonama gdje se zabilježi enormna vrijednost pritiska. Prije nego što se pristupi realizaciji projekta regulacije pritiska, potrebno je završiti akciju detekcije i smanjenja stvarnih gubitaka u sistemu i svesti Infrastrukturni

indeks curenja ispod vrijednosti 4. Ovo je neophodno da se uradi iz razloga što će regulacija pritiska "utišati" zvukove curenja, te određena curenja nakon toga neće biti moguće pronaći.

Regulacija pritiska je izuzetno važan segment pravilno uspostavljene strategije kontrole gubitaka u sistemu. Ukoliko postoji mogućnost smanjenja pritiska, to će uticati takođe i na smanjenje gubitaka vode uslijed isticanja na elementima sistema. Pravilna kontrola i smanjenje pritiska ima direktni uticaj na angažman u rješavanju gubitaka, količina vode koja ističe na svim mjestima curenja uključujući i prikrivena curenja koja nije moguće detektovati čak ni korišćenjem savremene opreme. Ova propuštanja su često toliko mala da ih potrošački vodomjeri uopšte ne registruju ili ih registruju netačno (registruju protok koji je manji od stvarnog). Ovaj problem je pogotovo ozbiljan u slučaju velikih potrošača u sistemu (fabrike, Javne ustanove, hoteli itd.) kod kojih postoji veliki broj sanitarnih čvorova koji polagano propuštaju malu količinu vode a njihovi referentni vodomjeri su velikih prečnika koji su još manje osjetljivi i još teže registruju male potrošnje.

Procedura za implementaciju kontrole pritiska pomoću regulacionog ventila

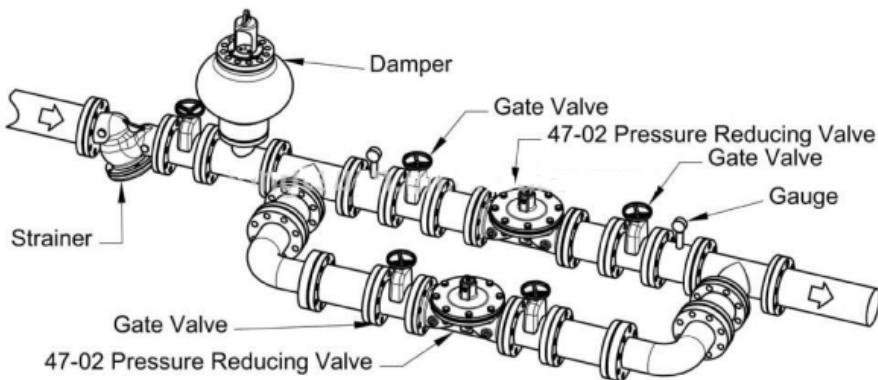
Najefikasniji i najekonomičniji način kontrole pritiska je primjena sofisticiranih ventila za regulaciju pritiska. Ventili za regulaciju pritiska snižavaju dolazni prekomjerni pritisak u stabilan niži pritisak a čime se omogućuje preventivna zaštita cjevovoda i elemenata sistema od preopterećenja koje kao posljedicu može imati pojavu propuštanja i curenja vode iz sistema. Za uvođenje regulacije pritiska u vodovodnom sistemu u Prnjavoru, prije same implementacije na mjestima gdje je pritisak enormno visok potrebno je poduzeti sljedeće mjere:

- Detaljna analiza sistema na osnovu podloga i hidrauličkog modela za područja prihvatljiva za uvođenje zona regulacije pritiska. Pri ovoj analizi treba obratiti pažnju na vrste cjevovoda, vrste potrošača i njihove specifičnosti potrošnje,
- Analiza potrošnje i potreba za vodom,
- Terenska mjerjenja protoka i pritiska u potencijalnim područjima. Ova mjerjenja treba izvršiti i na svakoj potencijalnoj lokaciji ulaza vode u buduću zonu, srednjem, niskom i visokom području potrošnje. Obavezno se moraju utvrditi kritične tačke potrošnje s obzirom na pritisak,
- Matematsko modeliranje na postojećem hidrauličkom modelu u cilju definisanja svrshodnosti implementacije regulacije pritiska i mogućih negativnih uticaja na potrošnju vode,
- Identifikovanje odgovarajućih ventila i pripadajuće opreme,
- Modeliranje prihvatljivog sistema kontrole pritiska (režima rada ventila) radi postizanja željenih rezultata. S tim u vezi treba definisati koji od slijedećih sistema regulacije je najprikladniji:
 - a. fiksna regulacija,
 - b. vremenska regulacija,
 - c. regulacija po trenutnoj potrošnji. „Cost – Benefit“ analiza implementacije regulacije pritiska u sistemu u Prnjavoru.

Uslovi ugradnje regulacionog ventila

Kod ugradnje regulacionog ventila treba imati na umu da se na cijevi u oknu, gdje mora postojati i obilazni vod (by-pass) razmotri i mogućnost ugradnje dva reducir ventila paralelno. Na ovaj način će biti omogućeno lako servisiranje pojedinih ventila i prateće opreme, jer će se preko pomoćnog ventila i dalje moći osigurati kontrolisana vrijednost pritiska u tom dijelu sistema. U slučaju kada se izvrši ugradnja samo jednog ventila za regulaciju pritiska prilikom obaveznog servisiranja ventila, biti će neophodno obustaviti vodosnabdijevanje u tom sijelu sistema, što još može biti i prihvatljivo, jer postoji mogućnost da se zatvaranje izvrši u vrijeme smanjene potrošnje. Ipak ukoliko dođe do interventnog servisiranja ventila (npr zastoj ventila), voda će se morati pustiti u sistem bez regulacije,

pod visokim pritiskom, što može uzrokovati pucanja i povećanje gubitaka u mreži, te stvoriti dodatne finansijske troškove. Na slici ispod je prikazan šematski prikaz standardne instalacije ventila za regulaciju pritiska. Na slici se vidi da je glavni ventil za regulaciju instaliran na glavnom vodu.



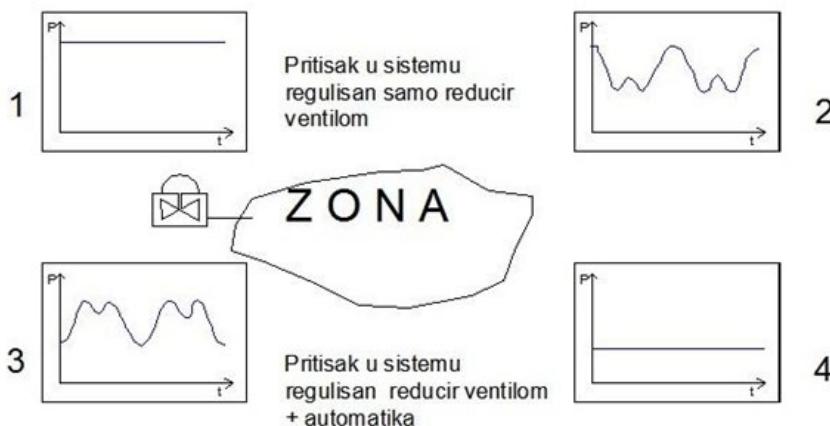
Slika 1.8.4.1. Standardna instalacija reducir ventila

Filter je nužno ugraditi jer služi kao zaštita ventila od oštećenja. Ventil za regulaciju pritiska na obilaznom vodu služi kao rezerva kod servisiranja glavnog ventila (može biti i za prečnik manji od glavnog) ali u nekim slučajevima omogućena je i unaprijeđena regulacija u slučaju malih protoka vode. Ovo se dešava u slučaju malih vrijednosti protoka ispod granice koja je prihvativljiva za uredan rad glavnog ventila (radno polje ventila određeno je maksimalnim i minimalnim protokom te omjerom snižavanja pritiska), regulaciju preuzima manji regulator pritiska. Ovaj pristup je obavezan u uslovima velikih oscilacija potrošnje vode a osim što osigurava kvalitetniju regulaciju pritiska, istovremeno omogućava i produženje vijeka trajanja samog regulacionog ventila.

Napredne metode regulacije pritiska u sistemu

Osnovni način regulacije pritiska uz primjenu regulacionog ventila je izlazni pritisak stalne vrijednosti. Sami ventili su mehaničko - hidraulički uređaji i ciljni izlazni pritisak se određuje mehaničkim putem.

Postojeći ventili za regulaciju pritiska imaju ograničenu djelovanje uzimajući u obzir na mehaničko podešavanje vrijednosti pritiska. Ova vrsta ventila omogućava snižavanje pritiska na jednu kontinualnu vrijednost koja je prilagođena maksimalnoj (vršnoj) potrošnji u toku dana, međutim u dijelovima dana kada dolazi do smanjenja potrošnje, nepotrebno je sistem opterećivati visokim pritiskom. Ventile za redukciju pritiska je moguće nadograditi priključenjem specijalnih kontrolnih uređaja koji imaju mogućnost izvršavati automatske, unaprijed programirane i elektronskim uređajem kontrolisane promjene pritiska u ventilu. Svrha ovih uređaja je prilagoditi pritisak stvarnim potrebama u sistemu. Na ovaj način se stvara mogućnost promjene (adaptacije) vrijednosti pritiska u toku dana čime se omogućava sigurnije vodosnabdijevanje potrošača uz povećanje stepena zaštite postojeće vodovodne mreže.



Slika 1.8.4.2. Primjeri regulacije pritiska

Na gornjoj slici je prikazan primjer regulacije pritiska u vodovodnom sistemu. U gornjem dijelu slike, grafikon 1, prikazuje se situacija kada imamo fiksnu regulaciju pritiska (stalni izlazni pritisak) na mjestu položaja ventila. Grafikon 2, pokazuje situaciju kod potrošača gdje je vidljiva oscilacija pritiska koju uslovjava potrošnja vode. Na grafikonima u donjem dijelu slike je predstavljena regulacija pritiska uz primjenu automatske regulacije pritiska (promjenjivi izlazni pritisak). Na ulazu u zonu kontrole pritiska uz ventil za regulaciju instalira se i kontrolni uređaj (automatika) koja vrši regulaciju izlaznog pritiska. (Grafikon 3). Kod potrošača se dešava promjena prikazana na grafikonu 4, gdje se vidi da je kod potrošača pritisak u sistemu stalan ali i sa manjom vrijednosti od prijašnjeg. Ovaj manji pritisak se određuje unaprijed sa vrijednosti koja je dovoljna za uredno vodosnabdijevanje (npr 3 bara). Postoje dva osnovna načina automatske regulacije i to:

1. Vremenska regulacija pritiska (Odabir željene vrijednosti pritiska u odnosu na dio dana),
2. Regulacija u odnosu na trenutnu potrošnju (pritisak se prilagođava trenutnim potrebama u sistemu).

Vremenska regulacija pritiska

Kod primjene vremenske regulacije pritiska, korisnik sistema određuje željenu vrijednost izlaznog pritiska u zoni u pojedinim dijelovima dana. Moguća je modifikacija svakih sat vremena ili rijeđe, kao npr. viši dnevni pritisak i niža vrijednost pritiska u toku noći.

Regulacija pritiska prema trenutnoj potrošnji

Regulacija pritiska prema trenutnoj potrošnji, odnosno potrebi za vodom je najkvalitetniji način automatske regulacije pritiska u sistemu. Ona podrazumijeva da je potrošačima u zoni konstantno osigurana stalna i minimalna potrebna vrijednost pritiska. Ukoliko dođe do izvanredne potrošnje vode, ta potrošnja će izazvati pad pritiska u sistemu, ali s obzirom da automatika ima zadani režim rada koji podrazumijeva prilagođavanje vrijednosti pritiska potrebama potrošnje, biće omogućen porast vrijednosti pritiska koji će omogućiti uredno vodosnabdijevanje.

1.9. Stalni monitoring

1.9.1. Uspostava stalnih mjernih mjeseta

U okviru projekta zamjene cjevovoda i rekonstrukcije predviđena je izgradnja stalnih mjernih mjeseta za mjerjenje protoka i pritiska u mjernim zonama vodovodnog sistema. Instalirani mjerni uređaji će biti povezani sa centralnim kompjuterom na kojem će se vršiti daljinsko očitavanje.

1.9.2. Kontinuirani monitoring gubitaka

Ugradnja mjernih uređaja i njihovo daljinsko očitavanje će omoguditi kontinualno praćenje vrijednosti gubitaka kroz stalne proračune pokazatelja uspješnosti. Rezultati i alarmi će upozoravati na pozicije na kojima je došlo do promjena koje ukazuju na pojavu gubitaka vode, što će omogućiti vodovodu da usmjeri akcije u područja koja su u tom trenutku najugroženija.

2. Akcioni plan za unaprjeđenje rada vodovodnog sistema

Prijedlog mjera je podijeljen na tri dijela u zavisnosti od vremena izvršenja i stepena hitnosti.. Mjere su podijeljene na:

1. kratkoročne za period od 2017. do 2020. godine,
2. srednjoročne za period od 2020. do 2023. godine,
3. dugoročne za period od 2023. do 2029. godine.

2.1. Kratkoročne mjere - za period od 2017. do 2020. godine

2.1.1. Kratkoročne mjere za smanjenje NRW

Kratkoročne mjere imaju za cilj:

1. Smanjenje Infrastrukturnog Indeksa curenja (ILI) ispod 4. Prema IWA metodologiji vrijednost ILI manja od 4, svrstava VIK u prvu (najbolju) grupu kada je u pitanju upravljanje vodovodnim sistemom.
2. Smanjenje pokazatelja stvarnih gubitaka litara po priklučku na dan ispod 250 l/priklj./dan. Ovaj pokazatelj kao i prethodni svrstava VIK u prvu kategoriju upravljanja sistemom, kada su u pitanju vodovodi u zemljama u razvoju uz srednju vrijednost pritiska višu od 5 bara.
3. Smanjenje Indeksa prividnih (komercijalnih) gubitaka (ALI) ispod 4, što bi prema IWA metodologiji svrstalo VIK Prnjavor u drugu kategoriju kada je u pitanju upravljanje prividnim gubicima.

U svrhu ispunjenja gore navedenih uslova potrebno je izvršiti sljedeće aktivnosti prikazane u tabeli ispod:

Tabela 2.1.1.1. Kratkoročne mjere za smanjenje NRW

r.b.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
1	Detaljna detekcija curenja u zonama.	paušal	1	150.000,0 €	120.000,0 €
2	Popravka detektovanih curenja	paušal	1	200.000,0 €	200.000,0 €
3	Ažuriranje baze podataka potrošača – Detekcija ilegalnih priključaka u cjelokupnom sistemu	paušal	1	U okviru KP-a	U okviru KP-a
4	Unaprjeđenje politike očitavanja vodomjera – Kontrola ispravnosti i zamjena neispravnih ili neadekvatnih potrošačkih vodomjera	paušal	1	U okviru KP-a	U okviru KP-a
5	Nabavka LDE opreme Aquaphone	kom	1	7.000,0 €	7.000,0 €
6	Nabavka ISP software (Integrисани Software-ski paket sa svim potrebnim modulima)	kom	1	30.000,0 €	30.000,0 €
7	Nabavka opreme za mjerjenje i detekciju curenja Digitalni mjerač pritiska	kom	4	1.000,0 €	4.000,0 €
8	Nabavka opreme za mjerjenje i detekciju curenja Korelator	kom	1	15.000,0 €	15.000,0 €
9.	Nabavka opreme za mjerjenje i detekciju curenja Ultrazvučni mjerač protoka	kom	2	12.000,0 €	24.000,0 €
TOTAL ZA KRATKOROČNE MJERE:				400.000,00 €	

Pri ovoj kalkulaciji uštede ostvarene kroz smanjenje stvarnih gubitaka su izražene kroz proizvodnu cijenu vode, uzimajući u obzir da se ušteđena količina vode neće moći prodati, već će se uštede ostvariti kroz smanjenje količine proizvedene vode. Uštede ostvarene kroz smanjenje prividnih gubitaka se izražavaju kroz prodajnu cijenu vode iz razloga jer je to voda koja je trebala biti prodana ali se to iz nekog razloga nije dogodilo (ilegalna potrošnja , greške u očitanju, neispravni vodomjeri i sl.).

2.2. Srednjoročne mjere - za period od 2020. do 2023. godine

2.2.1. Srednjoročne mjere za smanjenje NRW

Srednjoročne mjere imaju za cilj:

1. Smanjenje Infrastrukturnog Indeksa curenja (ILI) ispod 2.
2. Smanjenje pokazatelja stvarnih gubitaka litara po priključku na dan ispod 125 l/priklj./dan.
3. Smanjenje Indeksa prividnih (komercijalnih) gubitaka (ALI) ispod 2, što bi prema IWA metodologiji svrstalo VIK Prnjavor u prvu kategoriju kada je u pitanju upravljanje prividnim gubicima.

U svrhu ispunjenja gore navedenih uslova potrebno je izvršiti sljedeće aktivnosti prikazane u Tabeli 2.2.1.1.

Tabela 2.2.1.1. Srednjoročne mjere za smanjenje NRW

r.b.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
1	Uvođenje napredne automatske regulacije pritiska u sistemu	paušal	5	30.000,0 €	150.000,0 €
2	Uvođenje SCADA sistema	paušal	1	100.000,0 €	100.000,0 €
TOTAL ZA SREDNJOROČNE MJERE				250.000,0 €	

2.3. Dugoročne - za period od 2023. do 2029. godine

2.3.1. Dugoročne mjere za smanjenje NRW

Dugoročne mjere imaju za cilj održavanje dostignutih nivoa NRW sprovođenjem kratkoročnih i srednjoročnih mjeru. U tu svrhu potrebno je uspostaviti sistem aktivne kontrole curenja i monitoringa ukupnog NRW, što se postiže reorganizacijom u polju redovnih aktivnosti VIK Prnjavor. Kako bi se obezbjedilo da starost mreže ne prelazi 50 godina, u okviru dugoročnih mjera je predviđena zamjena 2% ukupne dužine cjevovoda godišnje (Tabela 2.3.1.1.). Kroz period od 6 godina biće zamijenjeno 30,4 km najstarijih cjevovoda (12% od ukupne dužine), što će uvelikoj mjeri smanjiti rizik pojave curenja kao i vrijednost pozadinskih curenja koja ne mogu biti otkrivena ni na koji drugi način (isticanja manja od 0,07 l/s).

Tabela 2.3.1.1. Dugoročne mjere za smanjenje NRW

r.b.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Ukupno godišnje	Ukupno za 6 godina
1	Zamjena 2% dužine cjevovoda godišnje	km	30,40	35.000,0 €	177.333,0 €	1.063.998,0 €

Pri ovoj kalkulaciji uštede ostvarene kroz smanjenje stvarnih gubitaka su izražene kroz proizvodnu cijenu vode, uzimajući u obzir da se ušteđena količina vode neće moći prodati, već će se uštede ostvariti kroz smanjenje količine proizvedene vode. Uštede ostvarene kroz smanjenje prividnih gubitaka se izražavaju kroz prodajnu cijenu vode iz razloga jer je to voda koja je trebala biti prodana ali se to iz nekog razloga nije dogodilo (ilegalna potrošnja, greške u očitanju, neispravni vodomjeri i sl.).

03

Potrebna oprema za mjerjenje

1. Uvod

Vodovod Teslić, do sada, nije obavljao redovna i povremena mjerjenja protoka na glavnim transportnim i distributivnim cjevodima, te jedini podaci o gubicima proizilaze iz razlike fakturisane i isporučene vode sa izvorista. Naravno, ovaj podatak ne predstavlja realno stanje gubitaka u mreži tako da je neophodno formiranje tima koji će imati za cilj iznalaženje i sanaciju curenja u vodovodnom sistemu. Novoformirani tim je neophodno opremiti potrebnom opremom za mjerjenje i detekciju gubitaka u mreži.

2. Mjerna oprema u posjedu ViK Teslić

Vodovod Teslić posjeduje opremu za pretragu curenja, geofon koji je starosti preko 20 godina i njegova pouzdanost je vrlo upitna. Navedeni geofon je potrebno zamijeniti savremenim uređajem koji će omogućiti adekvatno pronalaženje gubitaka u mreži.

3. Mjerna oprema koja nedostaje (koju je potrebno nabaviti)

Neophodno je izvršiti nabavku opreme koja bi omogućila aktivnu kontrolu curenja u sistemu:

Tabela 3.1. Oprema koja nedostaje za aktivnu kontrolu curenja

r.b.	Uredaj	Kom.	Napomena
1.	Ultrazvučni prijenosni mjerač protoka	2	
2.	Digitalni mjerač pritiska	4	Birati marku proizvođača koji omogućava servis u regionu
3.	Korelator	1	
4.	Geofon / Aquaphone	1	Nove generacije, sa zaštitom sluha
5.	Waltman vodomjer sa data logger-om		Za svako mjerno mjesto kao stalni mjerači
6.	Digitalni mjerač pritiska sa data logger-om	16	Minimalno jedan za svaku zonu

Za svu opremu koja treba biti nabavljena se mora obezbijediti kvalitetna obuka zaposlenih u vodovodu Teslić. Ova obuka ne treba da se održava na pripremljenom poligoni već u stvarnim uslovima u vodovodnom sistemu Teslić, ili nekom drugom vodovodnom sistemu u regionu.

Posebnu pažnju treba posvetiti obuci za korištenje Ultrazvučnog mjerača, geofona i korelatora. Ova obuka mora trajati minimalno 3 dana za svaki od uređaja, a treba rezultirati da je odabранo osoblje vodovoda sposobno za samostalan rad u akciji aktivne kontrole curenja.

3.1. Uredaji za precizno lociranje kvarova

Značaj detekcije gubitaka ne može nikada biti prenaglašen. Svi koji su uključeni u ovo istraživanje moraju usvojiti metodički pristup učeći kako da prepoznaju različite zvukove, jer sofisticirani i visoko kvalitetni instrumenti ne mogu sami po sebi dati odgovore na sve probleme.

3.1.1. Detektori zvuka - geofoni (akvafoni)

Osnovni problem otkrivanja zvukova curenja vode predstavlja apsorpcija zvuka u tlu. U zavisnosti od vrste tla, apsorpcija zvuka u tlu iznosi oko 40 dB/m tla. Glinovita tla predstavljaju loš, dok pjeskovita tla predstavljaju dobar medij za prenos zvuka. Više frekvencije (u koje spada i frekvencija koju proizvodi voda koja curi kroz otvore ili pukotine) se više apsorbuju u tlu nego niske frekvencije, a što otežava samu detekciju. Iz navedenog proizlazi da je curenje koje se nalazi na dubini do 1 m može lako locirati, dok je sa povećanjem dubine lociranje sve teže tako da oko 2 m iznosi gornja granica do koje se može vršiti lociranje osluškivanjem zvuka.

Uspješno lociranje kvarova osluškivanjem zvuka de u mnogome ovisiti od materijala i prečnika cijevi, vrste tla i njegove zbijenosti, stranih zvukova kao što su vjetar, saobraćaj, građevine, mašinerija i sl. također je neophodno da je pritisak u cijevi najmanje 1,5 bara ili viši.

Osnovni dijelovi geofona su:

- Senzor ili prijenosnik sa frekventnim rasponom između 50 i 3000 Hz a ponekada i više,
- Kontaktna osnova za senzor (ploča, šipka, magnet i sl.),
- Pojačalo sa ili bez filtra za smanjenje uticaja vanjskih šumova,
- Slušalice koje su u novije vrijeme isključivo stereo.

Za vrijeme rada sa geofonom njegov osjetljivi zemni mikrofon prikuplja vibracije izazvane isticanjem vode iz cijevi, a obično su te frekvencije u opsegu 100 do 800 Hz. Ove vibracije su uglavnom rezultat turbulencije u tečnosti prilikom njenog prolaska kroz pukotinu u cijevi. Često se međutim javljaju i zvukovi nižih frekvencija koji nastaju kao rezultat pomjeranja čestica okolnog tla izazvanog curenjem tečnosti iz cijevi. Zvuk isticanja vode pod visokim pritiskom liči na zaglušujuću buku i može uključivati povremenu jeku i udarce.

Signal koji registruje mikrofon uvodi se u instrument preko pojačavača zvuka koji je kao i filtri za selekciju frekvencija projektovan da prepozna frekvencije nastale curenjem i minimizira frekvencije koje proizvode koraci, saobraćaj i druge vrste okolnih zvukova. Ipak okolni zvukovi su nekada dominantni u tolikoj mjeri da se detekcija sa akvafonom (geofonom) može izvoditi samo u toku noći ili u vrijeme kada je poznato da će uticaj okolnih zvukova biti minimalan.

Kod izbora uređaja kako je bitno da isti ima opciju zaštite sluha tako što blokira rad uređaja u momentu kada jačina zvuka predstavlja opasnost po zdravlje korisnika uređaja. Potrebno je da operatori posjeduju iskustvo u korištenju geofona, što će im omoguditi da razlikuju različite zvukove, od kojih su većina vanjski ili unutrašnji, ali ne ukazuju na kvar. Kada bi se neki zvuci mogli opisati riječima onda bi se moglo reći ukoliko se čuje:

- "zvižduk" da se obično radi o malom kvaru pri "dobrom" pritisku,
- "šištanje" da se radi o velikom kvaru pri "dobrom" pritisku,
- "udari" da je kvar u blizini,
- povremen zvuk predstavlja potrošnju vode kod potrošača,
- "zujanje", "vrisak" i "zvono" su zvuci koje obično proizvode razni transformatori, motori i gasne instalacije,
- "klik-klik" je zvuk koji proizvodi rad vodomjera.

Uređaj se može koristiti na dva načina koji su opisani u nastavku.

Kontrolna detekcija - pred-lociranje kvara

Pred-lociranje curenja vrši se osluškivanjem zvukova iz kvara na kontaktnim mjestima u distributivnom sistemu. Pred-lociranje napuknuća obavlja se prisluškivanjem na pristupačnim mjestima kao što su hidranti ili ventili. Približujemo li se mjestu oštećenja nivo šuma raste, a smanjuje se ako se od tog mesta udaljujemo. Za pred-lociranje kvara geofoni posjeduju poseban štapni mikrofon sa širokim frekventnim opsegom. Kada se vrši pred-lociranje na metalnim cijevima korištenjem geofona sa štapnim mikrofonom frekventno područje koje treba pokrivati je između 500 i 3000 Hz. Kod ostalih cijevi (PVC, PE, PEHD i AC) frekventno područje šuma je između 100 i 700 Hz.

Zvučna detekcija, odnosno raspon između dva mjesta na kojima de se vršiti osluškivanje, u velikoj mjeri zavisi od materijala i promjera cijevi, pa tako:

- Lijevano željezo, daktil i čelične cijevi treba slušati svakih 120 do 180 m,
- AC cijevi maksimalno svakih 60 do 80 m,
- PVC i PEHD prečnika 150 do 200 mm slušati svakih 30 m
- PVC i PEHD prečnika 250 mm i većih slušati svakih 10 do 15 m.

Ukoliko se ovom vrstom osluškivanja ne detektuje zvuk, to znači da u tom dijelu cjevovoda nema kvarova. Iskusan operater na ovaj način može provjeriti nekoliko kilometara cjevovoda u jednom danu.

Precizno lociranje kvara uz pomoć geofona

Precizno lociranje kvara vrši se, po teoriji, nakon kontrole cjevovoda. Izuzetak je kada postoje elementi koji ukazuju na makro lokaciju curenja (npr. pojava vode ili vlage, pad pritiska, pad protoka, udubljenja u tlu i sl.). Precizno lociranje vrši se na tlu direktno iznad cjevovoda, a ukoliko je cijev u mekanom tlu, tada je potrebno postaviti kontaktnu osnovu za mikrofon. Mjesto na kojem je zvuk najjači je mjesto ispod kojeg se nalazi kvar.

3.1.2. Korelatori

Korelator je visoko sofisticirani uređaj za detekciju curenja u cjevovodima. Osnovni dijelovi su mu centralna jedinica sa procesorom, dvije sonde sa mikrofonima i punjači baterija za svaku sondu i procesor. Sonde su obično označene sa slovima A i B ili sa različitim bojama. Neki korelatori imaju samo jednu sondu dok je drugi mikrofon priključen direktno na procesor, a neki mogu imati čak tri sonde za kompleksnije slučajeve detekcije curenja. Da bi uopšte bilo moguće raditi sa korelatorom potrebno je dobro poznavati mrežu, odnosno potrebno je posjedovati ažurne mape sistema sa svim priključcima, kao i poznavati materijal i prečnik cjevovoda. Ukoliko su poznati svi prethodno navedeni podaci, sonde se postave na udaljenosti od najviše 250 m ukoliko su cijevi metalne i ne više od 50 m ukoliko su cijevi plastične ili ukoliko su napravljene od azbestnog cementa, što zavisi od vrste i proizvođača korelatora. Pri postavljanju, mikrofon dovodi sonde u kontakt sa cjevovodom preko postojećih hidranata ili ventila, a u procesor se unose osnovni podaci o cjevovodu. Tokom pripreme korelatora za detekciju, unose se sljededi podaci:

- Dužina cijevi koja se ispituje (u ovu svrhu najbolje je koristiti mjerni točak koji se kupuje zasebno jer nije sastavni dio opreme koja se dostavlja sa korelatorom),
- Materijal cijevi,
- Prečnik cijevi.

Nakon ovoga, korelator je moguće automatski konfigurisati. Iskusniji operatori mogu koristiti i opciju ručnog podešavanja filtera i na taj način dobiti preciznije i pouzdanije podatke.

3.1.3. Ultrazvučni merači proticaja

Ultrazvučni merači protoka se obično primenjuju za mjerjenje brzine tečnosti koje omogućavaju prolazak ultrazvučnog talasa, kao što je voda, ali i gasa, pare, nafte i ulja itd.

Ultrazvučni merači koriste zvučne talase da odrede brzinu fluida koji teče u cijevi. U uslovima kada nema protoka u cijevi frekvencija ultrazvučnog talasa emitovanog na cijev i njegova refleksija od fluida je ista. U slučaju kada fluid teče frekvencija talasa se razlikuje uslijed Doplerovog efekta. Kada se tečnost kreće brže, povećava se učestalost smjena linearно. Transmiter procesira signal iz propuštenog talasa i njegove refleksije da bi se odredio protok.

Ultrazvučni merači protoka ne ometaju protok, tako da se mogu primjeniti na sanitарне, korozivne i abrazivne tečnosti. Neki ultrazvučni merači protoka se mogu montirati spolja, na cijev i nemaju kontakta sa fluidom, tzv. prenosni merači protoka. Pored toga, mogu se koristiti za mjerjenje protoka bez obzira na materijal cjevovoda, stanje cjevovoda, korozije, i habanje. Međutim to znači da se upotrebljavaju dodatni ultrazvučni interfejsi koji mogu da utiču na pouzdanost i performanse ovih merača. Posebno, ako nije pravilno primjenjen i održavan, slabljenje ultrazvučnog signala može da se javi na kontaktu između klješta pretvarača i spoljnih zidova cijevi i između unutrašnjih cevi zidova i tečnosti.

Postoje verzije sa jednim i dva senzora. U verziji sa jednim senzorom, odašiljanje i prijem signala je u jednom kućištu koje je pričvršćeno na jednoj tački cjevovoda. Kod verzije sa dva senzora, predajnik je u jednom kućištu dok je prijemnik u drugom. Prilikom postavljanja i rada sa meračem proticaja moraju se poštovati upustva proizvođača o načinu i mjestu postavljanja merača, te načinu rada i mjerjenja. Rukovaoc uređajem mora da ima neophodna znanja za rad sa ovom vrstom uređaja.

Ultrazvučni merači protoka su dostupni u veličinama do 72 inča i većim.

3.1.4. Logeri pritiska

Logeri pritiska su uređaji koji vrše mjerjenje i zapisivanje vrijednosti pritisaka u mreži prema unaprijed zadatom vremenskom intrervalu. Mjerjenje pritiska je naročito bitno u kasnijim fazama kada se saniraju gubici i izvrši optimizacija pritisaka u sistemu. Nagli pad pritiska u sistemu može ukazivati na eventualno curenje. Zone koje imaju smanjene pritiske u odnosu na ostatak sistema mogu ukazivati na eventualna curenja u sistemu ili nedovoljne prečnike cjevovoda.

Najčešća instalacija se vrši na hidrant ili izlivno mjesto potrošača ukoliko nije obezbjeđeno posebno okno za ovu namjenu.

04

Tehnička specifikacija za potrebnu opremu za prijenos signala o protoku i pritisku putem GSM mreže

Nova tehnologija data loggera omogućava očitavanje istih pomoću GPRS/SMS sistema daljinskog očitavanja pa je moguće očitavati podatke sa ovih mjerača u definisanim vremenskim intervalima (npr. satna očitanja jednom dnevno) ili trenutno očitavanje. Ovi data loggeri su baterijskog napajanja životnog vijeka baterija oko 5 godina tako da se očitavanje može vršiti i na mjestima gdje nema napajanja električnom energijom. Također ova tehnologija se može primijeniti na bilo koji vodomjer koji može dati impuls o potrošnji (digitalni izlaz) ili i za mjerjenje vrijednosti pritiska na istom mjestu (analogni izlaz) što izuzetno smanjuje troškove instaliranja zonskog mjerača.

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina		Cijena KM (bez PDV-a)	Ukupno KM (bez PDV-a)
1	Woltmanov vodomjer DN80 Qn40; L=200 mm;		1	kom	850,00	850,00
2	Woltmanov vodomjer DN100 Qn60; L=250 mm;		1	kom	970,00	970,00
3	Woltmanov vodomjer DN150 Qn150; L=300 mm;		1	kom	1500,00	1500,00
4	Woltmanov vodomjer DN200 Qn250; L=350 mm;		1	kom	1960,00	1960,00
5	Woltmanov vodomjer DN250 Qn150; L=450 mm;		1	kom	2850,00	2850,00
6	Woltmanov vodomjer DN300 Qn250; L=500 mm;		1	kom	4650,00	4650,00

Tehnički opis:

Tačnost:	Klasa B, horizontalna ugradnja, klasa A sve ostale pozicije ugradnje
Standardi:	U saglasnosti sa ISO 4064/1. Proizvođač mora da ima ISO 9001 certifikat. Svi mjerači moraju da imaju tipsko odobrenje Instituta za mjeriteljstvo BiH.
Kućište:	Kućište vodomjera treba da bude od livenog željeza, sa epoxy zaštitom na flanšu sa strelicom na kućištu koja pokazuje smjer protoka vode
Brojčanik:	<ul style="list-style-type: none"> • Brojčanik treba da bude extra-suh IP68 • Brojčanik treba da bude označen u skladu s ISO 4064 • Brojčanik treba da ima zaštitni poklopac • Brojčanik treba da bude pripremljen za daljinsko očitavanje. • Na brojčaniku treba da bude omogućeno jednostavno očitavanje protoka i serijskog broja mjerača
Očitavanje:	Vodomjeri treba da budu pripremljeni za daljinsko očitavanje (m-bus, radijsko i dr.) sa induktivnim senzorom koji može registrirati kontra smjer protoka vode. Senzor mora biti otporan na vanjski magnetni utjecaj. Klasični REED senzor nije prihvatljiv.

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina		Cijena KM (bez PDV-a)	Ukupno KM (bez PDV-a)
7	Radio moduli		1	kom	220,00	220,00

Tehnički opis:

Instalacija:	Radio moduli treba da budu "clip on" verzija kompatibilna s vodomjerima za instalaciju na terenu. Instalacija radio modula treba da bude jednostavna bez skidanja vodomjera s instalacije i bez bilo kakvih oštećenja na vodomjeru.
Napajanje:	Baterijsko, litijumska baterija – životnog vijeka 15 godina
Radna temperatura:	-10 ÷ +55°C
Vlažnost:	do 100% - rad pod vodom
Zaštita:	IP68
Protokol:	RADIAN – otvoreni protokol
Frekvencija:	433.82 MHz
Dodatne funkcije:	Pored trenutnog očitanja vodomjera, radio modul treba da osigura i sljedeće funkcije: <ul style="list-style-type: none"> • Funkcija data loggitanja – memorišu se očitanja sa satnim / dnevnim / mjesечnim intervalima. Moguće je memorisati 181 očitanje (zavisno od vremenske učestalosti) • Mjeseca očitanja za zadnjih 13 mjeseci • Detekciju curenja iza vodomjera u zadnjih 13 mjeseci • Detekciju kontra protoka u zadnjih 13 mjeseci • Pokazuje preostali životni vijek baterije • Alarne • Očitavanje na fiksni datum • Pokazuje alarne o dimenzionisanju vodomjera na mjernom mjestu – predimenzionisani ili poddimenzionisani vodomjeri • Memoriše u zadanim vremenskim intervalima najveće skokove u potrošnji u zadnjih 13 mjeseci do 5 očitanja.
Prijenos podataka:	Dvosmjerna komunikacija

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina		Cijena KM (bez PDV-a)	Ukupno KM (bez PDV-a)
8	Radio moduli – odvojena montaža		1	kom	300,00	300,00
Tehnički opis:						
Instalacija:		Radio moduli treba da budu "odvojena" verzija kompatibilna s vodomjerima za instalaciju na terenu. Instalacija radio modula treba da bude jednostavna bez skidanja vodomjera s instalacije i bez bilo kakvih oštećenja na vodomjeru.				
Napajanje:		Baterijsko, litijumska baterija – životnog vijeka 15 godina				
Radna temperatura:		-10 ÷ +55°C				
Vlažnost:		do 100% - rad pod vodom				
Zaštita:		IP68				
Protokol:		RADIAN – otvoreni protokol				
Frekvencija:		433.82 MHz				
Dodatne funkcije:		Pored trenutnog očitanja vodomjera, radio modul treba da osigura i sljedeće funkcije:				
		<ul style="list-style-type: none"> • Funkcija data loggitanja – memorisu se očitanja na satnim / dnevnim / mjesecnim intervalima. Moguće je memorisati 181 očitanje (zavisno od vremenske učestalosti) • Mjesečna očitanja za zadnjih 13 mjeseci • Detekciju curenja iza vodomjera u zadnjih 13 mjeseci • Pokazuje preostali životni vijek baterije • Alarne • Očitavanje na fiksni datum • Pokazuje alarne o dimenzionisanju vodomjera na mjernom mjestu – predimenzionisani ili poddimenzionisani vodomjeri • Memorije u zadanim vremenskim intervalima najveće skokove u potrošnji u zadnjih 13 mjeseci do 5 očitanja. 				
Prijenos podataka:		Dvosmjerna komunikacija				

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina		Cijena KM (bez PDV-a)	Ukupno KM (bez PDV-a)
9	Data logger za mjerenje: protok + pritisak		1	kom	3550,00	3550,00
Tehnički opis:						
Funkcije:			Data loggeri se koriste za očitavanje i memorisanje podataka sa mjerača protoka i pritiska na terenu i prijenos podataka pomoću SMS/GSM/GPRS u centar.			
Procesor i memorija:			Primarno snimanje podataka do 179,760 očitavanja definisanih u zadanim vremenskim intervalima. Može se programirati da radi u cikličnom modu ili blok modu. Sekundarno snimanje do 6,144 očitanja.			
Programabilni ulazi:			2 digitalna ulaza - uni-direktni ili bi-direktni ulazi napajani ili ne napajani sa uređaja. Frekvencija ulaza do 128 impulsa/sekundi. 2 analogna ulaza-interni integrисани senzori pritiska 0-20 bar, tačnost +/- 0,1%.			
Konfiguracija:			RS 232 za podešavanje pomoću PC-a, ili daljinsko podešavanje pomoću SMS/GSM/GPRS.			
Napajanje:			Baterijsko litium Thionyl-chloride baterija životnog vijeka 5 godina pri standardnim radnim uslovima, s uključenim alarmiranjem uređaja u slučaju slabljenja baterijskog napajanja.			
Komunikacija:			Pomoću RS232 - lokalna komunikacija, programibilna brzina prijenosa podataka do 19,200 Baud. SMS/GSM/GPRS komunikacija za prijenos podataka u određenim vremenskim intervalima na monitoring software u vodovod.			
Alarmi:			Razne opcije alarma: noćni protoci, minimumi i maksimumi, profili, baterija, itd. Treba biti moguće postaviti 16 različitih alarma. Alarmi se automatski mogu slati do 16 različitih brojeva mobitela pomoću SMS-a.			
Zaštita:			IP68 zaštita, radna temperatura -20C do +70 C.			
Software za monitoring:			Software za monitoring treba da bude integriran u MDM (Meter Data Management) software koji se koristi za očitavanje i data loggiranje mjerača na terenu. Software se može koristiti za kontrolu pritiska, protoka, alarma itd. Očitani podaci se pohranjuju u software na centralnom serveru.			
			Primanje podataka sa mjerača (data loggera) pomoću SMS/GSM/GPRS modema.			
			Software treba osigurati sljedeće funkcije: <ul style="list-style-type: none"> • Očitavanje mjerača na terenu u podešenim vremenskim intervalima - data logging funkcija • Slanje podataka pomoću SMS/GSM/GPRS u centar • Slanje alarma pomoću SMS/GSM/GPRS u centar • Povezivanje sa softwareom na centralnom serveru • Podešavanje pomoću SMS/GSM/GPRS iz centra Mogućnost povezivanja s drugim aplikacijama u vodovodu koji služe za kontrolu gubitaka, pravljenje računa i dr.			

05

Preporuke o uvođenju elektroničkih vodomjera na daljinsko upravljanje

1. Uvod

Ovaj dokument predstavlja generalne preporuke o uvođenju vodomjera na daljinsko očitanje, obrađuje metodologiju uvođenja ovakvih vodomjera, potrebne resurse i potencijalne koristi. Osnovni cilj preporuka je da se na egzaktan način pokaže, u kojem smjeru je potrebno primijeniti dostupnu savremenu tehnologiju mjerjenja i nadzora potrošnje vode, sa ciljem prividnih gubitaka u mreži vodosnabdijevanja, ali i podignuti naplatu i efikasnost na veći nivo u ključnim parametrima funkcionalnosti vodosnabdijevanja.

Konsultant je u toku realizacije Projekta općinskog okolišnog i ekonomskog upravljanja – MEG u prethodnoj godini izradio Plan instaliranja i redovne kalibracije vodomjera za sve korisnike usluga javnog vodosnabdijevanja Prnjavora, koji uključuje vremenski plan i projekcije potrebnog budžeta sa ciljem preciznog mjerjenja potrošnje vode. Ovaj plan obuhvata detaljan vremenski plan i budžet uvođenja vodomjera sa daljinskim očitanjem.

Tehnološko osuvremenjivanje monitoringa potrošnje vode je već duže vrijeme prisutno u naprednim sistemima vodosnabdijevanja. Osnovna značajka uvođenja vodomjera na daljinsko očitanje je bazirana na konstantnom mjerenu svih parametara količine potrošene vode u vodosnabdijevajućem sistemu, prenosu i pohrani izmjerениh podataka i analizi istih uz uvažavanje osnovnih bilansnih elemenata u vodosnabdijevajućem sistemu. Nakon provedenih analiza moguće je provesti efikasne mjere racionalizacije na područjima na koja takva analiza ukazuje, te praktičnim djelovanjem težiti otklanjanju uočenih nedostataka, u funkciji što boljeg upravljanja potrošnjom vode.

Mjerjenje potrošnje vode na mjernom mjestu ne vrši se samo u cilju preciznog evidentiranja, odnosno fakturiranja iste. Cilj uvođenja daljinskog očitanja vodomjera je da se sa mjernog mesta dobije što više operativnih i korisnih podataka, koji će se pratiti permanentno. Na osnovu ovih podataka vremenom će se formirati "baza znanja", koja će pomoći KP prilikom donošenja bitnih upravljačkih odluka vezanih za sanaciju kvarova (smanjenje gubitaka), ali i kod intervencija koje će doprinijeti da se usluga javnog vodosnabdijevanja podigne na što veći nivo. Primjenom najnovijih tehnologija monitoringa moguće je obezbjediti praćenje, analizu i planiranje svih parametara, koje vode efikasnom funkcioniranju sistema, kako kod krajinjih korisnika usluga tako i u distributivnoj mreži, ali i u ostalim vitalnim dijelovima vodosnabdijevajućeg sistema. Ovakvim pristupom omogućuje se formiranje "podistema monitoringa" u vodosnabdijevajućem sistemu, kvantifikacija i preciziranje zona curenja (gubitaka vode), ali se stvaraju i osnovni preduslovi za kvalitetan rad na otkrivanju mikro lokaliteta gubitaka vode, primjenom metode "minimalnog noćnog protoka".

2. Osnovne komponente sistema daljinskog očitanja vodomjera

2.1. Centralni server

Centralni server predstavlja računar na kojem je instalirana baza podataka očitanja sa mjerača protoka. Također na ovom računaru su instalirani i svi neophodni software-i za očitavanje različitih sistema daljinskog očitanja mjerača protoka i svi periferni elementi neophodni za funkcioniranje sistema daljinskog očitanja i prenosa podataka. Svi ovi software-i, zajedno sa bazom podataka moraju da predstavljaju jedinstvenu cjelinu koja međusobno razmjenjuje podatke u procesu očitavanja mjerača protoka. Baza podataka daljinskog očitanja se povezuje sa bazom podataka računovodstvenog softvera.

2.2. Baza podataka

Baza podataka predstavlja osnovu cjelokupnog sistema, dok softveri za očitavanje mjerača protoka predstavljaju njenu sponu pomoću koje ona komunicira sa mjeračima protoka. Generalno, koncepcija baze podataka je podijeljena u tri dijela:

Administratorski dio u kojem su definirani svi atributi koje određeno mjerno mjesto posjeduje: podaci o korisniku usluge, podaci o mjeraču protoka, podaci o sistemu očitavanja za taj mjerač protoka, podaci o karakteru mjerača protoka (zonski mjerač, podzonski mjerač, mjerač protoka za kolektivno stanovanje, mjerač protoka za individualnog korisnika usluge i dr.), podaci o listama očitanja u kojima se koristi taj mjerač protoka i dr.

Obrada podataka i analiza predstavlja najvažniji dio cjelokupnog sistema koji nam daje podatke o potrošnji cjelokupnog sistema ili pojedinačnog mjerača protoka. Također u ovom dijelu se odvijaju sve radnje na procesuiranju prikupljenih podataka sa terena i njihovom efektnom prikazivanju u vidu različitih rezultata, tabelarnih podataka, dijagrama, poređenja i dr. Važan dio predstavlja mogućnost komunikacija sa bazom podataka računovodstva. Kod nekih rješenja ovaj dio se može uraditi i kao proširenje računovodstvenog softvera.

Alarmi predstavljaju dio u bazi podataka koji definira određene probleme u sistemu očitavanja, analize i obrade podataka ili nekih drugih radnji koje nisu uobičajene u funkciranju sistema i koji zahtijevaju određenu intervenciju kako bi se uklonili uzroci postojanja alarma. Alarm u mnogome zavise o vrste opreme koja se koristi na terenu i definirani su na različite načine koje je potrebno detaljno upoznati kako bi cjelokupan sistem nadzora efikasno funkcirao i kako bi se na vrijeme otklanjali uzroci postojanja alarma. Samo postojanje alarma mora izazvati akciju ukoliko se želi da sistem efikasno funkcirira.

2.3. Software za očitanje

Softveri za očitavanje mjerača protoka predstavljaju komponentu centralnog servera koja je neophodna za nesmetano funkciranje sistema. Bez ove komponente sistem ne bi imao mogućnost prikupljanja bilo kakvih podataka. Ovaj dio je najvažnija komponenta sistema koja cijeli sistem čini živim i omogućava njegovo funkciranje. Uglavnom cjelokupan sistem očitavanja i prikupljanja podataka se obavlja na dva načina koji se međusobno dopunjaju i jedan predstavlja nadogradnju drugog:

Walk by sistem daljinskog očitavanja čije su glavne karakteristike da očitavač pomoću opreme (ručnog računara, PDA uređaja ili mobilnog telefona sa perifernom opremom) u koju su prebačeni svi neophodni podaci iz baze podataka odlazi na teren i vrši očitavanje mjerača u određenoj geografskoj zoni očitavanja, vraća se i podatke prebacuje u bazu podataka u kojoj se dalje obrađuju. Sistemi daljinskog očitavanja koje očitavač može na ovaj način očitavati su m-bus, radijski i manualno očitavanje. Zavisno od vrste opreme koja je instalirana na terenu dobiva se i količina podataka koju ta oprema može da



Slika 1: PDA čitač signala sa pripadajućom antenom

pošalje (npr. trenutno očitanje, satno očitanje i dr.)

Fix network predstavlja sistem daljinskog očitavanja gdje se podaci sa mjerača protoka prenose pomoću fiksne mreže – GPRS/SMS sistemom očitavanja mjerača protoka na terenu. Ovo je najefikasnija metoda očitavanja, jer je ljudski faktor u sistemu očitavanja mjerača protoka potpuno isključen, a cijelokupan sistem dozvoljava različite načine očitavanja koje npr. iako oprema na terenu ne dozvoljava satna očitanja ista se mogu dobiti ukoliko se napravi strategija očitanja određenih mjerača u zadatim satnim intervalima.

Monitoring predstavlja sistem očitavanja zonskih i pod-zonskih mjerača protoka pomoću „data loggera“ i prenos podataka pomoću GPRS-a. Ovaj dio sistema očitavanja zajedno s gornjim sistemima predstavlja jedinstvenu cjelinu praćenja potrošnje u pojedinim zonama snabdijevanja.

2.4. Vodomjeri za daljinsko očitanje

Tehnologija mjerača protoka u oblasti mjerenja protoka je u posljednje vrijeme izuzetno napredovala i cijelokupan napredak se ogleda u tome, što se mjerači protoka ne koriste samo za mjerjenje, već zajedno sa memoriskim i komunikacijskim uređajima predstavljaju jednu cjelinu, koja je u stanju da prati potrošnju vode na svakom mjernom mjestu. Ta se potrošnja memorira (pohranjuje) i pomoći nekog od sistema daljinskog očitavanja prenosi do centralnog servera za dalju obradu. Na ovaj način mjerači protoka nisu samo uređaji za mjerjenje protoka, već su jedinstveni senzori koji nam mogu u tačno definiranim periodima dati izuzetno mnogo podataka o potrošnji vode. Tehnološke komponente mjerača protoka se mogu podijeliti na:

- **Hidraulični dio** mjerača protoka predstavlja na neki način dio mjerača protoka koji mjeri protok na tom mjernom mjestu. Ova komponenta mjerača protoka je klasični vodomjer koji može biti izведен u različitim tehnologijama hidrauličkog dijela mjerača protoka (vodomjeri jednomlaznog tipa, višemlaznog tipa, klipni, woltmanovi, ultrazvučni, elektromagnetični i dr.), različitih preciznosti mjerjenja protoka, različitih dimenzija i dr. Osnovna značajka svih vodomjera nove generacije je da su sa induktivnim senzorom koji je komunikacijski dio između hidrauličnog dijela mjerača protoka (vodomjera) i memorisko - komunikacijskog dijela mjerača protoka i koji ovom dijelu mjerača protoka daje podatke o protoku koji se dalje pohranjuju (memoriraju) i prenose. Induktivni senzor istovremeno daje i podatak o smjeru protoka što je izuzetno važno za tačnost očitanja i praćenje manipulacije sa mjeračem protoka na terenu.

- **Memorisko - komunikacijski dio** mjerača protoka predstavlja glavni dio na mjeraču protoka. Osnovna funkcija mu je da



Slika 2: Vodomjer sa memoriskim i komunikacijskim dijelom

permanentno prima podatke o potrošnji vode sa vodomjera, (pohranjuje) memorira ih u određenim vremenskim intervalima, memorira sve alarne koji se javljaju na mjernom mjestu i prenosi određenim sistemom daljinskog očitavanja. Razvojem tehnologije baterija dugog životnog vijeka ovi uređaji imaju životni vijek između 10 - 15 godina i na taj način dozvoljavaju neovisno prikupljanje podataka o protoku i svim ostalim parametrima na određenom mjernom mjestu što cijelokupan sistem mjerjenja naziva pametno mjerjenje („smart metering“). Osnovna podjela ovih uređaja može se napraviti prema tehnologiji prenosa podataka na m-bus uređaje (prenos podataka pomoću žice), radijske uređaje, GPRS/SMS uređaje ili kombinacija neke od ovih tehnologija.

3. Prednosti ugradnje vodomjera sa daljinskim očitanjem

3.1 Prednosti za KP

Ugradnjom individualnih mjerača protoka vode smanjuju se gubici u isporuci, racionalizira potrošnja i doprinosi kvalitetnijoj opskrbi korisnika usluge. Isplativost investicije iznosi 1,5 – 2,0 godine ovisno o broju vodomjera, primjenjenom sistemu očitanja i mjestu ugradnje (domaćinstva ili kolektivni objekti stanovanja). Sistem daljinskog očitanja vodomjera omogućava očitavanje potrošnje vode za svega nekoliko minuta, bez ulaska inkasatora/čitača u stambenu zgradu ili privatno vlasništvo, čime se smanjuju i pogreške izazvane ljudskim faktorom u procesu očitavanja i prijenosa podataka, a samo očitavanje obavlja se bez ometanja korisnika usluge. Podaci se prikazuju i obrađuju elektronskim putem, čime su smanjeni troškovi očitavanja, a proces obračunavanja je ubrzan. Sve ovo utječe na smanjenje prividnih gubitaka u isporuci vode, ali i pojednostavljuje prepoznavanje pojave novih curenja (stvarnih gubitaka). Ostale prednosti za KP su sljedeće:

Veća brzina i broj obavljenih očitavanja mjerača protoka,

- Smanjenje troškova očitanja mjerača protoka: stari način očitanja zahtjeva veliki broj radnika čime se povećavaju troškovi poduzeća,
- Brža obrada dobivenih podataka - brži obračun,
- Očitavanje mjerača protoka bez ometanja korisnika usluga,
- Isključene greške radi ljudskog faktora: pogrešno očitavanje ili prisutnost na mjestu očitavanja,
- Brzo otkrivanje i otklanjanje kvarova, čiji su uzroci kvar na mjeraču protoka ili kvar na instalaciji,
- Unapređenje kvaliteta usluga i zadovoljstvo korisnika usluga (manje žalbi na račune) što je jedna od ključnih karakteristika uspješnog poslovanja,
- Mogućnost očitanja teško dostupnih mjerača protoka: u velikom broju slučajeva, mjerno mjesto, tj. mjerač protoka je smješten unutar posjeda (kuće, stana) i na teško dostupnom mjestu, te pristup istim nije uvijek moguć, što dovodi do potrebe ponovnog dolaska radnika (inkasatora) koji očitava mjerač protoka, čime se povećavaju troškovi očitanja,
- Posebnu prednost ima mogućnost ugradnje radio frekventnog ventila za daljinsko otvaranje i zatvaranje mjernog mjeseta korisnika usluge. Kosultant preporučuje ugradnju ovih ventila korisnicima kod kojih se relativno često pojavljuje potreba za njihovo isključenje npr. korisnici koji nerедovno podmiruju svoje obaveze.



Slika 3: Vodomjer sa radijskim modulom i radio frekventnim ventilom

3.2. Prednosti daljinskog očitanja vodomjera /mjerača protoka za korisnike usluge

Korisnici usluge vodosnabdijevanja u potpunosti kontroliraju potrošnju vode i u svakom trenutku mogu provjeriti stanje potrošnje vode na svom vodomjeru / mjeraču protoka i usporediti ga sa stanjem na računu. Također, smanjuje se neželjena potrošnja zapravo neiskorištene vode, npr. koju prouzroči curenje na vodokotliču ili slavinama, u slučaju kvarova na instalacijama vlasnici brže reagiraju. Ugradnjom pojedinačnih potrošačkih vodomjera / mjerača protoka u objekte kolektivnog stanovanja korisnici usluga (kupci) mogu sami kontrolirati potrošnju vode, a na ovaj način je smanjen i broj žalbi za potrošenu vodu, jer svatko plaća onoliko vode koliko je stvarno potroši.

3.3. Prednosti daljinskog očitanja vodomjera /mjerača protoka za lokalnu i širu zajednicu

Pored prednosti za KP i korisnike usluga ugradnjom sistema daljinskog očitanja vodomjera / mjerača protoka određene prednosti ostvaruje i lokalna i šira zajednica:

- Poboljšano upravljanje resursima na nacionalnoj i lokalnoj razini,
- Jačanje nacionalne ekonomske stabilnosti kroz smanjenje nepotrebnih troškova,
- Razvoj ekološke svijesti kod široke populacije i smanjenje utjecaja na vodne resurse.

4. Metodologija uvođenja vodomjera sa daljinskim očitanjem kod potrošača

Specifikacija opreme koju je neophodno da posjeduje KP da bi se implementirao neki od sistema daljinskog očitavanja i monitoringa potrošnje vode zavisi od tehnološke razvijenosti koju posjeduju određene službe koje se bave ovim problemima, uslovjenosti implementacije sistema daljinskog očitavanja na terenu za nove priključke, novogradnju, ili u već realiziranim projektima. Svaki od ovih parametara u mnogome definira specifikaciju opreme neophodne za realiziranje određenih nivoa tehnološkog razvoja distributera.

Hronologija za otpočinjanje uvođenja nekog od sistema daljinskog očitavanja i monitoringa može se podijeliti u određene nivoe koji moraju biti kompatibilni i po horizontali i po vertikali da obezbijede tehnološku nadogradnju u projektima koji će se implementirati u budućnosti (npr. da se ista oprema u početku recimo očitava „walk by“ sistemom, a poslije da se omogući i prelazak na GSM/

GPRS sistem očitavanja). Koraci za implementaciju sistema se mogu podijeliti na sljedeći način, sa redoslijedom koji može biti i drugačije definiran zavisno koja komponenta sistema je realizirana prije a koja kasnije, uglavnom mogu se definirati na sljedeći način:

- Implementacija opreme za daljinsko očitavanje mjerača „walk by“ sistemom daljinskog očitavanja. Sastoji se od nabavke ručnih računara ili mobilnih telefona sa neophodnim software-om za očitavanje mjerača protoka manualno, m-busom i radijski i njegova implementacija na bazi podataka da bi se uspostavila automatika u prenosu podataka sa finansijskom bazom podataka sa svrhom da se ubrza proces očitavanja i fakturiranja potrošnje vode. Na tržištu su dostupne varijante ovakvog software-a za sve glavne operativne sisteme (Windows, Andriod, IOS)
- Donošenje neophodnih odluka na nivou KP i lokalne samouprave o ugradnji mjerača u stanove u novogradnji, kao i u starim zgradama gdje postoji barem minimum tehničkih uvjeta, novim priključcima sa donošenjem tehničkih regulativa za sve nove priključke. Ove odluke treba usaglasiti sa pozitivnim zakonskim aktima koji se odnose za ovu oblast definiranu zakonima o komunalnoj djelatnosti, zaštiti potrošača i dr.
- Instaliranje zonskih mjerača protoka i formiranje mjernih (DMA) zona, pod-zona sa ciljem mjerjenja satne potrošnje vode i kreiranja bilansa vode u određenim dijelovima distributivnog sistema.
- Instaliranje opreme i na svim značajnim mjernim mjestima korisnika usluga na principu satnog očitavanja potrošnje vode za određene zone i pod-zone.
- Implementiranje baze podataka potrošnje vode u koju bi se sakupljali svi podaci o potrošnji vode, alarmima, dijagramima, bilansima i dr. Također, u sklopu ove implementacije je potrebno napraviti i integraciju cijelokupnog sistema očitavanja „walk by“ i GSM/GPRS u jedinstven informacioni sistem sa kojim bi se vršilo očitavanje i sve ostale neophodne radnje kako bi se postigla cijelokupna funkcionalnost sistema.

5.Trenutno stanje i plan nabavke vodomjera sa daljinskim očitanjem

KP "Vodovod" a.d. Prnjavor trenutno ne raspolaže sa vodomjerima sa daljinskim očitanjem, te su u narednim tabelama dati pregledi opreme i vodomjera na daljinsko očitanje koje je potrebno napraviti u narednom periodu.

U Tabeli 1 je data tehnička specifikacija opreme neophodne za implementaciju „walk by“ sistema očitavanja vodomjera - manualno, m-bus sistemom i radijskim sistemom sa jediničnim cijenama.

- [Ukoliko vaše KP već posjeduje vodomjere na daljinsko očitanje i nije vam potrebna dodatna nabavka software-a ili radijskog prijemnika Tabelu 1 je potrebno izbrisati (redne brojeve 1,2,3).
- Ukoliko vaše KP treba samo neku od navedenih stavki nju je potrebno ostaviti, a ostale izbrisati.
- Ukoliko još uvijek nemate implementirane vodomjere na daljinsko očitanja potrebno je ostaviti sve stavke].

U Tabeli 2 je data tehnička specifikacija vodomjera, radijskih modula i radio frekventnih ventila sa jediničnim cijenama koje KP namjerava nabaviti u roku 1 – 2 godine.

[Tabelu 2 popuniti na sljedeći način;

- U polja označena žutom bojom unijeti količinu vodomjera, radijskih modula i radio frekventnih automatskih ventila koja imate namjeru nabavljati – nepotrebne stavke izbrisati
- Ukoliko nešto namjeravate nabavljati nešto dodatno i specifično od opreme molimo vas da isto navedete sa procjenom cijene nabavke].

Tabela 1: Tehnička specifikacija opreme neophodne za implementaciju walk by sistema

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina		Cijena KM (procjena)	Ukupno KM
1	MDM („Meter Data Management“) softver		1	kom	3.000,00	3.000,00

Tehnički opis:

Funkcije:	MDM („Meter Data Management“) softver-a predstavlja centralnu tehničku bazu podataka u koju se spremaju podaci od očitanja mjerača protoka na terenu, povezuje se sa svim perifernim sistemima očitanja, u njemu se vrši obrada podataka i priprema procesa očitavanja, prikazuju se neophodni izvještaji i vrši prenos podataka u ostale komponente sistema (financije, SCADA sisteme itd.).
Programski moduli:	Softver treba da ima definirane module: administracije, „fix network“ očitavanja, mobilnog očitavanja i izvještaja.
Integrirani sistemi očitavanja:	Očitavanje pomoću mobitela, ručnih računara, očitavanje „data loggera“ i očitavanje pomoću GPRS-a
Izvještaji:	Tabelarni i grafički prikazi očitavanja, kumulativnog i trenutnog protoka, mapa (karata) očitavačkih hodova sa GPS sistemom praćenja očitavača, alarmi.
Korisnički nivoi:	Softver treba da ima definirane korisničke nivoe: administratora, operatora, operatora fix network sistema, kontrolora.
Jezik:	Softver treba da bude na nekom od jezika BiH naroda.
Hardverski zahtjevi za instalaciju MDM software-a:	
Procesor i memorija:	CPU 2 GHz, RAM 2GB
Operativni sistem:	Microsoft® Windows® 7 i više verzije
Display:	Puna („Full“) HD 22“ monitor, rezolucija 1920x1080

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina	Cijena KM (procjena)	Ukupno KM
2	Softver za mobilno očitavanje („mobile reading“) pomoću mobitela		1 kom	200,00	200,00

Tehnički opis:

Funkcije: Software za mobilno očitavanje („mobile reading“) pomoću mobitela služi za manualno očitavanje mjerača na terenu. U direktnoj je vezi sa MDM (Meter Data Management) softverom od koga prima i na koji prenosi liste očitavanja čime se postiže automatika u prenosu i obradi podataka.

Očitavanje: Sprema očitanje mjerača protoka, alarme, datum i vrijeme očitavanja i GPS koordinate očitavanja.

Prenos podataka: Automatski prenos podataka na MDM (Meter Data Management) softver pomoću wireless ili mobilnog interneta.

Korisnički nivoi: Softver treba da ima definirane korisničke nivoe: administratora, operatora.

Jezik: Software treba da bude na nekom od jezika BiH naroda.

Hardverski zahtjevi za instalaciju: Svi uređaji koji posjeduju operativni sistem Microsoft® Windows® Phone 8 i viša verzija.

Redni broj	Opis	Proizvođač	Količina	Cijena KM (procjena)	Ukupno KM
3	Radio prijemnik („receiver“) za mobitel		1 kom	3.500,00	3.500,00

Tehnički opis:

Funkcije: Radio prijemnik („receiver“) se koristi zajedno sa ručnim računarcem za daljinsko radijsko očitavanje vodomjera – „walk by reading“.

Snaga signala: < 10 mW.

Vanjsko napajanje: Vanjski +5 VDC ±10%.

Radna temperatura: -10°C / +55°C.

Zaštita: IP54.

Protokol: RADIAN – otvoreni protokol.

Frekvencija: 433.82 MHz.

Vanjski priključci: RS232.

Komunikacijski nivo: M-Bus.

Prenos podataka: Dvosmjerna komunikacija.

Tabela 2: Tehnička specifikacija vodomjera, radijskih modula i radio frekventnih ventila sa jediničnim cijenama.

R.br.	Naziv robe	Jedinica mjere	Količina	Jedinična Cijena (bez PDV-a)	UKUPNO
1.	<p><u>Višemlazni vodomjer sa suhim mehanizmom</u></p> <p>Tehničke karakteristike:</p> <p>Klasa tačnosti: R160 za horizontalnu ugradnju</p> <p>Standard: ISO 9001: 2008; Tipsko odobrenje Instituta za mjeriteljstvo BiH; Zdravstveni certifikat</p> <p>Nazivni pritisak: 16 bara</p> <p>Mehanizam: vakumirani mehanizam</p> <p>Maksimalna radna temperatura: 60°C.</p> <p>Kućište: odjlevak od mesinga sa regulacionim vijkom za protok</p> <p>Zaštitni poklopac: od plastike sa mogućnošću zamjene</p> <p>Filter: cilindrični ugrađen u vodomjer, sa mogućnošću lake i brze zamjene</p> <p>Nepovratni ventil: sastavni dio vodomjera</p> <p>Svi vodomjeri moraju biti opremljeni impulsnim izlazom i spremni za ugradnju modula za daljinsko očitavanje</p>				
1.1	VODOMJER DN 15 mm 1/2"	kom	1	42,00	
1.2	VODOMJER DN 20 mm 3/4"	kom	1	45,00	
1.3	VODOMJER DN 25 mm 1"	kom	1	85,00	
1.4	VODOMJER DN 32 mm 5/4"	kom	1	110,00	
1.5	VODOMJER DN 40 mm 6/4"	kom	1	170,00	
1.6	VODOMJER DN 50 mm 2"	kom	1	280,00	
2.	<p><u>Volumetrijski vodomjer sa suhim mehanizmom</u></p> <p>Tehničke karakteristike:</p> <p>Klasa tačnosti: R200 za horizontalnu, vertikalnu i kosu ugradnju</p> <p>Standard: ISO 9001: 2008; Tipsko odobrenje Instituta za mjeriteljstvo BiH; Zdravstveni certifikat</p> <p>Nazivni pritisak: 16 bara</p> <p>Mehanizam: vakumirani mehanizam</p> <p>Maksimalna radna temperatura: 50°C</p> <p>Kućište: odjlevak od mesinga sa regulacionim vijkom za protok</p> <p>Zaštitni poklopac: od plastike sa mogućnošću zamjene</p> <p>Filter: cilindrični ugrađen u vodomjer, sa mogućnošću lake i brze zamjene i drugi dodatni filter u kućištu vodomjera</p> <p>Nepovratni ventil: sastavni dio vodomjera</p> <p>Svi vodomjeri moraju biti opremljeni impulsnim izlazom i spremni za ugradnju modula za daljinsko očitavanje</p>				
2.1	VODOMJER DN 15 mm 1/2" L=110	kom	1	45,00	
2.2	VODOMJER DN 20 mm 3/4" L=110	kom	1	50,00	

R.br.	Naziv robe	Jedinica mjere	Količina	Jedinična Cijena (bez PDV-a)	UKUPNO
3.	<p>Industrijski vodomjer sa suhim mehanizmom (woltman turbina)</p> <p>Tehničke karakteristike:</p> <p>Klasa tačnosti: R 63 minimalno, horizontalno, vertikalno, koso</p> <p>Otporan na vanjsko magnetno polje, u skladu sa EN 14154-3</p> <p>Standard: ISO 9001 : 2008; Tipsko odobrenje Instituta za mjeriteljstvo BiH; Zdravstveni certifikat</p> <p>Uz ponudu dostaviti atestnu dokumentaciju za ponuđene vodomjere</p> <p>Nazivni pritisak: 16</p> <p>Montaža na prirubnicu</p> <p>Woltman turbina u horizontalnom položaju</p> <p>Svi vodomjeri moraju biti opremljeni impulsnim izlazom i spremni za ugradnju modula za daljinsko očitavanje</p>				
2.1	VODOMJER DN 50 mm	kom	1	370,00	
2.2	VODOMJER DN 65 mm	kom	1	400,00	
2.3	VODOMJER DN 80 mm	kom	1	420,00	
2.4	VODOMJER DN 100 mm	kom	1	440,00	
2.5	VODOMJER DN 125 mm	kom	1	630,00	
2.6	VODOMJER DN 150 mm	kom	1	760,00	
4.7	VODOMJER DN 200 mm	kom	1	920,00	
6.	<p>Modul radijski AMR</p> <p>Radna frekvencija: 868.03 Mhz</p> <p>Modulacija: GFSK</p> <p>Osjetljivost prijemnika: +10dB</p> <p>Brzina komunikacije: 1.2-250 kbps</p> <p>Tip komunikacije: dvosmjerna (prijemnik-predajnik)</p> <p>Efektivna distanca (na otvorenom): 400m</p> <p>Napajanje: 3V DC lithiuim battery</p> <p>Vijek baterije: 10 godina.</p> <p>Radna temperatura: -20/+70°C</p> <p>Težina: 80 Gr.</p> <p>Klasa zaštite: IP68</p>	Kom	1	65,00	
8.	<p>RF Radio frekventni automatski ventil</p> <p>Otvoreno -Zatvoreno</p> <p>Radna frekvencija: 868.03 Mhz ISM/SRD</p> <p>Modulacija: GFSK</p> <p>Osjetljivost prijemnika: -111 dB</p> <p>Brzina komunikacije: 1.2-250 kbps</p> <p>Tip komunikacije: jednosmjerni (prijemnik)</p> <p>Efektivna distanca (na otvorenom) : 400m</p> <p>Napajanje: 3V DC litijum baterija</p> <p>Vijek baterije: 10 godina</p> <p>Radna temperatura: -20/+70°C</p> <p>Težina: 460 Gr.</p>				
	DN 15	kom	1	65,00	
	DN 20	kom	1	70,00	
UKUPNO					

06

Prijedlog ugradnje zonskih vodomjera, Vodovod Kostajnica

1. Uvod

Za potrebe projekta „Općinskog okolišnog i ekonomskog upravljanja – Projekat MEG“ konsultant je izvršio početno zoniranje vodovodne mreže u onim vodovodnim sistemima koji nisu bili podijeljeni u mjerne zone, kao i unapređenje mjernih zona za one vodovodne sisteme koji su već imali definirane DMA zone. Prilikom definiranja DMA zona vodilo se računa da budu zadovoljeni slijedeći kriteriji:

- Maksimalno iskorištenje postojećih ugrađenih elektromagnetskih mjerača protoka;
- Pridržavanje preporučenog broja korisnika usluga u zoni 500 – 3.000;
- Mogućnost što bolje izolacije zone;
- Cjelovitost zone kao geografske sredine;
- Mogućnost izgradnje mjernog mesta ili korištenje postojećih objekata.

Nakon što su definirane početne DMA zone, izvršeno je pozicioniranje mjernih šahtova i opreme koja je neophodna za vršenje mjerena u dатој DMA zoni.

Postupak definiranja ulaza u mjerne zonu je urađen na osnovu slijedećih kriterija:

1. Na ulazu u mjerne zonu postoji mjerne mjesto (šaht) sa svim neophodnim armaturama i fazonskim komadima, i sa postavljenim mjeračima protoka sa logerom – takvi ulazi su označeni zelenom bojom na crtežima. Ova merna mjesta zahtijevaju minimalna ulaganja (npr. instalacija mjesta za mjerač pritiska, probaji za kablove kroz zidove šahta i sl.);
2. Na ulazu u mjerne zonu postoji mjerne mjesto (šaht), ali nedostaju neophodne armature i fazonski komadi, te mjerači protoka sa logerom – takvi ulazi su označeni narandžastom bojom na crtežima;
3. Na ulazu u mjerne zonu ne postoji niti mjerne mjesto niti neophodne armature i fazonski komadi, niti mjerači protoka sa logerom - takvi ulazi su označeni crvenom bojom na crtežima.

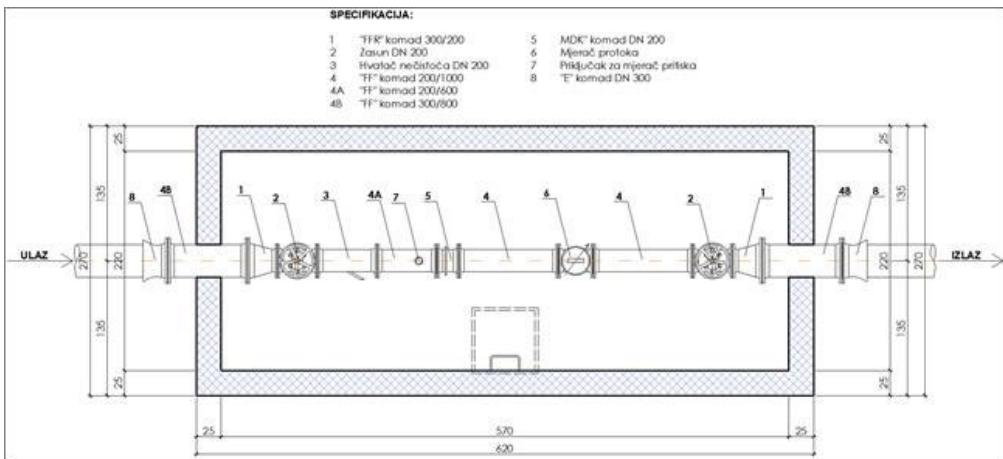
Crteži sa naznačenim DMA zonama i definiranim ulaznim mjestima u DMA zone se nalaze u prilogu 4.5. 2.

Jedan mjerne šaht bi se trebao minimalno sastojati od slijedećih armatura i fazonskih komada:

- Redukcija FFR-komad (2 komada),
- FF-komad (5 komada),
- Montažno-demontažni komad (1 komad),
- Ventili (2 komada),
- Mjerač protoka (1 komad),
- Instalacija za mjerač pritiska (1 komad).

Preporuka je da se u mernom šahtu ugrađuje mjerač protoka profila koji je za jednu mjerne jedinicu manji od ulazne cijevi u mernes Šaht, da bi se postigla ispunjenost cijevi i obezbijedilo mjerjenje s većom tačnosti. Ovo se potvrđuje mjeranjem protoka u zadanoj DMA zoni u trajanju od sedam dana i na osnovu dobivenih vrijednosti se odabire konačni profil mjerača protoka. Tip i vrsta mjerača protoka će se odrediti u skladu sa potrebama vodovodnog preduzeća.

Na narednoj slici dat je grafički prikaz jednog tipskog mernog šahta sa svim potrebnim elementima.



Slika 1. Tipski mjerni šah s potrebnom opremom

2. Kriteriji za odabir lokacije mjernog mjesta

Za svaku metodu mjerjenja vode, neophodno je izgraditi adekvatna mjerna mjesta i izvršiti pravilan izbor lokacije za mjerjenje.

Prilikom odabira same lokacije za mjerjenje mora se voditi računa o sljedećem:

- mjesto na kojem će se graditi mjerni šah mora biti suho, a sam šah mora biti dovoljno velik da se u njemu može lako postaviti mjerni uređaj. Šah bi trebao da se izgradi od vodonepropusnog betona da bi se unutar šahta održali uslovi da ne dođe do oštećenja mjerne opreme. Također, kod izgradnje šahta treba voditi računa o dovoljnog manipulacijskom prostoru i mogućnostima da se izvrši dovod neophodnih elektroinstalacija za eventualno povezivanje mjerača protoka sa sistemom telemetrije. Kod izgradnje šahta za povremeno mjerjenje protoka treba voditi računa da se u taj šah može ugraditi i stalni mjerač protoka i pritiska, ukoliko se naknadno za to ukaže potreba;
- posebno je važno da lokacija gdje će se vršiti mjerjenje bude zaštićena od mogućeg vandalizma ili krađe. Ovo se odnosi samo na prijenosne mjerače protoka i pritiska koji su veoma skupi, lako ih je skinuti i mada postoji veoma mali broj ljudi koji ih zna koristiti, kada se taj uređaj postavi neosiguran, pogotovo na napuštenim mjestima, vrlo je vjerojatno da će se naći netko tko će ga otuditi. Moguće je primijeniti različite metode osiguranja mjernih mjesta (fizičko obezbjeđenje šahta, zaključavanje šahta pomoću katanca, konstrukcija šahta gdje se mjerni uređaj ne vidi po samom podizanju poklopca i slične metode);
- lokacija šahta mora biti nizvodno od eventualnih preljeva vode ili nemerenih priključaka, jer se takvo mjerjenje ne bi moglo uspoređivati sa mjeranjima kod korisnika usluga. Ukoliko postoji mogućnost širenja naselja i same distributivne mreže, onda mjesto izgradnje mjernog šahta mora biti uzvodno u odnosu na to područje;
- obzirom da se za zonska i mjerjenja na izvorištima koriste elektromagnetski i ultrazvučni mjerači protoka, ili Voltman-ovi vodomjeri, zajednička osobina svih ovih uređaja je da mogu mjeriti protok tačno samo ukoliko je profil cijevi potpuno ispunjen vodom. Ispunjenoća cijevi vodom u punom profilu je jako važan uslov kada je u pitanju odabir lokacije za mjerjenje. Također treba

- voditi računa da na mjestu mjerjenja protoka ne postoji nikakva mogućnost stvaranja vazdušnih džepova;
- kod ugradnje mjerača protoka treba poštovati preporuke njihovih proizvođača o postavljanju mjerača, bilo da je riječ o ugradbenoj ili prijenosnoj verziji, mora biti u pravcu na određenoj dužini uzvodno i nizvodno od mjernog uređaja kako bi se na mjernom mjestu izbjegla neravnomjerna turbulencija, a zbog čega mjerjenje ne bi bilo tačno;
 - cijev na koju će biti postavljen mjerač protoka, bilo da je riječ o ugradbenoj ili prijenosnoj verziji, mora biti u pravcu na određenoj dužini uzvodno i nizvodno od mjernog uređaja kako bi se na mjernom mjestu izbjegla neravnomjerna turbulencija, a što bi uzrokovalo netačna mjerena.

3. Postojeće stanje mjerne opreme

KP "Komunalno" a.d. Kostajnica ne posjeduje mobilnu opremu za mjerjenje protoka i pritisaka unutar vodovodne mreže, te je istu neophodno postupno i nabaviti da bi se omogućio samostalan rad preduzeća po ovom pitanju.

Potrebno je da se za početak nabave minimalno:

- Ultrasonični mobilni mjerač protoka (1 komad),
- Mobilni mjerač pritiska (1 komad),
- Mjerač debljine stijenke cijevi (1 komad).

Procijenjeno je da troškovi nabave ove opreme iznose oko **22.000,00 KM**. Alternativno se ova oprema može periodično posuđivati od susjednih vodovoda koji istu posjeduju, ako sredstva za nabavku ne bi bila brzo dostupna.

4. Potrebna oprema za smanjenje ne-prihodovane vode

Pored nabrojane mobilne mjerne opreme, potrebno je da preduzeće izvrši nabavku i geofona, čija procijenjena vrijednost iznosi oko 6.000,00 KM, da bi se nakon mjerjenja protoka i pritiska mogle provoditi i mjere za smanjenje ne-prihodovane vode u DMA zonama.

Ukupna vrijednost nabavke mjerne opreme i opreme za smanjenje ne-prihodovane vode iznosi oko **28.000,00 KM**. I u ovom slučaju vrijedi napomena da se alternativno ova oprema može periodično posuđivati od susjednih vodovoda koji istu posjeduju, ako sredstva za nabavku ne bi bila brzo dostupna.

5. Zonski vodomjeri i procjena troškova

U narednoj tabeli se daje pregled definiranih DMA zona u toku početnog zoniranja vodovodne mreže, definiranih ulaza u DMA zonu i procjena troškova za potpuno dugoročno opremanje ili nedostajućih elemenata mjernih mjesta.

ZONA	PODRUČJE OBUHVATA	PROFIL IZLAZNE CIJEVI	NAPOMENA	PROCJENA TROŠKOVA (KM)
ZONA A	Centar (dio), Majina, Bubnjarica	DN 315	Na ulazu u mjernu zonu postoji mjerno mjesto, armatura i fazonski komadi, ali je neispravan mjerač protoka sa logerom	8.000,00
ZONA B	Centar (dio), Čekinovac, Otoke	DN 100	Na ulazu u mjernu zonu potrebno je izgraditi mjerno mjesto, nabaviti i ugraditi armaturu sa fazonskim komadima, te nabaviti i ugraditi mjerač protoka sa logerom	10.500
ZONA C	Fazlovan, Tavija	DN 150	Na ulazu u mjernu zonu potrebno je izgraditi mjerno mjesto, nabaviti i ugraditi armaturu sa fazonskim komadima, te nabaviti i ugraditi mjerač protoka sa logerom	14.500
	Tašli bunar, Šikare, Polje, Luke, Bakule	DN 150	U mjernoj zoni postoji mjerno mjesto sa svim neophodnim armaturama i fazonskim komadima, te sa postavljenim mjeračem protoka sa logerom.	0,00
ZONA D	Skakavac, Mrakodol, Potočani	DN 110	Na ulazu u mjernu zonu postoji mjerno mjesto sa svim neophodnim armaturama i fazonskim komadima, te sa postavljenim mjeračem protoka sa logerom.	0,00
ZONA E	Urije, Uvrati, Bare, Krčevine, Grdanovac	DN 75	Na ulazu u mjernu zonu potrebno je izgraditi mjerno mjesto, nabaviti i ugraditi armaturu sa fazonskim komadima, te nabaviti i ugraditi mjerač protoka sa logerom	10.500
ZONA F	Otoke, Zbežine, Srednja Petrnja, Donja Petrnja	DN 110	Na ulazu u mjernu zonu potrebno je izgraditi mjerno mjesto, nabaviti i ugraditi armaturu sa fazonskim komadima, te nabaviti i ugraditi mjerač protoka sa logerom	14.500
UKUPNO (KM)				58.000,00

Pored definiranih ulaznih mjeseta izvršena je procjena ugradnje potrebnih graničnih ventila za izoliranje svake pojedine DMA zone prema trenutno ucrtanom stanju vodovodne mreže. Pregled graničnih ventila dat je u narednoj tabeli.

ZONA	PODRUČJE OBUHVATA	PROFIL GRANIČNIH VENTILA	NAPOMENA	PROCJENA TROŠKOVA (KM)
ZONA A	Centar (dio), Majina, Bubnjarica		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00
ZONA B	Centar (dio), Čekinovac, Otoke		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00

ZONA C	Fazlovan, Tavija		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00
	Tašli bunar, Šikare, Polje, Luke, Bakule		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00
ZONA D	Skakavac, Mrakodol, Potočani		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00
ZONA E	Urije, Uvrati, Bare, Krčevine, Grdanovac		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00
ZONA F	Otoke, Zbe- žine, Srednja Petrnja, Donja Petrnja		Nije potrebna ugradnja graničnih ventila	0,00
UKUPNO (KM)				0,00

REKAPITULACIJA:

UGRADNJA ZONSKIH MJERAČA PROTOKA:	58.000,00 KM
UGRADNJA GRANIČNIH VENTILA:	0,00 KM
SVE UKUPNO:	58.000,00 KM

Gore navedene tabele u kojima su pobrojani troškovi predstavljaju grubu procjenu na osnovu trenutno raspoloživih podataka. Sukladno raspoloživim sredstvima za realizaciju gore navedenih aktivnosti može se pristupiti fazno kroz određeni period.

07

Plan zoniranja mreže vodovodnog sistema Teslić

1. Uvod

Kako vodovodne mreže postaju starije, istovremeno postaju pogodne za curenje. Osim toga, čak i nove mreže često imaju pukotine, kao rezultat loše instalacione prakse i odabira pogrešnih materijala. U vodovodima koji imaju stotine ili hiljade kilometara cjevovoda, nije jednostavan zadatak locirati naprslinu ili lom, posebno jer su mnoge od njih nevidljive. Ova situacija se vremenom pogoršava, dok u najtežim slučajevima ne bude bilo potrebno redukovati potrošnju vode za dio dana kada se zatvara snabdijevanje.

Rješenje je stvoriti stalnu kontrolu sistema curenja podijelivši mrežu na zone koje se nazivaju Mjerne zone (DMA, eng.), kako bi se curenje u svakoj zoni izmjerilo (kvantifikovalo), te da se detekcija uvijek može odraditi (usmjereni) na dio mreže gdje ima najviše curenja. Kada se dostigne određeni (prihvatljivi) nivo curenja, protok u zoni se može nadgledati, kako bi se svako novo curenje odmah identifikovalo.

Aktivna kontrola curenja se pokazala uspješnom u dijelu cjelokupnog planiranja smanjenja i naknadnog monitoringa gubitaka. Tokom posljednje četvrtine vijeka, ista se sa uspjehom primjenjuje širom svijeta.

Ipak, ova tehnika zahtjeva duboko razumijevanje i ne bi trebala da bude korištena (razmotrena) za brze popravke sistema. Umjesto toga, ista je sredstvo koje dozvoljava efikasno upravljanje curenjem, pošto zahtjeva jako upravljanje i relevantnu radnu snagu, kako bi bilo uspješno sprovedeno. Početno kontrolisanje curenja korišćenjem mjernih zona obično zahtjeva značajna kratkoročna i dugoročna sredstva, kako bi bilo efektivno. U kratkoročnom smislu, neophodno je poznavanje postojeće mrežne konfiguracije, ali i planiranje i realizacija mjera traženih od strane onih koji rukovode mernim zonama. U dugoročnom smislu, potrebno je održavati sistem u operativnom smislu, analizama podataka, lokalizovanju i popravljanju naprslina itd.

Ovaj dokument sadrži prikaz zoniranja vodovodne mreže kojom upravlja PKP "Rad" a.d. Teslić.

2. Metodologija

Ključna stavka za upravljanje mernim zonama je ispravna analiza protoka koja određuje da li postoje pretjerana curenja i identificiše pojavu novih curenja. Oblikovanje mernih zona je specifično za svaku vodovodnu mrežu uslijed hidrauličkih uslova, kvaliteta vode i propisa. Veličina mjerne zone će uticati na vrijednost curenja koja mogu biti identifikovana. Velike mjerne zone će imati tendenciju da imaju više curenja i potrošača koji troše vodu u toku noći, što će značiti da stvarni gubici predstavljaju manji postotak minimalnog noćnog protoka, čime smanjuju svoju „vidljivost“.

Podjela velike vodovodne mreže može biti delikatan posao koji, ukoliko nije sproveden sa mjerama opreza, može da prouzrokuje problem u snabdijevanju i kvalitetu. Međutim, ukoliko se pravilno pristupi i djeluje, čak i najveće i najkompleksnije mreže mogu da budu uspješno podijeljene. Poenta je imati detaljno i temeljno znanje o hidrauličkim operacijama u postojećoj mreži.

Po pravilu, projekcija počinje od distributivnog cjevovoda (izvorišta) i proširenja ka distributivnoj mreži. Cilj je da se, koliko je god moguće, mjerne zone odvoje od transportnih cjevovoda, čime se poboljšava kontrola, tako da ne utiče na fleksibilnost sistema. Shodno tome, ključni element ovog inicijalnog pregleda biće utvrđivanje lokalne prakse ili zakonskih zahtjeva koji se tiču fleksibilnosti

snabdjevanja, kao što je zadovoljavanje vatrogasnih kapaciteta itd.

2.1. Opis vodovodnog sistema

Vodovodni sistem u Tesliću se snabdijeva vodom iz vodozahvata rijeke Usore. Postrojenje za prečišćavanje vode je izgrađeno 1968. godine i uključuje sedimentaciju, filtraciju i hlorinizaciju vode. Prosječna proizvodnja vode iznosi 55 l/s, što je manje u odnosu na kapacitet fabrike od 75 l/s. PKP "Rad" a.d. Teslić obezbeđuje snabdijevanje vodom oko 22 000 stanovnika unutar gradskog područja, kao i u nekoliko prigradskih i seoskih naselja.

Ukupan broj priključaka je 8 754 od kojih su fizička lica 8 123, a pravna 631.

Voda se do grada distribuira putem dva transportna cjevovoda ukupne dužine 17 km. Dužina primarne i sekundarne mreže iznosi oko 95 km. Gubici vode se procjenjuju na 40%.



Slika 2.1.1. Filter stanica Teslić



2.1.1. Postojeći vodozahvati i izvorišta pitke vode Grada Teslića

Vodovodni sistem u Tesliću se snabdijeva vodom iz vodozahvata „Studenci“ na rijeci Usori, osam kilometara uzvodno od grada (Slika 2.1.1.1). Izgrađen je 1968. godine. U pitanju je otvoreni vodozahvat u koritu rijeke maksimalnog kapaciteta 115 l/s. Vodozaštitne zone nisu uspostavljene.



Slika 2.1.1.1. Vodozahvat na rijeci Usori

2.1.2. Prepumpne stanice i rezervoari

Broj rezervoara u vodovodnom sistemu je 12. Vodovodni sistem je izgrađen u dvije visinske zone. Prva visinska zona je do kote 240 m.n.m., a druga je od kote 240 do 300 m.n.m. Snabdijevanje naselja vodom u drugoj visinskoj zoni se vrši prepumpavanjem vode

u pumpnim stanicama. Na mreži nema sektorskih zatvarača, ali postoje zatvarači na pojedinim dionicama mreže. Treća visinska zona je planirana za oblast naselja Bežlja, do 330 m.n.m. Prvu zonu snabdijeva rezervoar „Stenjak I“ a drugu visinsku zonu rezervoar „Stenjak II“. Rezervoar Stenjak I snabdijeva se vodom sa filter postrojenja, dok se Rezervoar Stenjak II snabdijeva preko rezervoara Stenjak I. Visinski položaj postojećih rezervoara obezbjeđuje povoljne pritiske u većem dijelu mreže. Prosječni pritisak u gradskom području iznosi 3,2 do 4 bara. Najveći problem sa pritiscima javlja se u naselju Donji Rankovići gdje pritisci dostižu 10 bara. Smatra se da je uzrok visokih pritisaka udaljenost krajnjih potrošača (cca. 1800 m) i visinska razlika (cca. 80 m).

U filter stanicu je instalirano 5 agregata. Pumpanje vode u gradsko područje se vrši sa tri pumpe, tipa:

- Grundfos SP 160-5/A, Hp=80 m, Q=50 L/s, N=55 KW
- Grundfos SP 215-4, Hp=98 m, Q=60 L/s, N=75 KW i
- MZT Skoplje DP14-5, Hp=79 m, Q=45 L/s, N=75 KW.
- Ostala dva agregata su predviđena kao bunarska.

Tabela br. 2.1.2.1 Rezervoari u vodovodnom sistemu Teslić

Naziv	Zapremina (m ³)	Godina izgradnje	Kota dna (m n.m.)	Kota preliva (m n.m.)
Stenjak 1	400	<20	245.9	250.7
Stenjak 2	200	<20	314	318
Ruževići	150	2007	321	325
Ruževići 2	12	2007	225	227.5
Ruževići (Čečava)	200	2016	227	231
Vukovača	100	2007	229	232
Stevića brdo- stari	100	<20	319	322
Stevića brdo- novi	400	2016	320.5	324
Gusti Teslić	20	2016	300	302.5
Gomjenica	100	<20	247	250
Barići	400	2012	244.9	248.54
Bežlja	200	2016	315	318

Tabela br. 2.1.2.2 Pumpne i buster stanice u vodovodnom sistemu Teslić

Naziv	Broj agregata	Godina izgradnje
Filter stanica	5	<20
Stenjak	3	<20
Gomjenica	6	2009
PS Ruževići (Cigani)	1	od 10 do 15
PS Ruževići 2	2	2007
PS Vukovača	4	od 10 do 15
PS Barići-stara	3	2012
PS Marijani	3	<20
PS Barići - novi	2	2016
PS Savići	2	2016
Buster Bežlja	2	2016
Ruževići (Čečava)	2	2016

2.1.3. Transportni i distributivni cjevovodi

Vodovodni sistem Teslića čine najstarije azbest – cementne i PVC cijevi, a u posljednjih 30-tak godina, preovladavaju materijali od polietilena i polipropilena, odnosno PEHD cijevi koje su trenutno najzastupljenije cijevi za izgradnju vodovodnih sistema. Ukupna dužina vodovodne mreže Teslića iznosi 95,7 km, od čega dužina transportnih cjevovoda je 49,4 km a distributivnih 46,3 km. U Tabeli 2.1.3.1. dat je prikaz dužina cjevovoda prema prečnicima, vrsti materijala koji je zastupljen i starosti. Iz navedene tabele se vidi da azbest – cementne cijevi čine oko 25% vodovodne mreže u vodovodnom sistemu Teslića, što potvrđuje konstataciju o starosti transportno-distributivne mreže.

Tabela br. 2.1.3. Tabelarni prikaz cijevnog materijala u vodovodnom sistemu Teslić u odnosu na prečnik,vrstu materijala i starost cjevovoda

Procjenjena starost (god)	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (m)	Procenat (%)
<5	AC	-	0.00	0%
		90	637.05	0.67%
	PVC	160	3,919.47	4.10%
		225	1,259.84	1.32%
	PEHD	75	805.14	0.84%
		90	1,635.49	1.71%
		110	6,676.72	6.98%
		140	7,031.15	7.35%
	PEHD	160	577.89	0.60%
		200	1,041.72	1.09%
		225	563.14	0.59%
		150	1,121.77	1.17%
5-10	PVC	63	1,459.59	1.53%
		110	612.10	0.64%
	PEHD	50	774.35	0.81%
		63	1,027.83	1.07%
10+	AC	100	2,499.18	2.61%
		125	2,127.20	2.22%
		150	962.74	1.01%
		200	6,345.18	6.63%
		250	10,522.82	11.00%
	PVC	50	188.90	0.20%
		63	2,995.32	3.13%
		90	7,271.81	7.60%
		110	16,028.53	16.75%
		140	152.00	0.16%
		160	1,067.43	1.12%
		200	215.46	0.23%
		225	8,487.02	8.87%
	PEHD	40	388.42	0.41%
		63	2,752.71	2.88%
		90	3,257.58	3.40%
		110	1,272.15	1.33%
		Ukupno:	95,677.69	100%

3. Mjerne zone u VS Teslić

Vodovodni sistem u Tesliću se može podijeliti na 13 mjernih (DMA) zona.

3.1. Mjerna zona 1 (DMA 1)

Mjerna zona 1 pokriva područje snabdijevanja vodom iz cjevovoda koji ide od postrojenja za proizvodnju vode i rezervoara Gomjenica. Mjerenje protoka u zoni se vrši na ulazu na stacionarnom mjeraču protoka kod fabrike vode. Na izlaznom cjevovodu PVC 225 potrebno je izgraditi mjerno mjesto MM-Q4. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 1 iznosi 11,317 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih promjera i materijala (Tabela 3.1.1).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK1} = Q_{MM-Q1} - Q_{MM-Q4} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.1: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 1

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	63	3.358
2	PVC	90	1.184
3	PVC	110	0.612
4	PVC	225	5.055
5	AC	150	1.1
6			

3.2. Mjerna zona 2 (DMA 2)

Mjerna zona 2 obuhvata dio od izvorišta, naselja Banja Vrućica pa sve do ulaska u grad kod mosta. Mjerenje protoka u zoni 2 se vrši na ulazu na stacionarnom mjeraču QMM-Q2 protoka kod fabrike vode. U zoni se nalazi Banja Vrućica kao veliki potrošač pa je izvršeno zasebno mjerenje. Zbog problema oko razdvajanja zone, iz zone je izdvojen odvojak za zaseok Donjani tako što je na početku cjevovoda postavljen mjerač protoka koji je mjerio izlaz iz zone (mjerno mjesto MM-Q7). Na izlaznom cjevovodu AC 250 nalazi se mjerno mjesto MM-Q8. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 2 iznosi 13,443 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih promjera i materijala (Tabela 3.1.2).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK2} = Q_{MM-Q2} - Q_{MM-Q7} - Q_{MM-Q8} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.2: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 2

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PHDE	63	0.5
2	PHDE	40	0.4
3	PHDE	90	2.2
4	PVC	110	2.7
5	PVC	200	0.2
6	AC	250	7.2
7	PVC	63	0.2

3.3 Mjerna zona 3 (DMA 3)

Mjerna zona 3 uključuje područje koje se gravitaciono snabdijeva vodom iz rezervoara Bežlja. Na ulazu u mjernu zonu 3 nalazi se buster stanica Savići, gdje se vrši mjerjenje protoka za rezervoar. Na izlazu iz rezervoara je cijev HDPE 110 na kojoj se nalazi mjerač protoka. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 3 iznosi 3,134 km.

Cjevovodi su izgrađeni od HDPE cijevi različitih profila (Tabela 3.1.3).

Tabela 3.1.3: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 3

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PHDE	110	1.631
2	PHDE	90	1.244
3	PHDE	75	0.259
4			

3.4. Mjerna zona 4 (DMA 4)

Mjerna zona 4 pokriva područje vodosnabdijevanja iz rezervoara Bežlja. Trenutno se ne vrši distribucija vode u ovu zonu. Na izlaznom cjevovodu (HDPE 110) iz rezervoara se nalazi mjerno mjesto MM-Q6. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 4 iznosi 2.386 km. Cjevovodi su izgrađeni od profila PVC 75 i HDPE 110 (Tabela 3.1.4).

Tabela 3.1.4: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 4

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	75	0.546
2	PHDE	110	1.84
3			

3.5. Mjerna zona 5 (DMA 5)

Mjerna zona 5 pokriva područje užeg gradskog jezgra. Na ulaznim cjevovodima (PVC 225 i AC 200) predviđena su mjerna mjesta MM-Q4, MM-Q9 i MM-Q10. Na izlaznim cjevovodima (AC 200, PVC 160 i HDPE 225) predviđena su mjerna mjesta MM-Q11, MM-Q17 i MM-Q18. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 5 iznosi 22.679 km. Cjevovod je izgrađen od cijevi različitog prečnika i materijala (Tabela 3.1.5).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK5} = Q_{MM-Q4} + Q_{MM-Q9} + Q_{MM-Q10} - Q_{MM-Q17} - Q_{MM-Q18} - Q_{MM-Q11} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.5: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 5

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	AC	100	1.4012
2	AC	125	0.6724
3	AC	150	0.7861
4	AC	200	1.5773
5	AC	250	0.8257
6	PVC	63	0.1561
7	PVC	90	2.7982
8	PVC	110	8.4
9	PVC	160	0.4
10	PVC	225	4.8
11	PHDE	63	0.7
12	PHDE	110	0.2
13			

3.6. Mjerna zona 6 (DMA 6)

Mjerna zona 6 obuhvata područje vodosnabdijevanja sa rezervoara Stenjak 1 i Stenjak 2, kao i uže gradsko jezgro. Na ulaznom cjevovodu AC 250 je predviđeno mjerno mjesto MM-Q8, a na izlaznim cjevovodima AC 200 mjerna mjesta MM-Q9 i MM-Q10. Voda se prepumpava iz rezervoara Stenjak 1 kroz cijev PVC 110 u Stenjak 2, odakle se dalje distribuira potrošačima. Mjerna mjesta se nalaze i na izlazima rezervoara. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 6 iznosi 6.767 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.6).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK6} = Q_{MM-Q8} - Q_{MM-Q9} - Q_{MM-Q10} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.6: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 6

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	AC	100	1.276
2	AC	150	0.4
3	AC	250	2.030
4	AC	300	1.086
5	PVC	50	0.177
6	PVC	63	0.508
7	PVC	110	1.327
8			

3.7. Mjerna zona 7 (DMA 7)

Mjerna zona 7 pokriva područje vodosnabdijevanja sjevernog dijela opštine, odnosno naselja Margita i Žarkovina. Na ulaznom cjevovodu (AC 200) je pretrebno izgraditi mjerno mjesto MM-Q11. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 11 iznosi 2.752 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.7).

Tabela 3.1.7: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 7

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	90	0.36
2	PVC	110	1.052
3	PVC	160	0.152
4	AC	200	1.188
5			

3.8. Mjerna zona 8 (DMA 8)

Mjerna zona 8 je kaskadnog tipa i u njoj će se mjeriti ulazni i izlazni protok iz zone. Zona 12 pokriva područje snabdijevanja vodom iz rezervoara Ruževići-Čečava (gravitacioni cjevovod HDPE 200) i Ruževići 2 (gravitacioni HDPE 63). Dužina svih cjevovoda u zoni 12 iznosi 4.802 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.8).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK12} = Q_{MM-Q12} + Q_{MM-Q15} - Q_{MM-Q13} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.8: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 8

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	63	0.261
2	PVC	110	0.678
3	PHDE	63	0.856
4	PHDE	200	1.042
5	AC	200	2.0

3.9. Mjerna zona 9 (DMA 9)

Mjerna zona 13 pokriva područje koje se gravitaciono snabdijeva vodom kroz cjevovod HDPE 50 mm iz rezervoara Ruževići. Na izlazu iz rezervoara Ruževići 2 nalazi se mjerno mjesto MM-Q14 za zonu. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 13 iznosi 0.774 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi HDPE 50 mm (Tabela 3.1.9).

Tabela 3.1.9: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 9

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PHDE	50	0.774
2			

3.10. Mjerna zona 10 (DMA 10)

Mjerna zona 10 je kaskadnog tipa i u njoj će se mjeriti jedan ulazni i jedan izlazni protok iz zone. Na ulaznom cjevovodu (PVC 110) predviđeno je mjerno mjesto MM-Q16, a na izlaznom (AC 200) mjerno mjesto MM-Q15. Na jednoj cijevi PVC 110 je predviđena mogućnost zatvaranja protoka prema zoni 5. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 10 iznosi 3.924 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.10).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK10} = Q_{MM-Q18} - Q_{MM-Q16} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.10: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 10

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	AC	200	0.3307
2	PVC	110	3.5936
3			

3.11. Mjerna zona 11 (DMA 11)

Mjerna zona 11 je kaskadnog tipa i u njoj će se mjeriti dva ulazna i dva izlazna protoka iz zone. U zoni se nalaze dva rezervoara (Vukovača i Stevića brdo-Stari). Na ulaznom cjevovodu (PVC 160) predviđeno je mjerno mjesto MM-Q17, a na izlaznom (PVC 110) mjerno mjesto MM-Q15.

Dužina svih cjevovoda u zoni 15 iznosi 9.31 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.11).

Ukupni ulaz u zonu će predstavljati razliku protoka ulaznog i izlaznog mjerača, odnosno

$$Q_{UK11} = Q_{MM-Q17} - Q_{MM-Q15} \text{ (l/s)}$$

Tabela 3.1.11: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 11

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	90	0.284
2	PVC	110	1.73
3	PVC	160	4.578
4	PHDE	63	1.664
5	PHDE	75	1.1
6			

3.12. Mjerna zona 12 (DMA 12)

Mjerna zona 12 pokriva područje koje se snabdijevanja vodom iz rezervoara Barići i rezervoara Stevića brdo - novi. U okviru zone se nalazi i buster stanica Barići. Na ulaznom cjevovodu HDPE 225 mm predviđeno je mjerno mjesto MM-Q18. Rezervoari na ulazima i izlazima su opremljeni odgovarajućim mjeračima. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 16 iznosi 8.089 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.12).

Tabela 3.1.12: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 12

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	90	0.606
2	PVC	110	0.506
3	PHDE	140	6.414
4	PHDE	225	0.563
5			

3.13. Mjerna zona 13 (DMA 13)

Mjerna zona 13 pokriva područje snabdijevanja vodom iz rezervoara Gusti Teslić . Od rezervoara Stevića brdo-novi gravitaciono se kroz cijev PEHD 140 puni rezervoar Gusti Teslić. Na dvije izlazne cijevi PEHD 140 i PEHD 110 predviđeno je mjerjenje protoka. Ukupna dužina svih cjevovoda u zoni 7 iznosi 4.652 km. Cjevovodi su izgrađeni od cijevi različitih profila i materijala (Tabela 3.1.13).

Tabela 3.1.13: Vrste i dužine cjevovoda u DMA 13

	Materijal	Prečnik (mm)	Dužina (km)
1	PVC	90	0.637
2	PHDE	90	0.392
3	PHDE	110	2.428
4	PHDE	140	1.195
5			

4. Formiranje matematičkog modela i rezultati simulacija

4.1. Softverski paket i projektni kriterijumi

Hidraulički proračuni, odnosno matematsko modeliranje urađeno je pomoću softverskog paketa Aquanet.

Programski paket " Aquanet " namjenjen je računskoj simulaciji tečenja pod pritiskom u zatvorenim sistemima (cjevovodima), u uslovima stacionarnog, odnosno blago promjenjivog režima tečenja.

Namijenjen je prevashodno hidrauličkoj analizi vodovodnih sistema u realnim uslovima rada (promjenjivi oticaji , upravljanje radom pumpnih stanica , regulacionih zatvarača i td.).

Proračun hidrauličkih gubitaka sprovodi se po D' Arcy-Weisbach - ovoj formuli koja nudi realističnije modeliranje od Hazen-Williams - ove formule, naročito kada se ima na umu da se posjeduju veoma moći računari. Prandtl-Colebrook -ov koeficijent otpora (λ) izračunava se u zavisnosti od koeficijenta absolutne rapavosti (k) i Reynoldsovog broja (Re).

Proračun iteracija zasnovan je na proračunu sistema uslovnih jednačina pomoću trakastih matrica promjenjive širine. Proračun gubitaka odnosno Prandtl-Colebrook -ov koeficijent trenja preračunava se za svaku cijev u svakoj iteraciji, zato što vrijednost Reynoldsovog broja varira u zavisnosti od brzine tečenja, što povećava tačnost proračuna. Vrijednost kinematskog viskoziteta je $1.19 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (vrijednost za temperaturu vode na 15°C), a gustina 1000 kg/m^3 .

Ulagani podaci za programski paket Aquanet formirani su na osnovu dwg konfiguracije sistema uređene u Acad-u, tj. kompletna geometrija vodovodnog sistema Teslića prenešena je iz ovog programa.

Proračun paketom Aquanet je moguće uraditi za slučaj dva proračunska stanja i to :

- proračun trenutnog stanja rada sistema - simulacija Q_{\max}^h
- kontinualna dnevna i višednevna simulacija rada sistema

U našem slučaju neophodna je kombinacija ova dva proračunska stanja. Da bi smo provjerili rad pumpnih stanica, rezervoara i sagledali rad kompletog vodovodnog sistema Teslić, neophodno je uraditi dnevnu ili višednevnu simulaciju rada i proračun trenutnog stanja za Q_{\max}^h .

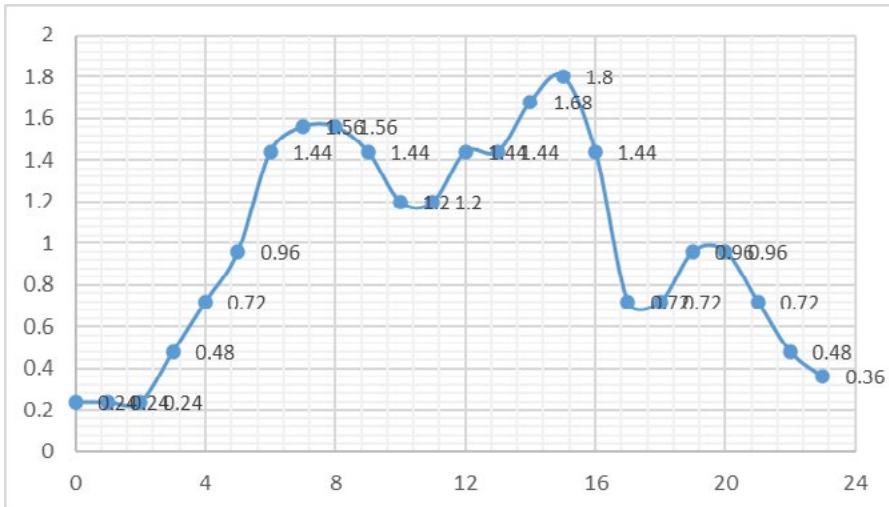
4.2. Ulazni parametri za proračun i modeliranje

Nakon definisanja konfiguracije vodovodnog sistema u matematskom modelu unešeni su podaci o čvornim opterećenjima i usvojene vrijednosti koeficijenata časovnih neravnomjernosti za proračunski slučaj "mali grad". U vangradskom području usvojene su vrijednosti koeficijenata časovnih neravnomjernosti za proračunski slučaj "selo".

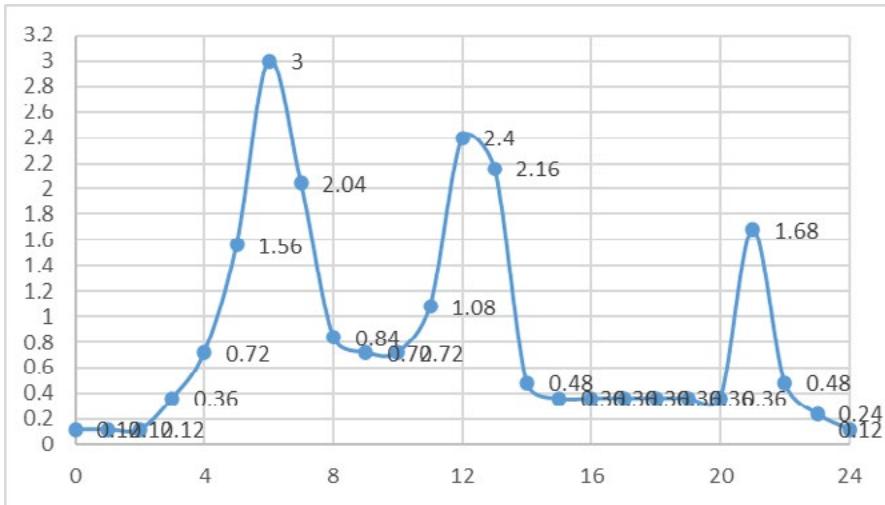
Čvorna opterećenja u inicijanom modelu raspoređena su na osnovu broja stanovnika, u pripadajuće čvorove. U čvorove je raspoređena prosječna isporučena količina vode iz fabrike, $qsr.dn=54,43 \text{ L/s}$, a na osnovu dnevnog koeficijenta $kd=1,30$ i maksimalnog časovnog koeficijenta potrošnje dobiju se proračunske vrijednosti maksimalne dnevne potrošnje $Q_{\max}^{dn}=70,76 \text{ L/s}$ i maksimalne časovne potrošnje $Q_{\max}^h=187,96 \text{ L/s}$.

U Dijagramu br.4.1.1. dati su usvojeni koeficijenti časovne neravnomjernosti za proračunski slučaj "mali grad", a u Dijagramu br.4.1.2. dati su usvojeni koeficijenti časovne neravnomjernosti za proračunski slučaj "selo".

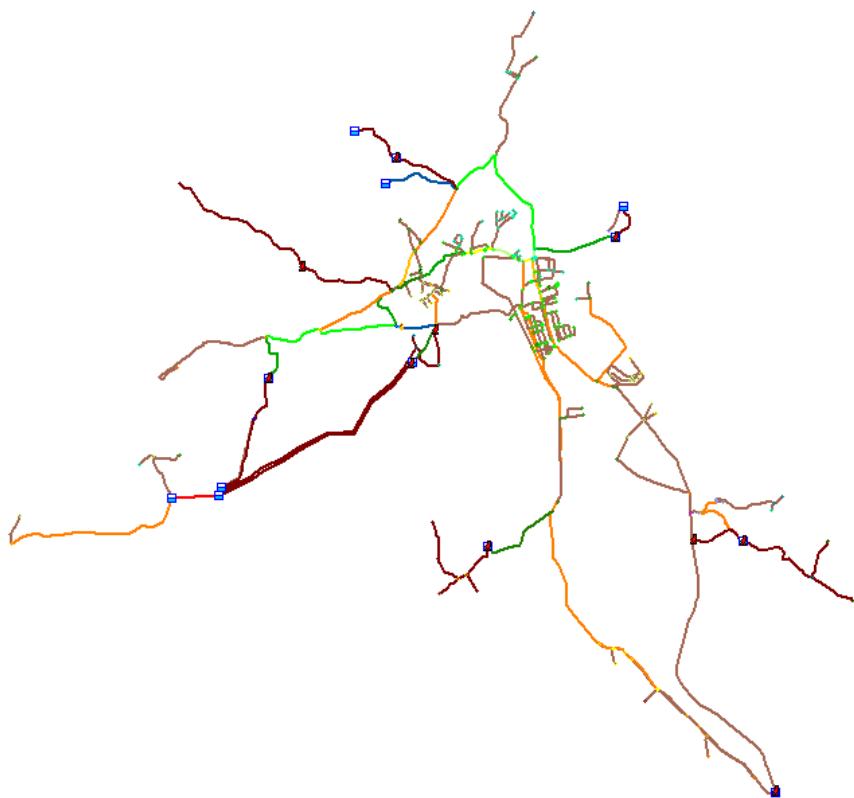
Dijagram br.4.1 Usvojeni koeficijenti časovne neravnomjernosti potrošnje "mali grad"



Dijagram br.4.1.2. Usvojeni koeficijenti časovne neravnomjernosti potrošnje "selo"



Koeficijenti rapavosti cjevovoda dodijeljeni su u odnosu na vrstu materijala i starost cjevovoda, a kreću se od $k=0,1-0,6$ mm (za PE i PVC cjevovode 0,1 dok je za LG i ACC 0,6 i 0,4 respektivno).



Shema br.4.1.1. Inicijalni matematički model – raspored čvorova, cjevovoda i objekata VDS Teslić

Osnovni ulazni parametri inicijalnog – polaznog matematskog modela dati su u Shemi br.4.1., vodovodnog sistema Teslić tj. dati su: broj čvorova (241), broj dionica (255), sa imenima i identifikacionim brojevima čvorova i dionica, podacima o čvornom opterećenju i dijametrima cjevovoda sa položajima sistemskih objekata vodovodnog sistema (rezervoara i pumpnih stanica).

Karakteristični podaci za rezervoare sa zapreminama, kotama dna i preliva rezervoara unešeni su na osnovu podataka navedenih u tabeli 2.1.2.1. Podaci o instalisanim pumpama uzeti su kao kataloški.

Primjetna je razuđenost vodovodne mreže sa odvojenim dijelovima Sistema i različitim visinskim zonama. Za ove visinske zone je predviđeno pumpanje vode, za pojedine čak i po dva puta, što znači da je u sistemu značajan utrošak električne energije. Za ovakav sistem je neophodno izvršiti kontrolu pritisaka u sistemu i prema potrebi korigovati radne pritiske kako se ne bi bespotrebno rasipala električna energija za pumpanje vode. U direktnoj vezi sa pritiskom u sistemu slijedi curenja u sistemu, tako da bi se sa snižavanjem pritisaka u sistemu sigurno smanjili i gubici koji trenutno iznose preko 50%. Takođe, pitanje gradskog rezervoara nije riješeno koji će izvršiti rasterećenje potrošnje u vršnim časovima i takođe smanjiti utrošak električne energije. Trenutni rezervoarski prostor za potrebe ViK Teslić nije dovoljan. Prema saznanjima Konsultanta Opština je u saradnji sa ViK Teslić u skrašnjem periodu izgradila nekoliko rezervoara, većinom u prigradskim naseljima koji služe kao prepumpne stanice. U narednom periodu je potrebno izvršiti doradu matematskog modela, te a osnovu toga krenuti u dalje rekonstrukcije vodovodne mreže i izgradnju novih rezervoara.

08

Uspostava mjernih zona / Prezentacija

1. Mjerne zone (DMA zone) i svrha uspostavljanja

DMA zone su izdvojeni dijelovi vodovodne mreže gdje se neprekidno mjeri ulazna i izlazna količina vode i na osnovu toga računa vodni bilans za zonu i otklanjaju gubici vode u zoni.

Podjela vodovodnih sistema u DMA zone se može smatrati i kao metoda i kao preduslov, jer to je bitno za kontinuirano praćenje curenja i smanjenje vremena reakcije na povećanje curenja

- Preduslov za upravljanje ne-prihodovanom vodom
- Mjerne zone (DMA zone) i svrha uspostavljanja
- Svrha uspostavljanja DMA zona:
 - Identifikacija dijelova mreže s visokim postotkom gubitaka vode,
 - Ušteda vremena i novca zbog brzog reagovanja,
 - Definiranje problematičnih zona za visokom stopom gubitaka,
 - Odluka o prioritetnom djelovanju u cilju smanjenja gubitaka vode,
 - Dobijanje podataka za planiranje budućih aktivnosti

2. Preduslovi za uspostavljanje DMA zona

Kompletan, ažuriran mrežni registar uključujući topografske podatke;

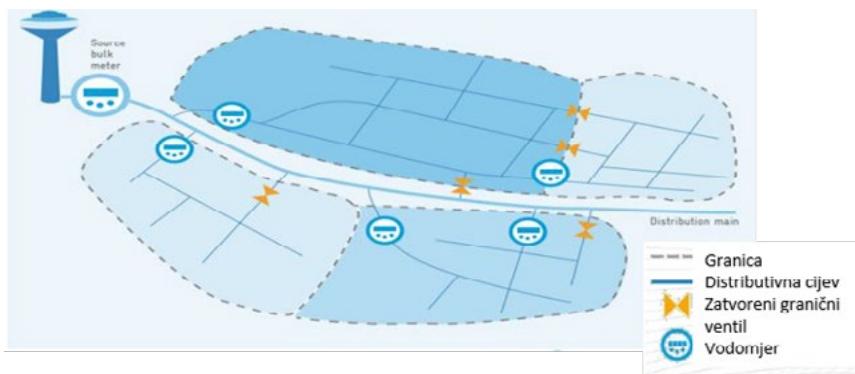
- Podaci o potrošnji vode i obrascima potrošnje;
- Podaci o protoku i pritisku u mreži;
- Kalibrirani hidraulički model (u slučaju složenih mreža);
- Svijest o važnosti uspostavljanja DMA zona i potrebi neprekidnog praćenja i održavanja DMA zona i shodno tome predviđena finansijska sredstva za uspostavljanje i praćenje DMA zona

3. Opća pravila za uspostavljanje DMA zona

- Od 500 do 3,000 priključaka ili 4-30 km dužine cijevi;
- DMA zona se snabdijeva vodom samo kroz tačnopredviđena mjerna mjesta (po mogućnosti jednim);
- Granice DMA zona su granični ventili ili prirodne granice;
- Granični ventili trebaju biti jasno označeni i opremljeni;
- Minimalna visinska razlika između najviše i najniže tačke unutar DMA zone;
- Ne obuhvatiti transportne cjevovode i rezervoare, po mogućnosti;
- Definirati tipove potrošača u zoni i njihove zahtjeve

Ne zaboraviti: Osigurati nesmetano vodosnabdijevanje i adekvatan pritisak svim korisnicima u DMA zoni!

4. Tipovi DMA zona

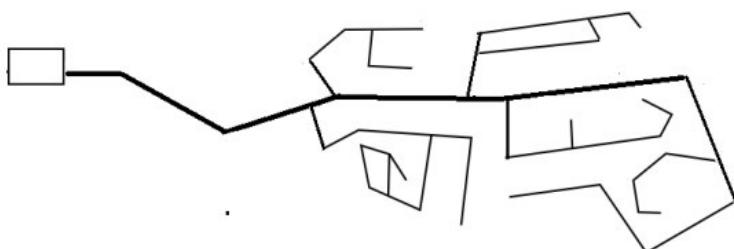


Tipični slučajevi DMA zona:

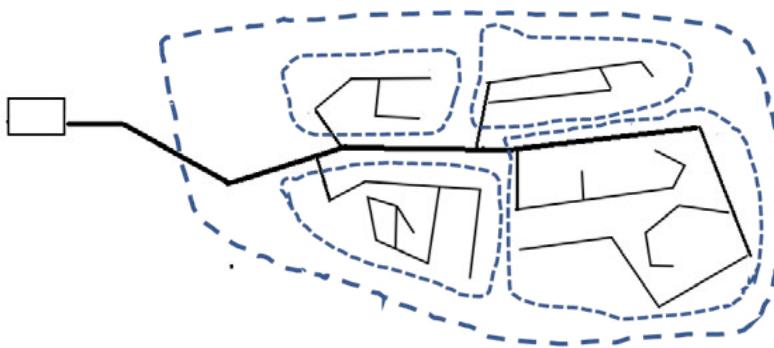
- Jedno ulazno mjerno mjesto
- Dva ili više ulaznih mjerna mjesta
- Jedno ulazno i jedno izlazno mjerno mjesto

5. Radovi na uspostavljanju DMA zona

1. Korištenje postojećeg GIS-a, katastra vodovodne mreže ili iscrtavanje na karti glavnih objekata vodovodnog sistema. Ključno je dobro poznavanje mreže



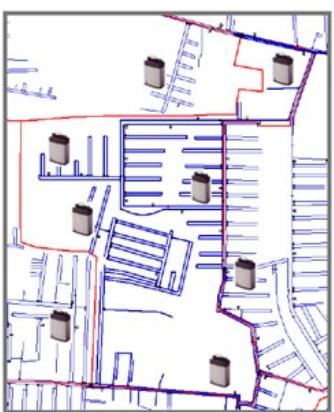
2. Početno iscrtavanje na karti DMA zona u skladu s općim pravilima za uspostavljanje DMA zona



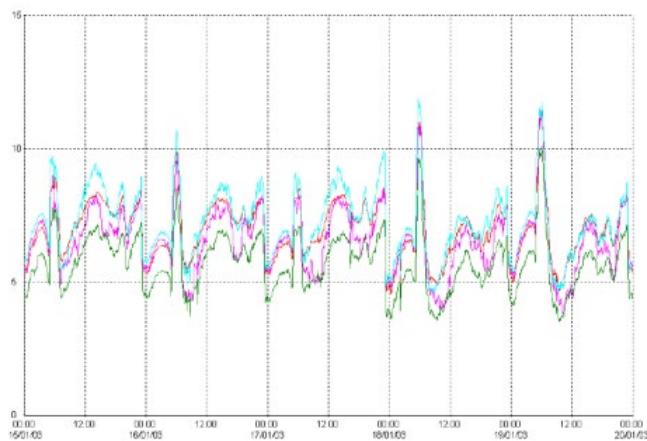
3. Provjera ispravnosti postojećih graničnih ventila. Zamjena neispravnih ventila i ugradnja novih, po potrebi i u skladu s nacrtom DMA zona



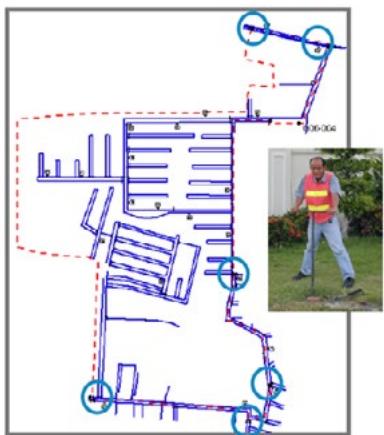
4. Instaliranje zapisivača podataka za pritisak (logera)



5. Provjera pritiska prije zatvaranja graničnih ventila

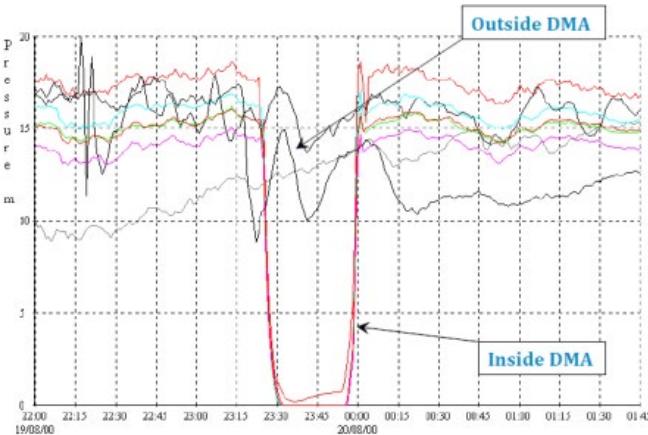


6. Zatvaranje graničnih ventila



7. Test nultog pritiska (u satima minimalne potrošnje + obavijestiti potrošače)

- Zatvoriti ventil na ulazu u DMA zonu
- Pritisak unutar DMA zone mora pasti na 0
- Pritisici izvan DMA zone moraju ostati nepromijenjeni



Šta ako pritisak u DMA zoni nije pao na 0?

- DMA zona nije dobro izolirana
- Izvršiti ponovnu provjeru graničnih ventila
- Izvršiti provjeru vodovodne mreže i korisničkih priključaka
- Ponoviti test

8. Odabir tipa zonskih mjerača

- Mehanički vodomjer
- Elektromagnetni vodomjer
- Ultra-zvučni vodomjer (prenosivi)
- Ultra-zvučni vodomjer (statični)

9. Instaliranje vodomjera na ulazu u DMA zonu



6. Rad u DMA zonama i njihovo održavanje

Aktivnosti nakon uspostavljanja DMA zona:

- Radovi na otkrivanju kvarova;
- Otklanjanje kvarova (evidencija uzroka kvara, vrijeme popravke, korišćeni materijali, itd.);
- Rutinska procedura:
 - Bilježenje i ažuriranje ključnih informacija za svaku DMA zonu;
 - Pečaćenje i redovno održavanje graničnih ventila;
 - Dokumentovanje ispiranja cijevi ili otvaranje graničnih ventila zbog operativnih razloga;
 - Održavanje mjerača protoka;
 - Praćenje pritužbi korisnika

Curenje u DMA može se izračunati kao razlika između ukupnog priliva i potrošnje korisnika u istom vremenskom razdoblju. Mjerači protoka takođe se mogu očitavati dnevno ili sedmično putem GSM mreže ili ručno, jer većina novih curenja se javlja polako i u početku imaju niske stope protoka.

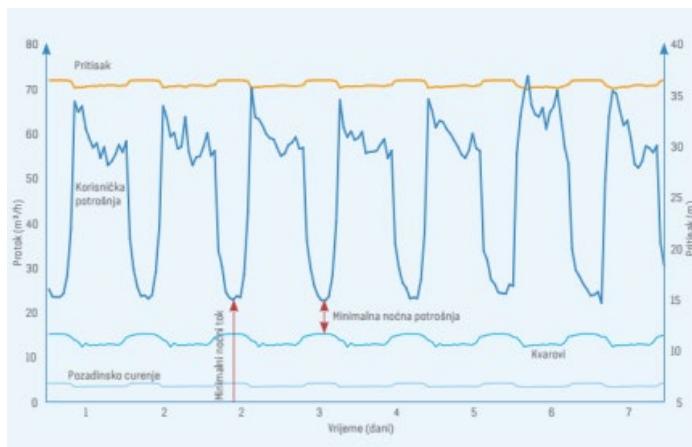
Najčešća metoda određivanja nivoa curenja u DMA je analizirati razdoblje minimalnog noćnog protoka, što se obično događa između 2 i 4 sata ujutro u urbanim područjima. Minimalni noćni protok trebao bi biti jednosatni minimum od svih zabilježenih priliva i odliva u DMA.

Potrošnja kod potrošača je na minimumu u tom razdoblju, a time i curenje predstavlja maksimalni postotak netto priliva u DMA.

Definirati referentne vrijednosti za svaku zonu!

Iskustveno: Minimalna noćna potrošnja stanovnika iznosi 2 l/st/h.

Noćna potrošnja industrije – na osnovu mjerjenja ili analize.



Odnos između protoka, pritiska i kvarova

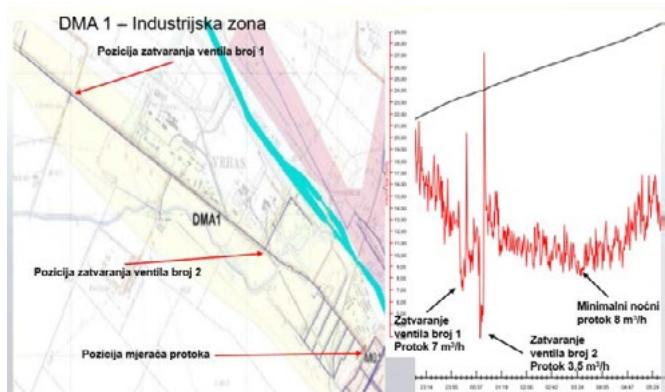
7. Primjeri iz prakse

Analiza podataka i izračun gubitaka vode

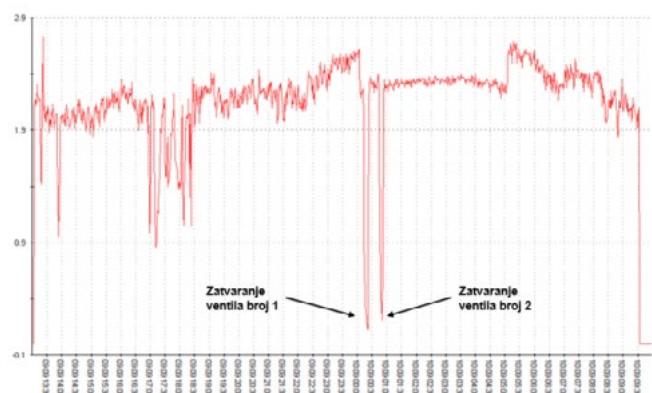
- Izmjereni protok vode u sistemu
- Minimalni protok (noćni protok) $310 \text{ m}^3/\text{sat}$
- Kumulativni protok za 24 časa $10.743 \text{ m}^3/\text{dan}$
- Korisnici
- Privatni korisnici 26.064 stanovnika (popis)
- Industrijska i javna potrošnja (obilazak terena)
- Izračunata normalna noćna potrošnja
- 2 litre po osobi na sat $52 \text{ m}^3/\text{sat}$ (26.064 stanovnika)
- Gubici: $258 \text{ m}^3/\text{sat}$ (minimalni noćni protok – noćna potrošnja)
- $6.192 \text{ m}^3/\text{dan}$ ili 58 % cca od ukupnog ulaza vode u zoni

Koliko se još stanovnika može snabdijeti s ovom količinom vode?

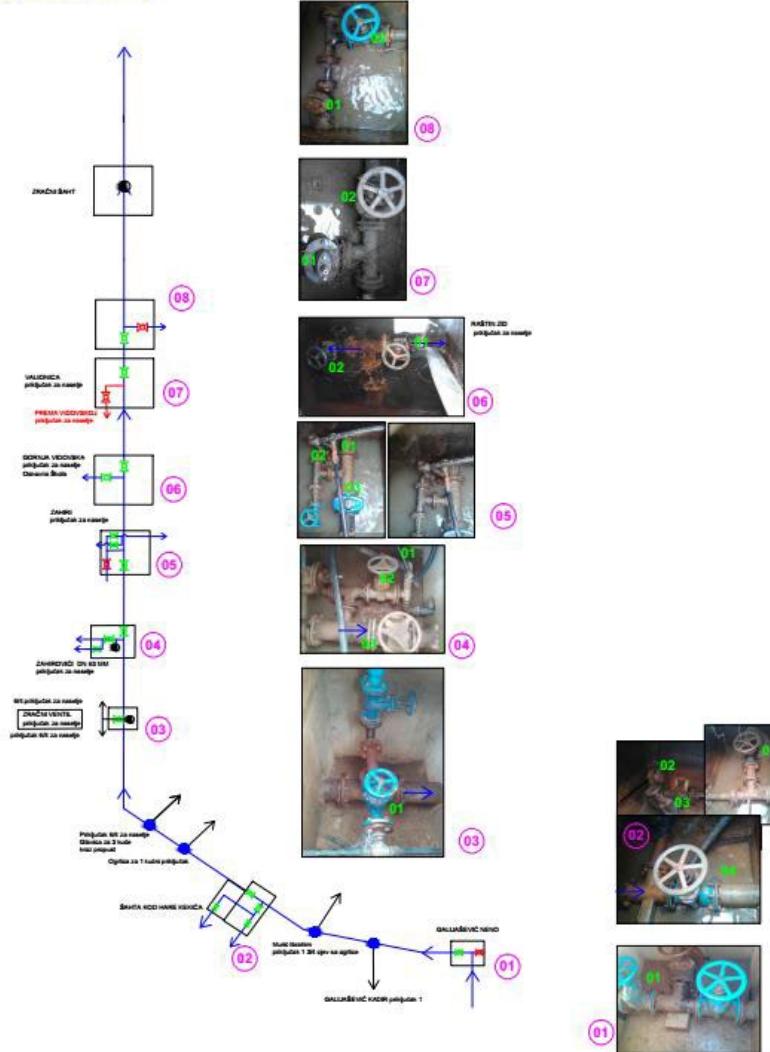
Približno 30.000 stanovnika



Primjer grafika protoka vode prilikom izvođenja step testa



Primjer grafika pritiska vode prilikom izvođenja step testa



Primjer izrade plana step testa

09

Smjernice za utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka, KP „Vodovod“ Gradiška

Svrha izrade Smjernica za utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka u vodovodnoj mreži kojom upravlja javno vodovodno preduzeća KP "Vodovod" a.d. Gradiška je definirati procedure rada za utvrđivanje količine vode koja se izgubi kroz prividne gubitke kao i aktivnosti koje je neophodno provesti kako bi se isti smanjili na ekonomski, okolišno i društveno prihvatljiv nivo. Pored toga, Smjernice imaju za cilj omogućiti prepoznavanje važnosti i uticaja koje prividni gubici imaju na operativno i finansijsko poslovanje preduzeća.

1. Uvod

Gubici vode se ukratko mogu definirati kao količina vode koja se u datom vremenskom periodu „izgubi“ između izvora vodosnabdijevanja i korisnika usluga. Prema definiciji i terminologiji Međunarodne asocijacije za vode (*International Water Association - IWA*), gubitke vode možemo podijeliti na stvarne (fizičke) gubitke i prividne (komercijalne) gubitke. Dok su stvarni gubici ona količina vode koja se izgubi u sistemu vodosnabdijevanja uslijed kvarova na cijevima, priključcima i rezervoarima, prividni gubici su ona količina vode koja je zapravo isporučena korisnicima usluga, ali koja nije pravilno izmjerena i fakturirana, pa prema tome ni prihodovana od strane JKP. Dakle, prividni gubici ne nastaju zbog fizičkog curenja u infrastrukturi, već su uzrokovani drugim faktorima.

Upravo stoga, prividne gubitke dijelimo prema uzroku nastanka na tri kategorije:

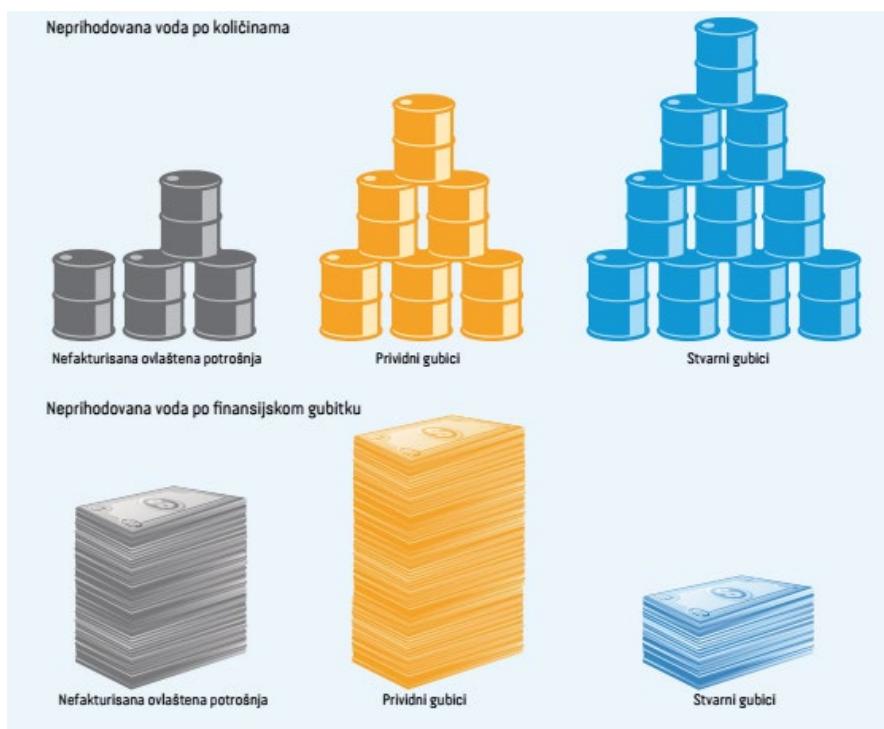
1. Neovlaštena potrošnja,
2. Netačnost mjerjenja,
3. Greške pri prikupljanju i obradi podataka.

Prividni gubici čine komponentu vodnog bilansa (Slika 1) i kao takvi imaju značajan uticaj na ukupnu količinu ne-prihodovane vode u JKP/JVP.

Količina vode koja ulazi u sistem	Ovlaštena potrošnja	Fakturisana ovlaštena potrošnja	Fakturisana izmjerena potrošnja	Prihodovana voda
			Fakturisana neizmjerena potrošnja	
	Nefakturisana ovlaštena potrošnja	Nefakturisana izmjerena potrošnja	Nefakturisana neizmjerena potrošnja	Neprihodovana voda
	Prividni gubici	Neovlaštena potrošnja Netačnost mjerjenja Greške pri prikupljanju i obradi podataka	Neovlaštena potrošnja	
			Netačnost mjerjenja	
			Greške pri prikupljanju i obradi podataka	
			Curenja na cijevima	
	Gubici vode	Stvarni gubici	Curenja na priključcima	
			Curenja i prelijevanja na rezervoarima	

Slika 1: Vodni bilans

Prividni gubici uzrokuju troškove, a ne stvaraju prihod za vodovodno preduzeće. Pored toga, mora se imati na umu da se trošak koji je nastao uslijed stvarnih gubitaka računa (množi) sa proizvodnom cijenom vode, dok se trošak nastao uslijed prividnih gubitaka računa (množi) sa prodajnom cijenom vode, jer je to voda koja je isporučena korisnicima usluga. Prema tome, prividni gubici su skuplji gubici, a u mnogim slučajevima i najskuplji gubici (Slika 2). Ovo znači da vodovodna preduzeća koja imaju visok procent ne-prihodovane vode mogu ulagati značajna finansijska sredstva i uspješno provoditi aktivnosti na otkrivanju i otklanjanju gubitaka na mreži, ali da se ukupni trošak nastao kao posljedica ne-prihodovane vode ne smanji značajno zbog zanemarivanja prividnih gubitaka. S druge strane, s obzirom na način njihovog nastanka, smanjenje prividnih gubitaka se u mnogim slučajevima može postići uz relativno mala ulaganja i u kratkom roku. Upravo stoga, **utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka treba biti jedna od prvih mjera za smanjenje ne-prihodovane vode**, jer su ovi gubici skuplji, a mogu se otkloniti uz niža ulaganja.



Slika 2: Primjer moguće količinske (zapreminske) i finansijske distribucije gubitaka

2. Postojeće stanje po pitanju prividnih gubitaka

Prema vodnom bilansu za 2015. godinu, ukupna količina prividnih gubitaka u KP "Vodovod" a.d. Gradiška iznosi $211.007 \text{ m}^3/\text{godišnje}$.

Vodni bilans u m^3/god				
Ulazna količina vode u $4.004.160 \text{ m}^3/\text{god}$ Dozvoljena greška [+/-]: 3,0%	Ovlaštena potrošnja 2.362.516 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 0,6%	Obračunata ovlaštena potrošnja 1.862.516 m}^3/god	Obračunata izmjerena potrošnja 1.508.638 m}^3/god	Obračunata voda 1.862.516 m}^3/god
		Neobračunata ovlaštena potrošnja 500.000 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 3,0%	Obračunata paušalna/ neizmjerena potrošnja 353.878 m}^3/god	
	Gubici vode 1.641.644 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 7,3%	Komercijalni gubici 211.007 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 3,5%	Neobračunata izmjerena potrošnja 0 m}^3/god	Neobračunata voda 2.141.644 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 5,6%
		Nepreciznost brojila i greške pri obradi podataka 144.686 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 2,6%	Neobračunata neizmjerena potrošnja 500.000 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 3,0%	
		Fizički gubici 1.430.637 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 8,4%	Neovlaštena potrošnja 66.321 m}^3/god Dozvoljena greška [+/-]: 9,6%	

Slika 3. Vodni bilans za 2015. godinu za KP "Vodovod" a.d. Gradiška

Uzimajući u obzir da je prosječna prodajna cijena vode $1,24 \text{ KM/m}^3$, troškovi nastali uslijed prividnih gubitaka u 2015. godini se procjenjuju na $261.648 \text{ KM/godišnje}$.

U cilju utvrđivanja količine i otklanjanja prividnih gubitaka, KP "Vodovod" a.d. Gradiška poduzima sljedeće aktivnosti:

U cilju smanjenja prividnih gubitaka planirano je da se u martu i aprilu 2018. godini provede analiza na osnovu čega će biti izvršeno baždarenje postojećih vodomjera i nabavka novih za objekte kolektivnog stanovanja jer se u 80 % zgrada voda obračunava na osnovu paušala od $5 \text{ m}^3/\text{članu}$ pa imamo oko 19 % paušala u odnosu na ukupnu fakturisanu vodu. Planirano je da se nakon zamjene vodomjera očitanje vrši kontinuirano i voda obračunava na osnovu stanja vodomjera koje će biti podjeljeno na ukupan broj članova u zgradama a ne paušalno.

3. Procedure rada za utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka

3.1. Neovlaštena potrošnja

Neovlaštena potrošnja se može podijeliti na tri kategorije:

1. Neovlaštena potrošnja vode od strane korisnika usluga koji nisu registrirani u evidenciji korisnika usluga JKP/JVP i kojima se ne ispostavlja račun. Ova kategorija neovlaštena potrošnje vode se obično naziva „ilegalni priključci“. Potrebno je naglasiti da ovakva neovlaštena potrošnja vode ne mora biti isključivo krivnja korisnika usluga; naime, i samo JKP/JVP može snositi teret odgovornosti uslijed svoje neazurne evidencije korisnika usluga.
2. Neovlaštena potrošnja vode od strane korisnika usluga koji su registrirani, a koji različitim neovlaštenim aktivnostima utiču na tačnost mjerjenja i iznos fakture koja im se ispostavlja.
3. Krađa vode sa javnog sistema vodosnabdijevanja kao što je krađa vode sa hidranata, itd.

U nastavku je dat pregled nekih od mogućih situacija koje dovode do neovlaštena potrošnje vode.

Neovlaštena aktivnosti vezane za priključak korisnika usluga:

- Klasičan slučaj ilegalnog priključka tj. korisnik usluga nije registriran u evidenciji korisnika usluga;
- Korisnik usluga ima jedan uredno registriran priključak, ali koristi vodu i sa neregistriranog drugog (dodatnog) priključka;
- „By-pass“ vodomjera (što je zapravo u operativnom smislu isto kao i neregistrirani drugi/dodatni priključak);
- Neovlašteno aktiviranje isključenog ili otkazanog priključka;
- Potrošnja vode sa priključka koji se vodi kao neaktivna.

Neovlaštena aktivnosti na vodomjeru mjeraču protoka:

- Uklanjanje vodomjera/ mjerača protoka;
- Postavljanje vodomjera u suprotnom smjeru;
- Naginjanje (ili uvrтанje) vodomjera da bi se smanjila evidencija brzine protoka;
- Razbijanje plombe proizvođača (što ne mora nužno značiti da je došlo do neovlaštena potrošnje, ali može ukazivati na postojanje iste);
- Razbijanje plombe postavljene od strane vodovodnog preduzeća;
- Uništavanje kućišta vodomjera/ mjerača protoka;
- Umetanje stranog tijela (npr. igle) kako bi se zaustavilo okretanje brojčanika;
- Upotreba magneta za usporavanje okretanja brojčanika;
- Razdavanje brojčanika od mehanizma vodomjera/ mjerača protoka;
- Modificiranje mehanizma vodomjera/ mjerača protoka, itd.

Neovlaštena aktivnosti vezane za vodovodnu armaturu:

- Neovlašteno uzimanje vode iz javnih rezervoara;
- Neovlaštena potrošnja vode sa hidranata;
- Krađa vode sa muljnih ventila.

Utvrđivanje neovlaštena potrošnje i količine vode koja se gubi kroz neovlaštenu potrošnju vode se provodi kroz sljedeće aktivnosti:

- Detaljna analiza postojeće baze podataka korisnika usluga je prvi korak u procjeni neovlaštene potrošnje vode, a podrazumijeva uvid i analizu potrošnje vode od strane korisnika usluga koji imaju neuobičajeno nisku potrošnju vode, broj korisnika usluga koji su isključeni, a koji nisu podnijeli zahtjev za ponovno uključenje, broj i analizu podataka o neaktivnim korisnicima usluga, itd. Poželjno je postojeću bazu podataka usporediti sa bazama podataka korisnika usluga drugih javnih usluga npr. električne energije, telefona, itd. kako bi se utvrdili moguće neusklađenosti. Ovu aktivnost će provoditi računovodstvena služba.
- Nakon provedene analize baze podataka, potrebno je provesti terenske obilaske koji mogu biti ciljani na određenu grupu korisnika usluga (ili područje) kod kojih se sumnja na neovlaštenu potrošnju npr. korisnici usluga koji imaju neuobičajeno nisku potrošnju vode ili mogu biti organizirani na određenim pilot područjima gdje će se provoditi provjera kod svih grupa ovakvih korisnika usluga. Ovu aktivnost će provoditi inkasatorska služba zajedno sa službom rada i održavanja.
- U praksi otkrivanja ilegalnih priključaka i „bypasa-a“ veoma dobre rezultate je pokazalo korištenje jednostavnih endoskopskih kamera (Slika 4), na način da se skine postojeći korisnički vodomjer i kamera provlači prema glavnom cjevodovodu. Ovom metodom ujedno se i otkrivaju eventualni kvarovi na priključnim cjevodovidima. Ovu aktivnost će provoditi tim za detekciju gubitaka.
- Provođenje plombiranja potrošačkih vodomjera / mjerača protoka od strane ovlaštenih lica iz JKP uz istovremeno upoznavanje korisnika usluga o sankcijama uslijed neovlaštenog skidanja plombe. Ovu aktivnost će provoditi inkasatorska služba zajedno sa službom rada i održavanja.
- Obuka inkasatora o redovitoj kontroli plombi prilikom svakog očitanja potrošačkog vodomjera / mjerača protoka i pravovremeno obavještavanje nadležnih o uočenim nepravilnostima. Ovu aktivnost će provoditi tehnička služba.
- Povećanje s vjesnosti uposlenih vodoinstalatera JKP o štetnosti izrade bilo koje vrste neovlaštenih priključaka i izrada pravilnika o sankcioniranju istih. U praksi se pokazalo da veliki broj ilegalnih priključaka izvrše sami djelatnici JKP. Ovu aktivnost će provoditi tehnička služba.



Slika 4: Inspeksijska kamera proizvođača RIDGID

3.2. Netačnost vodomjera / mjerača protoka

Netačnost vodomjera / mjerača protoka tj. greške u mjerenu vodomjera / mjerača protoka se mogu definirati kao razlika između količine vode koja je evidentirana vodomjerom i količine vode koja je stvarno potrošena. Vodomjeri/ mjerači protoka, kao i svi drugi mjerni instrumenti, imaju tehnička ograničenja i uslijed različitih okolnosti ne mogu potpuno tačno registrirati svu potrošnju vode od strane korisnika usluga. U najvećem broju slučajeva dolazi do evidentiranja manje potrošnje vode pa prema tome i do fakturiranja nižeg iznosa potrošene vode.

U nastavku je dat pregled najčešćih faktora koji utiču na tačnost mjerjenja:

- **Nepravilna ugradnja vodomjera / mjerača protoka**

Proizvođači vodomjera/ mjerača protoka uvijek uz mjerni instrument dostavljaju i uputstva za ugradnju vodomjera / mjerača protoka koja se moraju strogo poštivati da bi se ispunili uslovi koji će omogućiti tačno mjerjenje. Ovo se prije svega odnosi na dužinu ravnog dijela cijevi prije i poslije mjesta gdje se postavlja vodomjer da bi se osigurala ravnomjerna brzina protoka na mjernom mjestu kao i smjer protoka kroz cijev što je posebno bitno kod nižih protoka.

- **Neodgovarajuća dimenzija vodomjera / mjerača protoka**

Svaki vodomjer/ mjerač protoka ima tačno definiran raspon mjerjenja tj. definiran minimalni protok i maksimalni protok koji se može mjeriti datim uređajem. Stoga je dimenzioniranje vodomjera/ mjerača protoka vrlo bitno jer je preciznost i tačnost rada vodomjera/ mjerača protoka pri protocima koji su iznad ili ispod naznačenog maksimalnog odnosno minimalnog protoka upitna. Ukoliko je vodomjer / mjerač protoka predimenzioniran (nominalni protok je puno veći u odnosu na protok u cijevi), vodomjer će uvijek mjeriti u donjem dijelu raspona tako da se može desiti da se određena količina potrošene vode i ne evidentira, jer je ispod minimalne granice raspona mjerjenja. S druge strane, ukoliko je vodomjer / mjerač protoka poddimenzioniran, vodomjer / mjerač protoka će uvijek mjeriti u gornjem dijelu raspona tako da će se pokretni dijelovi vodomjera / mjerača protoka okretati maksimalnom brzinom što će doprinijeti puno bržem procesu habanja vodomjera/ mjerača protoka. Nepravilno dimenzioniranje vodomjera / mjerača protoka je posebno prisutno kod vodomjera / mjerača protoka većih profila (> DN50).

U slučaju korisnika usluga koji posjeduju samo vodomjere / mjerače protoka velikog profila, a za koje je poznato da povremeno troše manje količine vode (industrija, kolektivni objekti stanovanja, i sl) vrlo je isplatno ugraditi tzv. kombinovane vodomjere za velike i male protoke.



Slika 5: Primjeri kombinovanih vodomjera

- **Istrošenost vodomjera uslijed dugogodišnjeg rada**

Uslijed dugogodišnjeg rada, kod mehaničkih vodomjera dolazi do istrošenosti pokretnih dijelova tj. promjene njihovog oblika i dimenzije. Općenito je pravilo da ovakvi vodomjeri / mjerači protoka evidentiraju nižu potrošnju, a posebno u slučaju manjeg protoka. Slična je situacija i kod elektronskih vodomjera / mjerača protoka čiji elektronski dijelovi također imaju određeni vijek trajanja.

- **Kvaliteta vode**

Na tačnost mjerjenja utiče i priroda čvrstih tvari, čestica ili vlakana koji se nalaze u vodi. U principu se razlikuju dvije vrste uticaja, naime nagrizanje bitnih komponenata vodomjera, npr. impelera ili turbine od strane suspendiranih čvrstih tvari i nakupljanje čestica na određenim mjestima unutar vodomjera/ mjerača protoka.

- **Nizak pritisak u mreži**

U slučaju niskog pritiska vode u vodovodnoj mreži, odnosno unutar vodomjera / mjerača protoka može doći do stvaranja mjehurića koji mogu uticati na tačnost mjerjenja i pridonijeti habanju dijelova vodomjera. Stoga se preporučuje da pritisak na ulaznoj tački vodomjera ne bude manji od 1 bara (100 kPa).

- **Vanjski uslovi rada vodomjera / mjerača protoka**

Nepovoljni vanjski uslovi mogu uticati na rad svakog uređaja, pa tako i vodomjera / mjerača protoka. Tako npr. uslijed visokih temperatura može doći do deformiranja plastičnih dijelova brojčanika, smrzavanje može dovesti do pucanja kućišta vodomjera/ mjerača protoka, itd. Ovakvi nepovoljni uslovi se u najvećem broju slučajeva ne mogu izbjegći tako da je najbolja strategija zapravo odabir vodomjera / mjerača protoka koji su po svojoj specifikaciji izrade najotporniji na uslove kojima će biti izloženi kao i fizička zaštita vodomjera koliko god je moguće.

Kako bi se smanjile vrijednosti komponente prividnih gubitaka, neophodno je prije svega provesti preliminarnu analizu koja će obuhvatiti i analizu potrošnje i analizu preciznosti i tačnosti instaliranih vodomjera, a nakon toga izraditi plan odabira i zamjene vodomjera.

I. Preliminarna analiza postojećeg stanja

- Preliminarna analiza postojećeg stanja će se provesti u toku 2018. godine i ona podrazumijeva najprije prikupljanje određenih podataka i to:
 - Broj korisnika usluga čija se potrošnja mjeri – računovodstvena služba,
 - Broj korisnika usluga bez vodomjera / mjerača protoka i onih kod kojih se primjenjuje paušalna naplata potrošene količine vode – računovodstvena služba,
 - Broj i tip vodomjera/ mjerača protoka koji evidentiraju nultu potrošnju vode – računovodstvena služba,
 - Broj i tip vodomjera/ mjerača protoka koji bilježe neuobičajeno nisku ili visoku potrošnju vode – računovodstvena služba,
 - Struktura tarife za različite grupe korisnika usluga – računovodstvena služba,
 - Koja je procedura odabira i nabavke vodomjera/ mjerača protoka – tehnička služba,
 - Koja je procedura za instaliranje vodomjera/ mjerača protoka – tehnička služba,
 - Koja je procedura za kontroliranje mjernog učinka (tačnosti) instaliranih vodomjera/ mjerača protoka - baždarnica.

Na osnovu prikupljenih podataka se provodi prva procjena potreba i troškova tj. procjena broja vodomjera / mjerača protoka koje je potrebno nabaviti/zamijeniti i raspored njihove nabavke/ zamjene kao i troškovi nabavke/zamjene za dati period i minimalni tehnički uslovi koje vodomjeri / mjerača protoka trebaju zadovoljiti. Često je bitno razmotriti i neke druge dodatne uslove kao što je npr. da li će vodomjeri / mjerači protoka biti postavljeni u područjima gdje su korisnici usluga skloniji friziranju i drugim oblicima manipulacije, da li će biti izloženi nepovoljnim vanjskim uticajima, itd.

II. Kriteriji za odabir vodomjera / mjerača protoka

U principu, svi vodomjeri / mjerači protoka koji zadovoljavaju zakonske uslove se mogu koristiti za mjerjenje potrošnje od strane korisnika usluga. Međutim, neki JKP/JVP imaju i svoje interne procedure i standarde koje vodomjeri/ mjerači protoka moraju zadovoljiti da bi mogli biti instalirani, a sve da bi se izbjegla nabavka i ugradnja velike količine vodomjera / mjerača protoka koji nisu detaljno testirani ili koji neće, bez obzira na dokazane vrhunske performanse, adekvatno raditi u datim lokalnim uslovima. KP "Vodovod" a.d. Gradiška uglavnom radi zamjenu dotrajalih vodomjera sa novim, tj. rijetko šalje vodomjere na baždarenje

Dosta je faktora koje JKP mora uzeti u obzir pri odabiru modela vodomjera/ mjerača protoka. Neki modeli se mogu instalirati samo u horizontalnom položaju, neki nisu otporni na visok pritisak, niske temperature, suspendirane čvrste tvari ili ne smiju biti izloženi direktnoj sunčevoj svjetlosti, itd. Sve ove faktore treba uzeti u obzir kako bi se ostvarila maksimalna korist od nabavke i ugradnje vodomjera/ mjerača protoka.

Pri odabiru vodomjera/ mjerača protoka, JKP svakako treba razmotriti i mogućnost proizvođača određenog modela vodomjera / mjerača protoka da proizvede jednako kvalitetnu količinu vodomjera / mjerača protoka u traženom vremenskom periodu. Iako se obično pri nabavci veće količine vodomjera / mjerača protoka ostvaruje popust na količinu, neki proizvođači nisu u mogućnosti da isporuče veću količinu vodomjera iste kvalitete. Dosta često je kvalitet većih isporuka niži u odnosu na kvalitetu vodomjera / mjerača protoka koji se isporučuju u manjim količinama. Stoga se preporučuje ravnomjerna godišnja nabavka kao i nabavka od proizvođača sa kojim je JKP/JVP imalo dobra iskustva u pogledu dosadašnje kvalitete, isporuke i cijene. Ovo posebno treba imati u vidu prilikom nabavke vodomjera / mjerača protoka od novih i neprovjerenih dobavljača i proizvođača.

Pored toga, uvijek se preporučuje da se ne nabavlja jedan model vodomjera / mjerača protoka da ne bi došlo do problema većih razmjera u slučaju da se ispostavi da je nabavljeni model imao grešku. Idealan broj modela vodomjera / mjerača protoka je 2 – 4 zavisno od broja vodomjera / mjerača protoka koji treba nabaviti kao i popusta u cijeni koji se može ostvariti na količinu.

U svakom slučaju, bitno je naglasiti da iako je cijena vodomjera / mjerača protoka bitna, ona nikako ne smije biti presudna za odabir određenog modela. Potrošnja koje nije evidentirana zbog neadekvatnih performansi vodomjera/ mjerača protoka je obično skupljia od razlike u cijeni između dva modela vodomjera/ mjerača protoka.

III. Ugradnja vodomjera / mjerača protoka

Kao što već spomenuto, na preciznost i tačnost vodomjera / mjerača protoka kao i na njihov vijek trajanja bitno utiče način njihove ugradnje. Najbitniji faktori koje u tom smislu treba razmotriti su svakako dimenzioniranje vodomjera/ mjerača protoka, dužina ravnog dijela cijevi prije i poslije

mjesta gdje se postavlja vodomjer/ mjerač protoka, smjer protoka, itd. Stoga je poželjno da JKP/JVP zabilježi ključne značajke svakog mjernog mjesta da bi se imali podaci o broju i modelu vodomjera / mjerača protoka koje je potrebno nabaviti kao i o faktorima koji najviše utiču na tačnost vodomjera/ mjerača protoka.

IV. Plan nabavke ili zamjene vodomjera / mjerača protoka

U sklopu Projekata općinskog okolišnog i ekonomskog upravljanja – MEG za potrebe KP "Vodovod" a.d. Gradiška izrađen je plan instaliranja i redovne kalibracije vodomjera za sve korisnike usluga. Pri realizaciji plana nabavke/zamjene vodomjera/ mjerača protoka, JKP/JVP treba, između ostalog, uzeti u obzir dostupne modele vodomjera / mjerača protoka i njihove tehničke performanse kao i prioritete za nabavke/zamjenu (obično se većim korisnicima usluga (potrošačima) daje prednost, jer je gubitak prihoda u slučaju netačnosti njihovih vodomjera / mjerača protoka veći za JKP). Realizacija ovog plana sa jedne strane obezbjeđuje predzeću da ispoštuje zakonsku odredbu o starosti vodomjera/ mjerača protoka, sa druge strane utječe na povećanje tačnosti vodomjera/ mjerača protoka.

Poželjno je da u svom planu komunikacije sa korisnicima usluga KP "Vodovod" a.d. Gradiška uključi i redovno obavljanje korisnika usluga, npr. putem svoje internetske stranice, o vremenskom rasporedu ovih aktivnosti kao i neke dobre prakse drugih JKP/JVP, npr. određivanje boje poklopca za svaku od 5 godina korištenja vodomjera/ mjerača protoka kako bi se lako odredilo koju boju vodomjera / mjerača protoka treba zamijeniti u određenoj godini.

3.3 . Greške pri prikupljanju i obradi podataka

Tokom procesa prikupljanja i prijenosa podataka, obrade podataka kao i njihovog prezentiranja i primjene se javljaju greške. Ove greške se često zanemaruju mada mogu biti značajne i uticati na druge komponente. Tako se, npr. neće ostvariti željeni učinak iz provođenja programa nabavke i ugradnje skupih vodomjera / mjerača protoka ukoliko je postupak očitanja vodomjera / mjerača protoka nepouzdan.

U principu, greške pri prikupljanju podataka tj. očitanju vodomjera se mogu svrstati u dvije kategorije:

- Nasumične slučajne greške**

Ukoliko su značajne, većina ovakvih grešaka se otkriva kroz računovodstveni softver ili od strane korisnika usluga pri zaprimanju računa za pruženu uslugu, a mogu se kontrolirati i minimizirati provođenjem odgovarajuće obuke i uspostavljanjem procedura za praćenje.

- Sistemske namjerne greške**

Ove greške se javljaju kao posljedica namjernog netačnog očitanja potrošnje vode uslijed korupcije, pojedinačnih dogovora između inkasatora i korisnika usluga, itd. Ovakve greške se mogu smanjiti primjenom različitih rješenja kao što je uvođenje kontrolora za očitanje vodomjera/ mjerača protoka, redovnom promjenom područja nadležnosti inkasatora kao i uvođenjem automatskog očitanja, itd.

Nasumične slučajne i sistemske namjerne greške se skoro potpuno otklanjavaju uvođenjem radijskih vodomjera/ mjerača protoka i automatizacijom očitanja i prenosa podataka.

Greške pri izdavanju i knjiženju računa se javljaju uslijed pogrešnog obračuna, pogrešne procjene potrošnje vode koja se obračunava paušalno ili potrošnje korisnika usluga kojima vodomjer / mjerač protoka nije u upotrebi, greške pri ručnoj obradi podataka, greške u softveru, itd. Ove greške se mogu minimizirati provođenjem periodične kontrole računa i statistike, usporedbom fakturirane i isporučene količine vode u pilot zonama, ukidanjem paušalne naplate potrošene vode, itd.

4. Plan rada i naredni koraci

Za izradu i primjenu plana rada za utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka je neophodno razmotriti dvije dimenzije:

1. Opredijeljenost uprave KP "Vodovod" a.d.

Razumijevanje prividnih gubitaka i njihovog uticaja na operativno i finansijsko poslovanje JKP kao i spremnost uprave JKP(JVP da djeluje na ove gubitke je preduslov za uspješno utvrđivanje i otklanjanje prividnih gubitaka. Uloga uprave je, između ostalog, osigurati organizacione, tehničke i finansijske uslove za analizu postojećeg stanja, pokretanje procesa promjena i provođenje aktivnosti.

2. Operativna dimenzija

Ova dimenzija podrazumijeva izradu akcionog plana kojim će se definirati ciljevi koji se žele ostvariti (uključujući pokazatelje), aktivnosti koje treba provesti da bi se ciljevi ostvarili i rezultati učinili održivim kao i neophodni ljudski, organizacioni i finansijski resursi za provođenje aktivnosti.

U nastavku je za svaku od kategorija prividnih gubitaka dat tabelarni pregled aktivnosti koje treba razmotriti pri izradi akcionog plana:

Tabela 1: Akcioni plan smanjenja prividnih gubitaka

Kategorija prividnih gubitaka	Situacija	Aktivnost	2018. godina	2019. godina	2020. godina
Neovla-šena potrošnja	Neovlaštene aktivnosti vezane za priključak korisnike usluga	• Analiza baze podataka korisnika usluga	X		
		• Ciljane terenske provjere ilegalnih priključaka	X	X	X
		• Nabavka inspekcijske kamere	X		
	Neovlaštene aktivnosti na vodomjeru/ mjeraču protoka	• Plombiranje svih vodomjera/ mjerača protoka		X	X
		• Obuka inkasatora o kontroli plumbiranih vodomjera/ mjerača protoka		X	
	Povećanje svijestnosti zaposlenika i korisnika usluga (kupaca, potrošača)	• Izrada letaka za korisnike usluga (potrošače) o štetnosti i sankcioniranju ilegalnih priključaka	X		
		• Obuka vlastitog osoblja o štetnosti i sankcioniranju izrade ilegalnih priključaka sa njihove strane	X		
		• Obuka inkasatora o kontroli kućnih priključaka prilikom svakog očitanja	X		

Kategorija prividnih gubitaka	Situacija	Aktivnost	2018. godina	2019. godina	2020. godina
Netačnost vodomjera	Nepravilna ugradnja vodomjera/ mjerača protoka	<ul style="list-style-type: none"> Izrada standardnih procedura za ugradnju kojima će se definirati: <ul style="list-style-type: none"> - ko vrši ugradnju, - kako se provodi nadzor nad ugradnjom, - obuka osoblja zaduženog za ugradnju i nadzor, - kako se vrši kontrola performansi ugrađenih vodomjera/ mjerača protoka, itd. 		X	
		<ul style="list-style-type: none"> Zamjena nepravilno instaliranih vodomjera / mjerača protoka 		X	X
	Neodgovarajuća dimenzija vodomjera/ mjerača protoka	<ul style="list-style-type: none"> Utvrditi obrasce potrošnje vode 	X		
		<ul style="list-style-type: none"> Provjeriti dimenziju ugrađenih vodomjera/ mjerača protoka 		X	
		<ul style="list-style-type: none"> Zamjena vodomjera / mjerača protoka u slučaju neodgovarajućeg dimenzioniranja 		X	X
	Istrošenost vodomjera uslijed dugogodišnjeg rada	<ul style="list-style-type: none"> Realizacija programa Dokumenta o ugradnji i redovnoj kalibraciji vodomjera izrađenog kroz projekat MEG I 	X	X	X
	Vanjski uslovi rada vodomjera / mjerača protoka	<ul style="list-style-type: none"> Odabir vodomjera / mjerača protoka koji su najotporniji na uslove kojima će biti izloženi 	X		
		<ul style="list-style-type: none"> Izrada letka za potrošače o fizičkoj i temperaturnoj zaštiti vodomjera / mjerača protoka 	X		
Greške pri prikupljanju i obradi podataka	Greške pri očitanju vodomjera / mjerača protoka	<ul style="list-style-type: none"> Obuka inkasatora o ispravnom očitanju vodomjera/ mjerača protoka 	X		
		<ul style="list-style-type: none"> Nasumične provjere u pilot zonama 		X	X
		<ul style="list-style-type: none"> Promjena područja nadležnosti inkasatora 		X	X
		<ul style="list-style-type: none"> Uvođenje automatskog očitanja vodomjera/ mjerača protoka 		X	X
		<ul style="list-style-type: none"> Izrada plana reagiranja po prijavi korisnika usluga 		X	
	Greške pri izdavanju i knjiženju računa	<ul style="list-style-type: none"> Analiza i unaprjeđenje komercijalnih procedura 	X		
		<ul style="list-style-type: none"> Revizija računovodstvenog sistema 		X	
		<ul style="list-style-type: none"> Ukidanje paušalnog obračuna potrošnje 	X	X	X

5. Zaključak

İako su različiti po prirodi svog nastanka, i stvarni i prividni gubici vode su komponenta ne-prihodovane vode i kao takvi trebaju biti predmet detaljne analize i djelovanja od strane JKP/JVP. Dosadašnja praksa je pokazala da uprava i tehničko osoblje preduzeća bolje razumije i pridaje veću pažnju stvarnim gubicima vode dok se prividni gubici vode obično zanemaruju. Međutim, prividni gubici vode vrlo često stvaraju veći trošak za vodovodno preduzeće, jer uključuju prodajnu cijenu vode, a pored toga se često mogu otkloniti uz manja ulaganja ili ulaganja koja se vrlo brzo isplate.

KP "Vodovod" a.d. Gradiška će u naredne tri godine provesti plan aktivnosti smanjenja prividnih gubitaka vode na način da će oformiti tim za njegovu realizaciju i prilagodbu koji će se sastojati dva puta u toku godine. Tim će se sastojati od:

- Šefa tehničke službe / tehničkog direktora,
- Šefa inkasatorske službe,
- Šefa službe računovodstva.

10

Akcioni plan ugradnje i redovne kalibracije vodomjera, KP Vodovod Prnjavor

1. Uvod

Svi potrošači u vodovodnom sistemu su podijeljeni u dvije osnovne kategorije: domaćinstva i pravna lica. Ove grupe potrošača su dalje podijeljene u svrhu aktivnosti specifičnog očitavanja vodomjera i naplate i primjene tarifa. Razvrstavanjem korisnika prema kategorijama stvaraju se uslovi za definisanje odnosa Preduzeća i Potrošača,

- Kategorije Potrošača:
 - Domaćinstva
 - Porodične kuće
- Stanovi u stambenim zgradama
 - Pravna lica
 - Preduzeće – industrija/proizvođači
 - Prodavnice/Marketi
 - Ugostiteljski objekti (Hoteli, restorani i slično)
 - Administrativni potrošači (banke, ostali)
 - Lokalna administracija
 - Državne institucije

Vodovod Doboј je imao baždarnicu za vodomjere i prije ratnih dešavanja (dva ispitna stola "Ikom" Zagreb sa živinim stubom), koja je u ratnom i samom poslijeratnom periodu prestala je sa radom. Zbog starosti ispitnih stolova, a i zbog zakonskih odredbi da se moraju izbaciti svi uređaji koji su na bazi žive, stari uređaji su zamijenjeni novim ispitnim uređajima proizvođača "Insa" Beograd tipa BU-1V 2002 god. Vodovod je u kontinuitetu od tog perioda, a prema svojim finansijskim mogućnostima, radio na zamjeni starih vodomjera servisiranim i kalibriranim vodomjerima. U početku je to bio mnogo manji broj od potrebnog. Stalnim radom baždarnice, operative i uvećanjem ulaganja sredstava za ovaj dio poslova, danas vodovodni sistem Doboјa ima ispravnost vodomjera od skoro 80%, kako je zakonom i propisano, odnosno da je važeća plomba (zavoda za mjere) u okviru pet godina starosti.

Vodovod Doboј je prošle, 2016 godine, servisirao i kalibrirao za svoje potrebe 1.550 komada vodomjera i 1.144 vodomjera za druge vodovode ili fizička lica, što ukupno iznosi 2.694 vodomjera koji su servisirani i kalibrirani u sopstvenoj baždarnici. U 2016 godini je zamjenjeno 1.670 vodomjera, a od toga 140 elektronskih. Broj zamijenjenih vodomjera bio bi i veći da se ne vrši uslužno servisiranje i kalibracija vodomjera za druga vodovodna preduzeća koja nemaju svoju opremu za servisiranje i kalibraciju (Teslić i ostali manji vodovodni sistemi koji su u blizini).

Svi servisirani vodomjeri se farbaju u 6 različitih boja po godinama, zbog lakšeg raspoznavanja na terenu.

Tabela br.1.1. Pregled broja vodomjera po kategorijama i po starosti (do 5 godina i preko 5 godina)

KATEGORIJA	UKUPAN BROJ VODOMJERA	BROJ VODOMJERA > 5 GODINA	BROJ VODOMJERA < 5 GODINA
11, Domaćinstva	4.167	1.032	3.135
12, ZEV- jedan račun	297	25	272
13, ZEV račun za svaki stan po osnovu članova domaćinstva	349	38	311
14, Domaćinstva- naselje Aerodrom	225	5	220
15, ZEV- stanovi sa vodomjerima	1.708	702	1.006
16, Domaćinstva- naselje Usora	179	2	177
21, Društveni sektor	215	69	146
23, Mala privreda	1.221	366	855
26, Mala privreda-naselje Aerodrom	3	3	0
30, Budžetski korisnici	61	10	51
31, Budžetski korisnici	5	1	4
32, Bonica i Dom zdravlja	8	2	6
UKUPNO	8.438	2.255	6.183
		26,7%	73,3%

Kao što je vidljivo iz Tabele br.1.1 ukupan broj vodomjera koji su stariji od 5 godina iznosi cca 25% od ukupnog broja svih vodomjera u sistemu. Bitan je i podatak da u sistemu nema vodomjera koji su stariji od 10 godina. Iako su ovi podaci o broju ispravnih vodomjera zadovoljavajući, Vodovod Dobojski ima ograničene resurse pitke vode tako da je potrebno na svaki mogući način smanjiti količinu neobračunate vode.

2. OČITAVANJE VODOMJERA

Plansko i organizovano očitavanje vodomjera obezbeđuje da se svaki utrošak koji Potrošači načine evidentira, fakturiše i naplati. Prikupljeni podaci i informacije sa terena tokom očitavanja vodomjera su relevantni za obračun i naplatu. Dosadašnja praksa je da se očitavanje vodomjera vrši na mjesecnom nivou. Pored očitavanja vodomjera, inkasanti trebaju obradati pažnju i prijaviti kvarove, određene informacije o potrošaču, nelegalne priklučke kao i druge informacije koje mogu biti od važnosti. Inkasanti se ne trebaju zadržavati duži period vremena u jednom istom reonu. Potrebno je uvesti sistem rotacioni sistem, tako da se vrši rotiranje inkasanata po reonima nakon određenog vremenskog intervala. Očitavanje vodomjera je organizovano Planom očitavanja vodomjera, kojim se definije vremenski rok za očitavanje vodomjera svakog pojedinačnog potrošača u saglasnosti sa njegovim položajem u zoni vodosnabdijevanja i kategoriji potrošača kojoj pripada. Svaka zona je dodjeljena jednom inkasantu. Zona treba pokrivati adekvatan broj priklučaka koje inkasant može

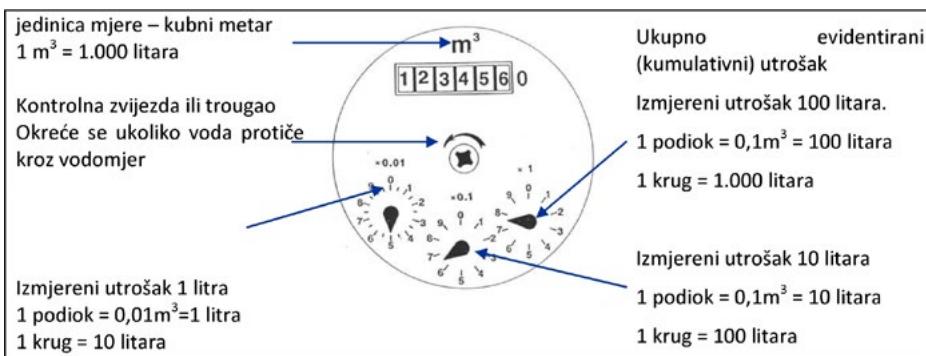
da pređe za jedan mjesec (između 100 vodomjera/dan u urbanim i 70 vodomjera/dan u ruralnim područjima). Inkasanti moraju čitati vodomjere svih potrošača u svom rejonu u toku mjeseca tokom cijele godine.

2.1. Način očitavanja vodomjera

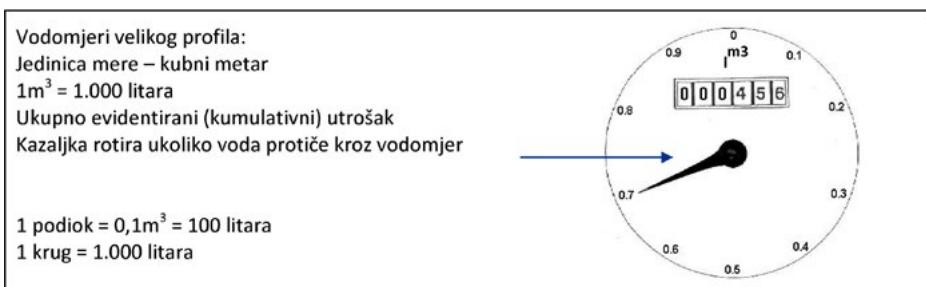
Imajudi u vidu da sve aktivnosti na procesu naplate započinju očitavanjem vodomjera posebno se skreće pažnja na važnost ove aktivnosti od čijeg kvaliteta direktno zavise obračun, zadovoljstvo korisnika, broj reklamacija i efikasnost naplate. Očitavanje vodomjera se vrši prema Planu očitavanja vodomjera koji je izrađen u skladu sa Politikom fakturisanja. Rukovodilac službe je odgovoran za očitavanje vodomjera u skladu sa Planom očitavanja.

2.2 Priprema

Za započinjanje svakog ciklusa očitavanja neophodno je pripremiti hodograme – liste redoslijeda očitavanja vodomjera po svakom reonu. U slučajevima evidentiranja novih korisnika obavezno обратити pažnju na ispravno umetanje u hodogramu.



Slika 2.2.1. Očitavanje vodomjera malog profila



Slika 2.2.2. Očitavanje vodomjera velikog profila

2.3. Očitavanje

Očitavanje vodomjera se sprovodi u skladu sa Planom očitavanja tako da se određenom potrošaču vodomjer očitava istog datuma u mjesecu ili približno istog datuma u mjesecu kao što je bilo prethodno čitanje. Očitavanjem vodomjera utvrđuje se utrošak koji je Potrošač načinio od posljednjeg očitavanja. Neophodno je da čitač vodomjera pristupi svakom pojedinačnom vodomjeru po redoslijedu kako je to određeno u hodogramu. Očitavaju se cijele jedinice (m^3) i unose u listu očitavanja čitljivim rukopisom. Potrebno je da čitač vodomjera izračuna utrošak i da ga saopšti korisniku ukoliko ovaj to zahtjeva. Takođe je potrebno da izvrši procjenu da li je utrošak u očekivanoj veličini odnosno da li značajno prevazilazi očekivani utrošak. Ukoliko je utrošak značajno veći čitač vodomjera će ponovno izvršiti kontrolno čitanje sa provjerom trenutnog protoka.

2.4. Ostale aktivnosti

Lica zadužena za ažuriranje baze podataka u skladu sa svojim aktivnostima potražuju određeni nedostajući ili nekompletan podatak sa terena (npr. fabrički broj vodomjera, dimenzija). Čitači imaju obavezu da prikupe podatke na terenu ili provjere postojeće podatke. S obzirom da čitači poznaju korisnike na dodijeljenom rejtonu obavezni su kontrolisati da li se podaci o korisniku slažu sa situacijom na terenu (novi vlasnik, zakupac, promjena namjene ili djelatnosti i sl.).

Čitači vodomjera imaju obavezu vizuelne kontrole:

- vodomjernog seta,
- ispravne usmjerenosti vodomjera,
- trošenje bez vodomjera,
- neovlaštenih radnji na vodomjernom setu

Čitači vodomjera imaju obavezu provjere – otkrivanja novih korisnika kojih nema u čitalačkim listama a za koje primjete da su (eventualno) priključeni na sistem (npr. useljena kuća koju nemaju kao Potrošača kome očitavaju vodomjer). O svim promjenama na terenu čitači vodomjera su obavezni prijaviti nadležnom referentu kako bi se evidencija vodila u skladu sa situacijom na terenu.

3. Politika održavanja i zamjene vodomjera

Osnovni cilj održavanja ispravnosti vodomjera je obezbjeđivanje tačnog i pouzdanog mjerjenja kao osnove za obračun i naplatu utrošene količine vode.

Tačnost vodomjera i dobra evidencija o svakoj promjeni koja se tiče vodomjera je osnov tačnosti u obračunu potrošnje vode za Potrošača, a isto tako znak brižnog odnosa preduzeća prema ovom važnom segmentu poslovanja. Uređeno uputstvo u vezi sa zamjenom vodomjera sačinjava niz jednostavnih postupaka i obrazaca čime se postiže jasna, precizna i kompletна evidencija o svim promjenama vezanim za vodomjere. Preduslov za kvalitetno bavljenje ovom problematikom je kvalitetna popunjenošć baze podataka o svim vodomjerima, bez obzira u kojoj formi se vodi evidencija o vodomjerima. Ukoliko evidencija ne postoji potrebno je hitno pristupiti postupku prikupljanja podataka o vodomjerima i evidenciji istih.

3.1. Postupak prilikom redovnog baždarenja vodomjera

Redovan postupak baždarenja vodomjera sprovodi se svake pete godine čime se stvaraju uslovi da izmjerena količina vode bude precizno izmjerena i obračunata što je interes i korisnika, ali vodovodnog preduzeća jer se tokom vremena smanjuje tačnost mjernog instrumenta na štetu vodovodnog preduzeća. Troškovi koji su prouzrokovani postupkom zamjene vodomjera zbog baždarenja brzo se nadoknade prihodima dobijenim po osnovu preciznijeg mjerjenja potrošnje.

U postupku baždarenja vodomjera, takođe, osim vremenske obaveze za baždarenje, potrebno je potrebu za baždarenjem sagledati i sa aspekta potrošnje. Prilikom odabira vodomjera za baždaranje prednost dati vodomjerima koji su kod korisnika sa većom i kontinuiranom potrošnjom. Dakle, potrebno je iz službe, koja je zadužena za ove poslove, dobiti pregled vodomjera koje je potrebno baždariti u toj godini, i to u decembru tekuće godine za narednu godinu. Podaci o vodomjeru koji se nalaze u bazi podataka se oslanjaju na informacijama koje se dobijaju od Tehničke službe ili prilikom prijave korisnika. Odluku o redovnom postupku zamjene vodomjera radi baždarenja donosi Služba za zamjenu (održavanje vodomjera) kroz dokument Mjesečni plan baždarenja. Mjesečni plan baždarenja se donosi u posljednjoj sedmici tekućeg mjeseca za sljedeći mjesec, a za njegovo donošenje odgovoran je rukovodilac službe. Na osnovu Mjesečnog plana baždarenja izdaju se redovni dnevni ili sedmični radni nalozi za zamjenu vodomjera radi baždarenja.

Upustvo za baždarenje vodomjera je dato kao Aneks ovoga izvještaja.

3.2. Zamjena vodomjera uslijed kvara

Zamjena vodomjera uslijed kvara vrši se:

- na zahtjev korisnika,
- po prijavi službe Korisničkog servisa,
- po prijavi ostalih službi preduzeća.

Na osnovu dobijenih podataka iz drugih službi (ili na drugi način dobijenih informacija) služba Korisničkog servisa izdaje radni nalog kojim nalaže da se izvrši zamjena vodomjera na mjernim mjestima za koje je procijenjeno da je opravdano.

4. Isključenje vodomjera

Vodomjeri se isključuju sa vodovodne mreže po nalogu Službe korisničkog servisa uslijed neplaćanja. Naravno i ovaj akt je potrebno registrovati u Službi korisničkog servisa i Magacinu. Posebnu pažnju je potrebno posvetiti evidenciji vodomjera koji su u skladištu, bez obzira da li se nalaze u magacinu sa ostalim materijalom ili u posebnom magacinu mjernih uređaja. Potrebno je da se vodi posebna evidencija vodomjera koji se prikupljaju za baždarenje a za ostale vodomjere potrebno je da evidencija obezbijedi praćenje kretanja vodomjera tj. da svaki vodomjer ima svoju istoriju što bi se najbolje ostvarilo elektronskim praćenjem iste.

5. Akcioni plan za zamjenu i kalibraciju vodomjera

Kao što je već rečeno u vodovodnom sistemu Doboja trenutno ima 8.438 instaliranih vodomjera. Da bi se osiguralo tačnost mjeranja i u potpunosti isključili prividni gubici uslijed netačnosti vodomjera svi vodomjeri u sistemu moraju biti starosti do 5 godina, što znači da je na godišnjem nivou potrebno izvršiti zamjenu između 1.410 i 1.827 vodomjera.

Kako u sistemu trenutno ima 2.255 vodomjera starosti između 5 i 10 godina potrebno je u plan redovne zamjene uvrstiti i zamjenu ovih vodomjera. Ovaj akcioni plan je sačinjen za period od 5 godina, za koji je potrebno izvršiti zamjenu vodomjera koji su trenutno stariji od 5 godina kao i tekuće zamjene vodomjera u planiranom periodu. S tim u vezi potrebno je zamijeniti dodatnih 564 do 751 vodomjera na godišnjem nivou u narednih 3 godine kako bi se ispunio plan zamjene.

U skladu sa predloženim planom ukupni broj vodomjera koji je potrebno zamijeniti u periodu od pet godina iznosi između 1.970 do 2.507 vodomjera.

Tabela br. 5.1. Planirani broj vodomjera za zamjenu

godina	Ukupan broj vodomjera	Redovna zamjena vodomjera	Vanredna zamjena vodomjera	Ukupno na godišnjem nivou
2017.	8.438	$1.406 \div 1.688$	$564 \div 751$	$1.970 \div 2.439$
2018.	8.607	$1.434 \div 1.721$	$564 \div 751$	$1.998 \div 2.472$
2019.	8.779	$1.463 \div 1.756$	$564 \div 751$	$2.027 \div 2.507$

Kao što se može zaključiti iz Tabele 5.1. u narednih 5 godina potrebno je povećeti broj vodomjera za zamjenu kako bi nakon 5 godina u sistemu svi vodomjeri bili starosti ispod 5 godina.

U skladu sa predviđenim planom i brojem zamjene vodomjera potrebno je obezbijediti i dovoljan broj stručnog osoblja koje bi vršilo poslove zamjene. Prema dosadašnjim podacima servisiranja i kalibriranja vodomjera, Vodovod Doboje ima potrebne kapacitete u ljudstvu i opremi da omogući dovoljan broj ispravnih vodomjera spremnih za ugradnju. Takođe potrebno je planirati i obezbijediti radni tim koji će obavljati terenski rad zamjene vodomjera kod Potrošača. Za ovaj posao su potrebna dva radnika, jedan pomoći radnik i jedan kvalifikovani majstor. U toku jednog radnog dana ovakav tim može da izvrši zamjenu 15 vodomjera, što znači da je potrebno 130 do 170 radnih dana da bi se predloženi plan ispunio.

11

Uputstvo za baždarenje vodomjera

1. Cilj i područje primjene

Ovo uputstvo se primjenjuje u Odjeljenju baždarnice, mjerne opreme i zamjene vodomjera. Predmet uputstva je "interni pregled (baždarenje) vodomjera nazivnog protoka do 10 m³/h".

2. Odgovornosti

Za kontrolu primjene ovog uputstva odgovoran je Rukovodilac službe za upravljanje vodovodnom mrežom.

Odgovornost poslovođe baždarnice je da:

- svaki novi kao i svaki reparirani vodomjer bude podvrgnut postupku baždarenja, od strane Odjeljenja baždarnice, mjerne opreme i zamjene vodomjera,
- vodi zapise o pregledanim vodomjerima,
- analizira rezultate mjerenja metroloških karakteristika vodomjera i shodno tome formira seriju vodomjera koja će biti predmet kontrole od strane ovlaštene eksterne institucije,
- komunicira sa ovlaštenom eksternom organizacijom u smislu ispostavljanja zahtjeva, dogovora oko termina kontrole.

3. Postupak

Prije početka baždarenja vodomjera, uređaji i vodomjeri treba da ispunjavaju sledeće uslove:

- Uređaji moraju biti u ispravnom stanju i kompletni,
- Pritisak vode u instalaciji treba da bude stabilan,
- Na ulazu svakog vodomjera radni pritisak treba da bude min 4, odnosno max 10 bar-a,
- Temperatura u prostoriji za pregled vodomjera mora biti u granicama od 15°C do 25°C,
- Prostorija mora biti zaštićena od direktnog prodiranja sunčevih zraka,
- Nivo vode i žive u nivokaznim cijevima treba da bude na nultom podjeljku,
- Vodomjeri treba da budu mehanički ispravni, očišćeni spolja i iznutra sa ugrađenim sitom u ulaznom otvoru vodomjera,
- U prostoriji za baždarenje može se nalaziti najviše onoliko vodomjera koliko je potrebno za rad u jednoj smjeni.

3.1. Postupak baždarenja/pregleda vodomjera

Baždarenje/pregled se sprovodi prema sledećem redosledu aktivnosti:

1. Kvašenje unutrašnje površine kotla na način da se kotač napuni do nivoa ukupne zapremine, nakon čega se vrši pražnjenje kotla,
2. Postavljanje serije vodomjera (serija broji 6 vodomjera) na uređaj za baždarenje. U slučaju da se pregledom vodomjera vezanih u seriju nije postigla zahtjevana tačnost, vodomjeri predmetne serije se postavljaju i pregledaju pojedinačno. Postupak pregleda pojedinačnih vodomjera sprovodi se analogno postupku pregleda serije vodomjera,
3. Vizuelna provjera (pregled) zaptivosti kućišta, regulacionog vijka i zatvarača vodomjera,

tako što se nakon postavljanja vodomjera na uređaj glavni ventil potpuno otvori, a ventil za podešavanje protoka vode zatvori. Ukoliko se pregledom utvrdi da nema kapanja ili curenja vode sa bilo kog mjesta, uzorak ispunjava uslov zaptivenosti,

- Provjera greške mjerena, propuštanjem predviđene zapremine vode, zavisno od protoka vodomjera i protoka na kojem se vrši provjera. Vrijednost predviđenih zapremina koje treba propustiti kroz vodomjer date su prilogu 1 ovog dokumenta ("Zapremina vode koju treba propustiti pri pregledu vodomjera nazivnih protoka do $10\text{m}^3/\text{h}$ "). Vrijednosti grešaka mjerena provjeravaju se najmanje pri sledećim protocima:
 - približno $0,5 q_{\max}$;
 - između q_t i $1,1 q_t$;
 - između q_{\min} i $1,1 q_{\min}$;
 - q_{\max} – maksimalni protok za predmetni vodomjer;
 - $q_{\min} \leq 0,02 q_{\max}$
 - $q_{\min} \leq q_t \leq 0,05 q_{\max}$
- Analiza rezultata mjerena metroloških karakteristika vodomjera.

3.2. Provjera greške mjerena vodomjera

3.2.1. Provjera greške mjerena vodomjera na protok od $\approx 0,5 q_{\max}$

Provjera greške mjerena vodomjera na protok od $\approx 0,5 q_{\max}$ podrazumjeva sledeći redosred aktivnosti:

1. Postavljanje vodomjera na uređaj,
2. Otvaranje zatvarača mjernog uređaja, glavnog ventila i ventila za podešavanje protoka vode, u cilju punjenja vodomjera i uređaja vodom, i istiskivanja vazduha,
3. Zatvaranje ventila za podešavanje protoka vode. Nakon zatvaranja ventila za podešavanje protoka, glavni ventil ostaje i dalje otvoren,
4. Otvaranje slavine iza vodomjera na mehanizmu za postavljanje vodomjera, koja se zatvara u trenutku kada brojač vodomjera pokaže cijelobrojnu vrijednost. Cijeli broj (prvi sa desne strane) predstavlja 1l. Ovakvo podešena vrijednost na brojaču vodomjera predstavlja početno stanje vodomjera,
5. Zatvaranje zatvarača mjernog kotla,
6. Izbor odgovarajuće sapnice koja će omogućiti potreban protok (npr sapnica broj 100 omogućava protok do $10\text{ m}^3/\text{h}$), prije puštanja vode,
7. Po uvidu u spremnost sistema za pregled, sprovesti brzo otvaranje ventila za podešavanje protoka vode sve dok živa na pokazivaču protoka vode ne pokaže traženi protok. Voda prolazi kroz vodomjer i puni mjerni kotao. Kroz vodomjer se propušta predviđena zapremina i kontroliše na nivokaznoj skali. Kad se dostigne predviđena zapremina vode brzo se zatvori ventil za podešavanje protoka,
8. Ponovno očitavanje vrijednosti na brojaču vodomjera i upis u zapisnik pregledanih vodomjera, čime se praktični dio pregleda vodomjera završava,
9. Provjeru odstupanja (relativne greške) vodomjera. Razlika brojnih vrijednosti na brojaču vodomjera između početnog stanja i ponovo očitanog predstavlja zapreminu vode protekle kroz vodomjer (V_i) koja se registruje na brojaču vodomjera,
10. Na nivokaznoj skali mjernog kotla očitava se stvarna zapremina (V_s) ulivene vode u kotao. Razlika $V_i - V_s$ daje vrijednost absolutne greške vodomjera. Odstupanje mjerena vodomjera provjerava se pomoću relativne greške koja se izračunava prema obrascu:

$$G = \frac{Vi - Vs}{Vs} * 100 (\%) ;$$

11. Relativna greška vodomjera može da iznosi max $\pm 2\%$ od Vs.

3.2.2. Provjera greške mjerena vodomjera na protok između $q_t \div 1,1 q_t$

Provjera greške mjerena vodomjera na protok između q_t i $1,1 q_t$ podrazumjeva sledeći redosled aktivnosti:

1. Otvaranje zatvarača mjernog kotla, u cilju pražnjenja kotla,
2. Izbor odgovarajuće sapnice,
3. Ponavljanje aktivnosti 4-8, tačke 5.2.1.1 ovog dokumenta,
4. Provjeru odstupanja (relativne greške) vodomjera, koja se sprovodi na način opisan u aktivnosti 9, tačke 5.2.1 ovog dokumenta. Dozvoljena relativna greška vodomjera je takođe max $\pm 2\%$ od Vs.

3.2.3. Provjera greške mjerena vodomjera na protok između $q_{min} \div 1,1 q_{min}$

Aktivnost provjere greške mjerena vodomjera na protok između q_{min} i $1,1 q_{min}$ se sprovodi na način opisan u tačci 5.2.1.2 ovog dokumenta.

Dozvoljena relativna greška vodomjera je max $\pm 5\%$ od Vs.

3.3. Analiza rezultata mjerena metroloških karakteristika vodomjera

Ukoliko vodomjer zadovoljava propisane metrološke uslove odlaže se na mjesto predviđeno za to, do eksterne kontrole. Isti se evidentira u Zapisnik o pregledanim vodomjerima gdje se upisuje broj vodomjera i profil kao i nazivni protok.

Ukoliko su greške mjerena veće od propisanih, vodomjer se vraća na pripremu za baždarenje (otklanjanje potencijalnih uzroka – podešavanje regulacionog vijka, zamjena kućišta, zamjena mehanizma ...) i ponovo kontroliše u serijskoj vezi ili pojedinačno.

Prilozi

Prilog 1 - Zapremina vode koju treba propustiti pri pregledu vodomjera nazivnih protoka do 10 m³/h

Red. br.	Nazivni prečnik vodomjera (mm)	Nazivni protok vodomjera (m ³ /h)	Protok vode kroz vodomjer (l/h)	Zapremina (Vc)koja se propušta kroz vodomjer u mjerni kotao (l)	Oznaka sapnice	Podjeljak na pokazivaču protoka		Trajanje pre- gleda (s)	Najveća dozvo- ljena greška ± (%)
						SA Hg	Sa H ₂ O		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	0,6	600	50	10	60		300	2
			60	10	1	60		600	2
			25	5	1		25	720	5
2	10 13	1	1000	100	10	100		360	2
			100	15	1	100		540	2
			40	5	1	40		450	5
3	13 15 20	1,5	1500	100	100		15	240	2
			150	20	10		15	480	2
			60	10	1	60		600	5
4	20	2,5	2500	150	100		25	216	2
			250	30	10		25	432	2
			100	15	1	100		540	5
5	25	3,5	3500	150	100	35		154,3	2
			350	70	10	35		720	2
			150	70	10		15	480	5
6	25 30	5	5000	150	100	50		108	2
			500	80	10	50		576	2
			200	20	10		20	360	5
7	30	6	6000	150	100	60		90	2
			600	100	10	60		600	2
			250	30	10		25	432	5
8	40	10	10000	150	200	50		54	2
			1000	150	10	100		540	2
			400	50	10	40		450	5

12

Smjernice za procedure praćenja vodovodne mreže

1. Uvod

Uspostavljanje procedura za praćenje sistema vodosnabdijevanja u KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor omogućava plansko i redovno evidentiranje podataka i informacija o vodovodnoj mreži koji su nužni za utvrđivanje stanja imovine, njenog održavanja, sigurnosti vodosnabdijevanja, održavanje potrebne kvalitete vode, otkrivanje gubitaka u ranoj fazi nastanka, kao i smanjenje istih i minimiziranje njihovog utjecaja.

Praćenje stanja i promjena u vodovodnom sistemu je opći naziv za sve mjere za određivanje i procjenu stvarnog stanja tehničkih sredstava vodovodnog sistema. Svi tehnički sistemi, pa tako i sistem vodosnabdijevanja, podložni starenju, kemijskim i fizičkim promjenama u osobinama materijala, trošenju i promjenama zbog različitih vrsta utjecaja. Generalno, praćenje (i održavanje) vodovodnog sistema se dijeli na tri osnovne aktivnosti (detaljnije prikazano na slici 1):

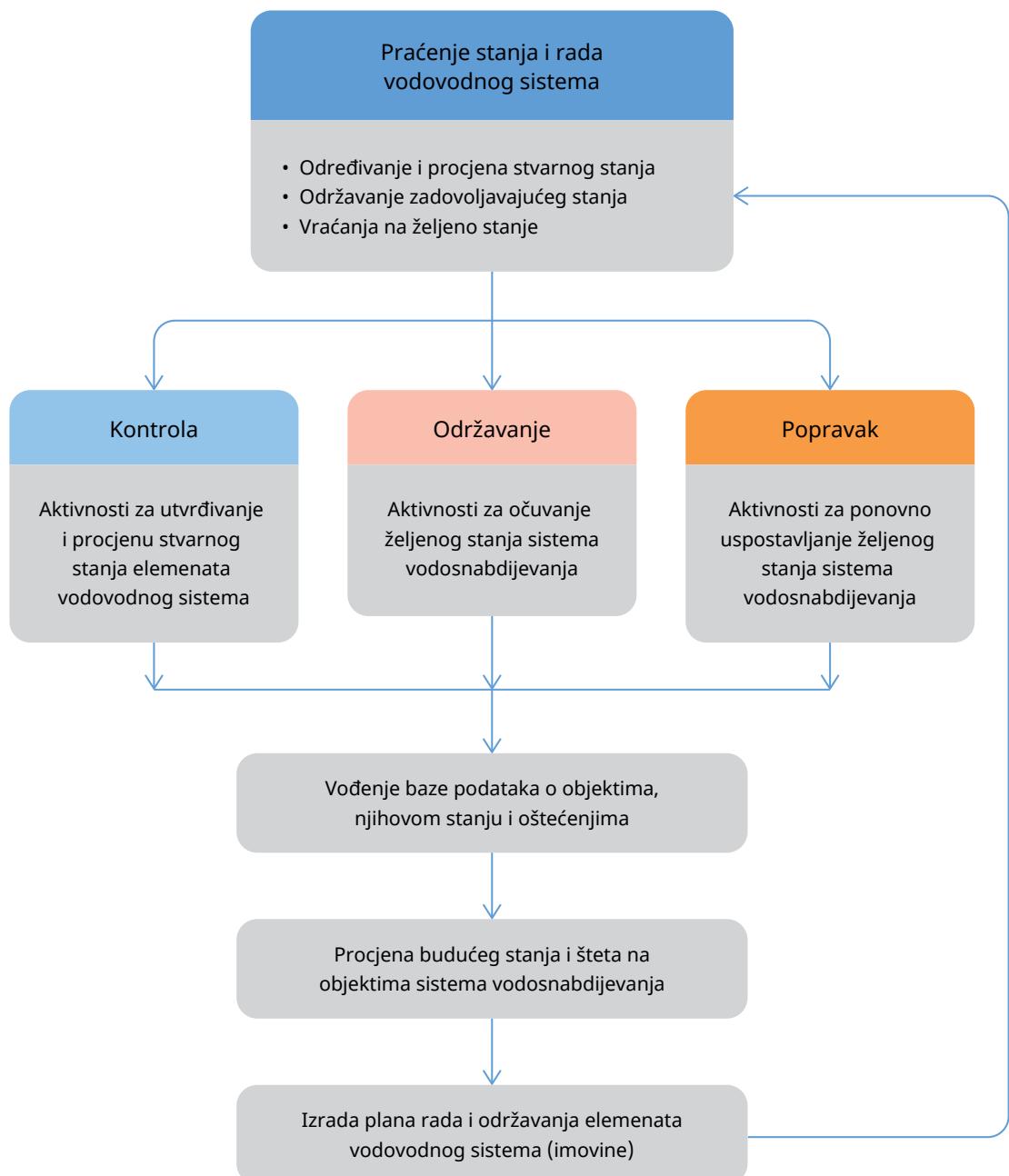
- **Kontrola** je aktivnost za utvrđivanje i procjenu trenutnog stanja (npr. provjera stanja, otkrivanje curenja, neispravnosti, grešaka, poteškoća u funkcionisanju i sl.),
- **Održavanje** je aktivnost za očuvanje trenutno zadovoljavajućeg stanja (npr. čišćenje, održavanje, zaštita i sl.),
- **Popravak** je aktivnost za vraćanje ispravnog željenog stanja (npr. popravak, zamjena i sl.).

Provodenje ovih aktivnosti u KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor također osigurava podatke neophodne za učinkovit rad i održavanje vodovodnog sistema u cilju osiguranja optimalnog investicijskog održavanja tj. unaprjeđuje upravljanje stalnim sredstvima.

Neprekidno praćenje vodovodne mreže također omogućava organizirano i strukturirano prikupljanje podataka o kvaliteti vode u sistemu sa ciljem da se obezbijedi sigurnost i ispravnost vode koja se isporučuje korisnicima usluga i na taj način minimiziraju rizici po zdravlje korisnika usluga. Drugim riječima, osiguravaju se podaci o stanju elemenata vodovodne mreže u pogledu materijala od kojeg su izgrađeni tj. da li ispuštaju opasne tvari u vodu, da li onemogućavaju prodiranje opasnih tvari iz vanjskog okruženja, da li su uslovi u sistemu pogodni za rast mikrobnih patogena i biofilma, rast i nakupljanje sedimenata itd.

Dakle, praćenje vodovodne mreže odnosno elemenata vodovodnog sistema i procesa vodosnabdijevanja je nužno za osiguranje:

- Fizičkog integriteta vodovodnog sistema tj. pravilnog funkcioniranja komponenata sistema,
- Hidrauličkog integriteta tj. osiguranje odgovarajućeg protoka i pritiska,
- Kvalitete vode tj. isporuku vode zadanih standarda.



Slika 1: Praćenje stanja i rada vodovodnog sistema

2. Postojeće stanje vodovodne mreže prnjavora

Vodovodnim sistemom Prnjavora je obuhvaćeno oko 16.000 stanovnika na području opštine, što čini 44% stanovništva.

Vodovodni sistem se snabdijeva iz dva fizički odvojena izvorišta koja ujedno čine i dva odvojena sistema. Jedna cjelina se snabdijeva sa izvorišta Drenova, maksimalnog kapaciteta 130 L/s. U ovom sistemu se nalaze:

- rezervoar Cer (2.000 m³, kota dna 220 mn.m)
- rezervoar Gornja Drenova (70 m³, kota dna 237,43 mn.m)
- buster stanice Debeljak brdo (Grundfos, H= 61,2/48,3 m, Q= 10m³/s)
- buster stanica Gornja Drenova (sa dvije pumpe Grundfos, H= 69,7/51,8 m, Q= 5,8m³/s)

Iz akumulacije Drenova voda se gravitaciono transportuje ka fabrici vode gdje se vrši priprema vode za piće. Nakon tretmana vode ista se iz fabrike vode transportuje ka rezervoaru Cer i dalje ka potrošačima.

Druga cjelina se napaja sa izvorišta Povelič, maksimalnog kapaciteta 85,60 L/s. U ovom sistemu se nalaze:

- rezervoar Matiči (800 m³, kota dna 228,21 mn.m),
- rezervoar Dr1-Pezerovo brdo (500 m³, kota dna 288,20 mn.m)
- rezervoar Dr2-Kitića brdo (800 m³, kota dna 225,00 mn.m)
- rezervoar Dr3-Grabik (150 m³, kota dna 243,42 mn.m)
- rezervoar Dr4-Maćino brdo (500 m³, kota dna 235,63 mn.m)

Izvorište Povelič čini 5 bunara od kojih su trenutno tri u funkciji. Bunari su opremljeni potopljenim pumpama. U bunaru B1 i B2 se nalaze pumpe sa maksimalnim protokom od 21,66 L/s i automatski se pokreću, bunar B3 ima maksimalni protok od 10 L/s i pokreće se manualno.

Ukupna dužina vodovodne mreže Prnjavora iznosi 253 km. U vodovodnom sistemu prevladavaju materijali od polietilena i polipropilena, odnosno PEHD cijevi. Distribucija vode na području VDS Prnjavora se uglavnom vrši preko distributivne mreže koja je povezana na rezervoare i pumpne stanice. Da bi se postigla što bolja distribucija vode u gradskom području su zatvarani sistemski prstenovi, koji obezbeđuju sigurnost u isporukama vode.

[U ovom poglavlju vaše JKP/JVP treba dati kratak prikaz vodovodnog sistema kojim upravlja. Popuniti tabelu u Prilogu1. Obuhvatiti sljedeće:

- Naselja i zone vodosnabdijevanja,
- Izvorišta/vodozahvati – kapacitet pumpi i izdašnost,
- Pumpne i prepumpne stanice – kapaciteti i snaga,
- Vodovodna mreža – dužine, materijali, promjeri,
- Mjerne DMA i PMA zone (u koliko postoje),
- Tretman vode,
- Kontrola kvaliteta vode
- SCADA sistem,
- Osnovni problemi u radu – restrikcije vode, preveliki/premali pritisci i sl.]

3. Provođenje dnevnih, sedmičnih i godišnjih procedura praćenja vodovodne mreže

Kao što je ranije navedeno, za održanje fizičkog i hidrauličkog integriteta vodovodnog sistema i kvalitete vode koja se isporučuje korisnicima usluga, tokom praćenja vodovodne mreže je neophodno pratiti i analizirati slijedeće faktore i njihove karakteristike:

- **Fizički faktori** (materijal, starost, promjer/profil, nazivna snaga, kapacitet/zapremina, funkcionalnost, učestalost kvarova, okolišni uslovi):

- Prijenosni cjevovodi,
- Distributivni cjevovodi,
- Pumpe,
- Javne česme,
- Rezervoari,
- Ventili,
- Hidranti,
- Mjerni uređaji,
- Postrojenja za proizvodnju i prečišćavanje vode za piće,
- Vrsta i broj ugrađenih uređaja za mjerenje (mjerači protoka i pritiska).

- **Hidraulički faktori:**

- Potrebne količine vode,
- Kapacitet vodovodnog sistema,
- Radni pritisak u mreži,
- Brzina protoka,
- Operativne postavke (otvorenost/zatvorenost izolacionih ventila i sl.), itd.
- Zrak u cijevima.

- **Faktori kvaliteta i količine vode:**

- Mjerenje zahvaćene vode,
- Hemijski i biološki kvalitet vode na izvoruštu,
- Podaci o kvaliteti vode u sistemu,
- Neprekidna isporuka vode ili isporuka vode sa prekidima,
- Zagađivači u blizini elemenata vodovodnog sistema,
- Kanalizacioni sistem (blizina vodovodnim cjevovodima, otvoreni ili zatvoreni tip, itd.),
- Promjena u kvaliteti vode (npr. nusproizvodi dezinfekcije), itd.

[Dati kratak prikaz procedura (posebno ako ima implementirane ISO standarde) praćenja vodovodnog sistema koje vaše JKP/JVP provodi na dnevnom, sedmičnom, mjesечно i godišnjem nivou. Obuhvatiti sljedeće:

- Kontrola kvaliteta vode za piće,
- Kontrola količine proizvedene i isporučene vode,
- Izvorušta/vodozahvati - šta se rati i kontrolira,
- Pumpne i prepumpne stanice – šta se rati i kontrolira,
- Rezervoari - koja kontrola i praćenje se provodi i kako često,
- Vodovodna mreža - kontrola i provjera cijevi, šahtovi, ventili, hidranti i sl.,
- Mjerne DMA i PMA zone (ako postoe)
- reducirati pritiska, mjerači protoka, granični ventili,
- Tretman vode,
- SCADA sistem - šta se prati na dnevnom i sedmičnom nivou.

4. Plan rada i naredni koraci

Da bi se unaprijedile postojeće i uvele nove procedure praćenja vodovodne mreže KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor će formirati radnu grupu/tim za provedbu ovih procedura. Ova grupa/tim ima zadatak da upravlja i kontroliše cjelokupan proces uvođenja novih ili prilagodbe postojećih procedura, obezbeđuje potrebne resurse (ljudske i tehničke) za provođenje, te planira sredstva i aktivnosti za investiciono održavanje.

Tu grupu/tim će sačinjavati:

- Direktor preduzeća,
- Tehnički direktor,
- Šef službe rada i održavanja,
- Šef računovodstva,
- Vođa tima za detekciju gubitaka

Za efikasno i efektivno procedura praćenja vodovodnog sistema je neophodan odgovarajući broj kvalifikovanog osoblja KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor. Ovo se prvenstveno odnosi na službu rada i održavanje, tim za detekciju kvarova, službu za očitanje, službu za svakodnevno praćenje kvalitete voda, SCADA sistem. Svo osoblje koje izvršava ove poslove treba imati odgovarajuće kvalifikacije u skladu s dodijeljenim zadacima.

U narednim Tabelama 1,2,3 je dat pregled osnovnih elemenata vodovodnog sistema koje KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor treba da prati, provjerava i provodi mjere održavanja uz jasno definirani period praćenja i održavanja. Prilikom svake provjere zaposleni u KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor će evidentirati postojeće stanje i uočene nedostatke koji će koji će se koristiti za izradu plana održavanja i obnove imovine u vodovodnom sistemu Prnjavora.

U toku 2018. godine KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor će pristupiti provođenju, u Tabelama 1,2 i 3, navedenih procedura.

Posebna pažnja će se obratiti bilježenju podataka o stanju (*Prilog 2*), ispravnosti, nedostacima i zamjeni pojedinih elemenata u vodovodnom sistemu Prnjavora sa ciljem pružanja osnova za izradu planova održavanja, odnosno za naručinkovite upravljanje imovinom (investicijsko održavanje). Prikupljeni podaci će se sistematizirano analizirati u smislu određivanja neispravne i kritične imovine koja je prioritetna za zamjenu. Ovo će se provesti u Excel tabeli (*Prilog 2 - tab Prikupljanje podataka*) odabirom filtera vrijednosti u koloni *Ocjena stanja*.

Također, potrebno je izraditi različite obrasce za različite imovinske kategorije, pošto svaka kategorija imovine ima specifične karakteristike koje treba opisati. Ovdje je dat primjer obrasca za prikupljanje podataka o imovini.

Obrazac za prikupljanje podataka o imovini			
Građevinska struktura sredstava - rezervoari			
Naziv lokacije i adresa:			
Veličina/kapacitet:			
Ocjena stanja (0-5):			
Građevinski materijali:	Datum instaliranja:		
Komentari (o stanju i neophodnom održavanju i popravci):			
Pouzdanost podataka:			
Prateća oprema:			
Mjerač protoka	Mjerač protoka (1)	Mjerač protoka (1)	Mjerač protoka (1)
Proizvođač:			
Veličina:			
Serijski broj:			
Ocjena stanja (0-5):			
Komentar:			
Ostali komentari:			

KP „Vodovod“ a.d. Prnjavor će prikupljene podatke o lokaciji i stanju imovine naknadno unijeti i u svoj CAD software s ciljem povećanja podataka u CAD-u i bolje prostorne analize prikupljenih podataka.

Nakon što se evidentira stanje imovine narednom periodu vodovodno preduzeće će po osnovu amortizovanih sredstava u fond za investicijsko održavanje vršiti obnovu/zamjenu neispravne/oštećene imovine.

NAPOMENA: Stanje većine cjevovoda nije moguće vizualno utvrditi već se odluka o njihovoj zamjeni ili potrebnom održavanju donosi na osnovu analize baze podataka o kvarovima koja je isporučena u sklopu prve faze projekta MEG.

[Potrebno je da JKP prilagodi sljedeće tabele svojim potrebama i stanju objekata. Izbrisati nepotrebno, dodati nedostajuće, popuniti ili izmijeniti]

Tabela 1: Praćenje fizičkih elemenata vodovodnog sistema

Opis elemenata sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Ventili	<ul style="list-style-type: none"> • Operativnost, • Opći uslovi i stanje, • Nepropusnost kućišta, • Korozija vidljivih dijelova, • Položaj „zatvoreno/ otvoreno“ prema evidenciji. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zatvaranje i otvaranje ukoliko to operativno stanje omogućava. • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Svake 2 godine	2018. godina: DMA zone 1-6	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
				2019. godina: DMA zone 7-11	
Granični ventili	<ul style="list-style-type: none"> • Potvrditi da su u položaju „zatvoreno“, • Zvučna provjera nepropusnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Hidranti	<ul style="list-style-type: none"> • Operativnost, • Vodonepropusnost, • Korozija, • Funkcionalnost svih dijelova. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kratko ispiranje, • Čišćenje, • Zaštita od korozije, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Polugodišnje	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Zračni ventili	<ul style="list-style-type: none"> • Oštećenja i korozija, • Funkcionalnost svih dijelova (rastaviti tj. razmontirati), • Stanje komore / šahta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Zaštita od korozije, • Zamjena brtve. • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Kontrolni ventili	<ul style="list-style-type: none"> • Isto kao ventili plus provjera funkcionalnosti i postavke. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Zaštita od korozije, • Podmazivanje vanjskih pokretnih dijelova. • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Nepovratni ventili	<ul style="list-style-type: none"> • Funkcionalnost, • Oštećenja i korozija, • Nepropusnost. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Zaštita od korozije. • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema

Opis elemenata sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Redukcijski ventili pritska	<ul style="list-style-type: none"> • Oštećenja i korozija, • Nepropusnost, • Položaj „zatvoreno“ • Odgovarajuća postavka, • Funkcionalnost i postavka kontrolora (po potrebi). 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Zaštita od korozije, • Podmazivanje vanjskih pokretnih dijelova, • Zamjena dijelova po potrebi, • Mjerjenje pritiska, tolerancija od +/-5 m tokom noćnog toka, • Ispravka položaja ukoliko je potrebno, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje i po potrebi	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Pločica sa oznakom	<ul style="list-style-type: none"> • Postojanje, • Vidljivost, • Čitljivost, • Stanje pločice i natpisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Popravka i po potrebi zamjena, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Zajedno sa kontrolom pripadajućih elemenata	Zajedno sa kontrolom pripadajućih elemenata	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Šahtovi / okna	<ul style="list-style-type: none"> • Pristupačnost, • Kontrola stanja zračnog ventila (koncentracija oksigena, otrovnih ili zapaljivih gasova), • Korozija stepenica, poklopca ili drugih dijelova, • Vodonepropusnost betona, • Inspekcija svih elemenata. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Ventilacija, • Zaštita od korozije, • Podmazivanje pokretnih dijelova, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Zajedno sa kontrolom pripadajućih elemenata	Zajedno sa kontrolom pripadajućih elemenata u šahtu/oknu	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Katodska zaštita	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrola u skladu sa detaljnim specifikacijama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Popravljanje postavki, po potrebi, • Održavanje, u skladu s preporukama proizvođača, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje ili po preporuci proizvođača	2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema

Opis elemenata sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Zonski mjerači, manometri i logeri	<ul style="list-style-type: none"> • Funkcionalnost, • Tačnost. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čišćenje, • Zamjena, • Kalibracija, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	U skladu sa zakonskim propisima i važnosti opreme i preporukama proizvođača	<p>2018. godina: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone Zonski i veliki mjeraci protoka prema planu zamjene i kalibracije Manometri i loggeri prema preporukama proizvođača</p>	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema, ovlašteni servisi i baždarnice
Rezervoari / spremnici	<ul style="list-style-type: none"> • Vrata, ulazi, prozori, • Ventilacija, • Talog u vodnim komorama, plivajući otpad, neugodan miris, • Mjere sigurnosne zaštite, • Ispravnost preljeva, • Čišćenje okoliša objekta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provjera, • Čišćenje, • Zamjena • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni 	Mjesečno	<p>Mjesečno: Svi rezervoari: Cer, Gornja Drenova, Matići, Dr1-Pezerovo brdo, Dr2-Kitića brdo, Dr3-Grabik i Dr4-Maćino brdo</p>	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
	<ul style="list-style-type: none"> • Građevinski elementi, zidovi, krov, • Cijevi, armature, fazonski komadi, • 24-satna provjera vodonepropusnosti, • Čišćenje i dezinfekcija vodnih komora, • Ispravnost elektro i gromobranskih instalacija, • Oprema za klorisanje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zatvaranje pukotina, • Opravke, • Čišćenje, • Zaštita od korozije, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje	<p>2018. godina: Svi rezervoari: Cer, Gornja Drenova, Matići, Dr1-Pezerovo brdo, Dr2-Kitića brdo, Dr3-Grabik i Dr4-Maćino brdo</p>	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema

Opis elementa sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Pumpne i prepumpne stanice	<ul style="list-style-type: none"> Funkcionalnost mašinske i elektro opreme, Vodonepropusnost pumpi, ventila, fazonskih komada, cijevi, Funkcija električnih postrojenja, generatora upravljačkog impulsa, prekidača protoka, mjerača vremena. 	<ul style="list-style-type: none"> Opravke, Zamjene, Čišćenje, Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Sedmično:	Sedmično: Sve PS i PPS: Drenova, Povelič, Debeljačko brdo, Gornja Drenova	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
	<ul style="list-style-type: none"> Testiranje rezervnih pumpi i pomoćnih uređaja, Provjera posebnih uređaja kao, reducirni pritska, tlačne sklopke, zaštita od hidr. udara 	<ul style="list-style-type: none"> Opravke, Zamjene, Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Mjesečno	Mjesečno: Sve PS i PPS: Drenova, Povelič, Debeljačko brdo, Gornja Drenova	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
	<ul style="list-style-type: none"> Glavni pregled cjelokupnog elektro sistema, posebno prekidača, stanje uzemljenja (provjera od stručne osobe - električara), Provjera ležišta pumpi, Provjera ispravnosti manometara i mjerača protoka. 	<ul style="list-style-type: none"> Opravke, Zamjene, Podmazivanje, Premazivanje, Zaštita od korozije, Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Godišnje	2018. godina: Sve PS i PPS: Drenova, Povelič, Debeljačko brdo, Gornja Drenova	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema

Tabela 2: Praćenje količine i kvaliteta vode

Opis elemenata sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Kvalitet vode	Povođenje bioloških analiza kvaliteta vode, Povođenje hemijskih analiza kvaliteta vode, Praćenje doziranja klorova i rezidualne količine klorova.		U skladu sa pozitivnim zakonskim propisima: Na definiranim mjestima i lokacijama uzimanja uzoraka	U skladu sa pozitivnim zakonskim propisima: Na definiranim mjestima i lokacijama uzimanja uzoraka	Laboratorija i služba Zavoda za javno zdravstvo
Klorinacijske stanice	Funkcija, čvrsto zatvaranje uređaja, nema klornog plina u sobi, Ventilacija, Temperatura u komori za klor, ne ispod 15 °C, Skladište klorova, Stanje građevinskih elemenata, Stanje alarma i zaštite, Evidentiranje stanje zaliha klorova.	Opravke Zamjene elemenata Zamjena praznih spremnika	Dnevno / Sedmično	Dnevno / Sedmično: Sve klorinacijske stanice:	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema

Opis elemenata sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere - Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Izvo-rišta / kaptaže	<ul style="list-style-type: none"> • Provjera nepropusnosti objekata, • Ispravnost i nepropusno zatvaranje ventila, stanje preljevne strukture, • Stanje preljevnog / odvodnog kanala, • Pojava pijeska, taloga, insekata i algi, identificirajući uzroke onečišćenja, • Stanje objekata, vodonepropusnost vodene komore i sl. • Prodori cijevi, • Stanje ventilacije: čvrsto prijanjanje, začepljivanje ili oštećenje zaslona protiv komaraca, • Poklopci šahtova: korozija, oštećenja, nepropusnost, gumena brtva, zatvaranje, nezaštićeni nosač, • Ulagne ljestve: korozija, boja, nezaštićena montaža, • Cjevovodi i spojevi: vodonepropusnost, oštećenje korozije, slikanje, fleksibilnost, • Uklanjanje drveća i grmlja u blizini objekata. • Videntiranje zahvaćene vode, • Čvrsto zatvaranje poklopca šahtova, • Propuštanje vode pored kaptaže, • Utvrditi uzrok eventualnog prelijevanja ili zagrušenja, • Slobodan isput prelijevanja i odvodne cijevi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Opravke, • Zamjene, • Čišćenje, • Zaštita od korozije, • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Mjesечно:	Mjesečno: Sva izvořišta/ kaptaže: Drenova	Služba rada i održavanja vodo-vodnog sistema
	<ul style="list-style-type: none"> • Provjera nepropusnosti objekata, • Ispravnost i nepropusno zatvaranje ventila, stanje preljevne strukture, • Stanje preljevnog / odvodnog kanala, • Pojava pijeska, taloga, insekata i algi, identificirajući uzroke onečišćenja, • Stanje objekata, vodonepropusnost vodene komore i sl. • Prodori cijevi, • Stanje ventilacije: čvrsto prijanjanje, začepljivanje ili oštećenje zaslona protiv komaraca, • Poklopci šahtova: korozija, oštećenja, nepropusnost, gumena brtva, zatvaranje, nezaštićeni nosač, • Ulagne ljestve: korozija, boja, nezaštićena montaža, • Cjevovodi i spojevi: vodonepropusnost, oštećenje korozije, slikanje, fleksibilnost, • Uklanjanje drveća i grmlja u blizini objekata. 	<ul style="list-style-type: none"> • Opravke, • Zamjene, • Čišćenje, • Farbanje, • Zaptivanje, • Zaštita od korozije • Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Polugodišnje	Polugodišnje: Sva izvořišta/ kaptaže: Drenova	Služba rada i održavanja vodo-vodnog sistema

Opis elemenata sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
Bunari	<ul style="list-style-type: none"> Evidentiranje zahvaćene vode, Čvrsto zatvaranje poklopca šahtova, Čvrsto zatvaranje glave bunara, Mjerenje razine vode u bunaru. 	<ul style="list-style-type: none"> Opravke, Zamjene, Čišćenje, Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Mjesečno	Mjesečno: Bunari: Povelič (5 bunara)	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
	<ul style="list-style-type: none"> Čišćenje bušotine, Strukturno stanje građevine, vodonepropusnost, Ventilacija: nepropusno prijanjane, blokiranje ili oštećenje zaslona protiv komaraca, Poklopac šahtova: korozija, oštećenja, nepropusnost, gumena brtva, zatvaranje, nepropusna konstrukcija, Ulagne ljestve: korozija, boja, nezaštićena montaža, Čišćenje terena oko bunara, Cjevovodi i spojevi: vodonepropusnost, oštećenje korozije, fleksibilnost, Stanje i funkcija električnih komponenti, Kontrola mjerača protoka i pritiska. 	<ul style="list-style-type: none"> Opravke, Zamjene, Čišćenje, Bilježenje podataka o ispravnosti, nedostacima i zamjeni. 	Polugodišnje	Polugodišnje: Bunari: Povelič (5 bunara)	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Zaštitne zone	Provjera pojave zagađivača, Provjera postojanja vidljivih prirodnih zagađenja, Provjera erozije / spiranja tla, Provjera stanja objekata fizičke zaštite izvorišta (ograda i sl.)	Nadgledanje prostora zaštitnih zona, Odstranjivanje zagađivača, Uklanjanje onečišćenja, Popravka objekata zaštite izvorišta.	Polugodišnje	Polugodišnje: Zaštitne zone za sve vodozahvate: Drenova, Povelič	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema

Tabela 3: Praćenje hidrauličkih parametara vodovodnog sistema

Opis elementa sistema	Aktivnost provjere	Mjera održavanja	Period provjere	Plan provjere – Ponavlja se ciklično nakon završetka pojedinog perioda provjere!	Odgovornost
SCADA / Telemetrija	Kontinuirano praćenje promjene protoka na povezanim elementima sistema, Kontinuirano praćenje i analiza promjene pritiska na povezanim elementima sistema, Kontinuirano praćenje i analiza rada pumpi, nivoa rezervoara, elektro-magnetskih ventila i sl.	Analiza odstupanja od zadanih / normalnih vrijednosti, Reagiranje uslijed prekida rada sistema ili značajnih odstupanja u zadanim vrijednostima, Bilježenje podataka i izvještavanje nadležnih o promjenama prekidima, alarmima i sl.	Dnevno	Dnevno: Za sve elemente vodovodnog sistema koji se prate putem SCADA sistema	Odjel za SCADA-u – dežurna služba
Problemi / prekidi u vodo-snabdijevanju	Opravka kvarova, Reagiranje po dojavama korisnika usluga, Pojava zraka u cijevima, Nedovoljan pritisak kod korisnika usluga, Prekidi u vodosnabdijevanju / začepljene cijevi.	Opravke, Evidentiranje izgubljene količine vode prilikom opravke kvarova, Zamjene elemenata, Bilježenje podataka i izvještavanje nadležnih o promjenama prekidima, alarmima i sl.	Dnevno	Dnevno: Cijeli vodovodni sistem – sve DMA zone	Služba rada i održavanja vodovodnog sistema
Analiza količina vode u pojedinim mjernim (DMA) zonama	Evidentiranje i analiza ulaznih količina vode, Evidentiranje i analiza potrošnje vode.		Mjesečno	Mjesečno: Cijeli vodovodni sistem – sve (uspostavljene) DMA zone	Tehnička služba u saradnji sa timom za detekciju i SCADA odjelom
Izrada vodnog bilansa za mjerne (DMA) zone i cijeli vodo-vodni sistem	Izrada vodnog bilansa za sve uspostavljene mjerne (DMA) zone, Izrada vodnog bilansa za cijeli sistem vodosnabdijevanja.	Analiza vodnih bilansa, Određivanje prioritetskih mjernih (DMA) zona za detekciju kvarova (curenja, gubitaka vode).	Polugodišnje / Godišnje	Polugodišnje / Godišnje: Cijeli vodovodni sistem – sve (uspostavljene) DMA zone	Tehnička služba u saradnji sa računovodstvenom službom, timom za detekciju i SCADA odjelom

5. Procjena kritičnosti / rizika imovine

Nakon utvrđivanja stanja imovine i potrebnog nivoa održavanja / investicija, sljedeći korak je identifikacija rizika kvara sredstava. Ovo iz razloga što je potrebno napraviti prioritete za najkritičniju imovinu, jer su ograničeni budžeti JKP-a i JLS ne mogu priuštiti realizaciju svih potrebnih održavanja i aktivnosti / intervencije kapitalnih investicija odjednom. Dakle, svrha identifikacije kritične imovine je da se omogući donosiocima odluka da bolje odlučuju u vezi sa korištenjem svojih budžetskih sredstava. Najkritičnija imovina je ona za koju je vjerovatnije da će propasti i čiji kvarovi imaju značajnije posljedice. Osim toga, kvarovi najkritičnije imovine imaju tendenciju da prouzrokuju i najveće troškove.

Pri utvrđivanju kritičnosti imovine, donosioci odluka treba da sagledaju šta znaju o vjerovatnoći da će se dato sredstvo pokvariti. Sljedeće komponente se uzimaju u obzir prilikom određivanja vjerovatnoće kvara imovine:

- **Koliko je imovina stara:** starost imovine može biti faktor u određivanju vjerovatnoće kvara, ali ne bi trebalo da bude jedini faktor. Vremenom, imovina propada, bilo zbog upotrebe ili zbog fizičkih uslova, kao što je interakcija sa vodom ili zemljom, čime se povećava vjerovatnoća kvara. Upotrebni vijek imovine je usko povezan sa uslovima korištenja, količinom održavanja, originalnim tehnikama konstrukcije, kao i vrstom materijala od kojeg je imovina napravljena.
- **Stanje imovine:** Jedan od najvažnijih faktora u određivanju vjerovatnoće kvara imovine je njeno stanje. Kako se njeno stanje pogoršava, to će biti mnogo vjerovatnije da će se pokvariti. Važno je, dakle, pokušati na najbolji način dati razumnu procjenu stanja imovine. Procjena stanja također treba biti ažurirana tokom vremena, a samim tim se ažurira i procjena njene kritičnosti.
- **Istorija kvarova:** Važno je pratiti kada se imovina / stalno sredstvo kvari i evidentirati o kojoj vrsti kvara se radi. Ove informacije trebaju biti što konkretnije kako bi pomogle sistemu da razumije modalitete svojih kvarova. Prošli kvarovi ne mogu u potpunosti predvidjeti buduće kvarove, ali mogu pružiti neke indikacije o vjerovatnoći budućih kvarova, posebno ako se prikupljaju i pregledavaju detaljne informacije o kvarovima. Sistem upravljanja imovinom treba da prati i analizira istoriju kvarova za sve kategorije imovine / sredstava, uključujući i sljedeće:
 - vrsta kvara (prekid, mehanički kvar, mala curenja),
 - uzroci kvara, razloge zbog kojih je došlo do kvara - osnovni uzrok i uzroci koji doprinose;
 - način kvara, mehanizam kvara - sistematski niz uzastopnih i međusobno povezanih uzročnih koraka koji dovode do kvara imovine / sredstava;
 - ponašanje kvara - očigledno, skriveno, nasumično.
- **Opšta iskustva sa imovinom / stalnim sredstvima:** Iako je vjerovatnoća kvara specifična za mjesto na kome se imovina nalazi, neke smjernice u pogledu vjerovatnoće kvara mogu se dobiti uvidom u opšta iskustva sa tom vrstom sredstava. Na primjer, ako postoji istorija određenog tipa pumpa koja se često kvari poslije 2 godine korištenja, a sistem ima taj tip pumpe i trenutno je 18 mjeseci star, tom sredstvu se može dati veća vjerovatnoća kvara nego što bi to bio slučaj kada ne bi bilo iskustva ovog tipa.

Faktori koji su gore obrađeni mogu zajedno predvidjeti vjerovatnoću kvara sredstava. Skala za ocjenivanje bi trebala biti jednostavna, na primjer: ocjene od 0 do 5.

Što se tiče posljedica kvara, važno je uzeti u obzir sve moguće troškove kvara. Sljedeće komponente se uzimaju u obzir prilikom određivanja posljedica kvara imovine/sredstava:

- **Troškovi popravke:** Kada se sredstvo pokvari, biće neophodno popraviti ga na neki način. U zavisnosti od vrste sredstva i obima kvara, popravka može biti jednostavna ili obimna. Ako se

sredstvo može lako popraviti i bez ogromnih troškova, onda je posljedica manja. Ako su troškovi popravke veći, onda je posljedica kvara također veća.

- **Socijalni troškovi povezani sa gubitkom sredstva:** Kada se sredstvo pokvari, to može izazvati neprijatnost za korisnika usluga (kupca, potrošača). U nekim slučajevima, ova neprijatnost može biti manja, dok u drugim slučajevima socijalni troškovi mogu biti mnogo veći. Na primjer, ako se cijev mora popraviti u stambenoj zoni, može biti nekoliko korisnika usluga (kupaca, potrošača) koji će biti bez vode na kratko vrijeme. U ovoj situaciji, trošak za posljedice kvara povezan sa socijalnim troškom je manji. Sa druge strane, ako sistem ima vrlo malo izolacionih ventila tako da bilo kakve popravke na sistemu zahtijevaju gašenje cijelog sistema, neprijatnosti za korisnike usluga (kupce, potrošače) su mnogo veće. U ovoj situaciji, trošak za posljedicu kvara povezan sa socijalnim troškom je veliki.
- **Troškovi popravke/zamjene koji su povezani sa kolateralnom štetom prouzrokovanim kvarom:** Kada se sredstvo pokvari, u nekim slučajevima šteta se može prouzrokovati i na drugim sredstvima koja nisu vezana za sistem vodosnabdijevanja. Primjeri ove vrste štete obuhvataju sljedeće: vodovodna cijev koja propadne izazove odlijevanje vode u zemljište čime se prouzrokuje šteta na temeljima neke zgrade ili kuće, ili izazove propadanje velikog dijela puta. Dakle, postoji kolateralna šteta. Preduzeće će biti odgovorano za ovu kolateralnu štetu, tako da troškovi koji se odnose na ovu vrstu kvara treba da se razmatraju kroz procjenu troškova za posljedice nastalih tim kvarom.
- **Troškovi zaštite životne sredine koji su povezani sa kvarom:** Neke vrste kvarova sredstava mogu imati uticaja na životnu sredinu. Troškovi koji se odnose na ove uticaje ne mogu se uvek lako procjeniti u novčanom smislu. Međutim, treba pokušati uspostavi neku vrstu novčane vrijednosti u odnosu na ekološke posljedice. Jedan primjer troškova za zaštitu životne sredine prouzrokovanih kvarom sredstava bi bio kada uslijed kvara. Vrijednost, bilo novčana ili kvalitativna, bi trebala biti utvrđena za ovu vrstu posljedica.
- **Smanjenje nivoa usluga:** Sredstva moraju biti u ispravnom stanju da bi se isporučio željeni nivo usluga. Ako se sredstvo pokvari, može biti ugrožena sposobnost da se isporuči željeni nivo usluga. Sredstvo koje ima veliki uticaj na sposobnost da se zadovolji željeni nivo usluge će se smatrati kritičnjim za sistem od sredstva čiji kvar neće imati značajan uticaj na nivo usluge.

Gore navedeni faktori se mogu koristiti zajedno u procjeni posljedica kvara. Skala za ocjenjivanje treba biti jednostavna, na primjer: ocjena od 0 do 5.

Sljedeći korak je množenje bodova vjerovatnoće kvara sa bodovima posljedica kvara, na koji način će se dobiti konačan rezultat kritičnosti sredstva. Matrica kritičnosti je predstavljena u nastavku.

Tabela 4: Matrica kritičnosti

Pomnoženo sa		Posljedica (trošak)					
		1	2	3	4	5	
Vjerojatnoća kvara	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	2	3	4	5
	2	0	2	4	6	8	10
	3	0	3	6	9	12	15
	4	0	4	8	12	16	20
	5	0	5	10	15	20	25

Matrica rizika treba imati najmanje tri nivoa rizika (nizak, srednji i visoki) koji će biti povezani sa nivoima prihvaćanja rizika: niski ili prihvatljivi rizik (1-6); srednji ili podnošljivi rizik (8-12); i visoki ili neprihvatljivi rizik (15-25).

6. Upravljanje životnim ciklusom imovine

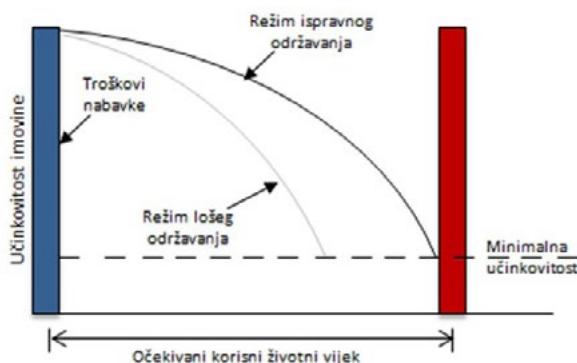
Pristup za upravljanje životnim ciklusom infrastrukture sastoji se od sljedećih faza:

- planiranje punog životnog ciklusa imovine;
- uspostavljanje/stvaranje infrastrukturne imovine (projektovanje, nabavka i izgradnja);
- funkcioniranje i održavanje infrastrukturne imovine;
- sanacija /obnova infrastrukturne imovine.

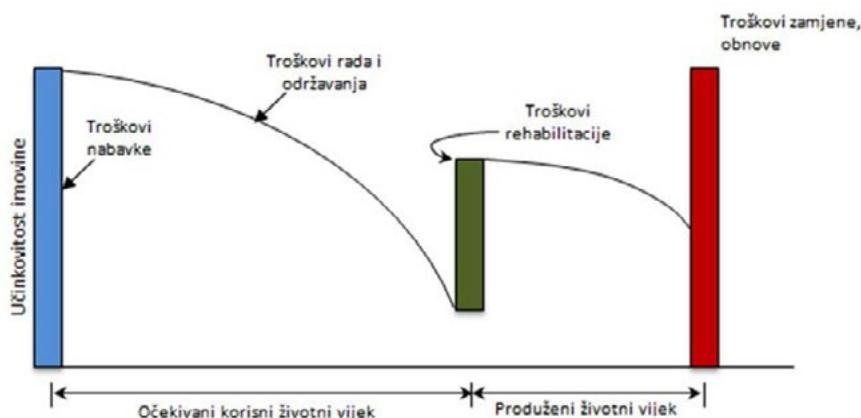
Donosioci odluka moraju uključiti sve ove faze u proces planiranja. Mnogi projektni planovi ne razmatraju izazove i troškove koji nastaju nakon izgradnje, a koji mogu imati značajan uticaj na tehničko rešenje i dugoročnu održivost infrastrukture.

Upravljanje životnim ciklusom sredstava treba biti usmjereni ka postizanju sljedeća tri cilja:

- da se osigura da sredstvo, u najmanju ruku, postiže svoj originalno projektirani ili procijenjeni upotrebnii vijek. To se radi kroz odgovarajuće funkcioniranje i održavanje sredstva. Kada se provodi loš režim održavanja, sredstvo ne može da dostigne svoj projektirani upotrebnii vijek, i tada nastaju finansijski gubici (Slika2).
- da se produži životni vijek i/ili kapacitet sredstava putem selektivnog obnavljanja / sanacije na strateškim tačkama, radije nego da se sredstvo u potpunosti rekonstruira po većoj cijeni (Slika3),
- da se umanje ukupni troškovi životnog ciklusa kroz tačno projektiranje i kompromise između različitih komponenti troškova životnog ciklusa i blagovremenih akcija u toku životnog ciklusa.



Slika 2: Veza između odgovarajućeg održavanja i očekivanog upotrebnog vijeka sredstva



Slika 3: Veza između strateške rehabilitacije/sanacije i produženog upotrebnog vijeka sredstva

7. Zaključak

Sistem vodosnabdijevanja treba funkcionirati na način koji će osigurati efikasnu i ekonomski opravданu isporuku odgovarajuće količine i kvalitete vode korisnicima usluga. Uspostavljanje procedura za praćenje sistema vodosnabdijevanja omogućava redovno evidentiranje podataka i informacija o vodovodnoj mreži i objektima, potpuno razumijevanje funkciranja sistema i osiguranje kvalitete vode u sistemu.

ba.undp.org