

# UTICAJ TEHNIČKIH I SOCIO-EKONOMSKIH FAKTORA NA STRATEGIJU RAZVOJA VODOVODNOG SISTEMA – PRIMER OPŠTINE PANČEVO

D. Ivetić<sup>1</sup>, M. Ivetić<sup>2</sup>, N. Jaćimović<sup>3</sup>

*asistent doktorand, Građevinski fakultet*

*redovni profesor, Građevinski fakultet*

*docent, Građevinski fakultet*

## Apstrakt

Planiranje razvoja sistema za vodosnabdevanje se bazira na strategijama razvoja definisanim u okviru nadležnih komunalnih preduzeća. U ovom radu je analizirano pitanje promene strategija razvoja pod uticajem tehničkih, socioloških i ekonomskih faktora. Analiziran je primer iz prakse, koji se odnosi na centralni vodovodni sistem opštine Pančevo. Predmet analize su bile promene stanja vodovodnog sistema u periodu od 2006. do 2016., odnosno u periodu od kad je završen „Generalni projekat snabdevanja vodom opštine Pančevo sa prethodnom studijom opravdanosti“ i njegova revizija respektivno. Ustanovljeno je da je pod uticajem tehničkih i socio-ekonomskih mehanizama došlo do značajnog smanjenja potrošnje u sistemu, što je kao posledicu imalo reviziju strategije razvoja. Jedna od ključnih promena u okviru strategije se odnosila na odbacivanje preporuke za dogradnju rezervoarskih kapaciteta.

**Ključne reči:** Vodovodni sistemi, strategija razvoja, potrošnja

## 1. UVOD

Upravljanje, funkcionisanje i planiranje razvoja vodovodnih sistema se bazira u manjoj ili većoj meri na strateškim odlukama donetim u okviru pojedinačnih vodovodnih sistema. Strateške odluke se donose na osnovu preporuka i podataka iz odgovarajuće projektno dokumentacije (studija opravdanosti, generalni projekti, master planovi itd.) kao i na osnovu iskustava zaposlenih u odgovarajućem komunalnom preduzeću; U slučaju Republike Srbije, javnom komunalnom preduzeću. Ukoliko se razmatra aspekt planiranja razvoja vodovodnog sistema, odluke o pravcima razvoja, kao i izboru odgovarajućih aktivnosti kojima će se poboljšati postojeće stanje, baziraju se na strategiji razvoja tog vodovodnog sistema.

Cilj strategije razvoja je da formuliše nekakav optimalan put kojim će se ispunjavati zadaci samog sistema. Kriterijumi koji definišu koliko je neki put blizak optimumu su različiti, mada je jasno da dominiraju oni tehničkog, ekonomskog i sociološkog karaktera. U pogledu tehničkih uslova rada nekog vodovodnog sistema, značajan deo je pod kontrolom upravljača samog sistema, odnosno odgovarajućeg javnog komunalnog preduzeća. Za razliku od tehničkih, ekonomski i sociološki uslovi u najvećoj meri nisu pod kontrolom nadležnog preduzeća, već su definisani i pod uticajem različitih složenih društvenih mehanizama. Nijedna od ovih kategorija nije konstatna u vremenu, već se menja pod uticajem širokog spektra raznih pobuda. Uz uvažavanje osnovnih specifičnosti vodovodnih sistema da nemaju ograničen vek trajanja, da treba da rade svakog od 365 dana u godini, da se stalno razvijaju tako da prate razvoj potrošnje i potreba za vodom, a da njihovi elementi i delovi imaju svoj životni vek koji zahtevaju održavanje, popravke i zamene, jasno je da se strategije moraju stalno preispitivati.

Iako je tradicionalno posao definisanja strategije razvoja bio poveren ljudima iz inženjerske struke, konkretno inženjerima hidrotehnike u slučaju vodovodnih sistema, u poslednje vreme pojavio se trend po kojem u ovaj posao obavljaju timovi koji uključuju i druge struke, prvenstveno sociologe i ekonomiste (Bach *et al.* 2013, Burkhard *et al.* 2000). Zadatak koji se poverava sociolozima i ekonomistima je predikcija razvijanja naselja i migracije stanovništva. Na osnovu različitih uzročno-posledičnih veza u društvu, pomoću modela se simuliraju mogući scenariji o načinu na koji će se menjati populacija nekog naselja u budućnosti, gustina naseljenosti kao i industrijska aktivnost naselja.

U ovom radu je analizirano pitanje promene strategija razvoja u nadležnim komunalnim preduzećima. Naime, istražen je uticaj dominantnih faktora, konkretno tehničkih, socioloških i ekonomskih (u nastavku socio-ekonomskih) na primerenost usvojenih strategija razvoja. Efekti promene tehničkih i socio-ekonomskih faktora na samu strategiju razvoja su posebno analizirani kroz primer vodovodnog sistema opštine Pančevo. U slučaju ovog vodovodnog sistema, upoređeni su zaključci izvedeni iz Generalnog projekta snabdevanja vodom naselja Pančevo iz perioda od 2006. i ranije, sa zaključcima izvedenim na osnovu analiza u 2016. Apostrofirane su promene u strategiji razvoja pod uticajem navedenih faktora, gde se najbitnija odnosila na odustajanje od dogradnje rezervoarskih kapaciteta.

## 2. KATEGORIZACIJA UTICAJA

U uvodnom delu je napomenuto da je u slučaju razmatranja strategije razvoja vodovodnog preduzeća, neophodno uračunati različite uticaje među kojima dominiraju tehnički i socio-ekonomski. U idealnom slučaju, strategije razvoja vodovodnih sistema bi bile redovno ažurirane prema aktuelnim uticajima, čime bi se omogućilo efikasno gazdovanje samim sistemima. Međutim, u stvarnom životu situacija nije takva, već su nadležna komunalna preduzeća prepuštena sopstvenim iskustvenim procenama na osnovu kojih donose odluke uz razmatranje ideja iz neprilagođenih strategija razvoja.

Uputno je na osnovu navedenog, kategorisati faktore ili uticaje koji imaju dominantnu ulogu na planove odnosno strategije razvoja kako bi se kasnije kroz primer vodovodnog sistema Pančevo oni mogli analizirati. Faktori su grupisani u dve krupne kategorije prema njihovoj prirodi:

- **Tehnički faktori** – pod tehničkim faktorima se podrazumeva sve što se dovodi u vezu ili utiče na fizičke karakteristike samog vodovodnog sistema. Jasno je da su tehnički faktori uglavnom pod uticajem nadležnog komunalnog preduzeća koje rukovodi sredstvima sistema. Tako na primer svaka rekonstrukcija vodovodne mreže predstavlja tehnički faktor koji može uticati na strategiju razvoja u većoj ili manjoj meri, budući da se očekuje da će doprijeti smanjenju potrošnje odnosno smanjenim gubicima u određenom delu mreže. Ključni aspekt u razmatranju tehničkih faktora je činjenica da oni direktno odnosno neposredno utiču na stanje vodovodnih sistema.

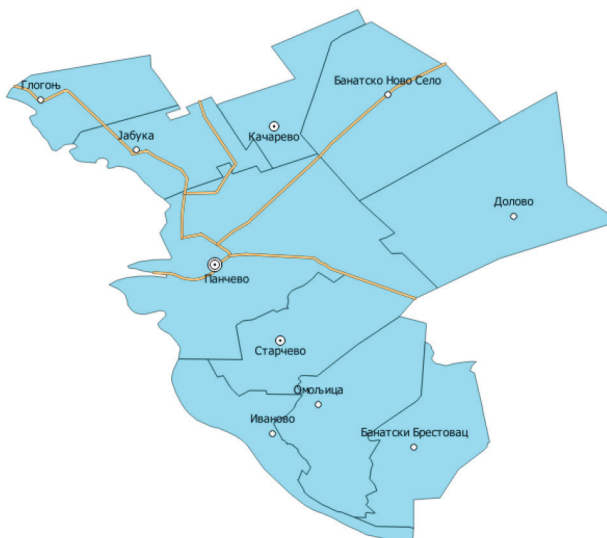
- **Socio-ekonomski faktori** – pod ovom kategorijom se podrazumevaju svi činioци koji ostvaruju posredan uticaj na stanje vodovodnih sistema i uslove u kojima rade, a pritom su društvenog karaktera. Naime imajući u vidu da je zadatak vodovodnih sistema da obezbede neometano vodosnabdevanje korisnika, gde svaki korisnik troši pijaču u vodu u zavisnosti od raznorodnih socio-ekonomskih uticaja, jasno je da se pri promeni upravo takvih uticaja javlja i promena stanja u samom vodovodnom sistemu. Nasuprot tehničkim faktorima, izuzev u slučaju definisanja jedinične cene pijaće vode, nadležna komunalna preduzeća nemaju kontrolu nad ovim faktorima.

## 3. PRIMER – VODOVODNI SISTEM OPŠTINE PANČEVO

U cilju adekvatnog sprovođenja analiza uticaja tehničkih i socio-ekonomskih faktora na strategiju razvoja vodovodnih sistema, u ovom radu su korišćeni podaci dobijeni u okviru revizije „Generalnog projekta snabdevanja vodom opštine Pančevo sa prethodnom studijom opravdanosti“ iz 2016. godine (JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo 2006 i 2016).

Opština Pančevo se nalazi na jugozapadnom obodu Banata. Sedište opštine Pančevo kao i Južnobanatskog okruga je grad Pančevo. Pored grada, opštinu sačinjavaju i devet naseljenih mesta. Naselja Starčevo, Omoljica, Ivanovo i Banatski Brestovac su pozicionirana južno i jugoistočno od grada Pančevo, Dolovo je istočno, Kačarevo i Banatsko Novo Selo severoistočno od grada, dok su Jabuka i Glogonj severno od grada (slika 1). Sva naselja koja se nalaze u sastavu opštine Pančevo imaju vodovod. Grad Pančevo i naseljena mesta: Starčevo, Omoljica, Banatski Brestovac i Ivanovo se snabdevaju vodom iz jedinstvenog vodovodnog sistema

Pančevo, a naselja: Jabuka, Glogonj, Kačarevo, Banatsko Novo Selo i Dolovo se trenutno snabdevaju iz lokalnih vodovoda.



*Slika 1. Teritorija opštine Pančevo sa podelom na pripadajuća naselja i grad.*

U okviru Generalnog projekta iz 2006. analizirano je i prikazano aktuelno stanje snabdevanja vodom grada i naseljenih mesta. Pored toga, analizirana je i potrošnja vode u periodu pre 2006. godine, na osnovu čega su procenjene norme potrošnje i neravnomernosti (na mesečnom, dnevnom i časovnom nivou) kao i gubici vode u mrežama Pančevo i okolnih naselja. Kao rezultat analiza predstavljeni su merodavni podaci o potrebama za vodom koji su korišćeni za definisanje predloga daljih aktivnosti sa ciljem poboljšanja efikasnosti vodovoda kao i priključenja ostalih naselja na centralni vodovodni sistem. Između ostalih, jedan od zaključaka analiza je bio da je neophodno povećati centralne rezervoarske kapacitete sa 15000 m<sup>3</sup> na barem 20000 m<sup>3</sup> a po nekim scenarijima i na 25000 m<sup>3</sup>.

U međuvremenu, u periodu od 2006. do 2015. godine, zaposleni u JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo su sproveli seriju rekonstrukcija vodovodne mreže kao i magistralnog cevovoda od PPV Pančevo do grada u cilju smanjenja gubitaka. Koristeći se ranije definisanom kategorizacijom u kontekstu uticaja na strategiju razvoja, ove aktivnosti se mogu klasifikovati kao tehnički faktori budući da su direktno uticale na stanje vodovodnog sistema. U istom tom periodu na stanje u vodovodnom sistemu Pančevo je uticao i niz neposrednih faktora iz kategorije socio-ekonomskih uticaja. Zbimo ove dve grupe uticaja su dovele do značajne promene merodavnih podataka o potrebama za vodom u opštini Pančevo. Dalje, ova promena vrednosti je dovela do toga da neke od preporuka iz originalnog Generalnog projekta iz 2006. nisu više adekvatne, čime su ciljevi i aktivnosti JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo preusmerene na pravac proširivanja centralnog vodovodnog sistema. Prvenstveno zaključeno je da su postojeći rezervoarski kapaciteti dovoljni čak i u slučaju priključenja preostalih naselja na centralni vodovodni sistem.

U nastavku je dat pregled tehničkih i socio-ekonomskih faktora koji su izdvojeni kao najdominantniji uticaji na stanje vodovodnog sistema Pančevo.

### **3.1. Tehnički uticaji na vodovodni sistem Pančevo**

Direktan uticaj na fizičke karakteristike vodovodnog sistema Pančevo u periodu od 2006. do 2015. su imale aktivnosti vezane za redukciju gubitaka u mreži prema preporukama iz

Generalnog projekta iz 2006. U nastavku je dat taksativan pregled rekonstrukcija po hronološkom redosledu:

- Rekonstrukcija vodovodne mreže u gradu Pančevo; zahvaćeno je devet ulica odnosno ukupna dužina mreže od 3.5 km – završeno 2010 god.
- Rekonstrukcija vodovodne mreže u gradu Pančevo; zahvaćene su dve ulice odnosno ukupna dužina mreže od 0.3 km – završeno 2012 god.
- Rekonstrukcija magistralnog cevovoda od postrojenja za pripremu vode za piće (od PPV Pančevo do prolaza ispod reke Tamiš) vode prečnika 800 mm, ukupne dužine 1.6 km – završeno 2014 god.
- Rekonstrukcija vodovodne mreže u gradu Pančevo; zahvaćeno je šest ulica odnosno ukupna dužina mreže od 3.3 km – završeno 2015. god.

Pored izvršenih rekonstrukcija, izgrađeni su i određeni magistralni cevovodi, crpne stanice i rezervoarski prostori sa ciljem povezivanja preostalih naselja na centralni vodovodni sistem. Međutim, zbog nedostataka merenih podataka, u okviru ovog rada ovi radovi nisu razmatrani.

### 3.2. Socio-ekonomski uticaji na vodovodni sistem Pančevo

Pored tehničkih faktora, bitan uticaj na promenu stanja u vodovodnim sistemima opštine Pančevo su imali i socio-ekonomski odnosno posredni faktori. Kada se govori o posrednim faktorima verovatno je adekvatnije navesti da su isti najviše uticali na uslove rada vodovodnog sistema, kao i na promenu potreba za vodom u vodovodnim mrežama. Neki od posrednih faktora su planirane aktivnosti JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo u cilju racionalizacije potrošnje vode, dok su ostali posledica ekonomsko-socioloških promena u opštini Pančevo. U nastavku su navedeni samo oni za koje smatra da su imali značajan uticaj:

- Povećanje jedinične cene vode na teritoriji opštine Pančevo;
- Smanjenje broja stanovnika opštine Pančevo – između dva popisa stanovništva (iz 2002. i 2011. god) zabeležen je pad broja stanovnika od 1.67%;
- Ekonomska kriza – zatvaranje industrijskih kompleksa.

Pretpostavlja se da je povećanje jedinične cene vode na teritoriji opštine Pančevo za posledicu imalo snažan uticaj na svest stanovništva opštine, a samim tim i dominantan uticaj na uslove rada vodovodnog sistema u odnosu na preostala dva navedena uticaja iz ove kategorije. Prema rečima zaposlenih u JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo racionalizovana je potrošnja vode i u velikoj meri je suzbijena navika stanovništva da zaliva bašte čistom vodom za piće iz vodovoda.

Pored toga, sva naselja opštine Pančevo, zajedno sa gradom Pančevo, beleže smanjenje broja stanovnika, što za krajnju posledicu takođe ima smanjenje potreba za vodom. Sličan uticaj na vodovod je imala i ekonomska kriza, koja je dovela do smanjenog obima industrijske aktivnosti u opštini Pančevo.

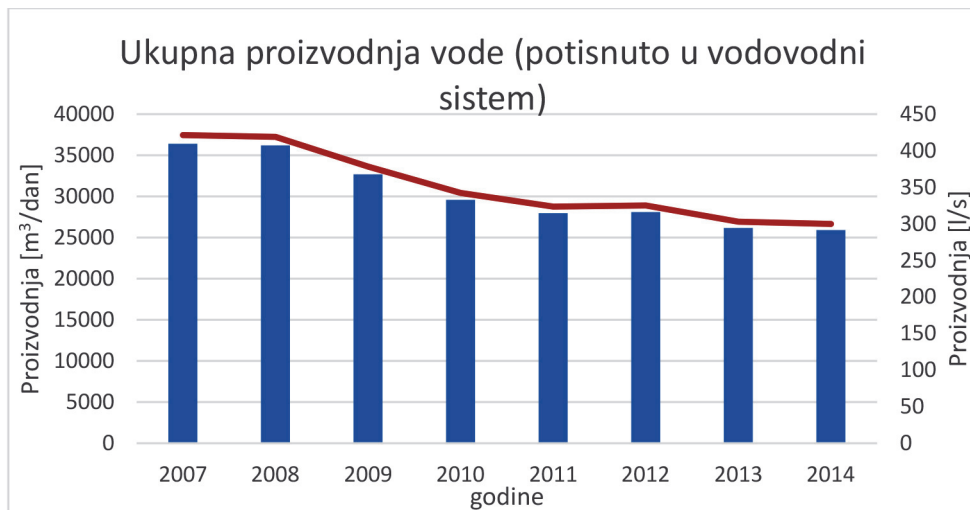
### 3.3. Analiza promene stanja vodovodnog sistema Pančevo

Da bi se stekao uvid o uticaju prethodno navedenih faktora tehničke i socio-ekonomske prirode na stanje vodovodnog sistema Pančevo, analizirane su promene merodavnih parametara u okviru sistema. Centralni vodovodni sistem dobija pijaću vodu sa PPV Pančevo, tako da se analize predstavljene u nastavku odnosno na celinu koju čine grad i navedena naselja.

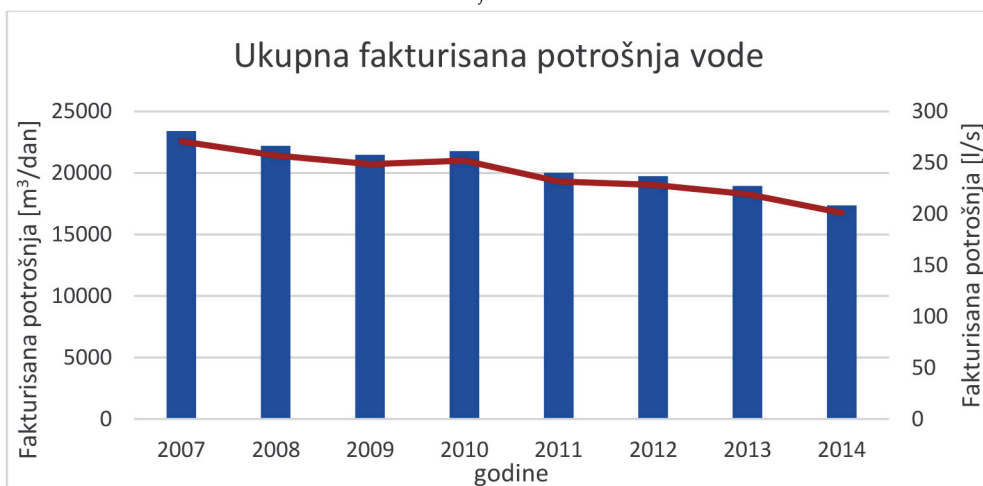
Revidentima su bili dostupni podaci dobijeni pomoću merača protoka na potisnom cevovodu sa PPV Pančevo, a pored njih još i podaci o fakturisanju potrošnji. Budući da su na raspolaganju bili podaci sa merača protoka na potisu sa PPV Pančevo na časovnom nivou, dok su podaci o fakturisanju potrošnji bili na godišnjem nivou, parametri koji prema mišljenju autora mogu biti merodavni za analiziranje sistema su razmatrani na godišnjem nivou. Razmatran je vremenski period od 2007. godine do oktobra 2015.

Korišćenjem podataka sa merača protoka na PPV Pančevo, podaci o proizvodnji vode na godišnjem nivou su predstavljeni na dijagramu 1. U nastavku se na dijagramu 2. zatim prikazuju i podaci koje su evidentirali zaposleni u JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo o fakturi-

sanoj potrošnji u centralnom vodovodnom sistemu. Za slučaj ova dva dijagrama, korišćen je vremenski okvir od 2007. do 2014., budući da su podaci iz 2015. nepotpuni.



**Dijagram 1.** Godišnji pregled ukupne proizvodnje vode na PPV Pančevo. Plavi stubovi u  $m^3$ /dan, Crvena linija u l/s.



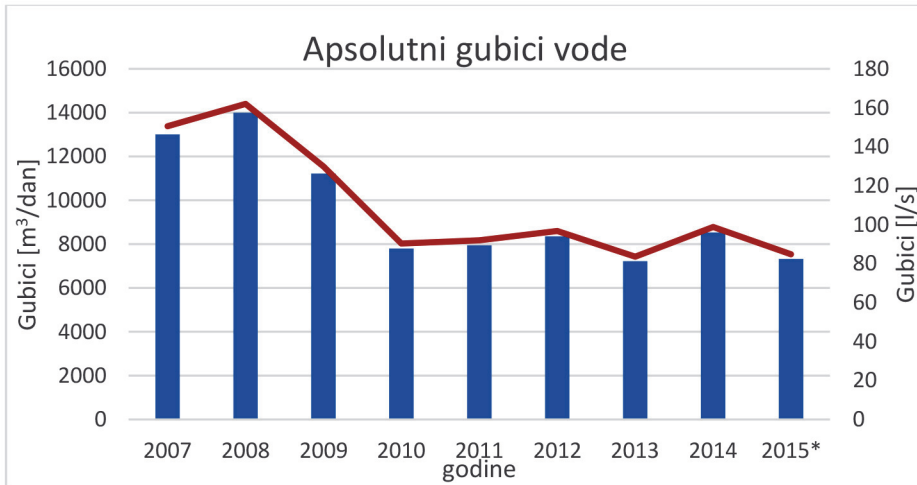
**Dijagram 2.** Godišnji pregled ukupne fakturisane potrošnje vode u vodovodnom sistemu Pančevo. Plavi stubovi u  $m^3$ /dan, Crvena linija u l/s.

Interesantno je obratiti pažnju na kontinualni trend smanjenja proizvodnje u periodu od 2007. do 2014. Što se tiče fakturisane potrošnje vode, ona je u navedenom periodu uglavnom padala, izuzev u periodu od 2009. do 2010. Imajući u vidu da je u ovom periodu zabeležen pad ukupne proizvodnje može se zaključiti da je u ovom periodu došlo do značajnih smanjenja gubitaka vode u vodovodnom sistemu. Prosečna proizvodnja vode u 2007. godini je iznosila 422 l/s, dok je u 2014. ona pala na približno 300 l/s. Ukupno smanjenje proizvodnje pijaće vode na PPV Pančevo je približno 120 l/s. Posebno je naglašen pad ukupne proizvodnje u periodu od 2008. do 2011. kada je gradijent najoštrij, dok je u ostatku razmatranog perioda gradijent blaži.

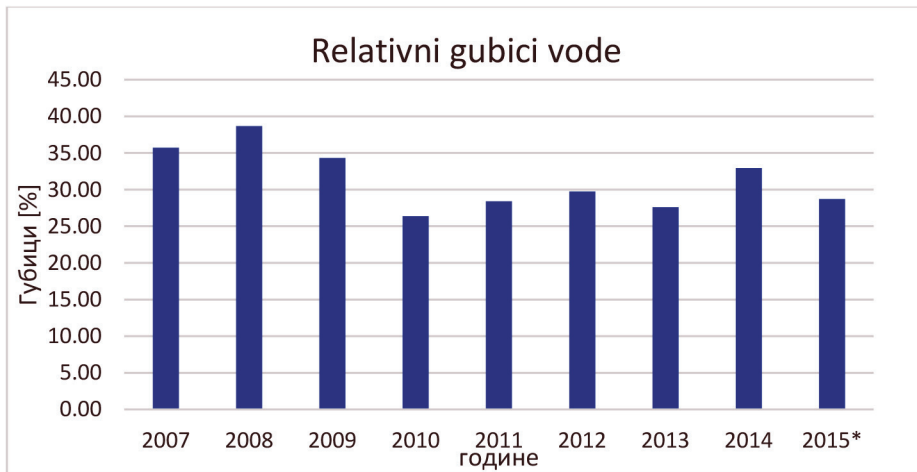
Ukoliko se prikazani podaci posmatraju kroz prizmu tehničkih i socio-ekonomskih faktora koji su uticali u ovom periodu na stanje vodovodnog sistema Pančevo, može se zaključiti da je njihov efekat na sveukupnu potrošnju vode u sistemu bio izuzetno značajan. Takođe,

imajući u vidu da se, prevedeno u procenete, u vodovodnom sistemu Pančevo troši približno 30% manje pijaće vode na kraju 2014. godine, nego što je to bio slučaj 2007. godine, nameće se zaključak da je opravdano bilo preispitati zaključke izvedene i predstavljene u referentnom Generalnom projektu iz 2006.

Da bi se omogućila kvantifikacija tehničkih uticaja na stanje vodovodnog sistema Pančevo analizirani su isključivo gubici vode. Usled činjenice da su podaci o fakturisanjoj potrošnji dostupni na nivou godine, analiza gubitaka je sprovedena isto na godišnjem nivou. Na ovaj način nije bilo moguće analizirati karakter gubitaka i zavisnost gubitaka od uslova u mreži (npr. pritiska). U nastavku su prikazane promene vrednosti apsolutnih (Dijagram 3.) i relativnih gubitaka (Dijagram 4.) u periodu od 2007. do 2015. godine.



*Dijagram 3. Godišnji pregled apsolutnih gubitaka vode u centralnom vodovodnom sistemu Pančevo.*



*Dijagram 4. Godišnji pregled relativnih gubitaka vode u centralnom vodovodnom sistemu Pančevo.*

Na osnovu priloženih podataka može se videti da apsolutne vrednosti gubitaka u vodovodnom sistemu Pančevo imaju generalno trend pada, sa povremenim skokovima (2008. i 2014. najizraženiji). Konstatuje se da su gubici u vodovodnom sistemu Pančevo znatno smanjeni, imajući u vidu da su 2007. godine oni iznosili 151 l/s a da u 2015. oni iznose 85 l/s, što je pad od približno 40%.

Ukoliko se posmatraju gubici u relativnom kontekstu, odnosno u odnosu na srednju godišnju proizvodnju, taj pad nije toliko izražen pa se može reći da su tokom razmatranog perioda gubici vode pali sa 36% na 29%, s tim što su u relativnom odnosu oni najniži bili 2010. kada su učestvovali u ukupnoj potrošnji sa približno 26%.

Imajući u vidu navedene podatke, može se smatrati da su u periodu od 2007. do 2015. znatno smanjeni, prvenstveno zahvaljujući merama koje su nadležni iz JKP "Vodovod i kanalizacija" sprovedeli. Preko dijagrama se jasno može videti uticaj neposrednih faktora, odnosno intervencija na rekonstrukciji mreže koje su sprovedene u navedenom periodu, jer su upravo najizraženiji padovi gubitaka javljaju nakon izvršenih intervencija. U nastavku su pobrojane glavne intervencije na rekonstrukciji vodovodne mreže kao i grube procene efekata:

- 2010. god. Rekonstrukcija vodovodne mreže; zahvaćeno je devet ulica odnosno ukupna dužina mreže od 3.5 km – **smanjenje gubitaka za 40 l/s odnosno 8%**.
- 2012. god. Rekonstrukcija vodovodne mreže; zahvaćene su dve ulice odnosno ukupna dužina mreže od 0.3 km – **smanjenje gubitaka za 13 l/s odnosno 2%**.
- 2014. god. Rekonstrukcija magistralnog cevovoda od PPV (od PPV Pančevo do prolaza ispod reke Tamiš) vode prečnika 800 mm, ukupne dužine 1.6 km – **smanjenje gubitaka za 14 l/s odnosno 4%**.
- 2015. god. Rekonstrukcija vodovodne mreže u gradu Pančevo; zahvaćeno je šest ulica odnosno ukupna dužina mreže od 3.3 km – **nije moguće proceniti jer su neophodni podaci o fakturisanom potrošnji na mesečnom nivou**.

Konačno, uputno je analizirati i prokomentarisati merodavne parametre za dimenzionisanje objekata vodovodnog sistema. Tabela su uporedno prikazani merodavni podaci iz originalnog Generalnog projekta iz 2006. kao i iz revizije iz 2016. godine.

**Tabela 1.** Uporedni prikaz merodavnih potrošnji u centralnom vodovodnom sistemu Pančevo iz Generalnog projekta iz 2006. i iz Revizije iz 2016.

| Godina                                |            | 2006 | 2015 |
|---------------------------------------|------------|------|------|
| 1 Srednja godišnja potrošnja [l/s]    | Qsr.dn. =  | 422  | 300  |
| 2 Koeficijent dnevne neravnomernosti  | Kdn. =     | 1.3  | 1.2  |
| 3 Maksimalna dnevna potrošnja [l/s]   | Qmax.dn. = | 550  | 360  |
| 4 Koeficijent časovne neravnomernosti | Kcas =     | 1.4  | 1.4  |
| 5 Maksimalna časovna potrošnja [l/s]  | Qmax.cas = | 770  | 504  |

Pored vrednosti srednje godišnje potrošnje koje su obrađene i ranije u ovom radu, primećuje se da su merodavne vrednosti maksimalne časovne i dnevne potrošnje znatno manje za 2015. godinu u odnosu na 2006. Ukoliko bi se razmatrali relativni odnosi dobija se da su vrednosti maksimalne dnevne i maksimalne časovne potrošnje umanjene za 34.5%. Jasno je da su, uzimajući navedene podatke u obzir, preporuke koje su važile do trenutka Revizije Generalnog projekta morale biti preispitane. Tako se i ustanovilo da jedna od preporuka koja se odnosila na neophodnost dogradnje rezervoarskog prostora za barem 5000 m<sup>3</sup>, više nije validna. Na ovaj način, JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pančevo su bili u mogućnosti da preusmere svoje aktivnosti na pojačanu borbu sa gubicima kao i na plansko proširenje centralnog vodovodnog sistema.

Treba imati na umu da je egzaktna kvantifikacija doprinosa pojedinih tehničkih, a pogotovo socio-ekonomskih faktora, na smanjenje potrošnje i gubitaka u sistemu, zametan i možda čak i skoro nemoguć zadatak. Preduslov za ovakve precizne analize je pre svega značajan broj kvalitetnih merenja, kojih nažalost uglavnom nema. Uglavnom se može proceniti isključivo zajednički doprinos svih faktora, budući da oni u svakom trenutku u sinergiji deluju na vodovodni sistem.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su definisane dve kategorije faktora koje imaju dominantan uticaj na promenu strategija razvoja sistema za vodosnabdevanje kroz vreme. Prvu kategoriju čine tehnički faktori, pod čijim uticajem se direktno menjaju fizičke karakteristike vodovodnih sistema. Drugu kategoriju čine socio-ekonomski uticaji koji se ostvaruju posredano preko korisnika menjajući stanja, odnosno uslove rada vodovodnih sistema. Pod uticajem ove dve grupe faktora vodovodni sistemi se menjaju zajedno sa uslovima rada, zbog čega se javlja potreba za kontinualnom revizijom strategija razvoja.

U radu je analiziran primer iz prakse, koji se odnosi na centralni vodovodni sistem opštine Pančevo, preko kojeg se vodom snabdevaju korisnici grada Pančeva kao i naselja Starčevo, Omoljica, Ivanovo i Banatski Brestovac. Predmet analize su bile promene stanja vodovodnog sistema u periodu od 2006. do 2016., odnosno u periodu od kad je završen „Generalni projekat snabdevanja vodom opštine Pančevo sa prethodnom studijom opravdanosti“ i njegova revizija respektivno. Ustanovljeno je da je pod uticajem tehničkih i socio-ekonomskih mehanizama došlo do značajnog smanjenja potrošnje u sistemu. Konkretno, u slučaju srednje godišnje potrošnje zabeležen je pad od približno 30% dok su vrednosti maksimalnih dnevnih i časovnih potrošnji opale za 35%. U slučaju potrošnji može se govoriti samo u zajedničkom delovanju tehničkih i socio-ekonomskih faktora na smanjenje, budući da je teško izolovati uticaje pojedinačnih faktora.

Na osnovu prikazanih podataka zaključeno je da su novi uslovi funkcionisanja vodovoda zahtevali reviziju strategije razvoja centralnog vodovodnog sistema Pančevo. Kao jedna od posledica revizije, preporuka iz Generalnog projekta iz 2006. o dogradnji rezervoarskih kapaciteta za 5.000, odnosno 10.000 m<sup>3</sup>, je odbačena, budući da je ustanovljeno da su postojeći kapaciteti u potpunosti zadovoljavajući, čak i uslučaju priključenja preostalih naselja opštine Pančevo na centralni vodovodni sistem. Prema revidovanoj strategiji aktivnosti vodovoda trebaju da se preusmere na smanjenje gubitaka kao i na plansko proširenje sistema.

## LITERATURA

1. Alperovits, E., Shamir, U. (1977) „Design of optimal water distribution systems“, *Water Resources Research*, 10.1029/WR013i006p00885, 885-900.
2. Bach, P., Rauch, W., Mikkelsen, P., McCarthy, D., Deletic, A., (2013) „A critical review of integrated urban water modelling – Urban drainage and beyond“, *Environmental Modelling & Software*, doi:10.1016/j.envsoft.2013.12.018, 88-107.
3. Burkhard, R., Deletic, A., Craig, A., (2000) „Techniques for water and wastewater management: a review of techniques and their integration in planning“, *Urban Water*, 10.1016/S1462-0758(00)00056-X, 197-221.
4. „Generalni projekat snabdevanja vodom naselja opštine Pančevo sa prethodnom studijom opravdanosti“ (2006), Investitor: JKP „Vodovod i Kanalizacija“ Pančevo, Projektant: „Beoinženjering 2000“.
5. Lansley, K., Duan, N., Mays, L., and Tung, Y. (1989). "Water Distribution System Design Under Uncertainties." *Journal of Water Resources Planning and Management*, 10.1061/(ASCE)0733-9496(1989)115:5(630), 630-645.
6. Revizija „Generalnog projekta snabdevanja vodom naselja opštine Pančevo sa prethodnom studijom opravdanosti“ (2016), Investitor: JKP „Vodovod i Kanalizacija“ Pančevo, Projektant: „Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu“.
7. Walski, T., Chase, D., Savic, D., Grayman, W., Beckwith, S., Koelle, E. (2003), „Advanced water distribution modeling and management“, Bentley Institute Press.