

UDK628.11/18.001.7

Primljeno 2. 7. 2008.

Vodoopskrbni sustav Bjelovarsko-bilogorske županije

Zdenko Pretula

Ključne riječi

vodoopskrbni sustav,
Bjelovarsko-bilogorska
županija, projekti,
lokalni sustavi,
precrpljivanje,
tlak

Key words

water-supply system,
Bjelovar-Bilogora
County, designs,
local systems,
re-pumping,
pressure

Mots clés

système d'alimentation
d'eau,
Préfecture de Bjelovar et
Bilogora,
études, systèmes locaux,
repompage,
pression

Ключевые слова

система
водоснабжения,
Беловарско-билогорский
регион,
проекты,
местные системы,
перекачка,
давление

Schlüsselworte

Wasserversorgungssystem,
Gespanschaft Bjelovar-
Bilogora, Projekte,
Lokalsysteme,
Umpumpen,
Druck

Z. Pretula

Stručni rad

Vodoopskrbni sustav Bjelovarsko-bilogorske županije

Opisano je cjelovito rješenje vodoopskrbe u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji gdje su česte nestašice, a obuhvaćena je tek trećina stanovništva. Prikazani su sustavi koji su se potpuno neovisno razvijali i postojeća projektna dokumentacija. U novi će sustav vodoopskrbe uz izvore vode iz susjedne županije biti uključeni i lokalni sustavi. Takav je model najracionalniji jer se za svladavanje prirodnih prepreka neće trošiti dodatna energija na precrpljivanje i podizanje tlaka.

Z. Pretula

Professional paper

Water-supply system for the Bjelovar-Bilogora County

The integrated water supply solution for the Bjelovar-Bilogora County, where water shortages are frequent, and where the existing system covers only one third of the population, is described. Individual systems, developed independently from one another, are presented, and the current design documents are described. The new water supply system will take water from the local systems and also from water sources situated in the neighbouring county. This model is highly rational as it eliminates the need for additional re-pumping and pressure lifting to overcome natural obstacles.

Z. Pretula

Ouvrage professionnel

Système d'alimentation en eau pour la préfecture de Bjelovar et Bilogora

La solution intégrée d'alimentation en eau pour la préfecture de Bjelovar et Bilogora, où les pénuries d'eau sont fréquentes, et où le système existant ne couvre plus qu'un tiers de la population, est décrite. Des systèmes individuels, développés indépendamment les uns des autres, sont présentés, et les études actuelles sont décrits. Le nouveau système d'alimentation d'eau sera alimenté depuis des systèmes locaux, mais aussi depuis des sources d'eau situées dans la préfecture voisine. Ce modèle est très rationnel puisqu'il rend superflu le pompage additionnel et l'augmentation de pression afin de surmonter les obstacles naturels.

З. Претула

Отраслевая работа

Система водоснабжения Беловарско-билогорского региона

В работе описано комплектное решение водоснабжения Беловарско-билогорского региона, для которого характерны частые случаи дефицита; охвачена третья часть населения. Приведены полностью независимые разработанные системы и существующая проектная документация. В новой системе водоснабжения помимо источника воды из соседнего региона будут включены местные системы. Такая модель является более традиционной, поскольку на преодоление природных препятствий не затрачивается дополнительная энергия для перекачки и повышение давления.

Z. Pretula

Fachbericht

Wasserversorgungssystem der Gespanschaft Bjelovar-Bilogora

Beschrieben ist die vollständige Lösung der Wasserversorgung der Gespanschaft Bjelovar-Bilogora, wo Ermangelungen oft vorkommen, und wobei erst ein Drittel der Bewohnerschaft umfasst ist. Dargestellt sind Systeme die vollständig unabhängig entwickelt wurden, sowie die vorhandene Projektdokumentation. In das neue Wasserversorgungssystem werden neben Wasserquellen aus der benachbarten Gespanschaft auch die lokalen Systeme eingegliedert. Ein derartiges Modell ist das rationellste weil für das Überwinden natürlicher Hindernisse keine zusätzliche Energie für Umpumpen und Druckerhöhung gebraucht wird.

Autor: **Zdenko Pretula**, dipl. ing. kult. teh., Iločka 12, Bjelovar

1 Uvod

Bjelovarsko-bilogorska županija pripada panonskoj regiji i smještena je u području sjeverozapadne Hrvatske. Sjeverno i sjeveroistočno obuhvaća prostor Bilogore, istočno rubne masive Papuka i Ravne gore, jugozapadno Moslavačku goru te pleistocenske ravnjake i dolinu Česme i Ilove na zapadu, u središnjem dijelu i na jugu.

Prostorno se Bjelovarsko-bilogorska županija nalazi u istočnome dijelu najrazvijenijeg područja središnje Hrvatske koji je važno čvorište europskih i regionalnih prometnih pravaca. Ima povoljan geoprometni položaj i dobre prometne veze s obližnjim većim hrvatskim gradovima – Zagrebom, Varaždinom i Osijekom. Međutim, iako se nalazi između najznačajnijih prometnih pravaca (posavskog i podravskog koridora te poprečnih koridora Srednje Europe i Podunavlja prema Jadranu), dijelom je ostala izvan dosadašnjih glavnih razvojnih usmjerenja.

Valja svakako istaknuti da je Bjelovarsko-bilogorska županija, uz Požeško-slavonsku županiju, jedina koja nema kopnenu granicu s nekom drugom susjednom državom. S ploštinom nešto većom od 2652 km² (4,65 posto ploštine Hrvatske) i 133.084 stanovnika (3 posto državnog stanovništva) pripada županijama srednje veličine (slika 1.).



Slika 1. Bjelovarsko-bilogorska županija u odnosu prema ostalim hrvatskim županijama

Županija ima uglavnom tzv. padinski tip reljefa s eruptivno-metamorfni kompleksom Moslavačke gore i dijelovima nastalim eolskom akumulacijom, a nizine su posljedica mlađih radialnih gibanja podloge i površinskih naplavlivanja. Raširena su hidrogena tla, osobito duž većih tokova, koja su zbog jakog vlaženja neprikladna za intenzivnu poljoprivredu. Ponajprije se to odnosi na rijeke Ilovu i Pakru koje su često plavile svoje priobalje,

što je uz probleme s regulacijom omogućilo razvoj ribogojilišta, ali posredno nepovoljno utjecalo i na razvoj vodoopskrbe. Veći se dio Županije nalazi na nadmorskoj visini od 120 do 150 m, a glavnina je tala, osobito u višim zonama, dobre kvalitete i pogodna za intenzivnu poljoprivredu i stočarstvo.



Slika 2. Karta Bjelovarsko-bilogorske županije s gradskim i općinskim središtima

Županija ima 5 gradova (Bjelovar, Daruvar, Čazma, Garešnica i Grubišno Polje) i 18 općina (Berek, Dežanovac, Đulovac, Hercegovac, Ivanska, Kapela, Končanica, Nova Rača, Rovišće, Severin, Sirač, Šandrovec, Štefanje, Velika Pisanica, Veliki Grđevac, Veliko Trojstvo, Velika Trnovitica i Zrinski Topolovac) te ukupno 325 naselja (slika 2.). U gradovima živi 83.160 stanovnika (62,49 posto), od čega najviše u županijskom središtu Bjelovaru (41.869). Prema popisu iz 2001. prosječna je naseljenost 50,18 stanovnika na km², a to je znatan pad (7 posto) u odnosu na 1991. Iako je pad broja zbog rata donekle razumljiv, ipak se stanovništvo u posljednjih pedeset godina stalno smanjivalo. U popisu iz 1953. bilo je čak 168.211 stanovnika, što je 35.227 stanovnika više nego danas.

Valja međutim istaknuti da je stanje u vodoopskrbi Bjelovarsko-bilogorske županije jedno je od najlošijih u Hrvatskoj, jer je tek 31 posto stanovništva (prema podacima *Hrvatskih voda* iz 2005.) obuhvaćeno javnom vodoopskrbom, što je najmanje u Hrvatskoj (prosjeck vodoopskrbe 38 posto). Postotak se ipak znatno povećao od 1998. i početka sustavnog ulaganja kada je iznosio samo 15 posto. Dakako da je vodoopskrba neravnomjerno raspoređena i da je u gradovima poput Daruvara i Bjelovara opskrbljenost sasvim dobra i bolja od hrvatskog prosjeka, te da je dobra u većini općinskih središta, ali zato u mnogim naseljima i cijelim općinama nema izgrađenih vodoopskrbnih sustava.

Vodoopskrba je ograničavajući čimbenik ukupnoga gospodarskog razvoja. To se najbolje uočava na demografskim kretanjima jer su svi gradovi i općinska središta s razvijenom vodoopskrbom u proteklih pola stoljeća imali stalan porast stanovništva. Međutim broj se stanovništva znatno smanjivao tamo gdje je nije bilo, posebno u rubnim dijelovima gradova i općina bez priključaka na javnu vodoopskrbu. I danas pojedini investitori zainteresirani za ulaganja odustaju kada ustanove da nema javnoga vodoopskrbnog sustava. Istodobno je suvremeno poljoprivredno gospodarstvo, posebno ono povezano sa stočarskom proizvodnjom, gotovo nemoguće organizirati bez kvalitetne pitke vode.

2 Značajke zatečenog stanja vodoopskrbe

Vodoopskrba se u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji razvijala izgradnjom pojedinačnih gradskih i mjesnih vodovoda. Veći su izgrađeni sustavi bili vodovodi Bjelovara, Daruvara (slika 3.), Čazme i Velikih Zdenaca, a svi su se temeljili na vlastitim izvorištima, dok je vodovod grada Bjelovara kao najveći vodu dobivao iz Koprivničko-križevačke županije. No s porastom vodoopskrbnih zahtjeva i pada izdašnosti vlastitih izvorišta, korisnici su na tim prostorima tijekom ljetnih mjeseci imali sve češće redukcije ili su se morali opskrbljivati cisternama iz susjednih vodovoda i izvorišta. To je, uz nedovoljnu pokrivenost stanovništva javnom vodoopskrbom, bio jedan od razloga za razvoj integralnoga sustava vodoopskrbe na razini Županije. Posebno su bila značajna istraživanja radi razvijanja sustava za dobavu vode iz susjednih županija te magistralnom povezivanja glavnih distributivnih vodoopskrbnih područja.



Slika 3. Pogled na Daruvar

Vodoopskrbni sustav Daruvara potječe iz sedamdesetih godina prošlog stoljeća i jedini je na području Županije koji se u cijelosti opskrbljuje iz površinskih voda. Glavni se vodozahvat nalazi na rijeci Pakri, 16 km istočno od grada, a kakvoća i količina vode znatno varira tijekom godine (slika 4.). Osnovni su elementi vodoopskrbe Daruvara: vodozahvat Pakra-Sloboština (kapaciteta 56,7

l/s), cjevovod sirove vode, uređaj za kondicioniranje (koji je nedavno temeljito rekonstruiran), cjevovod čiste vode, vodospremnici Daruvar (kapaciteta 2000 m³), Vinogradi i Vranjine te distribucijska mreža (duga 69.500 m). Za opskrbu je nedavno izgrađen još jedan vodozahvat – Pakra-Bijela s kapacitetom od 20 l/s.



Slika 4. Vodozahvat na rijeci Pakri

Vodoopskrbni sustav Đulovca, općine koja se nalazi na jugoistočnom dijelu županije i u blizini Daruvara, građen je također osamdesetih godina prošlog stoljeća, a opskrbljuje naselja Đulovac i Puklicu te dijelom Katinac i Krivaju. Godišnja se potrošnja kreće između 15.000 i 20.000 m³, što je vrlo mala količina na razini Županije i u njezinu magistralnom sustavu nema značajnu ulogu. Izvorište Puklica je kaptirani izvor kapaciteta 7 l/s. Voda se klorira, a u sustavu je još vodospremnik Đikovac.

Vodoopskrbni sustav Bastaja, također u općini Đulovac, opskrbljuje vodom naselja Škodinovac, Veliki Bastaji, Mali Bastaji, Donja Vrijeska, Mala Maslenjača i Borova Kosa. I tu je godišnja potrošnja vrlo mala i kreće se od 17.000 m³ do 22.000 m³. Sustav je lokalnog karaktera i bez dodatnih izvora i povećanih profila cijevi distribucijske mreže nije značajna građevina u vodoopskrbnom sustavu Županije. Izvorište Veliki Kamen je kaptirano, kapacitet je 10,3 l/s, voda se dodatno ne prerađuje, a u sustavu je i vodospremnik Bastaji.



Slika 5. Dio grada Garešnice

Sustav vodoopskrbe Garešnice (slika 5.), koji uz Garešnicu pokriva i Garešnički Brestovac, ima pet zdenaca (dva su izvan uporabe) u samom gradskom središtu, a voda se tlačí u dva vodotornja koji omogućuju opskrbu i potrošača na većim nadmorskim visinama. Voda se zahvaća u dubini od 50 m, a ukupni je kapacitet zdenaca koji su u pogonu 20,2 l/s. Bitni su dijelovi sustava: vodocrpilište Garešnica, uređaj za kondicioniranje (s aeracijom, filtriranjem i kloriranjem), tlačni opskrbeni vodovi do vodotornjeva, vodotornjevi Brestovac (350 m³) i Gajine (150 m³) te distribucijska mreža.

Vodoopskrbni sustav Hercegovac u istoimenoj općini opskrbljuje se iz dva bušena zdenca na zapadnom rubu naselja. Glavni je cjevovod položen uz cestu Zdenci – Hercegovac – Garešnica od PVC cijevi koje mogu izdržati tlak od 6 bara. To je znatno ispod onih koje se sada ugrađuju u vodoopskrbne mreže i u tome vjerojatno treba tražiti uzroke čestih kvarova. U posljednje je vrijeme vodovod produžen do naselja Velika Trnava. Dva zdenca vodu crpe iz dubine od 50 m, a ukupni im je kapacitet 10 l/s. U autoklornoj stanici obavlja se deferizacija i kloriranje, a u sastavu je još toranj Hercegovac (350 m³).



Slika 6. Središte Grubišnog Polja snimljeno iz zraka

Na vodoopskrbni je sustav Grubišnog Polja (slika 6.) uz grad spojeno i naselje Orlovac, a postoji i mogućnost vodoopskrbe Velikih Zdenaca. U slučaju nedostatka vode u jednom vodoopskrbnom sustavu, zapornim se ventilima regulira tok vode među sustavima, a ti se ventili nalaze na svakom kilometru spojnog cjevovoda. Voda se crpi iz dubine od 63 m, tri od pet zdenaca su u funkciji, s ukupnim kapacitetom od 30 l/s. Glavni su dijelovi sustava: vodocrpilište, autoklorna stanica, vodospremnik (200 m³) i distribucijska mreža. Cjevovod je položen po glavnoj prometnici te u nekim sporednim ulicama. Ukupna je duljina mreže 3500 m, a velik su problem zasuni koji su vrlo loše kvalitete.

Sustav Velikih i Malih Zdenaca ima kombiniranu tlačno-gravitacijsku opskrbu, što znači da crpke u zdenacima

moгу tlačiti vodu u distribucijsku mrežu ili u vodotoranj. Voda je iste kakvoće kao i u Grubišnom Polju pa se pretpostavlja da je iz istog vodonosnika. Cjevovod je položen u glavnoj prometnici i dug je 3300 m. Mreža je izrađena od PVC cijevi. Vodocrpilište Mali Zdenci ima dva zdenca ukupnog kapaciteta 18 l/s, a Veliki Zdenci



Slika 7. Vodotoranj u Velikim Zdencima

jedan od 14 l/s, dok je onaj u tvornici Zdenka izvan uporabe. Vodotoranj Zdenci (slika 7.) ima kapacitet 500 m³. Voda se klorira u klornim stanicama. Susjedni se vodovod Velikog Grđevca opskrbljuje vodom iz istoimenog vodocrpilišta kapaciteta 30 l/s, ali riječ je sustavu male potrošnje čija se voda također klorira.

Vodoopskrbni se sustav Bjelovara vodom opskrbljuje iz vodocrpilišta Delovi (slika 8.) u Koprivničko-križevačkoj županiji, sjeverno od Novigrada Podravskog i nedaleko od rijeke Drave. U vodocrpilištu ima pet zdenaca, od kojih dva nova imaju ukupni kapacitet od 180 l/s. Dva su znatno manja u rezervi, a jedan je oštećen (zarušen). Osim vodocrpilišta čija voda ima veliki postotak željeza, bitni su dijelovi sustava uređaj za preradu vode s filtriranjem, aeracijom i dezinfekcijom Javorovac (slika 9.), vodospremnici Rudnik (kapaciteta 2100 m³ i s 264 m n.v. najviša točka sustava) i Kupinovac (4000 m³) te tlačni i gravitacijski vod. Crpke iz zdenaca tlačé



Slika 8. Vodocrpilište Delovi

sirovu vodu do uređaja u Javorovcu, potom se voda dalje tlači u vodospremnik Rudnik, a odatle gravitacijski odlazi potrošačima. Prema podacima iz 1998. ukupna je duljina vodoopskrbne mreže u Bjelovaru iznosila 51.769 m cjevovoda, a 2007. 122.235 m (bez mreže općine Rovišće, Kapela i Novigrad Podravski), a to je povećanje za 136,1 posto.



Slika 9. Uređaj za preradu vode Javorovac

U međuvremenu su izrađeni projekti i započela izgradnja vodoopskrbnog prstena oko Bjelovara, u duljini od 19,3 km, koji će prolaziti kroz naselja Hrgovljani, Stare i Nove Plavnice, Brezovac, Vidikovac i Trojstveni Markovac. Taj bi prsten u određenim točkama bio spojen s vodovodnom mrežom Bjelovara. Inače su na vodoopskrbni sustav Bjelovara priključeni Novigrad Podravski i Babetok te općine Rovišće i Kapela.



Slika 10. Panorama Čazme

Grad se Čazma opskrbljuje vodom iz crpilišta Milaševac (10 l/s) koji se nalazi 3,5 km sjeveroistočno od grada. Vodotoranjem u središtu grada određuje se tlačno stanje većeg dijela vodoopskrbnog sustava. Potrošnja je vode 12.000 m³ na mjesec, odnosno 150.000 m³ na godinu. Na potezu Milaševac – vodotoranj priključeno je i lokalno vodocrpilište Čazma koje je uglavnom izvan

pogona. Bitni su dijelovi sustava vodocrpilišta Čazma i Milaševci, tlačni vodovi Čazma - vodotoranj Čazma, Milaševci - Čazma i Milaševci - Draganac te vodotoranj Čazma. Ukupna je količina vode 20 l/s, a voda se samo dezinficira bez odgovarajuće filtracije. U selu Vrtlinska, jugoistočno od Čazme, 1997. obavljani su vodoistražni radovi i utvrđena je moguća izdašnost vodozahvata koja se kreće od 10 do 30 l/s.

U 1999. izgrađen je magistralni cjevovod između Čazme i Bjelovara čime je i Čazma povezana s izvorištem Delovi u Koprivničko-križevačkoj županiji.

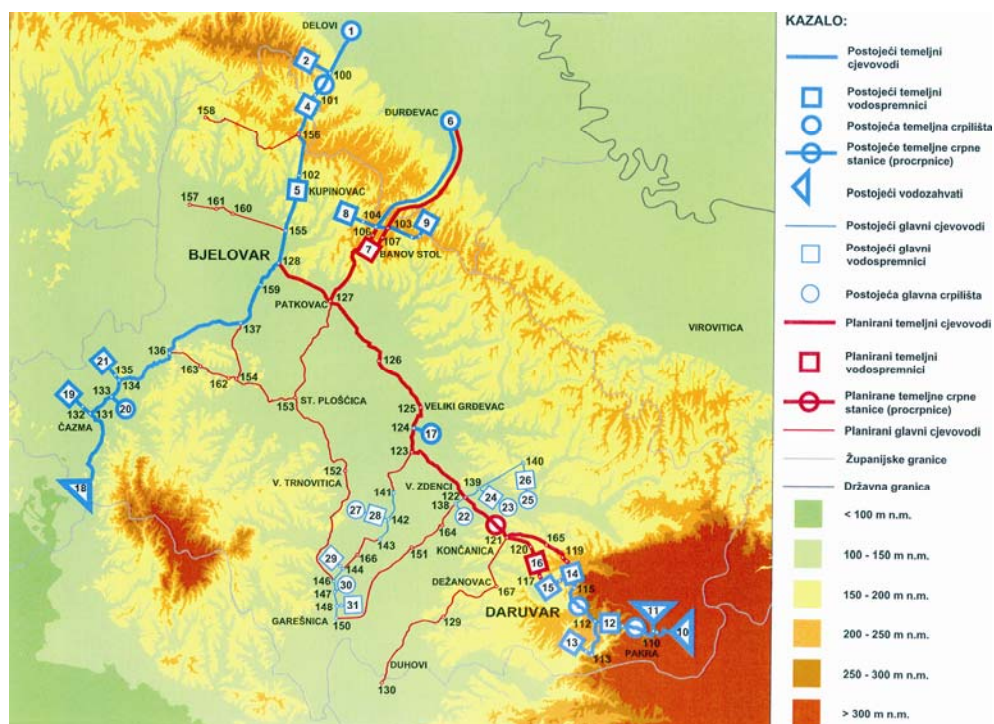
3 Projektna dokumentacija za vodoopskrbu

Za prostor Bjelovarsko-bilogorske županije izrađen je niz različitih studija i projekata vodoopskrbe. Uglavnom su to bili projekti pojedinačnih samostalnih lokalnih vodovoda ili njihovih građevina, pa se zbog toga vodoopskrba i razvijala u odvojenim i samostalnim vodovodnim sustavima. Tako ti vodovodi funkcioniraju, čak i bez obzira na njihovo međusobno povezivanje. U stvarnosti je to bilo neodrživo ne samo zbog toga što je na javnu vodoopskrbu bilo priključeno vrlo malo stanovnika, najmanje u Hrvatskoj, već i stoga što su u sušnim mjesecima mnogi od tih sustava ostajali bez vode.

Razvoj je regionalnog planiranja vodoopskrbe započeo projektnim rješenjem dobave vode za grad Bjelovar iz crpilišta Delovi koje se nalazi u Koprivničko-križevačkoj županiji. To je rješenje početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća izradio Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Gradnja je središnjega vodovoda grada Bjelovara započeta 1962. bušenjem triju zdenaca (kapaciteta 60 l/s) u mjestu Delovi pokraj Novigrada Podravskog. U razdoblju od 1963. do 1969. izgrađeni su cjevovod Delovi – Bjelovar, vodospremnici, postrojenja za preradu sirove vode u Javorovcu, gradska vodovodna mreža u središtu grada i cjevovodi do svih većih potrošača. Filtarska je stanica u Javorovcu puštena u pogon 1975., a 1980. je dodatno opremljena. Sustav je dograđivan 1980. do 1994. i gradska je vodoopskrbna mreža proširena na gotovo 50 km. Izgrađena su i dva nova zdenca (kapacitet 2 x 90 l/s) jer se eksploatacijom smanjila izdašnost postojećih koji sada nisu u uporabi.

Studijom *Planovi razvitka vodoopskrbe u prostoru županije Bjelovarsko-bilogorske* [1] započeo je projekt vodoopskrbe Bjelovarsko-bilogorske županije, s planiranom duljinom cjevovoda od 136 km i s procijenjenom vrijednošću od 250 milijuna kuna. U toj su studiji, koja se temeljila na dobavi vode iz crpilišta Delovi i bila podloga razvoja županijske vodoopskrbe, određene trase glavnih magistralnih cjevovoda. Radilo se zapravo o



Slika 11. Konstrukcija temeljnog sustava vodoopskrbe Bjelovarsko-bilogorske županije

kvalitativnim razmatranjima i analizi te izradi konceptijske podloge za daljnje faze projektiranja. Na toj se koncepciji temelji i projekt *Magistralni vodoopskrbni sustav Bjelovarsko-bilogorske županije* [2] iz 1999. godine.

No ni tu, iako to naslov sugerira, nije zapravo bila riječ o magistralnom vodoopskrbnom sustavu, već o pokušaju obuhvaćanja svih lokalnih vodovoda i vodovodnih građevina na prostoru Županije, pa je zbog toga (previše radova i visoke cijene posla) izostalo rješenje glavnoga magistralnog sustava. Obuhvaćeni su svi mogući ulazni podaci, ali su nedostajali rezultati modeliranja, dokazane dimenzije i konačno rješenje magistralnog sustava. Štoviše novopostavljeni je model dokazao da se s predviđenim ulaznim podacima u većini obuhvaćenih područja ne bi ispunili normalni vodoopskrbni zahtjevi.

No taj je projekt ipak bio podloga za konačno rješavanje cjelovitoga magistralnog sustava. Dakako, uz odbacivanje onoga što je suvišno (mase podataka o brojnim dijelovima sustava koji ni neizravno ne mogu imati magistralno značenje) te iskorištavanje onoga što je detaljno i u suradnji sa stručnjacima lokalnih vodovoda i županije detaljno razrađeno, čak možda i na višoj razini nego što je to bilo potrebno, posebno za postojeće stanje magistralnih građevina, potrošnju vode i potencijalne vodoopskrbne zahtjeve. Valja istaknuti da su bila točno evidentirana i dokumentirana čak 504 čvora i mjesta potrošnje vode.

Novo je smjernice razvoju vodoopskrbe dao prostorni plan Bjelovarsko-bilogorske županije [3] koji je predvidio i neke druge moguće pravce vodoopskrbe iz susjednih županija. Stoga je 2003. izrađena *Analiza i novelacija idejnog rješenja vodoopskrbnog sustava Bjelovar - Daruvar* [4] koja je preuzela podatke o postojećim magistralnim građevinama iz prethodnog projekta [2] jer su ti podaci bili sustavno prikupljeni u suradnji sa stručnjacima Županije i lokalnih vodovoda. Ocijenjeno je naime da su u njihovo prikupljanje uložena znatna financijska sredstva i da ne postoje mogućnosti da se to učini

ponovno ili na bolji način. No svi su podaci u novi projekt uključeni onoliko koliko je to bilo potrebno (ulazni podaci, sheme modela, rezultati i rješenja). Iz prethodnog je projekta [2] uključena i procjena potencijalnih budućih vodoopskrbnih zahtjeva jer se temeljila na detaljnim obradama i bila već usvojena pa također nisu postojali razlozi ni mogućnosti njezine promjene.

U novom su projektu [4] ipak preraspodijeljene procijenjene potrošnje vode na čvorove novoprojektiranoga magistralnoga i temeljnog sustava vodoopskrbe (slika 11.).

4 Značajke noveliranoga rješenja i konstrukcija temeljnoga vodoopskrbnog sustava

Najvažnija je primjena u novom projektnom rješenju bilo uključivanje vodocrpilišta Đurđevac (slika 12.) u vodoopskrbni sustav Bjelovar – Daruvar i gradnja novoga dovodnog cjevovoda od crpilišta Đurđevac do vodospreme Banov Stol. To je zahtijevalo reviziju cjelokupnoga vodoopskrbnog sustava uključujući i sustav grada Bjelovara. Stoga je bilo nužno revidirati postojeća rješenja i izraditi konceptijsko rješenje cjelokupnoga sustava. Istodobno je trebalo ispitati mogućnost vodoopskrbe Daruvara iz regionalnoga vodoopskrbnog sustava iz pravca Bjelovara ili izravno iz Virovitice.

Naime vodocrpilište Delovi je prilično izdašno, ali ima problema s malim profilima cjevovoda na dijelu između uređaja za pripremu pitke vode Javorovac i vodosprem-

nika Rudnik. Stoga je zbog potreba veće sigurnosti sustava uvedeno još jedno izdašno izvorište iz dravske ravnice – vodocrpilište Đurđevac. Zapravo to je izvorište već na neki način bilo uključeno u opskrbu Bjelovarsko-bilogorske županije jer je za potrebe naftnog postrojenja *Ine* bila dovedena voda koja je u ograničenim količinama i opskrbljivala Veliko Trojstvo i Šandrovac. To je posebno kvalitetna voda koju uopće nije potrebno dodatno obrađivati, za razliku od vode iz crpilišta Delovi koja ima povećane količine željeza pa joj je potrebna deferizacija. Voda iz crpilišta Đurđevac trebala bi pripomoći i vodoopskrbi istočnoga i zapadnog dijela županije, dakle Bjelovara, Daruvara i Dežanovca.



Slika 12. Vodocrpilište Đurđevac

Dosadašnji su projekti regionalnog vodovoda usvojili koncepciju razvoja i koncepciju eventualnog povezivanja sa susjednim vodovodnim sustavima. U razradi i analizi tih projekata razmatrana su tri načelna zahtjeva:

- uključivanje i način priključivanja pojedinačnih velikih vodovoda (osobito gradova Bjelovara i Daruvara) u županijski vodoopskrbni sustav
- uključivanje najvećih potencijalnih izvorišta (Delovi, Đurđevac i možda Virovitica)
- dugoročna sigurnost ispunjavanja svih vodoopskrbnih potreba gradova i cijele županije.

Nepobitno je utvrđeno da samo dva (potencijalno tri) izvorišta, i to samo iz susjednih županija, mogu biti glavna izvorišta vode Bjelovarsko-bilogorske županije. Sva ostala izvorišta imaju samo lokalni karakter, jer u ljetnim i sušnim razdobljima (kada su povećani vodoopskrbni zahtjevi) mnogi od tih vodovoda ne mogu pokriti ni lokalne potrebe. Činjenica jest također da i postojeći vodoopskrbni sadržaji, s izuzetkom cjevovoda Delovi – Bjelovar – Čazma, ne mogu imati značenje županijskoga vodoopskrbnog sustava. Zapravo to će i dalje biti više pojedinačnih lokalnih vodovoda, a županijsko će značenje imati dva (u budućnosti vjerojatno i tri) velika izvorišta i novi transportni sustav između

izvorišta i glavnih županijskih distributivnih područja.

Županijski će se vodoopskrbni sustav stoga sastojati od dva osnovna dijela: lokalnih vodovoda i temeljnoga županijskoga dovodno-opskrbnog sustava. Radi se o velikom županijskom prostoru pa samim tim i velikom prostiranju toga temeljnoga županijskog sustava. Iako je to gravitacijski sustav s vrlo visokim početnim visinama tlaka (većim od 750 kPa), kao što je to slučaj u vodospremnici Kupinovac i Banov Stol (slika 13.), činjenica jest da se samo gravitacijom na tako velikim početnim visinama, pa čak ni dodatnim koliko-toliko prihvatljivim predimenzioniranjem i docrpeljivanjem, voda ipak ne može dostaviti do svih udaljenih područja Županije. Stoga je poželjno i uključivanje lokalnih izvorišta jer će to smanjiti dimenzije temeljnoga dovodnog cjevovoda i osigurati povoljna tlačna stanja u sustavu. To je ujedno i glavni razlog kombiniranja novoga temeljnoga vodoopskrbnog sustava i postojećih lokalnih vodovoda. Upravo su stoga, bez obzira na malu izdašnost, sva lokalna izvorišta vode na neki način neizravno dobila i županijsko značenje.



Slika 13. Postrojenje u novoizgrađenom vodospremniku Banov Stol

Tako je zapravo prihvaćena činjenica da su se lokalni vodovodi razvijali samostalno i izolirano, te da kao takvi i funkcioniraju, i da se to ne može znatno mijenjati. Prihvaćeno je dakle njihovo funkcioniranje kombinirano s cjelinom županijskoga vodoopskrbnog sustava koji se zasniva na regionalnim izvorištima (Delovi i Đurđevac) i temeljnom opskrbnom sustavu između glavnih središta opskrbe.

U analizi i novelaciji idejnoga rješenja [4] istaknuto je da pokrivanje tako velikoga prostora samo iz jednoga smjera dobave ne može biti racionalno rješenje. Stoga je uključivanje lokalnih izvorišta znatno razboritije te tehnički i financijski opravdanije. Takav bi sustav, prema onome što se sada može predvidjeti, trebao ispuniti sve potencijalne buduće zahtjeve. No sve su dugoročne pro-

cjene uvijek dvojbene ne samo poradi veličine budućih vodoopskrbnih zahtjeva, već i u izdašnosti izvorišta. Nakon nekoliko sušnih godina budućnost je mnogih izvorišta i u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji i u drugim županijama postala vrlo upitna. Za moguće veće potrebe trebat će nove količine vode iz drugih pravaca – Virovitičko-podravske županije (crpilište Virovitica), ali i iz Sisačko-moslavačke županije. Ujedno valja računati s daljnjim povezivanjima vodoopskrbe i na širim prostorima susjednih županija.

U prvoj je fazi projekta, koja bi trebala trajati do 2011., ocijenjeno da će ukupne potrebe za vodom u cijeloj županiji iznositi 466 l/s. S tim se količinama planira podmiriti 80 posto potreba stanovništva i industrije svih naselja priključenih na vodoopskrbni sustav.

Potrebe za vodom podmiriti će se iz sadašnjih izvorišta i iz izvorišta na području županije. Najveća će se količina vode crpiti iz dvaju postojećih izvorišta u Koprivničko-križevačkoj županiji (izvorište Delovi i Đurđevac). Za to valja izgraditi vodospremnik Banov Stol koji će u prvoj fazi imati volumen 2000 m³ (to je i učinjeno 2005.), a u drugoj će fazi povećati kapacitet vodospremnika na 4000 m³ vode.

Izgrađen je i glavni odvodni cjevovod Banov Stol – Patkovac (Ø 600), a ključan je sustav za županijsko povezivanje magistralni cjevovod Patkovac – Daruvar i Patkovac – Bjelovar (Ø 400). Na pravcu Patkovac – Daruvar izgrađena su dosad dva dijela: Patkovac – Drljanovac i Veliki Zdenci – Končanica, a preostao je još dio između Drljanovca i Velikih Zdenaca te dio između Patkovca i Bjelovara.

Na ovom će se pravcu u čvoru Patkovac graditi kontrolno-regulacijska građevina čija će funkcija, između ostalog, biti redukcija tlaka iz vodospremnika Banov Stol i usklađivanje s tlakom iz vodospremnika Kupinovac (iz izvorišta Delovi). Također će se u čvoru Novoseljani graditi slična kontrolno-regulacijska građevina koja će, ovisno o budućim potrebama, podizati tlak iz vodospremnika Kupinovac, usklađivati tlak s tlakom iz vodospremnika Banov Stol, odvoditi vodu prema Daruvaru i drugim pripadajućim dijelovima Županije. Moguća je gradnja slične kontrolno-regulacijske građevine u čvoru Veliki Zdenci, a funkcija bi, između ostalog, bila redukcija ili dizanje tlaka dovoda vode iz pravca Virovitice, usklađivanje toga tlaka s uvjetima i zahtjevima te transport vode iz Virovitice prema Bjelovaru i Daruvaru.

Glavni je cjevovod između Bjelovara i Daruvara dvo-smjeran. Ta će se višestruka funkcionalnost osigurati odgovarajućom konstrukcijom crpne odnosno procrpne (*booster*) stanice. Jedan su od razloga vođenja većih količina vode iz pravca Bjelovara prema Daruvaru (65 l/s) i veliki gubici tlaka, zbog čega je potrebno uvođenje

dotadne energije bez obzira na velike početne visine tlaka u vodospremnima Kupinovac i Banov Stol. Drugi je razlog u povećanju ukupne sigurnosti vodoopskrbe promjenom smjera pogona i protoka u cjevovodu iz pravca Daruvara (iz izvorišta širega Daruvarškoga područja) prema Bjelovaru.

U takav osnovni sustav na prostoru Bjelovarsko-bilogorske županije uključeni su temeljni cjevovodi u južnom dijelu Županije (Stara Ploščica, Garešnica, Dežanovac i Duhovi), s namjerom da se u nizinskom dijelu Županije formira cjelovita temeljna konstrukcija koja će biti u stanju izravno pokriti glavninu potrošača, osigurati preduvjete za priključivanje i dograđivanje sustava te opskrbu onih potrošača koji zbog prostornog položaja vodu ne mogu dobiti iz toga temeljnog sustava [4].

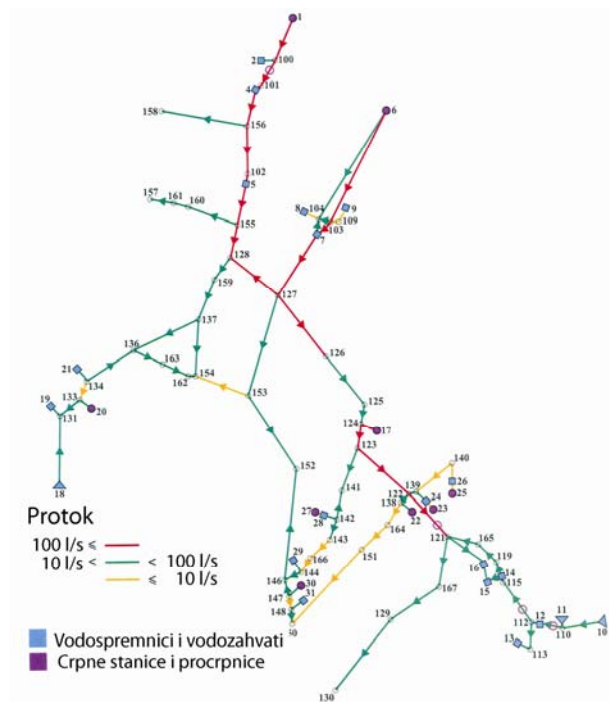
5 Model temeljnog sustava vodoopskrbe

Prije izrađena projektna dokumentacija pokušavala je izraditi koncepciju vodoopskrbe u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji [2] ili pripremiti podatke o postojećim i planiranim vodovodima i vodovodnim građevinama [3]. Tako se na neki način počeo razvijati model, no kako su bili obuhvaćeni svi elementi najmanjih pojedinačnih vodovoda, cijeli je sustav bio hijerarhijski neorganiziran pa je sve izgledalo nepregledno, konfuzno, preopsežno i nedorečeno. Temeljni magistralni sustav nije prepoznat i dimenzioniran, a ni simulacije njegova rada nisu bile provedene, pa se hijerarhijski neorganiziranim vodovodima i vodovodnim građevinama nije uočavalo kako se postavljene vodoopskrbni zahtjevi (protok i tlak) zapravo teško mogu ispuniti [1].

Stoga su u *Analizi i novelaciji idejnog rješenja* [4] najvažniji zadaci bili: hijerarhijska organizacija sustava, utvrđivanje i razvoj modela temeljnog sustava, dimenzioniranje građevina i određivanje postupaka upravljanja pogonom, simulacija i prikaz očekivanih učinaka (protok i tlak) pogona te određivanje preduvjeta za priključivanje i dogradnju pojedinačnih podsustava na nižoj hijerarhijskoj razini. Model temeljnog sustava vodoopskrbe razvijen je na osnovi prije pripremljenih podataka [2], ali organiziranih sukladno hijerarhijskom ustrojstvu sustava (slika 11.).

Simulacije su pogona temeljnog sustava izvedene samo za ekstremna (najmanje na sat, najviše na sat) dugoročna opterećenja, a uravnoteženje dimenzija građevina i energije u pogonu određeno je približno, do razine dovoljne za dimenzioniranje građevina i određivanje osnovnih postupaka upravljanja.

Prikazani su simulirani odnosno očekivani učinci pogona (protok, tlak) u uvjetima dugoročnih ekstremnih najvećih i najmanjih opterećenja (slike 14. i 15.). U grafič-



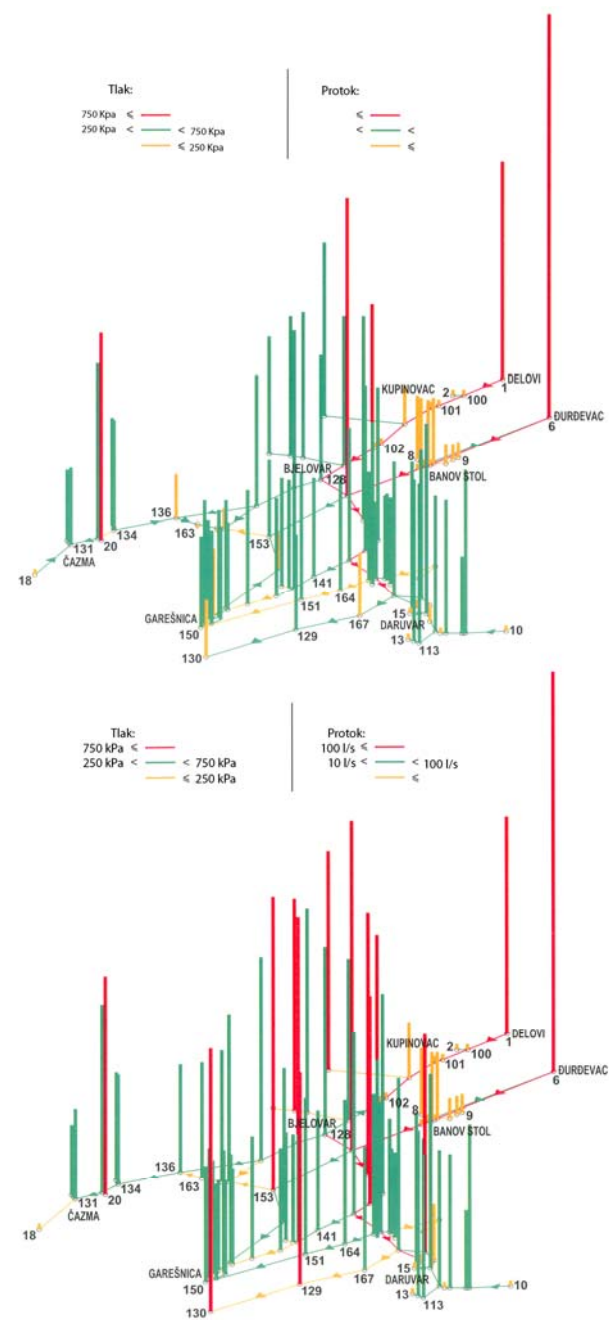
Slika 14. Učinci pogona u najvećim opterećenjima s veličinama i smjerovima protoka

kim prikazima, temeljenim na hidrauličkim proračunima, ti su učinci prikazani i dinamički. Iz smjerova i veličine protoka uzduž planiranoga temeljnog sustava, uočljivo je da se protoci veći od 100 l/s mogu očekivati samo duž glavnih cjevovoda iz Koprivničko-križevačke županije (izvorišta Delovi i Đurđevac) te duž glavnoga transportnog cjevovoda između Bjelovara i Daruvara. Time je ujedno potvrđena okosnica temeljne vodoopskrbne konstrukcije. U većini se ostalih cjevovoda mogu očekivati protoci u rasponu od 10 l/s i 100 l/s, a samo u nekoliko cjevovoda ispod 10 l/s, i to uglavnom zbog interakcija sa susjednim vodoopskrbnim podsustavima.

Iz podataka o visinama opskrbnog tlaka također je uočljivo da se tlak veći od 750 kPa (približno 7,5 bara) može očekivati samo o čvorovima vodocrpilišta i u glavnom razdjelnom čvoru Patkovac, gdje se uključuje dotok vodocrpilišta Đurđevac (preko vodospremnika Banov Stol). Budući da je riječ isključivo o transportnim a ne i distribucijskim komponentama sustava, taj tlak ne treba smanjivati, posebno stoga što neće biti dovoljan za sva udaljena područja vodoopskrbe. Na širem će području Daruvara trebati uključiti dodatne procrpne (booster) stanice, a znatno će docrpljivanje biti potrebno i za mnoge pojedinačne distribucijske podsustave koji će se dogradivati na temeljni sustav. U glavnini je čvorova temeljnog sustava tlak u rasponu između 250 i 750 kPa, što je najpovoljniji raspon tlaka u vodoopskrbi, posebno u brdskim područjima. Samo u manjem broju čvorova, u blizini vodospremnika i na izrazito nepovoljnim lokacijama, tlak je ispod 250 kPa, ali to ipak nije zabrinjavajuće.

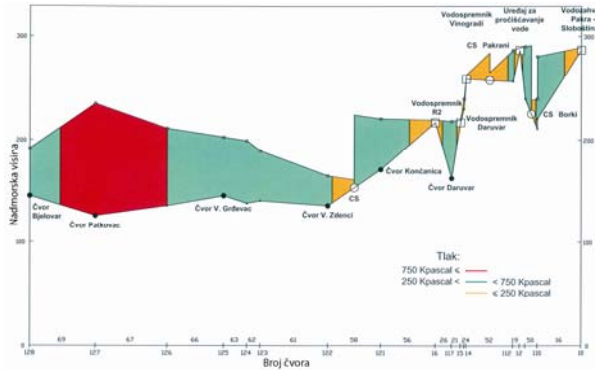
S obzirom na topografski vrlo raznolike i za vodoopskrbu nepovoljne uvjete, cijeli je prostor planiranoga temeljnog sustava vodoopskrbe pokriven optimalnom raspodjelom opskrbnog tlaka. To je uočljivo iz uzdužnih profila koji su izrađeni za sve važnije presjeka temeljnog sustava (slike 16. i 17.).

Vrlo se slični učinci u raspodjeli protoka i u raspodjeli opskrbnog tlaka mogu očekivati i u uvjetima procijenjenih minimalnih opterećenja, a upravo je to potvrda

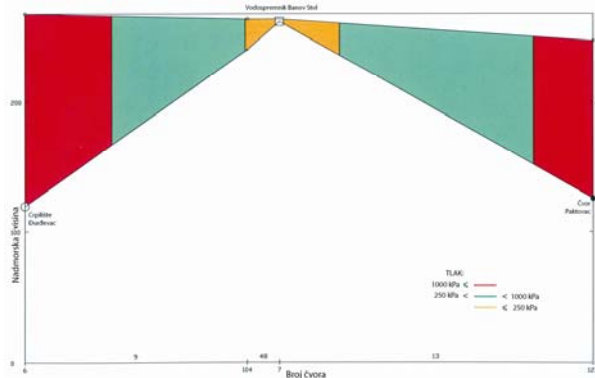


Slika 15. Učinci pogona u najvećim opterećenjima s visinama opskrbnog tlaka

da glavninom temeljnog sustava kontinuirano struje približno jednaki prosječni protoci, što opet potvrđuje racionalno dimenzioniranje njegovih cjevovoda i građevina.



Slika 16. Učinci u najvećim opterećenjima s visinama opskrbnog tlaka za dionicu Delovi-Kupinovac-Bjelovar-Čazma



Slika 17. Učinci pogona u najmanjim opterećenjima s visinama opskrbnog tlaka za dionicu crpilište Đurđevac-vodospremnik Banov Stol-čvor Patkovac

Nešto se značajnije razlike u odnosu na procijenjena najveća opterećenja uočavaju samo u raspodjelama opskrbnog tlaka. Na nekoliko je lokacija tlak veći od 750 kPa. Stoga su izrađeni pregledi u rasponu od 250 do 1000 kPa (umjesto 250 - 750 kPa), a na njima se vidi da se radi o malo većim visinama tlaka koje ni približno ne dostižu visine od 1000 kPa, pa je tlačna slika za sve uvjete opterećenja i dalje približno u rasponu 250 - 750 kPa, a ni to nisu značajnije razlike u odnosu na procijenjene uvjete za najveća opterećenja.

Zapravo je potvrđena stabilnost raspodjele pogonskih učinaka temeljnoga sustava, a to potvrđuje racionalnosti koncepcije, konstrukcije i predviđenih dimenzija. Iz grafičkih se pregleda očekivanih pogonskih učinaka vidi da se sustavom osiguravaju optimalni preduvjeti za priključivanje i dograđivanje pojedinačnih lokalnih podsustava distribucije, u svim pojedinačnim specifičnim područjima Bjelovarsko-bilogorske županije.

Također je uočljivo da izravno osiguravanje pogonskih učinaka iz temeljnoga vodoopskrbnog sustava u posebnim područjima ne bi bilo racionalno zbog topografskih specifičnosti i za svako će to područje trebati izraditi poseban projekt podsustava. Uvjeti njihova priključivanja određeni su projektom temeljnog sustava i pregledom očekivanih učinaka. Rješenje svakoga od podsustava ovisit će o topografskim uvjetima.

6 Zaključak

Bjelovarsko-bilogorska županija pripada županijama s nedovoljnom vodoopskrbom koja je najslabija u Hrvatskoj. Dosadašnji se vodoopskrbni sustav razvijao pojedinačno, za svaki grad ili općinsko središte potpuno odvojeno, pa su zato mnoga odvojena brdska područja ostajala bez ikakvih vodoopskrbnih priključaka. Uz te su probleme posljednjih godina mnoga lokalna izvorišta u sušnim mjesecima ostajala bez pitke vode, pa se stanovništvo vodom opskrbljivalo iz cisterna. Stoga je uspostava jedinstvenoga vodoopskrbnog sustava postala prioritet za infrastrukturni i gospodarski razvoj Županije.

Novi je vodoopskrbni sustav riješen na dobavi vode iz susjedne županije – iz Koprivničko-križevačke županije, odakle se preko Bilogore već puna četiri desetljeća opskrbljuje najveći županijski grad - Bjelovar. Štoviše u novo je rješenje uključeno još jedno izvorište, uz izvorište Delovi iz kojega se opskrbljuje Bjelovar – izvorište Đurđevac koje je i izdašnije i ima znatno kvalitetniju vodu.

Zapravo novi se vodoopskrbni sustav zasniva na jednom relativno zanimljivom, ali racionalnom i razumljivom rješenju. U sustav su uključena crpilišta iz Koprivničko-križevačke županije, za budućnost je predviđena mogućnost priključivanja crpilišta iz Virovitičko-podravске i Sisačko-moslavačke županije, ali i svi postojeći lokalni izvori. To je učinjeno ponajviše zbog toga što bi dostavu pitke vode u neka udaljena područja Županije bilo nemoguće ili preskupo organizirati iz jednoga ili više regionalnih izvorišta. Stoga su u tom modelu i najmanja lokalna izvorišta na neki način dobila županjsko značenje.

Okosnica je novoga županijskog sustava spoj s novim izvorištem Đurđevac i gradnja odgovarajućega vodospremnika te gradnja temeljnoga transportnog cjevovoda između Bjelovara i Daruvara. Posebnost je povezanosti Bjelovara i Daruvara u tome da će ta veza djelovati dvosmjerno pa će Daruvar moći dobivati vodu iz izvorišta Delovi i Đurđevac, ali i Bjelovar iz izvorišta sa šireg područja Daruvara.

Cijeli se vodoopskrbni sustav sporo gradi, a jedan je njegov dio ipak izgrađen. Hidraulički proračuni protoka i tlakova u mreži potvrđuju da je, s obzirom na topograf-

ski vrlo raznolike i za vodoopskrbu nepovoljne uvjete, cijeli prostor planiranoga temeljnog sustava vodoopskrbe pokriven optimalnom raspodjelom protoka i opskrbnog tlaka. To potvrđuje i stabilnost raspodjele pogonskih učinaka u temeljnom sustavu, ali i racionalnosti

njegove koncepcije, konstrukcije i njegovih dimenzija. Ujedno su osigurani optimalni preduvjeti za priključivanje i dograđivanje pojedinačnih lokalnih podsustava distribucije vode, u svim pojedinačnim specifičnim područjima Bjelovarsko-bilogorske županije.

IZVORI

- [1] *Planovi razvitka vodoopskrbe u prostoru županije Bjelovarsko-bilogorske*, Hidroprojekt-ing, Zagreb, 1996.
- [2] *Projekt magistralnog vodoopskrbnog sustava Bjelovarsko-bilogorske županije*, Hidroprojekt-ing, Zagreb, 1999.
- [3] *Prostorni plan Bjelovarsko-bilogorske županije*, Županijski zavod za prostorno uređenje, Bjelovar, 2001.
- [4] *Analiza i novelacija idejnog rješenja vodoopskrbnog sustava Bjelovar-Daruvar*, Hidroprojekt-ing, Zagreb, 2003.