

UNAPREĐENJA SISTEMA ZA VODOSNABDIJEVANJE – CASE STUDY REKONSTRUKCIJA VODOVODNE MREŽE GRADA VISOKO

Amra SERDAREVIĆ¹, Amar HADŽIAHMETOVIĆ², Alma DŽUBUR¹, Kenan HOTI³

¹Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, BiH

²BIHEXO d.o.o., Sarajevo, BiH

³Regeneracija d.o.o., Sarajevo, BiH

REZIME

Snabdijevanje vodom podrazumjeva isporuku odgovarajuće količine i kvaliteta vode potrošačima, uz obezbjeđenje potrebnih pritisaka u dovodnicima i distributivnoj mreži. Sistem vodosnabdijevanja se sastoji od objekata i cjevovoda, uz prateću hidro-mašinsku opremu. Pouzdan sistem vodosnabdijevanje osigurava se na različite načine, od projektovanja, izvođenja, do konačnog pogona i održavanja u toku eksploatacije. Kvalitet izabranih cijevnih materijala i načina izgradnje sistema vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda utječe dugoročno na tehničko-ekonomske pokazatelje rada sistema i zadovoljstvo krajnjih korisnika.

U Bosni i Hercegovini je već dugi niz godina prisutan trend poboljšanja stanja u pogledu vodosnabdijevanja i smanjenje gubitaka u sistemima.

U radu je dat osvrt na značaj kvaliteta izvedenih radova na sistemu za vodosnabdijevanje, uz prikaz prednosti i manu pojedinih načina izvođenja. Posebno je prikazan sistem koji unapređuje način spajanja elemenata vodovodnog sistema (BAIO) sa svim tehničkim karakteristikama.

Primjena ovog sistema prikazana je kroz case study - projekt rekonstrukcije vodovodne mreže grada Visoko, u BiH.

Ključne riječi: Vodosnabdijevanje, BAIO sistem, cjevovodi, mreže, cijevni materijali

UVOD

Važnost vode poznata je od samog postanka čovjeka, kao jedan od osnovnih uvjeta za život i opstanak na Zemlji. Tako su od prvih početaka razvoja civilizacija,

naselja građena u blizini vode. Potrebe za vodom su rješavane direktnim zahvatanjem vode iz otvorenih vodotoka, a razvojem civilizacije, počeli su se koristiti i podzemni resursi. Povećavaju se potrebe za vodom i postavljaju se standardi da se voda što više približi domovima, što je vodilo zahtjevima za tehnički složenija rješenja zahvata i transporta vode [1].

Tako su se počele izrađivati prve cijevi za transport vode/kanalice od kamena i gline, a razvojem društva proizvodnja i razvoj cijevnih materijala konstantno se razvijao i usavršavao. Korišteni su novi materijali, a do današnjeg dana provode se istraživanja mogućnosti boljih spojeva cijevi, oblikovnih odnosno fazonskih komada, različitih vrsta armatura i slično.

Današnji standardi stanovanja uvjetuju da u svakom trenutku potrošačima je dostupna zahtjevana količina vode, propisanog kvaliteta, pod pritiskom koji garantuje normalno korištenje sanitarnih čvorova i opreme u stanovima. Za postizanje takvih standarda su potrebni kvalitetni i pouzadni sistemi vodosnabdijevanja.

Način gradnje cjevovoda i objekata direktno utječe na kvalitetu i održavanje sistema vodosnabdijevanja u pogonu, te osigurava potreban kvalitet i količine vode krajnjim korisnicima. Pravilnim odabiru materijala i poštivanjem tehnike izgradnje cjevovoda i ugradnje opreme, moguće je smanjiti naknadne gubitke, troškove same izgradnje, rekonstrukcije i naknadnog održavanja.

Ipak da bi se osigurao dugotrajan, pouzdan rad sistema, čak i kod novoizgrađenih vodovodnih sistema i sistema za odvodnju i tretman otpadnih voda, potreban je stalni nadzor, sinhroniziran rad više različitih službi, dobra organizacija, predviđanje i sprečavanje nastajanja problema u smislu preventivnog održavanja te obučenost osoblja za brze intervencije u situacijama korektivnog ili incidentnog održavanja [2,3,4,5].

Građevinske kompanije su u obavezi izvoditi kvalitetnu izgradnju, a komunalna preduzeća održavanje sistema vodosnabdijevanja i odvodnje, kontinuirano se usavršavajući u pogledu novih tehničko-tehnoloških rješenja i inovacija u opremi. Dobro održavanje sistema vodosnabdijevanja podrazumijeva stalno ulaganje finansijskih sredstava u znanje, vještine i opremu preduzeća koja gazduju sistemom. [3,6,7]

OPĆENITO O SISTEMIMA VODOSNABDIJEVANJA

Sistem vodosnabdijevanja definiše se kao sistem međusobno povezanih objekata, s ciljem obezbeđenja potrebnih količina čiste i pitke vode.

Sastoji se od vodozahvatnih građevina, transportnih cjevovoda (dovodnika), uređaja za poboljšanje kvaliteta vode za piće, rezervoara, te distributivne vodovodne mreže, sa pumpnim stanicama i drugim objektima unutar zona vodosnabdijevanja potrošača.

Prema načinu pogona, tj. ostvarivanju potrebnog pritiska sistem može biti gravitacioni, potisni ili kombinovani.

Gravitacioni sistem je sistem kod kojega voda dotiče u cijeli sistem isključivo pod pritiskom zbog djelovanja sile teže.

Potisni sistemi podrazumijevaju održavanje potrebnog pritiska u sistemu pomoću pumpi, a kombinovani sistem uključuje oba navedena sistema i najčešće se primjenjuje.

Sama izgradnja cjevovoda kompleksan je proces kojem se pristupa nakon ishodovanja potrebnih dozvola i dokumentacije. O ovome procesu ovisi dugotrajnost cjevovoda, naknadni gubici pa i kvaliteta pitke vode te je važno poštivati pravila struke i propisane procedure pri izgradnji [3].

Izgradnja uključuje različite faze i aktivnosti kao što su pripremni radovi, iskop i zatrpuvanje rova (uz eventualno razupiranje i podgrađivanje rova), dopremanje i ugradnja odgovarajućih cijevi i ostale cijevne opreme te puštanje u pogon. Poseban pristup obezbeđenja potrebnih količina pitke vode se javlja prilikom izvođenja rekonstrukcije vodovodne mreže ili popravkama kvarova na mreži ili dovodnicima, kada se uvodi poseban režim snabdijevanja vodom potrošača kako bi se minimizirali negativni utjecaji izazvani radovima.

Prema načinu polaganja najčešće se izvode podzemni cjevovodi, a postoje varijante i nadzemnih cjevovoda

(industrijski sistemi vodosnabdijevanja tehnološkom vodom, hidroenergetska postrojenja, uređaji za prečišćavanje otpadnih voda i pripremu vode za piće i sl.) [2,3,5]

Prilikom projektovanja sistema vodosnabdijevanja potrebno je, na osnovu tehničko – ekonomске analize, odabrati vrstu materijala od kojih će se cjevovod izvoditi. Cijevni materijal treba zadovoljiti sve temeljne zahtjeve u skladu sa propisima, a cijenom biti prihvatljiv za investitora. [1]

CIJEVNI MATERIJALI I ZAHTJEVI ZA UGRADNJU VODOVODNIH CIJEVI

Cjevovodi predstavljaju najveći i najskuplji dio sistema, a budući da se sistemi dograđuju godinama često su podložni raznim tehnološkim i drugim uticajima te je potrebna posebna pažnja u svim fazama, od projektovanja do izvođenja i održavanja [1,2].

Izgradnja cjevovoda i objekata namjenjenih vodosnabdijevanju u BiH provodi se u skladu sa usvojenim normama BAS EN 805:2020 (Vodovod-Zahtjevi za sisteme i komponente izvan građevinskih objekata) i preporukama DVGW (skup tehničkih pravila propisanih od njemačkog udruženja za gas i vodu - Deutsche Vereinigung des Gas-und Wasserfaches).

Pri odabiru cijevnog materijala, postoji cijeli niz donešenih standarda odnosno normi koje specificiraju zahtjeve i prateće metode testiranja, koje se moraju provesti i primjenjivati za određen materijal cijevi, spojnih komada, sav prateći proizvodni program i njihove spojnice, kao i proceduru transporta, skladištenja, ugradnju i ispitivanja [1].

Izbor vrste materijala za cijevi ovisi o maksimalnom radnom pritisku, tehničkim i ekonomskim uvjetima projekta te zdravstvenim zahtjevima koje cijevni materijali treba da zadovolje. Potreban pritisak u razvodnom cjevovodu uvjetovan je brojnim faktorima (visinom zgrada, protupožarnim uređajima i dr.), a za pouzdan pogon mreže radni pritisci iznose najmanje od 3 do 5 bara.

Prilikom analize cijevnog materijala potrebno je vrednovati sljedeće karakteristike: trajnost materijala, cijenu u smislu nabavke, ali i jednostavnosti ugradnje, te hidraulička svojstva u eksploataciji.

Najzastupljeniji cijevni materijali za izgradnju sistema vodosnabdijevanja su ljevano željezo (LŽ), daktil ljevano željezo (DCI) i polietilen visoke gustoće

(PEHD), dok se čelični cijevni materijal obično koristi u sistemima sa velikim pritiskom.

Neke vrste cijevi, kao što su betonske, poliesterske (GRP), polivinilske (PVC) cijevi ili keramičke cijevi, pretežno se koriste za odvodnju otpadnih i oborinskih voda.

Osim cijevi, distributivna vodovodna mreža uključuje i odabir i ugradnju ventila (zatvarače) za isključivanje pojedinih dijelova mreže radi izmjene ili popravaka, zračne ventile za ispuštanje zraka iz najviših dijelova mreže, hidrante za osiguranje količina vode prilikom gašenja požara, venitile za redukciju pritisaka u mreži, manometre, opremu u rezervoarima, priključne garniture i kućne vodomjere.

Pored pravilnog odabira cijevnog materijala i opreme sistema vodosnabdijevanja, posebnu težinu ima izvođenja građevinskih radova na izgradnji cjevovoda. Izvođači se vrlo često susreću sa složenim uvjetima prilikom izvođenja cjevovoda za vodosnabdijevanje, posebno u gradskim zonama gdje postoji niz već ugrađenih instalacija.

Razvoj računarske opreme i software-a su omogućili jednostavnije proračune mreže, kontinuirano ažuriranje stvarnih podataka o cjevovodima i položaju prethodno ukopanih instalacija čime je olakšano održavanje mreže. [6,7,8]

METODE SPAJANJE CIJEVI I UGRADNJA OPREME

Način izvođenja, ugradnja i spajanja cjevovoda, razvijali su se paralelno sa razvojem industrije i primjenom novih materijala koji su unapređivali način ugradnje i montaže elemenata i cijevi vodovodnih sistema. Izbor cijevnog materijala, oblikovnih komada i aramture zavisi od specifičnosti svakog zadatka i projekta. Tehničko rješenje obuhvata izbor cijevnog materijala i opreme, sve detaljno razrađeno kroz pripradajuće nacrte tehničke dokumentacije, specifikacije i tehničke uvjete izvođenja.

Spojevi dionica unutar distributivne mreže i na transportnim cjevovodima mogu se izvoditi sa ili bez izgradnje vodovodnog okna, zavisno od složenosti spoja i uvjeta na terenu.

Česta primjena „tradicionalnog“ sistema spajanja dionica cjevovoda u okнима je uglavnom posljedica navika i stečenog iskustva u izgradnji i održavanju ovakvih sistema. Stvar odabira investitora za tradicionalni način gradnje sa vodovodnim oknima i

spojevima cijevi u njima, ogleda se u lakom i jednostavnom pristupu cjevovodima i armaturama, a sve u svrhu njihovog održavanja ili eventualne zamjene. Međutim, iskustvo je pokazalo da vodovodna okna imaju i niz nedostataka. Osim ekonomski strane, gdje izgradnja šahtova povećava cijenu izgradnje sistema, također se povećava potreba u broju radnika i usložnjava se organizacija građenja. Osim tih tipično građevinskih problema prilikom izvođenja, negativna iskustva su zabilježena i kroz dugogodišnje pogone vodovodnih sistema gdje su izgrađena vodovodna okna. Vrlo često se evidentiraju problemi uzrokovani nekvalitetnom izgradnjom, problemima sa spojevima cijevi i armatura, te lošim uvjetima za održavanje u samom oknu.

Često se u okнима nalazi voda što može imati za poslijedicu pojavu korozije na armaturama, spojevima i slično. Takvi uvjeti mogu utjecati i oslabiti spoj te dovesti do procurivanja i gubitaka vode na spojevima. Problem tradicionalne gradnje i spajanja cijevi u oknu se vrlo često javlja i prilikom gradnje i rekonstrukcije mreže u gradovima gdje je vrlo gusta mreža podzemnih instalacija te uslijed skućenosti prostora skoro da je nemoguće izgraditi okno. S obzirom da okno može imati i veće dimenzije, problem smještanja jje vrlo bitan kod donošenja odluka prilikom projektovanja, posebno za vodovodne mreže u gradskim zonama.(slika 1)



Slika1. Proces izgradnje vodovodnog okna [12]

Pored sistema spajanja prelaznih i oblikovnih komada te armatura sa prirubnicama koji se ugrađuju u pripadajuća vodovodna okna primjenjuju se i spojevi bez okana, gdje su armature i fazonski komadi čvorišta direktno smješteni u tlo odnosno iskop. (slika 2)

Ukoliko se izvode spojevi dionica i ugradnja ventila sa prirubnicama, a bez okna, potrebno je predvidjeti opremu cjevovoda predstavljaju prefabrikovane, polugotove elemente kojima se olakšava upotreba i održavanje izgrađenih cjevovoda. Opremu čine ulične kape, poklopci na okнима, ugradbene garniture, trake za označavanje cjevovoda u rovu i oznake zatvarača i hidranata. Ovakva oprema je podesiva po visini i omogućava manipulaciju zatvaračima sa površine zemlje.

Prednost izvedbe spojeva cijevi, armatura i fazona sa prirubnicama, bez okna, ogleda se kroz smanjeno vrijeme ugradnje. Ugradnja je znatno jednostavnija, nije potreban veliki broj radne snage, a izvedba je i značajno jeftinija od izvedbe unutar okna.

Negativne strane ovakve izvedbe su moguća pojava korozije na armaturama, izazvana negativnim djelovanjem tla i vlage prisutne u tlu. Također, praksa je pokazala da prilikom spoja pomoću prirubnica bez okna dolazi do problema procurivanja zbog nemogućnosti dovoljnog pritezanja vijaka koji se nalaze sa donje strane spoja, koji je u kontaktu sa tlom. Kod ovakve izvedbe riječ je o apsolutno krutom spoju, što znači da nisu dozvoljena ni minimalna slijeganja ili pomjeranja, što je prilikom ugradnje i eksploatacije teško ostvariti. Još jedan od bitnih problema kod sistema sa prirubnicama bez vodovodnih okana, koje se vrlo često javi u praksi, je loš kvalitet ugrađenih vijaka. Vijci lošijeg kvaliteta u kontaktu sa tlom lako korodiraju, dolazi do njihovog slabljenja i pucanja, čime je ugrožen čitav spoj.

Kako bi se poboljšali načini spajanja različitih cijevnih materijala, sredinom 80-tih godina, počine razvoj bezpriručničkih spojeva cjevovoda. Spojevi bez prirubnica i bez zavarivanja sve više postaju standard zbog niza prednosti u odnosu na tradicionalni način izgradnje.

Osnovna prednost ogleda se u tome što je omogućena brza i jednostavna ugradnja dijelova cjevovoda i armatura, a također je važno istaći učinkovitost tehnologije spajanja naglavkom. U nastavku rada su prikazane osnovne karakteristike spoja bez prirubnica i navoja proizvođeča Hawle, kao i primjer primjene ovog sistema u BiH.



Slika 2. Ugradnja fazonskih komada i armatura bez okna

SPOJ BEZ PRIRUBNICA I NAVOJA - HAWLE BAIO® I ZAK SISTEM

Ideja sistema bez prirubnica i navoja zasniva se na završnom spoju mufa-špic, sa dimenzijama prilagođenim za ljevano-željezne cijevi (LŽ). Tako je moguće korištenje sistema za ljevano-željezne cijevi sa komercijalnim brtvama za LŽ cijevi („TYTON“ i „TYTONSIT“) sa jedne strane, i za PVC i PE cijevi sa „GKS“ brtvom (spoј daktiñih ljevano željenih (DCI) na plastične) sa druge strane.[9,10]

Sistem je razvijen početkom 1980-ih sa sljedećim prednostima u odnosu na standardne prirubničke sisteme sa oknom:

1. Ekonomski prednosti:

- nepotrebna izgradnja skupih okana i ugradnja poklopaca
- specijalni alati nepotrebni
- kraće vrijeme instalacije (do 70%)
- jeftiniji sistem u odnosu na prirubnički sistem sa i bez okna od 30 – 50 %

2. Tehničke prednosti:

- konstrukcija od daktiñog ljevaog željeza (GJS-400)

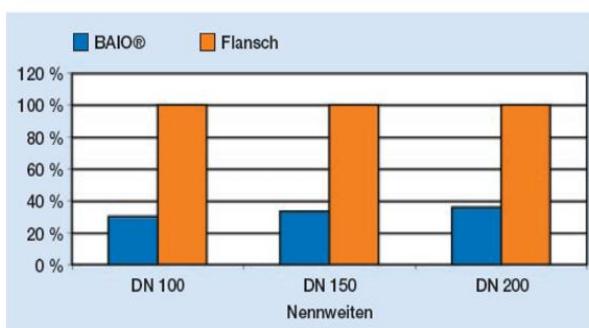
- sigurna pričvrsna konusna konekcija do radnog pritiska 17.2 bara (250 PSI)
- zaključani spoj – nepotrebni anker blokovi na lomovima
- fleksibilan spoj 3° na svakom spoju
- univerzalno korištenje za „sve“ tipove cijevi (PE, PVC, Daktil, LjŽ, Čelik)
- 100 % epoksidna praškasta zaštita za teške uslove pod zemljom otpornost na kiselost i slanost tla prema normama DIN 30677 - 2 i DIN 3476, GSK smjernicama (minimalna debljina sloja 250 μm)
- smanjen broj spojnih mesta do 50% čvorišta na malom prostoru posebno kod problema uskih ulica i podzemnih instalacija
- spajanje na sve nove i postojeće vodovodne sisteme od DN80 do DN300, kao i prelaz na manje promjere od 3“ do 3/4“ sa sistemom bez navoja.
- smanjena mogućnost pogreške ili loše instalacije montera.

3. Logističke prednosti:

- jednostavan i smanjen lager,
- smanjeni troškovi prevoza i skladištenja,
- jednostavna logistika na terenu i gradilištu,
- sve armature, fazonski komadi, spojni materijal od jednog proizvođača.

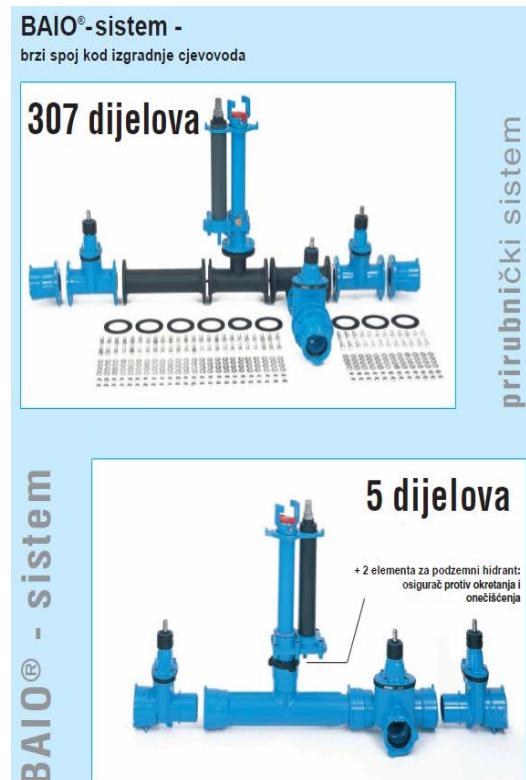
Spajanje u longitudinalnom smjeru između komponenti, ostvaruje se preko „abajonet“ pričvrsnog spoja, dobro poznat na mnogim tehničkim poljima.

Bezprirubnički pričvrsni sistem omogućava efikasnu instalaciju ventila i cijevnih fazonskih komada. Vrijeme instalacije utvrđeno u praksi, pokazuje da sistem zahtjeva samo trećinu vremena potrebnog za prirubničke spojeve (slika 3).[9,10]



Slika 3. Poređenje vremena montaže klasičnog sistema sa prirubnicama (flansha) i BAIO sistema [10]

Također, postoje potencijalne uštede zbog manje potrebnih komponenti za svaki spoj, a time se smanjuje transportni troškovi do gradilišta (Slika 4.)



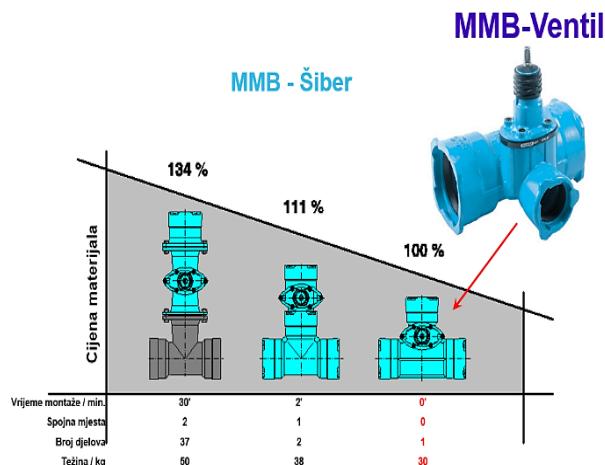
Slika 4. Poređenje čvora u klasičnom sistemu i BAIO sistemu [10]

Ventili i cijevni fazonski komadi koje koristi ovaj sistem, dizajnirani su za korištenje kako za cjevodne mreže pitke vode i kanalizacije, kao i za mreže za prirodni plin.

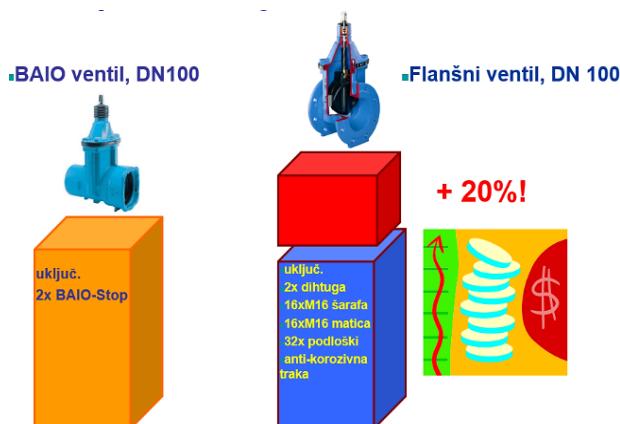
Što se tiče tehničkih zahtjeva sistema bez prirubnica, svi integralni dijelovi sistema kao što su armature, fazonski komadi, hidranti i slično izrađeni su od daktilnog ljevanog željeza (nodularni liv) GJS-400 (GGG-40) PN10/16.

Konekcija bez prirubnica – zaključani bajonet spoj, sa fleksibilnošću od min. 3° , odgovara zahtjevima njemačkog udruženja za gas i vodu DVGW(Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) VP545 i GW368. Za brtve koje su u kontaktu sa vodom koristi se EPDM (*ethylene propylene diene monomers*) sintetička guma odobrena za upotrebu za pitku vodu, u skladu sa KTW DVGW list W270, a prema standardu EN 681-1. Kao antikorozivna zaštita svih metalnih elemenata koristi se

epoksid prah kojim se elementi oblažu iznutra i izvana prema DIN 3476 (P), DIN 30677-2 i RAL-GZ 662 (GSK standard). Minimalna debljina antikorozivne zaštite je 250 µm, a zahtijevana je i nulta poroznost. [9,10]



Slika 5. Poređenje vremena montaže, broja spojeva i troškova kod klasičnog sistema i BAIO sistema [10]



Slika 6. Poređenje troškova kod klasičnog zatvarača (sa svim potrebnim elementima) i BAIO zatvarača [10]

Tabela 1. Osnove tehničke karakteristike kod sistema bez prirubnica

Medij:	Pitka i otpadna voda, prirodni plin
PN:	16 bara
Nazivni otvor:	DN 80 do DN 300 (+ZAK sistem od d25mm do d63mm)
EN Standardi:	DIN EN 545, DIN EN 969; GSK
CE oznaka:	DIN EN 598, DIN EN 969

Složenost montaže prirubničkog spoja naspam montaže dijelova spoja BAIO sistema prikazana je na slici 7.

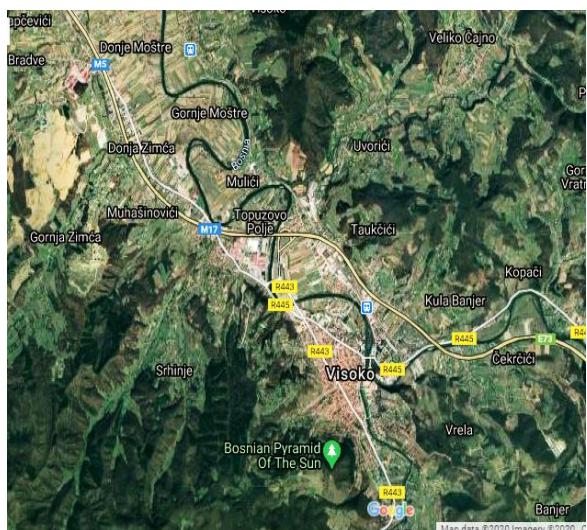


Slika 7. Spoja čvora sa prirubnicama i BAIO sistema [9]

CASE STUDY: REKONSTRUKCIJA VODOVODNOG SISTEMA GRADA VISOKO

U Bosni i Hercegovini se BAIO sistem počeo aktivno koristiti u posljednjih 10 do 15 godina i do sada je urađeno preko stotinu projekata, pa su gradovi Sarajevo, Banja Luka, Mostar, Jajce, Gradačac, Prijedor, Orašje, Visoko, Tešanj, Gračanica, Brčko, Gornji Vakuf, Livno i drugi prilikom rekonstrukcije svojih distributivnih mreža radili projekte u ovom sistemu.

Jedan od posljednjih primjera rekonstrukcije vodovodnog sistema je grad Visoko, koji se nalazi u središnjem dijelu Bosne i Hercegovine, u Zeničko-Dobojskom kantonu, koji je 2016. godine pokrenuo proces rekonstrukcije cijelokupne vodovodne mreže užeg i šireg pojasa grada (Slika 8). [11]



Slika 8. Pregledna karta – grad Visoko i okolna naselja

Sistem vodosnabdijevanja grada Visoko i okolnih naselja je izgrađen od azbest-cementnih cijevi, sa čvorovima i drugim elementima sistema koji su uglavnom bili ili su još uvjek smješteni u individualne šahtove, duž trase pa je za rekonstrukciju mreže predviđena implementacija novog BAIO i ZAK sistema, u podzemnoj izvedbi (bez šahtova). Izbor cijevnog materijala za sve tri faze izgradnje je kombinacija sa PEHD i daktilnim cijevima.

Projekat je podijeljen u tri faze [11] i to:

Faza I – „Podsistem Gračanica“ : U sklopu prve faze implementacije projekta urađena je izgradnja pumpnih stanica Čekrekčije i Kula Banjer, rezervoara Čekrekčije, Kula Banjer I i II, Troholj i Veliko Čajno, te 60 km distributivnog cjevovoda, sa 1000 novih kućnih priključaka. Radovi su počeli u proljeće 2017. godine te su kompletirani u roku od 12 mjeseci.

Faza II – „Izgradnja primarne vodovodne mreže Poriječani“ : U sklopu druge faze projekta urađena je rekonstrukcija rezervoara i pumpne stanice Petrac, izgradnja vodozahvata i pumpne stanice Vrutak te je izvršena ugradnja 1450 novih kućnih priključaka u ZAK sistemu. Radovi su počeli početkom 2019. godine te su kompletirani u roku od 10 mjeseci.

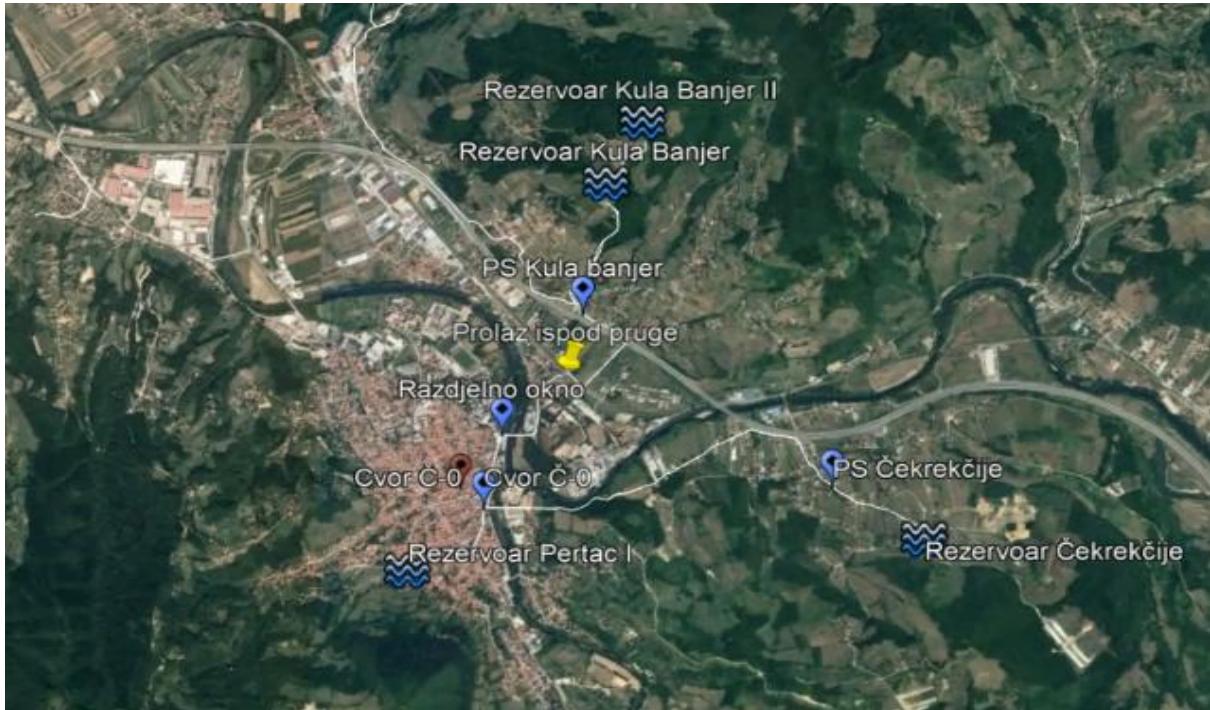
Faza III – „Podsistem Moštare“: U sklopu treće faze projekta planirana je rekonstrukcija pumpne stanice i rezervoara Dubrave, rekonstrukcija glavnog cjevovoda u dužini 9,0 km te 14,0 km gravitacionog distributivnog cjevovoda, sa ugradnjom novih 400 kućnih priključaka u ZAK sistemu.

Radovi su počeli u septembru 2020. godine i predviđeni rok za završetak je 12 mjeseci.

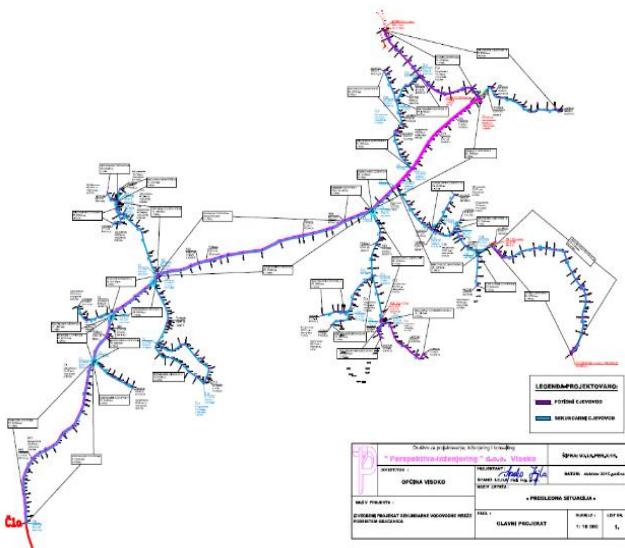
Po završetku planiranih radova naselja Biskupići, Donja Zimča, Hlapčevići, Liješeva, Orašac, Paljike, Ravne, Čekrekčije, Gračanica, Kula Banjer, Mulići, Poriječani i Moštare bi trebali imati kompletну novu distributivnu mrežu za vodosnabdijevanje, sa preko 3000 novih kućnih priključaka. Svi čvorovi, zračni ventilii, muljni ispusti i drugi elementi su izvedeni u sistemu bez prirubnica, tj. BAIO, dok su kućni priključci izvedeni u sistemu bez navoja, tj. ZAK sistemu.

Pored distributivne mreže, izvršena je rekonstrukcija i izgradnja novih pumpnih stanica i rezervoara te su ugrađene nove pumpe, mjerači protoka, sigurnosni ventilii, a sve u cilju formiranja sistema koji će u konačnici rezultirati smanjenjem operativnih troškova i troškova održavanja sistema.

Pregledna karta sistema – faza I i II je data na slici 9.



Slika 9. Faze I i II rekonstrukcije vodovodnog sistema grada Visoko – lokacije objekata u sistemu [11]



Slika 10. Pregledna situacija podsistema Gračanica [11]

Iako su radovi još u toku, realizacijom radova faze I i II potvrđena su iskustva u brzoj i jednostavnoj ugradnji dijelova cjevovoda i armatura pomoću BAIO tehnologije spajanja naglavkom. Olakšice pri ugradnji su ostvarile uštedu u vremenu planiranom za izgradnju faze I i II, a uočene su i uštede u transportu zbog značajno manjeg broja komponenti za svaki spoj. Prednosti BAIO i ZAK sistema u odnosu na klasični prirubnički i spoj sa navojima potvrđile su se kroz projekt rekonstrukcije vodovodnog sistema grada Visoko i pri zamjeni neispravnih ili dotrajalih armatura i fazonskih komada u objektima sistema te pri izvedbi kućnih priključaka. Kontrola zatvarača u distributivnoj mreži ostvarena je preko ugradbenih garnitura i uličnih kapa, odnosno manipulacija je omogućena sa površine kolovoza.



Slika 11. Ugradnja podzemnog hidranta na trasi

Kao rezultat izvedenih radova na mreži do sada, Javno komunalno preduzeće iz Visokog zabilježilo je poboljšanje u pogonu, te je evidentirano smanjenje gubitaka u mreži za 10-15%, uprkos povećanju broja kućnih priključaka (1500 novih priključaka). Također, evidentirane su i uštede u pogonu pumpnih stanica, a kapacitet pumpanja u sistemu smanjen je za 7 l/s.

Nakon završetka radova predviđenih kroz fazu III očekuju se konačni rezultati rekonstrukcije sistema vodosnabdijevanja, te poboljšanja snabdijevanja potrošača, smanjenje gubitaka (prividnih i stvarnih) u mreži, kao i bolji pogon sistema i uštede u radu.

Na slikama 11. – 13. prikazani su neki detalji izgradnje sistema distributivne mreže grada Visoko.



Slika 12. Detalj ugradnje čvora po BAIO sistemu u sklopu rekonstrukcije mreže Visoko – faza II



Slika 13. Izvedba kućnog priključka

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Jedan od glavnih izazova sa kojima se suočavaju svi vodovodni sistemi, odnosno vodovodna preduzeća koja gazduju istim, je provođenje racionalizacije potrošnje vode i smanjenje stepena gubitaka vode u distributivnoj mreži.

Ako je veliki dio isporučene vode izgubljen, mnogo je teže izaći u susret zahtjevima potrošača. Razlozi za loše stanje sistema vodosnabdijevanja su uglavnom dotrajalost cijelokupnih sistema ili njihovih komponenti, loše izabrani cijevni materijali, nekvalitetna izvedba, slabo održavanje sistema, nedovoljna edukacija osoblja i nedovoljno opremljena komunalna preduzeća za brze i adekvatne sanacije mreže.

Iz tog razloga vrlo je važna edukacija i informacije o karakteristikama cijevnog materijala, novim načinima izvedbe spojeva i ugradnje armatura, adekvatnim održavanjem kao i upoznavanje sa važećom legislativom odnosno standardima i propisima iz te oblasti koji se moraju primjenjivati.

Za uvjete gradnje u BiH relativno novi bezprirubnički spojevi i ugradnja bez okana pokazuju značajna poboljšanja u vidu kvaliteta spoja, jednostavnosti ugradnje i vijeka trajanja u odnosu na klasične načine koji su još uvijek često zastupljeni u izgradnji i rekonstrukcijama vodovodnih sistema u Bosni i Hercegovini.

Strateškim pravcima u domenu vodosnabdijevanja, Bosna i Hercegovina je snažno opredijeljena da popravi postojeću situaciju vezanu za vodosnabdijevanje na cijelokupnoj teritoriji kako bi se potrošnja vode, kao najbitnijeg resursa, racionalizirala.

Shodno tome, na nivou države su pokrenuti veliki regionalni projekti kojim je planirana modernizacija vodovodne infrastrukture, kao što su projekti „Plava Voda“ kojim će se spojiti gradovi Travnik, Novi Travnik, Busovača i Zenica na jedan transportni cjevovod. Drugi veliki regionalni cjevovod koji spaja Tuzlu, Živinice i Stupare je već u izgradnji i stavljanje u pogon se očekuje u 2021. godini. Pored ovih i sličnih regionalnih projekata, lokalne zajednice su također zainteresovane za rekonstrukcije gradskih mreža pa su gradovi Sarajevo, Banja Luka, Tuzla, Jajce, Gradačac, Visoko i mnogi drugi uzeli značajna kreditna sredstva kako bi modernizovali svoje mreže u što kraćem roku. Najveći problem u skoro svim gradovima su gubici vode te visoki troškovi električne energije koja se troši u pumpnim sistemima. Tehnički, navedeni problemi se rješavaju pravilnim rekonstrukcijama koje uključuju

korištenje novih, modernih materijala kao što su BAIO i ZAK sistem. Naizgled visoki inicijalni troškovi zbog kreditnih zaduženja opravdavaju dugoročnim benefitima koje sa sobom nose novi i moderni vodovodni sistemi.

I za kraj, još jednom se ističe značaj uključivanja lokalnih zajednica, komunalnih preduzeća, proizvođača i distributera cijevnih materijala i opreme, obrazovnih i drugih institucija kao i građevinske struke u stalnu edukaciju i informiranje o metodama gradnje sistema vodosnabdijevanja i odvodnje, prikazujući iskustva i rezultate realiziranih projekata u BiH i svijetu.

Autori se zahvaljuju firmi BIHEXO d.o.o. - Sarajevo koja je podržala izradu rada i ustupila podatke iz projektne dokumentacije i dokumentacije vezane za BAIO sisteme.

LITERATURA

- [1] Serdarević, A., Džubur, A.: Selection of Pipe Materials for External Water Supply and Sewer Networks, Water and Energy, Balkans Joint Conference and Exhibition, November 5-7, 2014, Tirana, Albania.
- [2] Loucks and E. van Beek (2017). „Water Resource Systems Planning and Management“, Urban Water Systems, Springer, 527-565, DOI 10.1007/978-3-319-44234-1_12.
- [3] Đorđević, B., 2004., Spašavajmo naše vodovode, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol 36 (2004) No. 209-210 p. 213-218
- [4] Mekić, N., Serdarević, A., 2019, Metodologija obračuna vodnih naknada – određivanje tereta zagađenja otpadnih voda, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol. 50 (2018) No. 294-296 p. 281-292
- [5] Džubur, A., Schutze, M., Serdarević, A., 2019., Određivanje dnevnih varijacija influenta za primjenu dinamičke simulacije uređaja za preradu otpadnih voda, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol. 50 (2018) No. 291-293 p. 157-164
- [6] Babić, B., Prodanović, D., Stanić, M., 2014., Procena ukupnih potreba za vodom pri smanjenju pritiska, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol 46 (2014) No. 267-272 p. 129-140
- [7] Ivetić, D., Vasilić, Ž., Stanić, M., Prodanović, D., 2013., Optimizacija Mreža pod pritiskom modeliranim ΔQ metodom, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol 45 (2013) No. 264-266 p. 265-274

- [8] Dašić, T., Đorđević, B., 2003., Metoda za određivanje pouzdanosti složenih vodoprivrednih sistema (Netrel), VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol 35 (2003) No. 203-204 p. 155-162
- [9] <https://www.hawle.de/hr/downloads/viseo-opis-proizvoda/viseo-opis-proizvoda/>
- [10] <https://www.hawle.de/hr/proizvodi/infos/category/1.1/>
- [11] Projekt rekonstrukcije sistema vodosnabdijevanja grada Visoko: „EBRD project ID:47809 - Visoko Water Supply Project“
- [12] Hoti K, Primjena i povezivanje različitih cijevnih materijala, fazonskih komada i armatura u sistemima vodosnabdijevanja, Magistarski rad, Građevinski fakultet u Sarajevu, Univerzitet u Sarajevu, 2016.

IMPROVEMENTS OF WATER SUPPLY SYSTEM - CASE STUDY RECONSTRUCTION OF THE WATER SUPPLY NETWORK OF THE CITY OF VISOKO

by

Amra SERDAREVIĆ¹, Amar HADŽIAHMETOVIĆ², Alma DŽUBUR¹, Kenan HOTI³

¹Faculty of Civil Engineering, University of Sarajevo, BiH

²BIHEXO d.o.o., Sarajevo, BiH

³Regeneracija d.o.o., Sarajevo, BiH

Summary

Water supply implies the delivery of adequate quantity and quality of water to consumers, while providing the necessary pressures in the inlets and distribution network. The water supply system consists of facilities and pipelines, with accompanying hydro-mechanical equipment. A reliable water supply system is ensured in various ways, from design, construction, to final operation and maintenance during operation.

The quality of selected pipe materials and methods of construction of water supply and wastewater systems affects the long-term technical and economic performance of the system and the satisfaction of end users. In Bosnia and Herzegovina, there has been a trend for many years to improve the situation in terms of water supply and reduce losses in the systems.

The paper gives an overview of the importance of the quality of performed works on the water supply system, with a presentation of the advantages and disadvantages of individual methods of construction approach. The system that improves the way of connecting the elements of the water supply system (BAIO) including all technical characteristics is presented in particular.

The application of this system is presented through a case study - a project of the reconstruction of the water supply network of the city of Visoko, BiH.

Key words: Water supply, BAIO system, pipelines, networks, pipe materials

Redigovano 6.11.2020.