

Uvođenje sistema automatske kontrole i regulacije pritiska u vodovodu "Gračanica" u cilju optimalizacije i smanjenja gubitaka

FUAD ALIĆ, JASMIN MULABDIĆ
.....

PREMA REZULTATIMA istraživanja u okviru Ujedinjenih naroda, snabdijevanje pitkom vodom postat će osnovni i najteži problem čovječanstva. Zato su vrlo bitni faktori gospodarenja vodama, koji se ogledaju: u smanjenju gubitaka u distribuciji i smanjenju prekomjerne potrošnje.

Kao jedna od najučinkovitijih metoda u postupku smanjenja gubitaka u vodoopskrbnim sistemima, izuzimajući u obzir direktnu detekciju i saniranje nevidljivih curenja, u suštini, svodi se na smanjenje pritiska. Uz ovu metodu, koriste se i elementi za reduciranje potrošnje (protoka) na izljevnim mjestima. Gubici u većini naših vodovodnih sistema kreću se od 40% do preko 60%.

Nekontrolisani gubici uzrokuju neopravdano veliku potrošnju. Prema dosadašnjim iskustvima, pukotina promjera 4 mm, pri tlaku od 8 bara, uzrokuje godišnji gubitak od 12.040,00 m³ vode, što, uz prosječnu cijenu m³ zahvaćene vode od prosječno 0,50 KM, donosi godišnji finansijski gubitak od 6.020,00 KM.

Isto tako, kada se govori o gubicima u vodovodnim sistemima, vrlo često se "barata" i sa pojmom **neobračunata voda**. Taj se pojam može definirati i kao razlika između zapremine vode koja ulazi u vodovodnu distributivnu mrežu i zapremine vode, obračunate potrošačima.

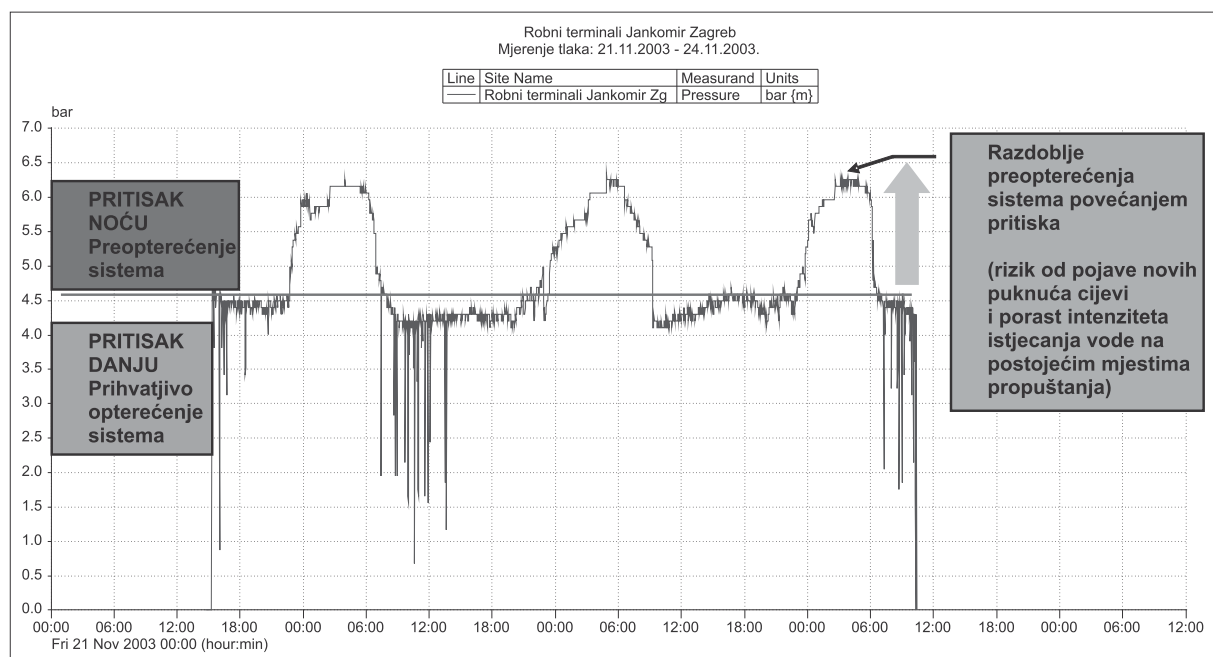
Neobračunata voda obuhvata gubitke vode u vodovodnom sistemu, prouzrokovane sljedećim faktorima: kvarovi na glavnim dovodnim cjevovodima, kvarovi na distribucionoj mreži, netačnost mjerenja na vodomjerima, krađa vode, ispiranje mreže i protivpožarne potrebe.

U ovom radu govori se, prvenstveno, o smanjenju gubitaka usljed curenja na dovodnim cjevovodima i vodovodnoj mreži.

AKTIVNA KONTROLA PRITISKA

Kontrola pritiska je učinkovita metoda za smanjenje gubitaka u cjelokupnim distribucijskim područjima. Ublažavanjem oscilacija pritiska, tom metodom umanjuje se rizik od pojave novih kvarova.

Kontrola pritiska ima važnu ulogu u smanjenju postojećih gubitaka koje uzro-



Slika 1. Grafikon promjene pritiska u sistemu bez regulacije/kontrole pritiska - primjer

kuju mnogobrojne male pukotine, a prekomjerni pritisak također utječe na povećanje intenziteta takozvanih postojećih puknuća. Sagledavajući ukupnu situaciju, većina distribucijskih sistema nema kvalitetno sprovedenu aktivnu kontrolu pritiska i tu je veliki prostor za unapređenja i smanjenje gubitaka vode.

Ventil za redukciju pritiska

Uspostavljanje aktivne kontrole pritiska podrazumijeva ugradnju ventila za reduciranje pritiska na ulazu u ciljani dio vodoopskrbnog sistema. Reduciranje prekomjernog pritiska u sistemu može se realizirati ugradnjom ventila za reduciranje pritiska sa stalnim izlaznim pritiskom ili ventila za reduciranje pritiska sa promjenljivim izlaznim pritiskom.

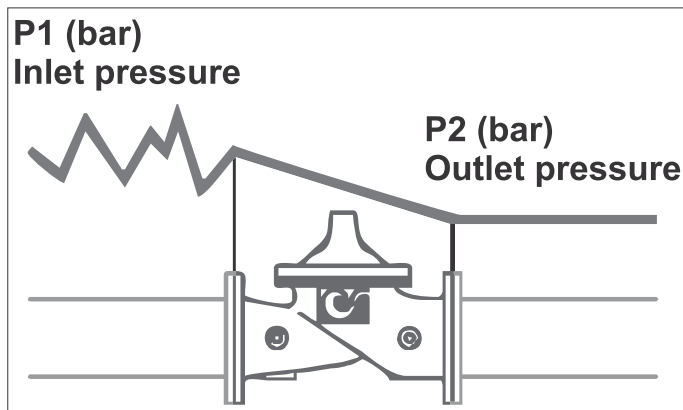
Ventili za reduciranje sa stalnim izlaznim pritiskom primjenjuju se uspješno već dugi niz godina u našim vodoopskrbnim sistemima (smanjenje pritiska u pojedinim dijelovima mreže, smanjenje pritiska za pojedine potrošače unutar mreže, itd.).

Automatska kontrola i prilagodba pritiska

Postojeći ventili za reduciranje pritiska imaju ograničenu djelotvornost s obzirom na mehaničko podešavanje ciljane vrijednosti pritiska.

Ti ventili imaju mogućnost smanjenja na jednu kontinuiranu vrijednost koja je prilagođena maksimalnoj potrošnji (npr. dnevna vršna potrošnja). Međutim, u dijelovima dana kada dolazi do smanjenja potrošnje, nepotrebno je sistem opterećivati visokim pritisima.

Pojedine vrste ventila za reduciranje pritiska (reducir ventili, upravljani pilot ventilima) moguće je nadograditi priključenjem specijalnih kontrolnih uređaja, baterijski napajanih, koji imaju mogućnost izvršavati automatske (unaprijed programirane i kontrolirane) promjene pritiska. Ti uređaji prilagođavaju pritisak stvarnim potrebama u sistemu. Moguće je imati više različitih vrijednosti pritisaka tokom dana, čime



Slika 2. Šema djelovanja reducir ventila sa stalnim izlaznim pritiskom

se omogućava komfornije snabdijevanje potrošača, uz povećanje stepena zaštite postojeće vodovodne mreže.

Važno je istaknuti da smanjenjem prekomjernog pritiska smanjujemo rizike od pojave takozvanih novih puknuća i utječemo na smanjenje curenja na postojećim mjestima propuštanja. Također, ventili za reduciranje pritiska neutraliziraju hidrauličke udare koji se javljaju u sistemu i negativno utiču na elemente sistema. Balansiranje sistema primjenom automatske kontrole pritiska neophodno je i radi umanjivanja mogućnosti pojave novih propuštanja nakon izvođenja radova na sanaciji utvrđenih mjesta propuštanja.

UVOĐENJE AUTOMATSKE KONTROLE PRITISKA U VODOVODNOM SISTEMU GRAČANICA

Uvodne napomene o vodovodnom sistemu Gračanica

Vodovodni sistem Gračanica pokriva šire gradsko područje Gračanice, kao i obližnje naselje Pribava. Na tom području živi oko 19.000 stanovnika, tu je locirana i cjelokupna industrija. Na vodovodni sistem je priključeno oko 5.500 potrošača, uključujući stanovništvo, privredu i javne ustanove. Sistem se snabdijeva vodom kombinacijom prirodnih vrela Trebavskog masiva, kao i vodom iz bušenih bunara krečnjačkih sredina sjevernog područja Gračanice.

Odnos godišnje zahvaćenih količina vode sa prirodnih vrela i bušenih bunara direktno zavisi od hidrološke godine, ali se u prosjeku kreće oko 60% : 40% u korist prirodnih vrela. Na osnovu toga, lako je zaključiti da kvalitet snabdijevanja stanovništva i industrije vodom direktno zavisi od oscilacija prirodnih vrela, tj. od hidroloških uslova tokom godine.

Zbog velikih oscilacija u kapacitetu prirodnih vrela, kao i deficita podzemnih voda na lokalitetima bušenih bunara u sušnim godinama, a uzimajući u obzir i velike gu-

bitke u sistemu, osnovna karakteristika vodosnabdijevanja proteklih 10 - 15 godina je otežano snabdijevanje vodom i česte redukcije u snabdijevanju u sušnim periodima godine (noćne i ponekad dnevne redukcije).

Iz tih razloga već duži niz godina poduzimaju se razne aktivnosti na poboljšanju kvaliteta vodosnabdijevanja. Izvršena je rekonstrukcija značajnog dijela distribucione mreže, magistralnih cjevovoda, proširenje rezervoarskih kapaciteta, rekonstrukcija izvorišta itd. Ipak, posljednjih nekoliko godina najviše pažnje se posvećuje gubicima u distribucionoj mreži. S obzirom da JP "Vodovod i kanalizacija" Gračanica raspolaže sa odgovarajućim instrumentima za detekciju i mjerenja odgovarajućih parametara, vezanih za vodovodni sistem, postignuti su značajni rezultati na smanjenju gubitaka, ali i održavanju postignutog stanja.

Uspostavljanje stanice za automatsku kontrolu i regulaciju pritiska

U kontinuitetu svih tih aktivnosti, tokom 2005. godine je izvršena detaljna analiza vodovodnog sistema Gračanica i na osnovu kontrolnih mjerenja protoka i pritiska u više tačaka u sistemu, donesen prijedlog mjera za unapređenje sistema s ciljem smanjenja gubitaka u sistemu.

Analiza je dokazala da su gubici u mreži i dalje izuzetno veliki i da su nevidljiva curenja prostorno raspoređena i sa malim isticanjima, te da je neophodno provesti sljedeće mjere za unapređenje sistema:

- Balansiranje sistema uvođenjem kontrole i automatske regulacije pritiska u sistemu,
- Daljinski nadzor potrošnje (protoka) i pritiska u sistemu,
- Utvrđivanje mjesta propuštanja u mreži – pronalaženje nevidljivih curenja.

Predložene mjere provedene su tokom 2005. godine i već su dale i odlične rezultate.

Najvažniji zadatak je bio uvođenje sistema automatske regulacije i kontrole pritiska u sistemu. S obzirom da je JP "Vodovod i kanalizacija" Gračanica u posljednjih nekoliko godina planski izvršilo zoniranje siste-

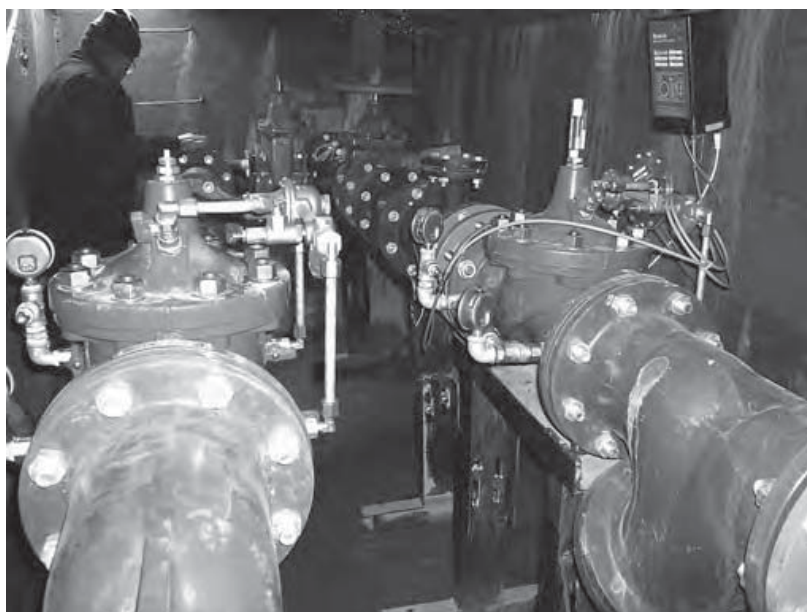


Slika 3. Izgradnja reducir stanice za automatsku kontrolu pritiska u Gračanici

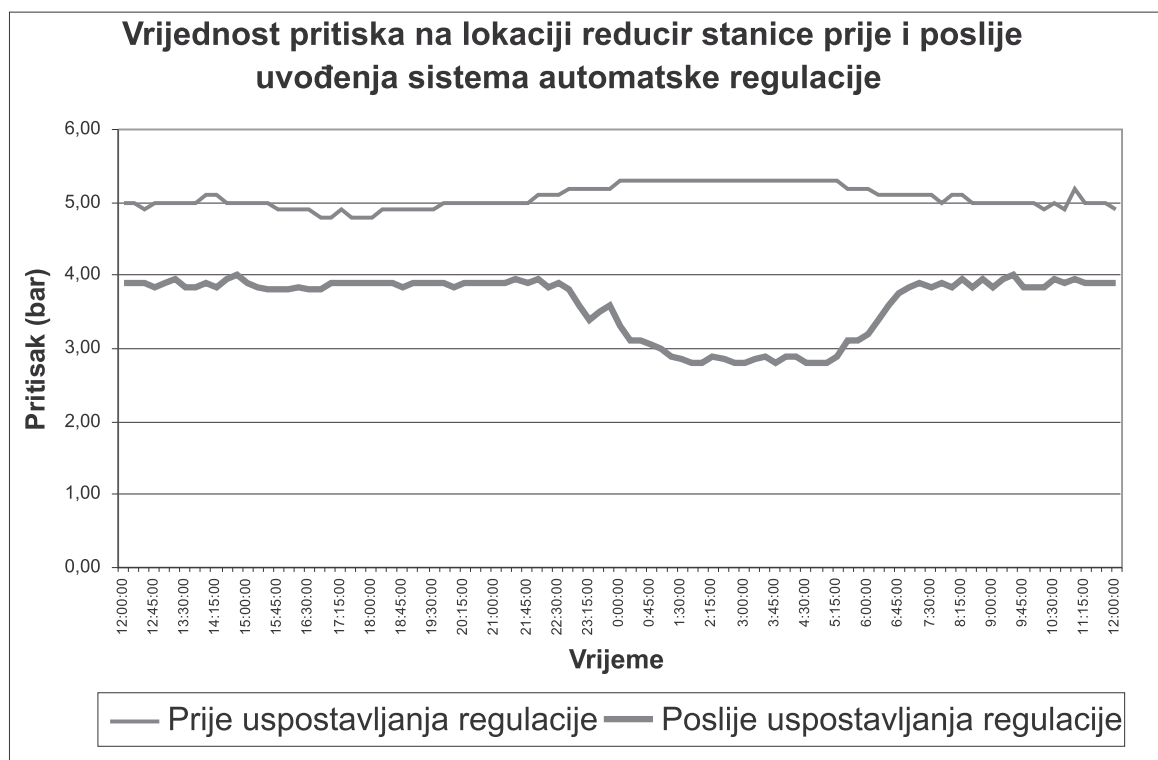
ma distribucione mreže, ispunjen je glavni preduslov za uvođenje tog sistema. Uspostavljeno je snabdijevanje iz centralnog rezervoara Gaj, sa tri neovisna distribuciona magistralna voda, od kojih su dva za najviše zone snabdijevanja, sa lijeve i desne obale rijeke Sokoluše. Tako zoniranim sistemom snabdijevanja, ostavljena je mogućnost da se na glavnom povratnom distribucionom vodu za centralnu zonu, koja je ujedno i najveća, sa 80% potrošača, izvrši optimalizacija pritiska (smanjenje i automatska regulacija).

Nakon definiranih tenderskih uslova i provedenog natječaja, odabrana je firma "IMGD" iz Zagreba, koja je imala obavezu da isporučiti i izvrši montažu neophodne opreme u šaht, dimenzija 5,50x3,0x2,0:

- Dva hidraulička reducir ventila DN 150, proizvođača "Cla-val" iz Švicarske,
- Fazonski komadi i armature (u pravcu + bajpas) sa svim neophodnim elementima (hvatači nečistoća, zasuni, vodomjer, MDK, zračni ventil, itd)
- Uređaj za automatsku regulaciju pri-



Slika 4. Slika reducir stanice za automatsku kontrolu pritiska



Slika 5. Uporedne vrijednosti pritiska na lokaciji reducir stanice vodovodnog sistema Gračanica, prije i poslije uspostavljanja kontrole pritiska

tiska u sistemu, po vremenu i protoku **“Modulo”**, engleskog proizvođača **“Tehnolog”**,

- Data logger **“Celo”**, proizvođača **“Tehnolog”**, sa ugrađenom GSM karticom za prijenos snimljenih parametara do Dispečerskog centra.

Odmah, u toku probnog rada, bilo je jasno da će rezultat biti izuzetno dobri. Od prvog dana obezbijeđeno je kontinuirano snabdijevanje svih potrošača tokom 24 sata, a pritom je dnevna isporuka vode smanjena za cca 400 - 500 m³.

Prilikom puštanja sistema u rad, prvo je nizvodni pritisak reduciran za 1,3 bar u odnosu na stanje prije ugradnje opreme (sa 5,3 na 4,0 bara), a zatim je u prvoj fazi uspostavljena automatska regulacija izlaznog pritiska “po vremenu”, i to u periodima smanjene potrošnje (u noćnim satima za dodatnih 0,8 bara), ali tako da svi potrošači imaju zadovoljavajući pritisak.

U drugoj fazi probnog rada sistema za automatsku regulaciju pritiska izvršeno je podešavanje izlaznog pritiska “po protoku - nizvodnoj potrošnji” i to na osnovu impulsnog izlaza sa vodomjera koji se nalazi

u istom šahtu. Regulacija pritiska “po protoku” se pokazala dosta efektnom i pruža velike mogućnosti prilagođavanja uslovima rada sistema (maksimalni i minimalni pritisak). To je naročito izraženo u noćnim satima, kada u sistemu bez regulacije dolazi do povećanja pritiska koji teži svojoj hidrostatičkoj vrijednosti, dok u sistemu automatske regulacije “po protoku”, zbog smanjenja potrošnje u noćnim satima, dolazi do automatske regulacije izlaznog pritiska na već ranije definisane minimalne vrijednosti. Isti se proces dešava i u ostatku 24-satne potrošnje, s tim što su oscilacije izlaznog pritiska male, ali maksimalna vrijednost ne prelazi unaprijed definisanu vrijednost (slika 5.).

U nastavku aktivnosti na uspostavljanju nadzora i kontrole vodovodnog sistema, instaliran je uređaj za snimanje najvažnijih podataka u rezervoaru Gaj i njihov prenos do dispečerskog centra. Instalirani uređaj **“CELO”** kontinuirano snima podatke sa četiri elektromagnetna mjeraca protoka (koncentraciju hlora sa automatskog hlorinatora, trenutnu mutnoću vode, nivo vode u rezervoaru, kao i kontrolu ulaznih vrata od

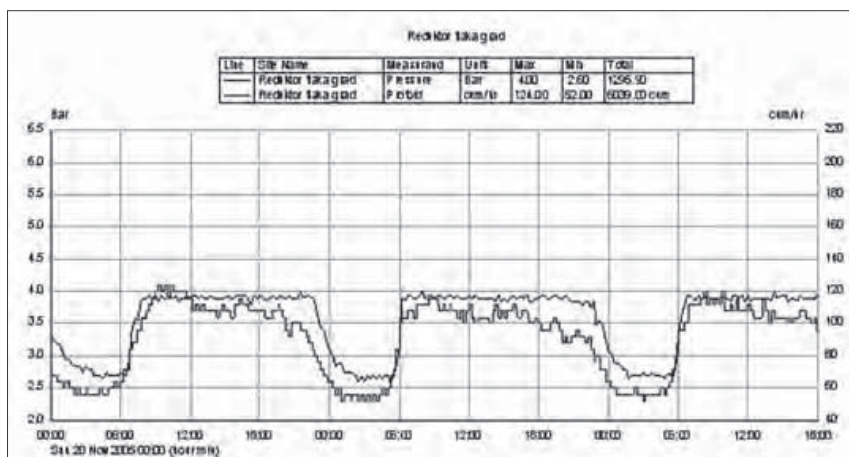
provale) i kontinuirano ih, tokom dana, putem žičane veze prosljeđuje do računara u dispečerskom centru.

Na taj način dispečer ima mogućnost da stalno kontroliše osnovne parametre vezane za distribuciju vode i da pravovremeno interveniše u slučaju poremećaja rada sistema. Uvid u podatke sa računara u dispečerskom centru moguće je ostvariti sa bilo kojeg računara pristupom sa odgovarajućim passwordom.

ZAKLJUČAK

Efekti koji su dobijeni uvođenjem sistema automatske kontrole i regulacije pritiska u sistemu su više nego opravdali uložena sredstva, jer je ona, u konačnici, znatno utjecala na smanjenje gubitaka u sistemu, a naročito ako se uzme u obzir činjenica da je to, po našim saznanjima, prvi puta primijenjeno u Bosni i Hercegovini. Nabrojat ćemo samo neke efekte koji su rezultirali optimizacijom i poboljšanjem vodovodnog sistema Gračanica:

1. Smanjenje dnevne isporuke vode za 400 - 500 m³, ili 12 % isporučenih dnevnih količina,
2. Smanjenje troškova eksploatacije sistema,
3. Uspostavljeno kvalitetno 24-satno snabdijevanje stanovništva i industrije vodom,
4. Značajno smanjen broj kvarova u sistemu,



Slika 6. Automatska kontrola pritiska u reducir stanici Gračanica - prilagodba pritiska trenutnoj potrošnji, pri definisanom maksimalnom izlaznom pritisku od 4,0 bara (u probnom radu)

5. Umanjena mogućnost pojave hidrauličkih udara i ostvaren optimalan rad sistema,
6. Stvoreni uslovi za kvalitetno snabdijevanje u vrijeme loših hidroloških perioda.

Literatura:

1. Mulabdić J., Alić F., Gračanički vodovod - sistem koji ima budućnost, *Gračanički glasnik*, br. 3, izdavač "Monos" Gračanica
2. Kovač J, Gospodarenje vodom - smanjenje gubitaka, *Savjetovanje Održavanje 2005.*, Šibenik 2005.
3. Alić F.: Prirodni resursi podzemnih voda užeg područja Gračanice i mogućnost njihovog korištanja, *Magistarski rad*, Rudarsko-građevinski fakultet Tuzla, 2004.
4. IMGD, *Analiza vodopskrbnog sustava Gračanica*, Zagreb 2005.
5. Mulabdić J., Alić F., Uvođenje automatske regulacije pritiska u cilju optimizacije sistema i smanjenja gubitaka, *Časopis Voda i mi*, br. 46, Sarajevo, 2006.