

GUBICI VODE U VODOOPSKRBNOM SUSTAVU

WATER LOSSES IN WATER SUPPLY SYSTEM

Josip Užar

Stručni članak

Sažetak: U radu je analizirana problematika vodoopskrbnih sustava sa stanovišta neekonomičnosti i neracionalnosti u pogledu gubitaka vode. Prikazan je uređaj za mjerenje protoka te su pokazane metode pronalaženja gubitaka. Nadzorno-upravljački sustav predstavlja ekonomski optimalno i tehnički fleksibilno rješenje u održavanju postojećih i budućih vodoopskrbnih poduzeća, a zauzima važno mjesto u radu sustava. Također su dane smjernice pristupa koji dovodi do smanjenja gubitaka, kao i osnovne informacije o IWA metodologiji vođenja bilance.

Ključne riječi: gubici vode, smanjenje gubitaka, telemetrijski sustav za daljinski nadzor, vodomjeri

Professional paper

Abstract: This paper analyzes the issue of water supply systems from the point of irrationality and uneconomical in terms of water losses. With the basic display devices for measuring flow, detailed view is given in the methods of finding the losses. The supervisory control system is technically flexible and economically optimal solution to maintain existing and future water supply companies, and occupies an important place in the work of system. Also, is given approach that leads to a reduction in losses and basic information on the IWA methodology of keeping balance.

Key words: water losses, reduce losses, telemetry system form remote monitoring, water meters.

1. UVOD

Često se zaključuje kako Republika Hrvatska obiluje pitkom vodom, a tome u prilog govori i svrstavanje među 30 vodom najbogatijih zemalja u svijetu. Mnogi vodni tokovi otkrivaju bogatstvo površinskih voda. No, za vodoopskrbu se koristi oko 90% podzemne vode, dok je tek 10% zahvaćene površinske vode iz vodotoka i višenamjenskih akumulacija. Podaci o zalihama obnovljive podzemne vode ukazuju na smanjenje količine vode iako se, zbog nedostatnih istraživanja, dobar dio takvih informacija bazira na procjenama. Sve veći utjecaj industrije i stvaranja nelegalnih odlagališta otpada daje lošu sliku kvalitete površinskih voda u vidu njenog iskorištavanja u vodoopskrbi. Najveći nedostatak u vodoopskrbi su gubici, što je nedopustivo i kao posljedicu ima neekonomično poslovanje vodoopskrbnih poduzeća. Osim toga, vrlo velik problem može biti i neracionalno trošenje i rasipanje vode, jer dobre vode je sve manje, a u nekim krajevima je i nema zbog siromaštva ili prekomjerne zagađenosti. Stoga je u postojećim i novim vodoopskrbnim sustavima od prijekog interesa formiranje stručne službe koja će biti opremljena uređajima i instrumentima za mjerenje, kontrolu, opažanje i saniranje kvarova, odnosno gubitaka vode u vodoopskrbnim objektima. Što su gubici vode u sustavu vodoopskrbe veći, to je i manja realizacija naplate vode, a troškovi održavanja ostaju isti ili se povećavaju (npr. raste cijene električne energije), pa je time borba protiv gubitaka još opravdanija. Podaci iz

2006. godine govore kako je prosječan gubitak vode (nenaplaćene vode) u javnim vodoopskrbnim sustavima iznosio 40%, a neki noviji podaci tvrde da je taj postotak nešto veći - oko 46%. Izraženo u novcu, ukupni gubici za 2005. godinu iznosili su približno 2,1 milijardu kuna, što je prosječno gledano po županijama 100 milijuna kuna godišnje. Procjena Svjetske banke daje navode da godišnja količina neprihodovane vode vodoopskrbnih sustava u svijetu iznosi 48,6 milijardi kubičnih metara, ili u 14,6 milijardi dolara godišnje. Dakle, stanje u Hrvatskoj može se usporediti sa stanjem u svijetu. Prema Svjetskoj banci nenaplaćena voda trebala bi iznositi manje od 25%, dok Europska unija ima i strože kriterije - gubici ne bi smjeli biti veći od 15%. Zemlje poput Njemačke, Danske i Japana imaju gubitke ispod 10%, slična Hrvatskoj je Italija koja bilježi oko 42% gubitaka, dok neke afričke zemlje imaju gubitke i do 80%. Gubici vode su sveprisutan problem u svim vodoopskrbnim sustavima i kao takvi se ne mogu potpuno isključiti. Međutim, može se raditi na njihovom smanjenju, što zahtijeva redovito i kvalitetno održavanje mreže.

2. MJERENJE KOLIČINE PROTOKA

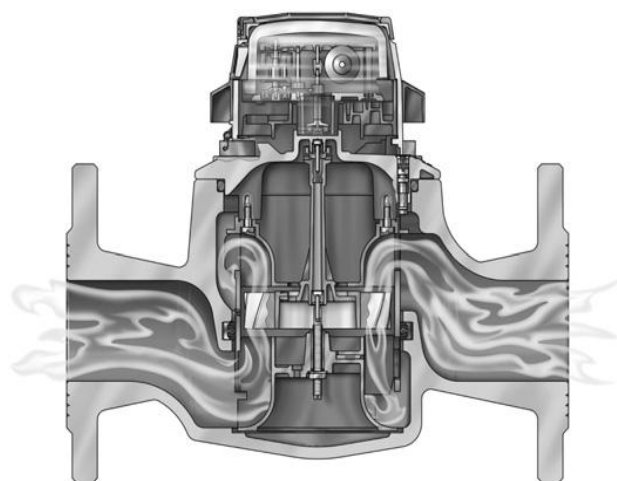
Mjerenje i bilježenje osnovnih veličina podrazumijeva hidrauličke veličine, električne i mehaničke veličine te parametre o kvaliteti vode. Hidrauličke veličine odnose se najčešće na količinu protoka, na tlak, brzinu vode, razinu vode i druga

značajna obilježja. U sklopu ovog rada spominju se mjerni uređaji za mjerenje količine protoka. Takvi uređaji mogu se postaviti na ulazu-izlazu vodospreme, na vodozahvatu, na pogonski obilježenim mjestima cjevovoda, na mjestu vodovodnih križišta (čvorovi), ali i na drugim mjestima koja doprinose učinkovitom praćenju rada sustava. Osim toga, vrlo često se postavljaju i na odvojenim dijelovima naselja radi mjerenja potrošnje pojedinih zona ili regija. U novije vrijeme mjerači protoka su povezani, a mjerni podaci se optičkim kabelom ili UKV radiovezom prenose u dispečerski centar (nadzorno-upravljački sustav). Mjerenje količine protoka je uvjet dobrog funkcioniranja i gospodarenja vodom i uvida u gubitke, te odgovarajuće naplate potrošene količine vode. Male količine protoka mjere se vodomjerima, a velike mjeračima protoka. Krajnji korisnici najviše interesa pokazuju prema vodomjerima jer oni predstavljaju potrošnju vode u kućanstvu, što je ekonomski trošak pa se autor ovog članka referira isključivo na njih. Postoji više vrsta vodomjera i oni uglavnom rade mehanički: vodomjer s krilom, vodomjer s prstenastim klipom i Woltmannov turbinski vodomjer. Vodomjer s krilom (slika 1.) radi na principu mjerenja brzine protoka pomoću rotora s krilcima. Voda tangencijalno udara u krilo i okreće ga određenom brzinom te prenosi okretaje pomoću niza zupčanika na kazaljke koje zatim prikazuju količinu, odnosno potrošnju vode.



Slika 1. Vodomjer s krilom

Vodomjer s prstenastim klipom radi na sličan način kao i krilni vodomjer s tom razlikom što umjesto krilatog toččića sadrži prstenasti klip. Za mjerenje većih količina vode upotrebljava se turbinski (Woltmannov) vodomjer. Ovi vodomjeri su dobili naziv po njemačkom inženjeru Reinhardu Woltmannu (1757.-1830.) koji je proučavao mjerenje protoka. Oni u cilindričnoj kućici imaju turbinski krug sa spiralnim lopaticama koji se pod utjecajem toka vode okreće i mjeri brzinu protoka vode te se na temelju tog podatka izračunava ukupna potrošnja. Pošto ovi vodomjeri teže registriraju manje količine protoka, ako postoji potreba da se oni zabilježe, može se ugraditi bay-pass. Slika 2. prikazuje Woltmannov vodomjer.



Slika 2. Woltmannov turbinski vodomjer

Osim spomenutih, postoje mjerači za veće količine vode koji se postavljaju uglavnom na cjevovode, vodospreme, vodozahvate i crpne stanice. Takvi mjerači mogu biti statički i dinamički. Statički mjerači su Venturijev mjerac, Pitotova cijev, elektromagnetski mjerac i ultrazvučni mjerac, dok su dinamički potapajući mjerac i turbinski mjerac.

3. PROBLEMI GUBITAKA VODE U VODOOPSKRBNOM SUSTAVU

Gubici vode odnose se na razliku zahvaćene i isporučene (naplaćene) količine vode, odnosno predstavljaju zahvaćenu vodu koja ne stigne do krajnjeg korisnika. Javljaju se duž čitavog vodoopskrbnog sustava, od vodozahvata pa sve do posljednjeg hidranta: na uređajima za pročišćavanje kroz nepravilno pranje filtera te kroz loše zasune i crpke; curenje na glavnim cjevovodima, osobito na ventilima i spojnica; kod glavnih cjevovoda koji nisu pravilno zaštićeni izolacijom; u crpnim stanicama gdje često radi lošeg održavanja dolazi do curenja na spojevima i crpkama. Vrlo je važno osobitu pozornost pridati održavanju vodoopskrbne mreže gdje su gubici vode najveći (obično su najmanje vidljivi) – spojevi, armature i priključci. Količina gubitaka ovisi o: tlaku u mreži (pri većem tlaku je i veći gubitak), dotrajalosti priključaka i vodoopskrbne mreže, o kvaliteti materijala, načinu izvedbe, nestabilnosti terena kao što su klizišta i slijeganje, o hidrauličkim udarima, o nemarnom i nestručnom radu službe za održavanje, o stupnju tehnološkog razvoja i opremljenosti vodoopskrbnog poduzeća, o organizaciji rada, educiranosti i sl. Također postoje gubici vode koji se javljaju kod priključaka većih promjera radi neosjetljivosti na bilježenje malih količina vode, a česti su i neovlašteni priključci na objekte koji troše vodu – nenaplaćena voda. Kod neispravnih kućnih instalacija i vodomjera nastaju gubici koji izazivaju neracionalno trošenje vode, što može štetno utjecati na naselja u kojima postoje mjere štednje vode zbog nestašice. Neracionalan može biti i fiksni način plaćanja vode koji se zbog nedostatka vodomjera može zateći u manjim selima. Gubici vode iz distribucijskih sustava su problem svih zemalja širom svijeta, a kod zemalja koje oskudijevaju vodom taj problem je i vrlo ozbiljan. Zato je prijeko potrebno uočiti i sanirati gubitke.

1.1. Metode za pronalaženje gubitaka

Otkrivanje kvarova najvažnija je aktivnost koja doprinosi smanjenju gubitaka. Prilikom istjecanja vode na oštećenim cjevovodima često se događa da voda ne dođe do površine već se izgubi kroz porozno tlo ili nađe put u obližnji šaht. U takvim slučajevima se pomoću opreme za makro mjerenje ispituju neispravne dionice te se pojedine dionice zatvaraju, svodeći na taj način problem na mikro lokaciju. Razlikuju se dva načina otkrivanja gubitaka: indirektan način koji se sastoji u uspoređivanju proizvedene vode i obračunate potrošnje vode u određenom razdoblju (obično mjesec dana), i direktan način koji podrazumijeva ispitivanje mreže i objekata traženjem kvarova. Indirektnim načinom se najčešće u noćnim satima, kada je manja potrošnja, mjere gubici na relaciji vodozahvat-vodosprema. Kod toga se evidentira razina punjenja u jedinici vremena, a koriste se mjerači protoka na vodozahvatu i ulazu u vodospremu. Druga metoda je mjerenje gubitaka od vodozahvata do distributivne mreže, mjereći pritom razinu pražnjenja vodospreme u jedinici vremena i to u noćnim satima kada je potrošnja najmanja. Direktan način otkrivanja

gubitaka sastoji se od: obilaženja cjevovoda i otkrivanje vode na površini ili u šahtovima, na hidrantima i zasunima; od mjerenja tlaka na pojedinim dionicama; mjerenja dotoka i potrošnje u domaćinstvima, zgradama i naseljima te od traženja kvarova i gubitaka vode osluškivanjem vodoopskrbne mreže pomoću posebnih uređaja. Obilaženje cjevovoda je vizualna metoda opažanja istjecanja vode na određenim mjestima ili objektima. Mjerenjem tlaka manometrima uspostavlja se piezometarska linija. Ako ta linija naglo pada znači da postoji istjecanje, odnosno puknuće cijevi. Često je metoda pronalaženja gubitaka praćenjem tlaka bila zanemarena u nerazumijevanju odnosa tlak-protok (veći tlak-veći protok i obratno), pa je kroz vrijeme uspostavljena FAVAD (Fixed and Variable Area of Discharge Paths) metoda koja stavlja u zavisnost te dvije veličine. Gubici u domaćinstvima mogu se najbolje uočiti noću putem vodomjera, tj. ako postoji aktivnost vodomjera a ne ispušta se voda, vrlo je vjerojatno da postoji mjesto istjecanja u vidu neispravnog vodokotlića, ventila i sl. Ako nema raspoložive opreme, osluškivanje vodoopskrbne mreže može se izvršiti preko željeznih šipki i zasunskih ključeva iako to predstavlja najgrublju metodu koja se rijetko koristi. Veća preciznost može se ostvariti detektorom koji reagira na šum vode izazvan kvarom na mreži. Uređaj se sastoji od instrumenta koji se objesi o vrat radnika, i slušalice koja se stavlja po terenu pri čemu se traži šum idući korak po korak (slika 3.). Preporuka je da se s takvim instrumentom radi noću kada nema nikakve buke koja bi značajnije ometala prisluškivanje.



Slika 3. Detektor i traženje šumova od istjecanja iz puknute cijevi

Mnogo precizniji od detektora je korelator. Sastavljen je od više instrumenata: dva akustična senzora s predpojačalom i radiopredajnika koji otkriveni šum prenose do korelatora koji stvara signal te time određuje mjesto istjecanja vode iz cijevi. Zvučni signali se prenose kabelom ili radiovezom do korelatora. Postavlja se po jedan senzor sa svake strane mogućeg kvara, a razmak između senzora ne bi smio biti veći od 100 metara. Slika 4. prikazuje korelator s pripadajućim instrumentima.

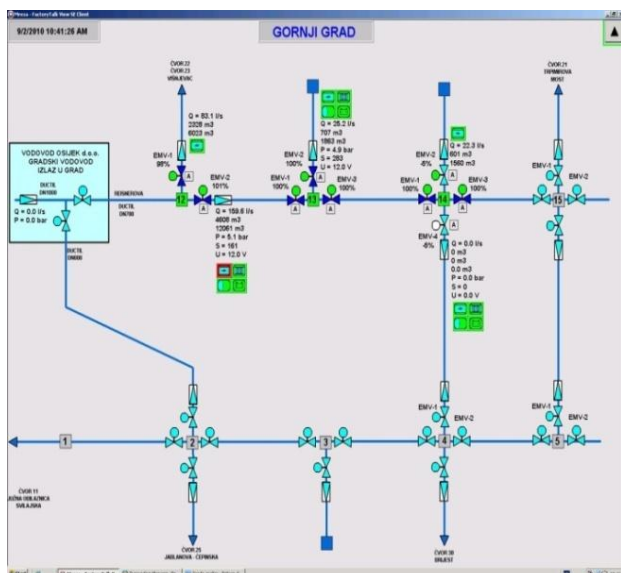


Slika 4. Korelator s instrumentarijem

Kvalitetnijem prisluškivanju, odnosno detekciji kvara može pridonijeti i sustav „pametnih loptica“ koje se ubacuju u cjevovod, kreću se zajedno s vodom te stvaraju poseban zvuk pri nailasku na mjesto istjecanja. Važno je napomenuti obavezu radnika da prilikom otkrivanja kvara, nakon iskopavanja tla na mjestu puknuća, procijeni karakter kvara i gubitke vode te dobivene podatke upiše u dnevnik.

3.2. Nadzorno upravljački sustav (NUS)

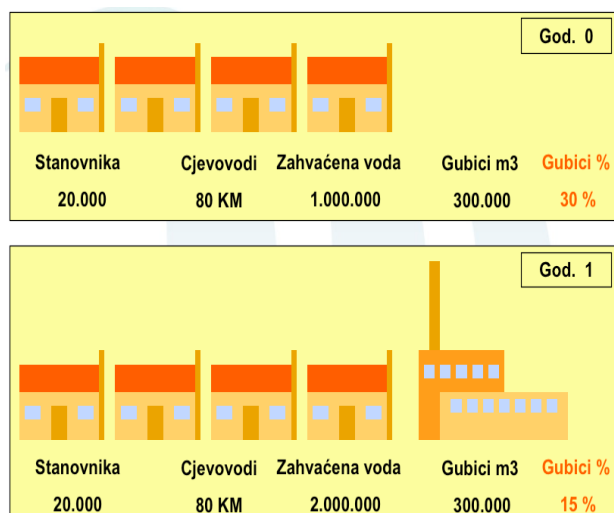
Cilj uvođenja nadzorno-upravljačkog sustava (telemetrijskog sustava) za daljinski nadzor vodoopskrbnog sustava je pouzdanija, kvalitetnija i ekonomski prihvatljivija vodoopskrba potrošača pitkom vodom. Ekonomičnost i jednostavnost nadzorno-upravljačkog sustava (u daljnjem tekstu NUS-a) leži u praćenju rada i upravljanja nad sustavom vodoopskrbe s jednoga mjesta, pri čemu informacije iz pojedinih dijelova sustava pristižu putem optičkog kabela ili UKV radioveze. U centru NUS-a vodoopskrbe instaliran je računalni program koji nadzire rad sustava. Dispečer svakog radnog dana po preuzimanju dužnosti aktivira računalni program. Program održavanja se sastoji od baze podataka o svim objektima, strojevima i uređajima s točno određenom lokacijom i učestalošću potrebnih preventivnih zahvata održavanja. Program je obično postavljen tako da svakog prvog radnog dana u tjednu automatski izdvaja objekte, strojeve i uređaje na kojima treba u tom tjednu izvršiti preventivne zahvate održavanja. Svi postupci održavanja arhiviraju se kako bi se mogle raditi analize za potrebe planiranja, te se ispisuju dva primjerka radnog naloga za preventivno održavanje. Program prepoznaje i razlikuje strojarstvo, elektro i građevinsko održavanje i označava ih kraticama „s“, „e“ i „g“. Osim preventivnog održavanja na temelju uočenih i prijavljenih kvarova i gubitaka, u centru NUS-a obavlja se i tekuće ili korektivno održavanje. Odgovorna osoba koja preuzima nalog potpisuje primjerak koji ostaje u centru NUS-a tako da se može znati tko je i kada trebao izvršiti nalog. Održavanje se provodi prema radnim uputama „strojarstvo održavanje“ i „elektro održavanje“. O provedenim zahvatima vodi se GRAĐEVINSKO-MONTAŽNI DNEVNIK u kojem se vidi tko je i što je radio, te sve druge bitne činjenice. Nakon izvršenja naloga odgovorna osoba (poslovođa održavanja) predaje popunjen radni nalog rukovoditelju koji sve kontrolira, potpisuje i vraća dispečeru koji popunjeni i potpisani primjerak arhivira. Centralizacija sustava upravljanja doprinosi većoj učinkovitosti usluga, smanjenju troškova održavanja te većoj programabilnosti radnih procesa. Osim informacija s perifernih stanica, odnosno vodosprema i crpnih stanica, u sustav pristižu i informacije iz razdjelne ili distributivne mreže koje čine čvorovi mreže (slika 5.). Svaki čvor se sastoji od višenamjenske sonde za dvosmjerno mjerenje protoka, tlaka i šuma, te od zasuna s elektromotornim pogonom koji imaju ulogu zatvaranja pojedinih dionica u slučaju kvara. Uređaj za mjerenje rezidualnog klora i dozirna crpka hipoklorita smještaju se samo na vrlo udaljene čvorove zbog potrebe dodavanja klora, jer na većim udaljenostima dolazi do razrjeđenja klora ubačenog u pogonu za kondicioniranje vode.



Slika 5. Nadzor čvorova u NUS centru na primjeru Vodovod-Osijek d.o.o.

3.3. Neracionalna primjena postotnog izračunavanja gubitaka

Dosadašnja praksa prikazivala je gubitke vode u postotku (%) u odnosu na zahvaćenu vodu. Međutim, takav način ne predstavlja stvarno stanje stvari. Slika 6. prikazuje zahvaćenu vodu u godini 0 i godini 1 te obračun gubitaka u kubnim metrima i u postotku. Vidi se da se u godini 1 zahvaćena količina vode povećala zbog novog industrijskog potrošača, dok su se prema postotnom izračunu gubici smanjili iako su količinski ostali isti. Iz toga se lako da zaključiti kako postotno izračunavanje gubitaka u odnosu na zahvaćenu vodu ne može biti ispravan pokazatelj.



Slika 6. Primjer promjene postotnog izračunavanja gubitaka vode u ovisnosti o promjeni prodane količine (izvor: A. Lambert)

3.4. Kako smanjiti gubitke?

Da bi se riješio problem smanjenja gubitaka treba restrukturirati vodoopskrbna poduzeća. Prva prava mjera bila bi privatizacija vodoopskrbnih poduzeća jer je privatnom investitoru osnovni interes povećanje prihoda i što veće smanjenje rashoda. Podjela sustava na zone dala bi detaljniji uvid u praćenje rada pojedine zone. Uvođenje geografsko-informacijskog sustava (GIS) omogućuje korištenje baza podataka koje su kompatibilne s raznim računalnim programima, a takva praksa može biti i vrlo jeftina jer na tržištu postoje mnogi besplatni programi tog tipa-dovoljna je investicija u obuku radnika. Slična je situacija i s uvođenjem numeričkog modeliranja koje zahtijeva minimalna ulaganja, a putem njega je moguće napraviti sva osnovna hidraulička ispitivanja, kao i uvođenje upravljačkih scenarija u sustavu koji mogu dovesti do ušteda vode i energije. Administrativna reorganizacija i zapošljavanje visokoobrazovanog kadra koji na pravi način može pristupiti rješavanju problema gubitaka te uvođenje telemetrijskog sustava za daljinski nadzor bilo bi još jedno ispravno rješenje kojim bi se moglo provoditi dobro održavanje i nadzor nad gubicima u sustavu. Ako je riječ o ekonomski slabijem vodoopskrbnom poduzeću, tada su dovoljne i mjere redovitog praćenja protoka putem vodomjera i stanja tlaka na pojedinim dionicama kao i upotreba opreme za osluškivanje šumova.

4. IWA METODOLOGIJA

Međunarodno udruženje za vodu IWA (International Water Association), 2000. godine utvrdila je novu metodu analize i kontrole gubitaka, tzv. IWA WLSG metodologiju. Radi se o standardnom obliku za proračun bilance vode koji je primjenjiv za različite tipove vodoopskrbnih sistema, ali i vlastitog podsistema. Bilanca se prikazuje u obliku tablice (tablica 1.) u kojoj se promatra tok vode od proizvodnog pogona do krajnjeg korisnika. IWA WLSG nudi mogućnost izračunavanja svih komponenti neprihodovane vode i standardizaciju pojedinih komponenti i termina. Posebnost ove metode je izračun stvarnih i prividnih gubitaka. Pravilno planiranje mjera i aktivnosti na smanjenju gubitaka moguće je kroz spoznaju točnih količina bilance. IWA je razvila i indikatore koji uzimaju u obzir specifičnosti sustava, a omogućuju nadzor nad gubicima i usporedbu s drugim sustavima. Svjetska banka je podržala smjernice promatranja gubitaka izražene preko infrastrukturnog indeksa istjecanja – ILI. ILI indikator (Infrastructure Leakage Indeks) pokazuje mjeru kvalitete održavanja vodoopskrbnog sustava (održavanje, rekonstrukcija, popravci, razvoj) s ciljem kontrole i smanjenja stvarnih gubitaka.

Tablica 1. Opća bilanca vode prema IWA metodologiji (skraćena tablica)

Dobavljena voda	Ovlaštena potrošnja	Fakturirana ovlaštena potrošnja	Fakturirana mjerena količina vode (očitani vodomjeri potrošača)	Prihodovana voda
			Fakturirana nemjerena količina vode (paušal)	
		Nefakturirana ovlaštena potrošnja	Nefakturirana mjerena količina vode	Neprihodovana voda
			Nefakturirana nemjerena količina vode	
	Gubici vode	Prividni gubici	Netočnost vodomjera potrošača (i pogreške u obradi podataka)	
			Neovlaštena potrošnja vode	
		Stvarni gubici	Curenje na cjevovodima	
			Preljevanja i curenje rezervoara	
			Curenje na priključcima vodomjera	

5. ZAKLJUČAK

Uvođenjem mjera redovitog preventivnog održavanja vodoopskrbnog sustava smanjuje se potreba za korektivnim intervencijama, što dovodi i do smanjenja gubitaka. Gubici u sustavima vodoopskrbe još uvijek su tabu tema budući da direktno utječu na formiranje cijene vode. S druge strane pokazuju razinu organiziranosti, odgovornosti, ali i sposobnosti vodoopskrbnog poduzeća da se na pouzdan način brine o vodoopskrbi područja za koje je zaduženo. Veliki gubici predstavljaju i velike količine nenaplaćene vode pa to utječe i na ekonomsku sliku poduzeća. Zbog nedostatka novca, umjesto ulaganja u nove tehnologije tek povremeno se krpaju dotrajali cjevovodi i ostali neadekvatno održavani objekti. Pojedine vodoopskrbne tvrtke su primorane na korištenje dodatnih sredstava iz državnog proračuna ili iz jedinica lokalne uprave i samouprave. Vodoopskrbna poduzeća koja imaju male gubitke bilježe i veću dobit pa imaju više novca za ulaganje u razvoj sustava te na taj način još više smanjuju postojeće gubitke. Od 1.1.2015. godine važit će odredba Zakona o financiranju vodnog gospodarstva (NN 153/09), što će biti korak u rješavanju gubitaka. Osnovica za obračun naknade bit će količina zahvaćene vode, a ne isporučene, kao što čini postojeća praksa. Korisnici će biti primorani da snose teret gubitaka pa je svakom stanovniku Hrvatske u interesu da ti gubici postanu što manji.

6. LITERATURA

- [1] Halkijević, I.; Vuković, Ž.; Vouk, D.: *Optimalno upravljanje gubicima vode javne vodoopskrbe u Republici Hrvatskoj*; deveti skup o prirodnom plinu, toplini i vodi, drugi međunarodni skup o prirodnom plinu, toplini i vodi, 2011.
- [2] Tadić, I: *Kako doći do vode* (praktična knjiga za praksu i obuku), Vrelo, Tuzla, 1996.
- [3] Šperac, M.; Josipović, P.: *Održavanje sustava javne vodoopskrbe*; 20. Znanstveno stručni skup Organizacija i tehnologija održavanja OTO 2011 / Lacković, Zlatko (ur.). – Osijek, Društvo održavatelja, 125-131, Osijek, 2011.
- [4] KJPK Vodovod i kanalizacija d.o.o.; *Razvojni projekti u oblasti vodosnabdjevanja i odvođenja otpadnih voda u Kantonu Sarajevo*, septembar 2008.
- [5] Bajo, A; Filipović, B: *Učinkovitost opskrbe vodom u Hrvatskoj*; Povremeno glasilo instituta za javne financije br. 37, Zagreb, 2008.
- [6] Informacije i podaci poduzeća *Vodovod-Osijek d.o.o.* (datum preuzimanja: 28.03.2012.).
- [7] Kovač, J.: *Uvod u IWA WLSG metodologiju analize gubitaka vode*, http://www.juricakovac.com/images/Uvod_u_IWA_WLTF_metodologiju_analize_gubitaka_vode_v231210v1.pdf (dostupno: 03.04.2012.).
- [8] Kovačić, I: *Prvo sanirati gubitke i racionalizirati potrošnju vode...*; Rudan d.o.o., <http://www.upravljanjevodom.com/wp-content/uploads/2011/03/Prvo-sanirati-gubitke-i-racionalizirati-potrosnju-vode.pdf> (dostupno: 07.05.2012.).

Kontakt autora:

Josip Užar, struč.spec.ing.grad.

Grad Požega; Upravni odjel za komunalne djelatnosti i gospodarenje Grada Požege
Trg svetog Trojstva 1
34000 Požega
095/801-8539
josip.uzar@gmail.com