

UDK 628.15+699.81:69.009182

Primljeno 31. 8. 2010.

Primjena Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara u ruralnim područjima

Davor Malus, Dražen Vouk, Anja Grljak

Ključne riječi

hidrantska mreža,
gašenje požara,
Pravilnik,
ruralna područja,
vodoopskrba,
Desinić

Key words

hydrant network,
fire fighting,
Byelaw,
rural areas,
water supply,
Desinić

Mots clés

réseau des bouches
d'incendie,
lutte contre incendie,
règlement,
régions rurales,
alimentation en eau,
Desinić

Ключевые слова

сеть гидрантов,
пожаротушение,
Сборник правил,
сельские местности,
водоснабжение,
Десинич

Schlüsselworte

Hydrantennetz,
Brandlöschung,
Verordnung,
rurale Gebiete,
Wasserversorgung,
Desinić

D. Malus, D. Vouk, A. Grljak

Stručni rad

Primjena Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara u ruralnim područjima

Zastupa se mišljenje da je u vodoopskrbi ruralnih područja moguće razdvojiti vodoopskrbu stanovništva od gašenja požara, tako da se vodoopskrbi stanovništva da prioritet, jer se zaštita od požara može riješiti alternativno uz ista ili manja sredstva. To je ekonomski važno. Za ilustraciju razlike u investiciji, pri primjeni ili ne Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara, analiziran je na razini idejnog projekta konkretan primjer vodoopskrbe visoke zone općine Desinić.

D. Malus, D. Vouk, A. Grljak

Professional paper

Application of Byelaw on fire fighting hydrant network in rural areas

The authors consider that water supply for population can be separated from fire fighting in the organization of water supply for rural areas. This can be done by giving priority to water supply for population, as fire protection can be solved alternatively, using similar or lesser funding. This is significant from the economic standpoint. A concrete example of water supply in the elevated area of Desinić Municipality is analyzed at the preliminary design level, in order to illustrate the difference in investment in case of application or non-application of the Byelaw on the Fire Fighting Hydrant Network.

D. Malus, D. Vouk, A. Grljak

Ouvrage professionnel

L'application du Règlement sur le réseau des bouches d'incendie dans les régions rurales

Les auteurs considèrent que l'alimentation en eau pour la population peut être séparée de la lutte contre incendie dans l'organisation de l'alimentation en eau des régions rurales. Cela peut être accompli en donnant priorité à l'alimentation en eau de la population, puisque la lutte contre incendie peut être résolue d'autre manière, avec un financement similaire ou moins coûteux. L'exemple concret d'alimentation en eau de la zone élevée dans la municipalité de Desinić est analysé au niveau d'avant-projet détaillé et cela afin d'illustrer la différence d'investissement avec ou sans application du Règlement sur le réseau des bouches d'incendie.

Д. Малус, Д. Воук, А. Грляк

Отраслевая работа

Применение Сборника правил по сети пожарных гидрантов в сельских местностях

Выражено мнение, что при водоснабжении сельских местностей возможно отделение водоснабжения населения от пожаротушения. При этом приоритетным является водоснабжение населения, поскольку вопросы защиты от пожара могут быть решены альтернативно, с использованием таких же или меньших средств, что является важным с экономической точки зрения. В качестве иллюстрации разницы инвестиционных средств в случае применения или неприменения Сборника правил по сети пожарных гидрантов приведен анализ конкретного примера водоснабжения высокой зоны общины Десинич на уровне идейного проекта.

D. Malus, D. Vouk, A. Grljak

Fachbericht

Anwendung der Verordnung über das Hydrantennetz für die Brandlöschung in ruralen Gebieten

Man vertritt die Ansicht dass es in der Wasserversorgung ruraler Gebiete möglich ist die Wasserversorgung zu trennen und der Wasserversorgung der Einwohnerschaft den Vorrang geben, da man den Brandschutz alternativ lösen kann, mit gleichen oder kleineren Mitteln. Das ist ökonomisch wichtig. Um die Unterschiede im Investieren zu illustrieren, mit oder ohne Anwendung der Verordnung über das Hydrantennetz für die Brandlöschung in ruralen Gebieten, analysierte man auf Niveau des Einreichungsentwurfs das konkrete Beispiel der Wasserversorgung der hohen Zone der Gemeinde Desinić.

Autori: Prof. dr. sc. **Davor Malus**, dipl. ing. građ.; dr. sc. **Dražen Vouk**, dipl. ing. građ.; **Anja Grljak**, dipl. ing. građ., Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb

1 Uvod

U ovome se radu pod ruralnim područjima podrazumijevaju manja seoska naselja raspršena na relativno velikom prostoru, bez izraženog gušće urbaniziranog središta s komercijalnim, administrativnim i drugim javnim sadržajima. Ta su naselja uglavnom udaljena ili na periferiji većih urbanih središta, a na istoj su poziciji unutar sustava javne vodoopskrbe.

Troškovi su vodoopskrbe takvih naselja veliki zbog dugih magistralnih cjevovoda kojima su vezani na sustave vodoopskrbe i velikih jediničnih duljina distribucijskih cjevovoda zbog velike raspršenosti korisnika. Osim toga, uvjeti zadovoljavanja minimalnih radnih tlakova zahtijevaju interpolaciju visoko smještenih vodosprema ili procrpnica.

Na ukupne troškove građenja pogona i održavanja vodoopskrbne mreže bitno utječe obvezna primjena Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara [1], u nastavku Pravilnik, kojim su propisane minimalne količine vode i minimalni radni tlakovi potrebni za gašenje požara. Pritom redovito mjerodavni protoci vode potrebni za gašenje požara određuju mjerodavni profil cjevovoda, a ne potrebe vode za stanovništvo. Isto tako minimalni propisani tlak za gašenje požara od 2,5 bara na najnepovoljnije smještenom hidrantu često zahtijeva interpolaciju procrpnice ili povišeni smještaj vodospreme. Lokalne vodospreme koje visinskim položajem i volumenom pokrivaju potrebe ruralnih područja, volumenom ne mogu biti manje od 100 m³ (72 m³ potrebno je za gašenje požara), a petnaestak su metara na višem položaju zbog osiguranja potrebnoga radnog tlaka.

Rezultat navedene prakse su male brzine tečenja unutar cjevovodne mreže u režimu rada bez gašenja požara. Male brzine znače i dulje zadržavanje vode unutar sustava, odnosno povećanje starosti vode. Time se smanjuje kvaliteta vode i povećava opasnost od naknadne bakteriološke infekcije koja se može spriječiti čestim ispiranjem mreže i interpolacijom dodatnih stanica za dezinfekciju.

Prosječna je pokrivenost javnom vodoopskrbom u RH relativno velika, a u županijskim planovima vodoopskrbe od sredstava procijenjenih za realizaciju potpunog pokrivanja potreba stanovništva vodoopskrbom najveći je dio namijenjen izgradnji vodoopskrbnih mreža za ruralna naselja o kojima je u ovome radu riječ. Ta su sredstva u relativnom i apsolutnom iznosu vrlo velika i u općoj ekonomskoj situaciji i malom potencijalu lokalnih sredina teško je očekivati realizaciju planova u zacrtanim-željenim rokovima. U takvoj situaciji bilo bi dobro promisliti jesu li moguće znatne uštede u realizaciji zacrtanih planova, a da se pritom zadrže minimalni tehnički standardi i osigura sigurna vodoopskrba stanovništva.

Pitanje jest je li potrebno za svaki tip naselja istodobno osigurati vodoopskrbu stanovništva koja će zadovoljiti protupožarnu zaštitu prema citiranom Pravilniku? Najbolji odgovor dala bi analiza vjerojatnosti pojave požara u ruralnim područjima, veličina nastalih materijalnih šteta i šteta za ljudsko zdravlje, sve na temelju postojećih podataka. Trebalo bi zatim ispitati alternativne tehničke mogućnosti za gašenje požara na temelju analize troškova i koristi ocijeniti prihvatljivost rizika uvođenja takvih rješenja. Takva analiza još nije napravljena, a trebali bi je napraviti stručnjaci požarnog inženjerstva koristeći se za sada javnosti nedostupnim podacima. Treba imati na umu da su i danas naselja koja nemaju javnu vodoopskrbu pokrivena organiziranom službom zaštite od požara, preko profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih jedinica.

Tehnički nije sporno da se učinkovita zaštita od požara može organizirati, pored javnog sustava vodoopskrbe, izgradnjom posebnih spremnika za vodu s hidrostanicama, poboljšanjem tehničke opremljenosti vatrogasnih jedinica i protupožarne zaštite stambenih zgrada. Takvo rješenje u konačnici nije i ne mora biti skuplje uz istu razinu rizika koja vrijedi za naselja na koja je primijenjen Pravilnik.

Iz rečenog se može prihvatiti strategija prioriteta prema kojem vodoopskrba može biti ispred zaštite od požara. Prihvaćanje te činjenice moglo bi bitno utjecati na cijenu građenja, pogona i održavanja vodoopskrbe u ruralnim sredinama i ubrzati dinamiku povećanja opskrbljenosti preostalog stanovništva. Osobito bi povoljno primjena djelovala na izgradnju-rekonstrukciju tzv. seoskih vodovoda koji bi trebali nakon dugog razdoblja ilegalnog iskorištavanja steći legalni status.

U prilog tezi razdvajanja prioriteta, može se napomenuti da je način rješavanja vodoopskrbe ruralnih područja s isključivim ciljem zadovoljavanja sanitarnih potreba u primjeni u mnogim zemljama Zapadne Europe, ali i u ostalim razvijenim zemljama svijeta (SAD, Kanada i dr.) [2].

Korisnim se može smatrati ispitivanje utjecaja smanjenja dimenzija pojedinih elemenata vodoopskrbnog sustava u odnosu na izostavljanje kriterija protupožarne zaštite (prema Pravilniku) i kako to utječe na ekonomske pokazatelje te koliko smanjenje veličine cijevnih profila utječe na starost vode unutar sustava, odnosno smanjenje vjerojatnosti potencijalnog pogoršanja kvalitete vode [3].

Da veličina potencijalnih ušteda ne bi ostala na razini spekulacija, u ovom je radu na konkretnom primjeru ispitana opravdanost izgradnje sustava javne vodoopskrbe uz isključivo zadovoljavanje sanitarnih potreba na dijelovima vodoopskrbnog područja koji zadovoljavaju definiciju ruralnosti. Odabrano je brežuljkasto područje u

Krapinsko-zagorskoj županiji koje prostorno obuhvaća općinu Desinić.

2 Metodologija

U odnosu prema opisanoj problematici, u nastavku će se opisati osnovni metodološki pristupi vezani uz dimenzioniranje pojedinih oblika vodoopskrbnih sustava u sklopu analize problema u ruralnim područjima. Pritom će se zasebno razmotriti klasični oblik vodoopskrbnih sustava koji podrazumijeva dimenzioniranje uz zadovoljavanje svih uvjeta propisanih Pravilnikom. Drugi oblik vodoopskrbnih sustava podrazumijeva zadovoljavanje samo sanitarnih potreba stanovništva, uz izuzetak za gušće naseljena područja, odnosno općinska središta i sl. gdje se primjenjuje Pravilnik.

2.1 Dimenzioniranje vodoopskrbnih sustava

Postupak dimenzioniranja vodoopskrbnih sustava opće je poznat u praksi i danas se gotovo isključivo provodi primjenom gotovih, u praksi provjerenih programskih paketa, licenciranih ili u javnom vlasništvu (EPANET, Flow Master, WaterGEMS i dr.).

Dimenzioniranju prethodi detaljna analiza potrošnje vode po svim kategorijama potrošača, uz dodatno utvrđivanje potrebnih količina za gašenje požara. Sve dionice koje gravitiraju krajnjim potrošačima dimenzioniraju se u odnosu na količinu maksimalne satne potrošnje od stanovništva ($q_{\max/h}$), uvećane za protupožarnu količinu ($q_{\text{pož}}$) proračunanu prema Pravilniku. Naime, Pravilnikom je u članku 6 propisano da se potrebna količina vode za gašenje požara hidrantskom mrežom mora osigurati neovisno o drugim potrošačima koji se napajaju vodom iz istog izvorišta. Stoga je mjerodavna količina za dimenzioniranje svake pojedine dionice vodoopskrbnog sustava jednaka $q_{\max/h} + q_{\text{pož}}$. Uvažavajući ekonomske brzine u cjevovodima, proizlazi da je najmanji profil vodoopskrbne mreže DN 110.

Na svim dijelovima vodoopskrbnog sustava nužno je osigurati minimalne tlakove od 2,5 bara, kako je uvjetovano Pravilnikom, a preporučuje se da maksimalni tlakovi ne prelaze vrijednosti od 7,5 bara. Pri definiranju vanjske hidrantske mreže u sklopu sustava javne vodoopskrbe, člankom 16 Pravilnika, u naseljima sa samostojećim obiteljskim kućama (ruralna naselja) udaljenost između dvaju susjednih vanjskih hidranata smije iznositi najviše 300 m.

Osnovna načela dimenzioniranja vodoopskrbnih sustava bez zadovoljavanja kriterija protupožarne zaštite slična su prethodno opisanim, uz razliku što se u mjerodavni protok ne uvrštava potreba za gašenjem požara. Na najnepovoljnijoj lokaciji na mreži dovoljno je osigurati mi-

nimalni radni tlak od jednog bara. Međutim, čak i pri izgradnji vodoopskrbne mreže za zadovoljavanje sanitarnih potreba, poželjno je na završecima pojedinih dionica ugraditi nadzemne hidrante da bi se osiguralo odzračivanje cjevovodne mreže odnosno njezino ispiranje.

Ostaje otvoreno pitanje odabira minimalne dimenzije cjevovoda koji nije funkcija proračunalog mjerodavnog protoka, već dimenzija koje omogućuju ugradnju standardnih oblikovnih komada i armatura. To bi mogli biti profili DN 25 do DN 50.

3 Analiza problema

3.1 Općenito

U svrhu što jasnijeg prikaza prethodno iznesene problematike, na primjeru područja "visoke zone" općine Desinić provedena je analiza problema u skladu s prethodno navedenim postavkama (Poglavlje 2).

"Visoka zona" općine Desinić obuhvaća sjeverno područje općine Desinić u čijem se sastavu nalaze sljedeća naselja: Desinić, Dubravica Desinićka, Turnišće Desinićko, Gornji Jalšovec, Gaber, Klanječko, Trnovec Desinićki, Grohot, Osredok Desinićki, Gora Košnička, Hum Košnički i dvorac Veliki Tabor (slika 1.).

Radi kvalitetnijeg uvida u topografske prilike i razmještaj potrošača na predmetnom području, priložena je tablica s brojem stanovnika po pojedinim naseljima za plansko razdoblje do 2031. godine, prema podacima iz prostornog plana toga područja (tablica 1.).

Tablica 1. Broj stanovnika po naseljima [4]

Redni broj	Naselje	Broj stanovnika
		Godina 2031.
1.	Desinić	500
2.	Dubravica Desinićka	50
3.	Gaber	160
4.	Gora Košnička	140
5.	Gornji Jalšovec	100
6.	Grohot	50
7.	Hum Košnički	130
8.	Klanječko	80
9.	Osredok Desinićki	70
10.	Trnovec Desinićki	130
11.	Turnišće Desinićko	150
Ukupno:		1560

- Potrošači na području naselja Trnovec Desinićki, Grohot, Osredok Desinićki i Gora Košnička nalaze se na visinskim kotama od +225 m n.m. do + 330 m n.m. te formiraju I. vodoopskrbnu zonu "visoke zone" općine Desinić.

- Dio potrošača naselja Desinić i Dubravica Desinićka, te potrošači na području naselja Turnišće Desinićko i Gornji Jalšovec nalaze se na visinskim kotama od +205 m n.m. do +285 m n.m. te formiraju *II. vodoopskrbnu zonu "visoke zone" općine Desinić.*
- Dio potrošača naselja Desinić i Dubravica Desinićka te potrošači na području naselja Gaber i Klanječko nalaze se na visinskim kotama od +183 m n.m. do +240 m n.m. te formiraju *III. vodoopskrbnu zonu "visoke zone" općine Desinić.*
- Potrošači koji se nalaze na području dvorca Veliki Tabor, a koje obuhvaća dio naselja Desinić i naselje Hum Košnički te sam dvorac Veliki Tabor, nalaze na visinskim kotama od +250 m n.m. do + 340 m n.m. te formiraju *IV. vodoopskrbnu zonu "visoke zone" općine Desinić.*

Promatrajući područje općine Desinić, mogu se izdvojiti dvije cjeline od kojih prva predstavlja već izgrađeno odnosno postojeće stanje sustava javne vodoopskrbe (na slici 1. prikazano plavom bojom), a druga planirano stanje vodoopskrbnog sustava (na slici 1. prikazano crvenom bojom) [5].

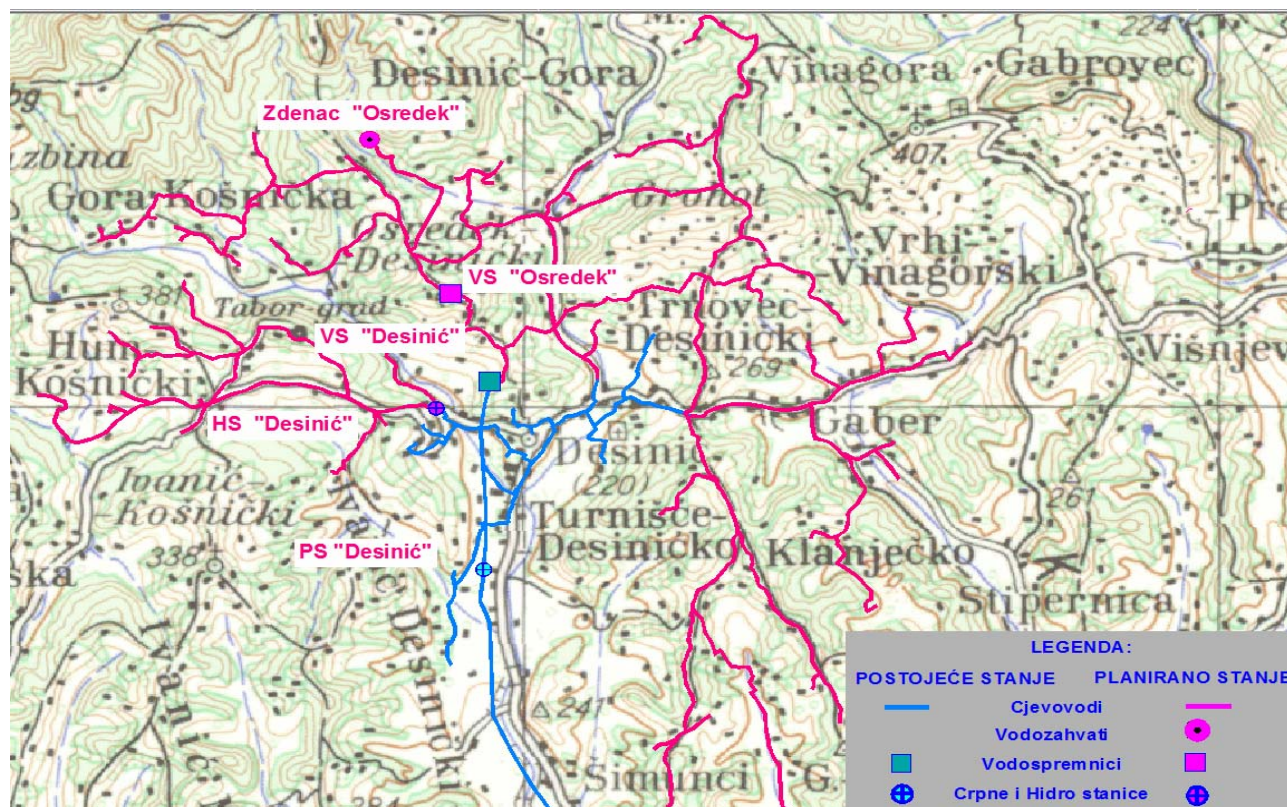
Razmatrajući postojeće stanje izgrađenosti, potrebno je istaknuti da je njime izgradnjom magistralnog cjevovoda

Tuhelj-Desinić i vodospreme VS Tuhelj ($V = 200 \text{ m}^3$) s kotom dna +240,00 m n.m i kotom preljeva + 243,0 m n.m. na području općine Desinić riješeno pitanje opskrbe vodom potrošača smještenih do visinske kote + 200 m n.m., na užem području naselja Desinić. Opskrba vodom osigurana je tako da se taj dio sustava gravitacijski opskrbljuje vodom iz postojećeg vodospremnika VS Desinić ($V = 100 \text{ m}^3$), s kotom dna +265 m n.m. i kotom preljeva +268 m n.m., koji se pomoću precrpne stanice Desinić puni iz VS Tuhelj.

Preostali dio općine Desinić, koji obuhvaća naselja koja su smještena na području između visinskih kota +200,0 m n.m. i +350,0 m n.m., formira "visoku zonu" općine Desinić, a opskrba vodom potrošača na tom području planira se izvesti povezivanjem na postojeći sustav. Također se u sklopu planiranog stanja namjeravaju osigurati određene količine vode iz crpilišta Osredek, na lokaciji naselja Osredek Desinićki, kapaciteta 6,0 l/s. Od crpilišta Osredek planira se izgraditi tlačni cjevovod do vodospremnika VS Osredek ($V = 200 \text{ m}^3$) s kotom dna +353 m n.m. i kotom preljeva +356 m n.m. VS Osredek planira se povezati s VS Desinić [5].

3.2 Hidraulički proračun

Na temelju preliminarnih analiza potrošnje vode na predmetnom području i određivanja mjerodavnih količina,



Slika 1. Situacijski prikaz postojećeg i planiranog stanja predmetnoga vodoopskrbnog sustava

planirani vodoopskrbni sustav na tom je području hidraulički dimenzioniran, i to u skladu s metodološkim pristupom opisanim u Poglavlju 2. Pri tome je to povedeno za dva varijantna rješenja.

Varijantno rješenje "A" podrazumijeva dimenzioniranje cjelokupnog sustava u skladu s postojećim propisima i uz potpuno uvažavanje Pravilnika.

Varijantno rješenje "B" podrazumijeva dimenzioniranje planiranog dijela sustava bez zadovoljavanja kriterija protupožarne zaštite, pri čemu je na većem dijelu sustava usvojena mjerodavna količina vode isključivo za sanitarne potrebe ($q_{\max/h}$), uz zadovoljavanje uvjeta minimalnih tlakova od svega 1,0 bar. U naselju Desinić koje ima komercijalne, administrativne i druge javne sadržaje primijenjen je Pravilnik.

Za provedbu hidrauličkog proračuna odabran je matematički model EPANET (verzija 2.0). Program EPANET razvila je Američka agencija za zaštitu okoliša (engl. *Environmental Protection Agency*). EPANET pruža mogućnost provođenja simulacija različitih stacionarnih i dinamičkih stanja unutar tlačnih sustava.

3.3 Ekonomske analize

Ekonomske analize u sklopu ovog rada obuhvaćaju izradu aproksimativnih troškovnika za svako od razmatranih varijantnih rješenja. Aproksimativni su troškovnici izrađeni na osnovi prethodno dobivenih rezultata hidra-

uličkog proračuna iz kojih su izdvojene mjerodavne količine za sve relevantne radove.

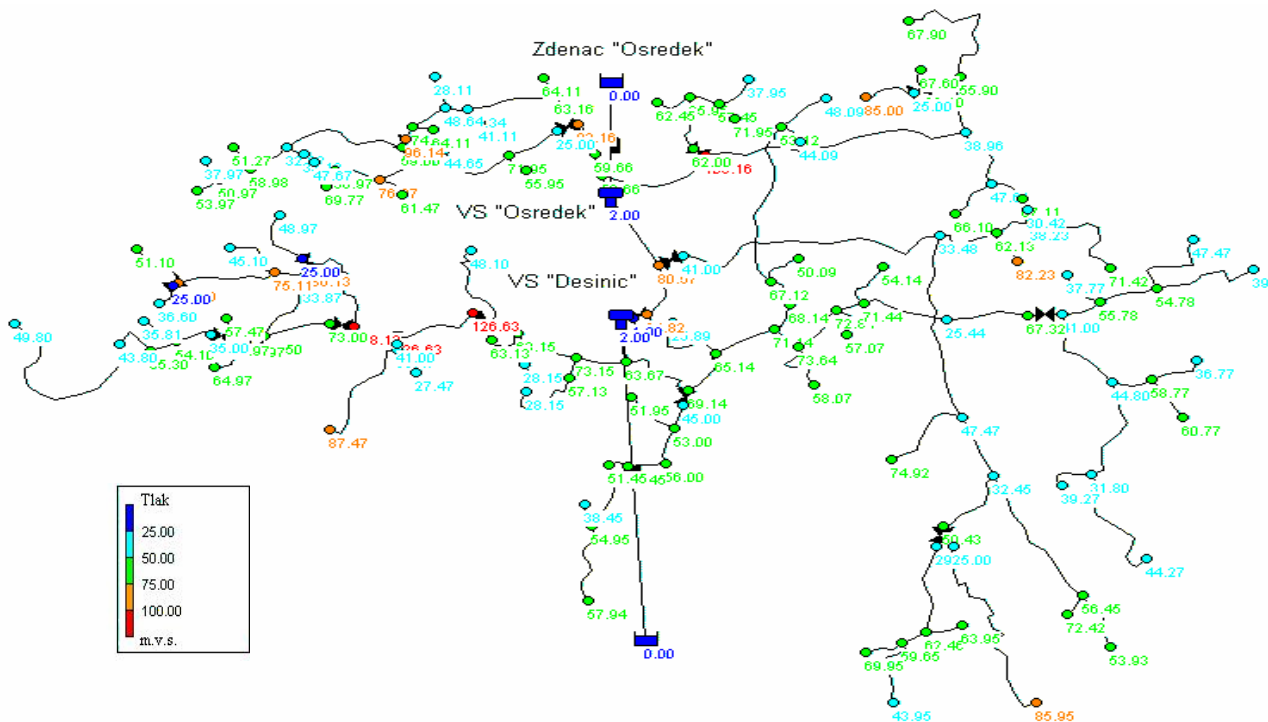
Pri procjeni troškova izgradnje cjevovodne mreže, jedinična cijena radova na izvođenju pojedinih cjevovoda dobivena je na temelju analize izgradnje cjevovoda istih karakteristika na vodoopskrbnom sustavu "Zagorskog vodovoda" Zabok, a obuhvaća sljedeće radove: geodetske radove na iskolčenju cjevovoda, iskop rova, izradu pješčane posteljice, izradu pješčane obloge oko cijevi, zatrpavanje rova, odvoz suvišnog materijala od iskopa, izvedbu potrebne opreme (muljni ispusti, zračni ventili, vodovodna armatura), geodetske radove na snimanju izvedenog stanja cjevovoda, dobavu i dopremu PEHD cijevi, razvoženje cijevi duž rova, montažu cijevi, provedbu tlačne probe i provedbu dezinfekcije cjevovoda. Uz troškove izgradnje vodovodne mreže proračunani su i troškovi izgradnje vodosprema te troškovi ugradnje ventila za regulaciju tlakova i hidranata [5]. Troškovi pogona i održavanja nisu kalkulirani.

4 Rezultati i rasprava

Rezultati hidrauličkog proračuna prikazani su zasebno za svako od razmatranih varijantnih rješenja.

4.1 Rezultati hidrauličkog proračuna za varijantu "A"

Na temelju rezultata dobivenih na matematičkom modelu, na slici 2. je prikazana raspodjela hidrodinamičkih



Slika 2. Raspodjela hidrodinamičkih tlakova u trenutku maksimalne satne potrošnje – varijanta "A"

tlakova (izražena u metrima vodnoga stupca) u trenutku maksimalne satne potrošnje za razmatranu varijantu rješenje "A".

Ukupna duljina vodoopskrbnih cjevovoda iznosi 39.000 m, a predviđene su cijevi od tvrdog polietilena, PEHD-a, nazivnih tlakova PN 10 i 16 bara (ovisno o raspodjeli tlakova unutar mreže) s rasponom cijevnih profila od DN 110 do DN 180. Najveći je udio cijevnih profila DN 110 (50 %), DN 125 (15%), DN 140 (17 %) i DN 160 (15 %).

Duž mreže predviđa se ugradnja redukcijskih ventila (13 komada), zračnih ventila (70 komada), muljnih ispusta (47 komada) te nadzemnih hidranata (111 komada).

4.2 Rezultati hidrauličkog proračuna za varijantu "B"

Na osnovi rezultata dobivenih matematičkim modelom, na slici 3. prikazana je raspodjela hidrodinamičkih tlakova (izražena u metrima vodnoga stupca) u trenutku maksimalne satne potrošnje za razmatranu varijantu "B".

Ukupna duljina vodoopskrbnih cjevovoda istovjetna je kao i u prethodnom slučaju i iznosi 39.000 m. Također su predviđene cijevi od PEHD-a, nazivnog tlaka PN 10, dok se samo na jednoj kraćoj dionici pojavljuje potreba za ugradnjom cjevovoda nazivnog tlaka PN 16 bara. Raspon cijevnih profila kreće se od DN 25 do DN 180. Najveći je udio cijevnih profila DN 25 (37 %), DN 32 (18 %), DN 40 (12 %), i DN 125 (16 %).

Duž vodovodne mreže predviđa se ugradnja redukcijskih ventila (12 komada), zračnih ventila (70 komada), muljnih ispusta (47 komada) te nadzemnih hidranata (57 komada).

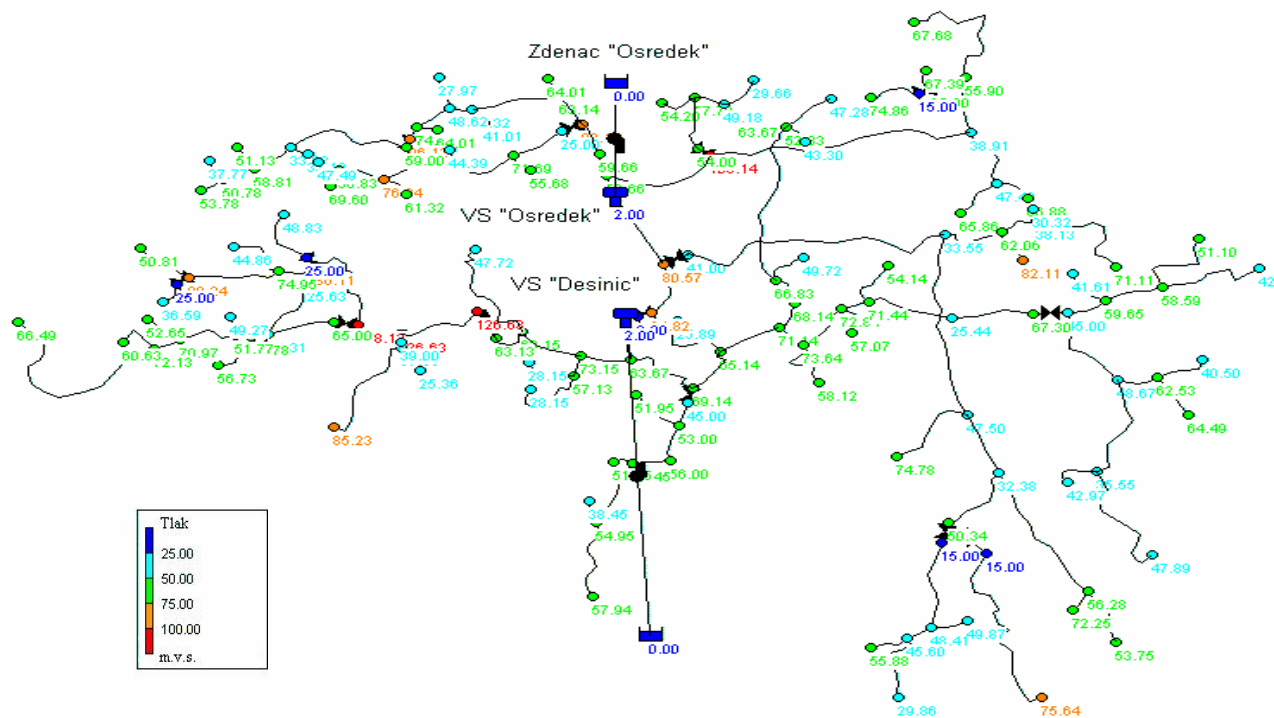
Prema rezultatima proračuna postotak uporabe profila DN 110 i manjih, u odnosu na ukupnu duljinu cjevovoda, iznosi relativno visokih 62 %. Prema tome, može se očekivati da će na temelju rezultata provedenih analiza troškovi izgradnje varijante "B" biti mnogo manji.

4.3 Rezultati modeliranja starosti vode

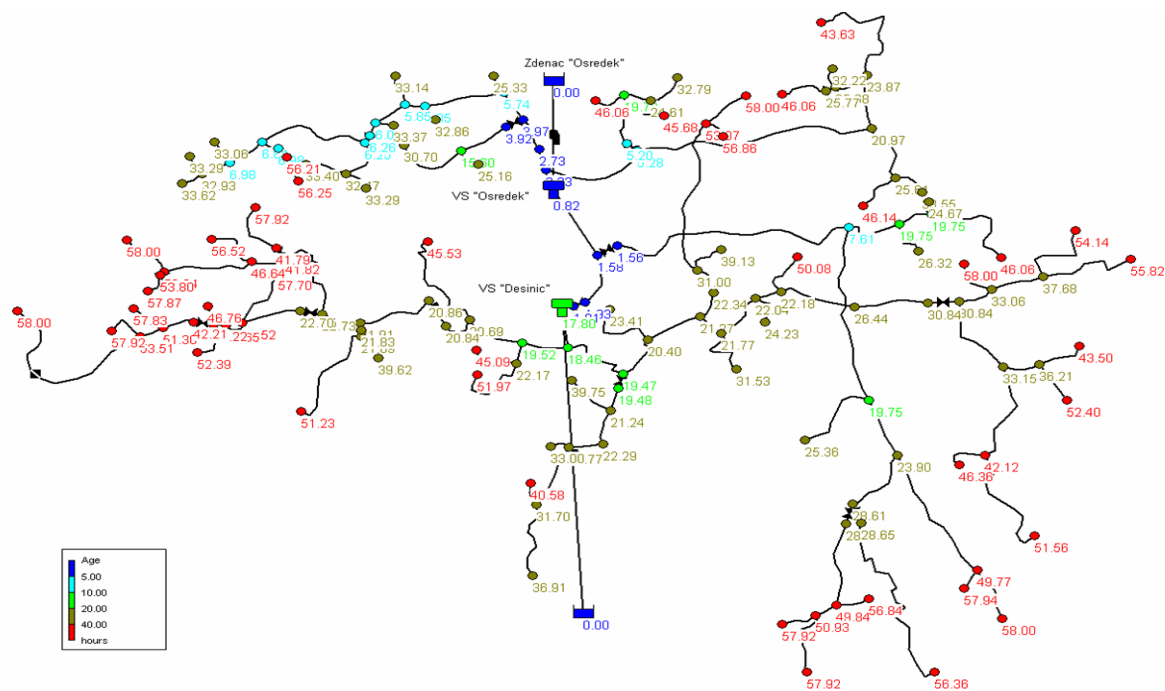
U sklopu provedenih analiza ispitano je utjecaj smanjenja dimenzija pojedinih elemenata vodoopskrbnog sustava na starost vode unutar sustava. Drugim riječima, na izrađenom matematičkom modelu kod obiju je varijanata modeliran parametar starosti vode unutar čitavog sustava prema procijenjenoj dinamici trošenja.

Na temelju rezultata dobivenih na matematičkom modelu, na slici 4. prikazana je distribucija starosti vode (izražena u satima) za varijantu "A", dok je distribucija starosti vode za varijantu "B" prikazana na slici 5.

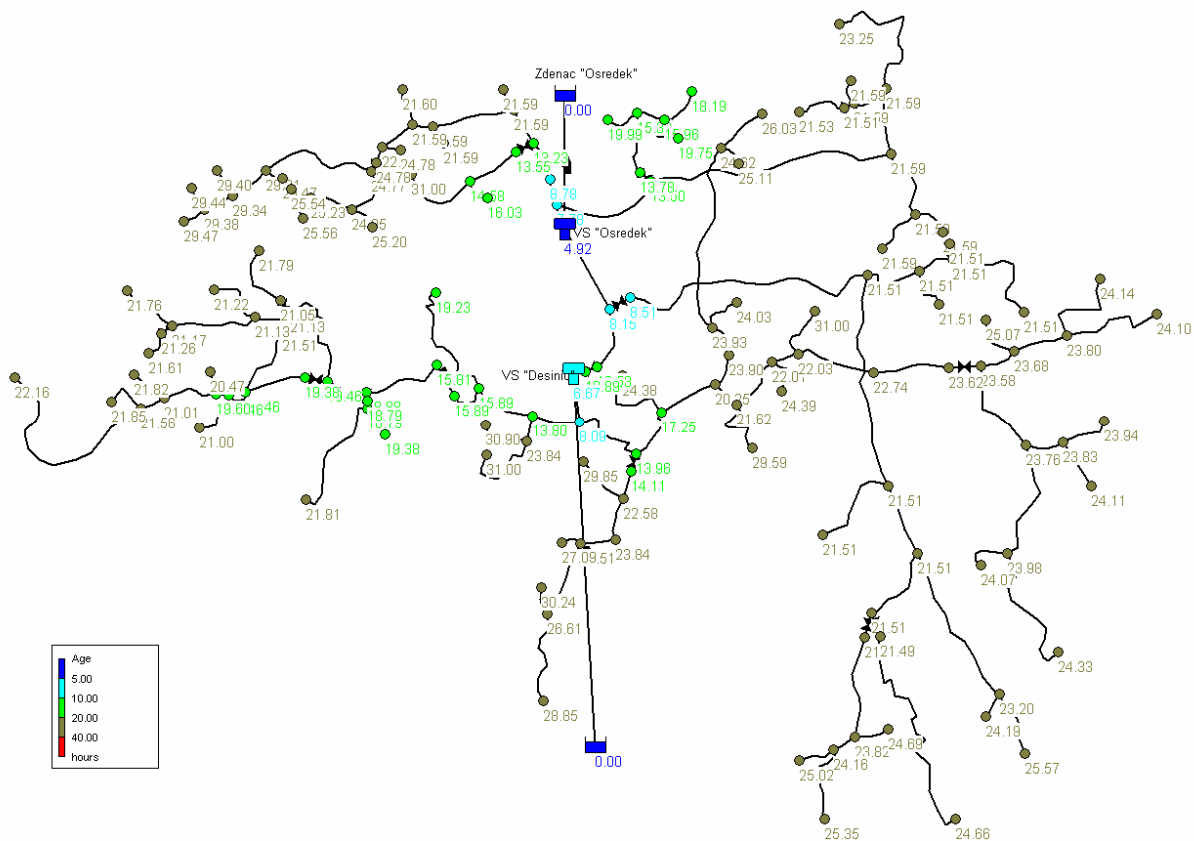
Uočavaju se znatno veće starosti vode kod varijante "A", što je posljedica protjecanja vode kroz cjevovodnu mrežu većih profila sa smanjenim brzinama tečenja. Starost vode kod varijante "A", na većem dijelu rubnih područja premašuje vrijednost od 50 sati, sa srednjom vrijednosti na razini čitavog sustava 32,6 sati. Starost vode kod va-



Slika 3. Raspodjela hidrodinamičkih tlakova u trenutku maksimalne satne potrošnje – varijanta "B"



Slika 4. Distribucija starosti vode – varijanta "A"



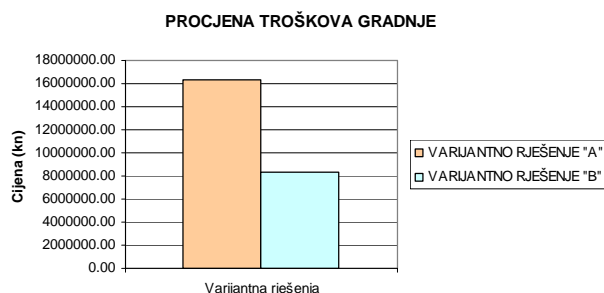
Slika 5. Distribucija starosti vode – varijanta "B"

riyante "B", ne premašuje vrijednost od 31 sata, a srednja vrijednost na razini čitavog sustava je 21,7 sati. Ako se valorizira sanitarni aspekt, navedeni rezultati pokazuju da je varijanta "B" znatno povoljnija.

4.4 Rezultati ekonomskih analiza

U skladu sa smjernicama za provođenje ekonomskih analiza, opisanim u Poglavlju 3.3, načinjena procjena

troškova izgradnje za svako varijantu rješenje zasebno, te je na temelju dobivenih rezultata provedena međusobna usporedba (slika 7.).



Slika 7. Usporedba troškova izgradnje za razmatrana varijantna rješenja

Troškovi izgradnje prema varijanti "A" procjenjuju se na približno 16.000.000 kn, dok se troškovi izgradnje prema varijanti "B" procjenjuju na približno 8.000.000 kn. Usporedbom troškova može se zaključiti kako je varijantom "B" ostvarena ekonomska ušteda u odnosu prema troškovima izgradnje u iznosu od 50 %.

Izostavljajući postojeći (izgrađeni) dio sustava kojem gravitira oko 560 stanovnika, prethodno proračunate troškove potrebno je raspodijeliti na preostale stanovnike čiji broj iznosi približno 1.000. Prema tome, za varijantu "A" jedinični trošak izgradnje iznosi 16.000 kn po stanovniku, dok je za varijantu "B" jedinični trošak 8.000 kn po stanovniku. Uz pretpostavku da prosječno kućanstvo ima tri člana, razlika u troškovima izgradnje koju svako kućanstvo treba pokriti iznosi visokih 24.000 kn po kućanstvu.

LITERATURA

- [1] *Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara*, (2006), Narodne novine 08/06.
- [2] Kordek, S.: *Vodoopskrba i protupožarna zaštita – Međusobni odnosi*, Hrvatska grupacija vodovoda i kanalizacija, Šibenik, 2008.
- [3] Malus, D.: *Imaju li mali vodovodi šansu?*, Dani sanitarne hidrotehnike – 2010, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2010.
- [4] PPUOD - Prostorni plan uređenja općine Desinić, Arhitektonski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2006.
- [5] Institut IGH d.d.: *Novelacija studije razvitka vodoopskrbe na području Krapinsko-zagorske županije*, Zagreb, 2006.
- [6] Franjić, M.: *Istraživanje zakonitosti troškova vodoopskrbe na vodoopskrbnom sustavu općine Hum na Sutli*, diplomski rad, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2010.

5 Zaključak

Na temelju rezultata provedene analize i usporedbom troškova izgradnje dvaju varijantnih rješenja vodoopskrbnog sustava "visoke zone" općine Desinić, može se zaključiti kako varijanta "B" predstavlja s ekonomskog aspekta znatno povoljnije rješenje, uz koje se ostvaruju znatne ekonomske uštede. Pri tome se povoljnost varijante "B" može utvrditi i u odnosu na ostale relevantne aspekte.

S tehničkog se aspekta, kod varijante "B" unutar cjevovodne mreže generiraju znatno manji tlakovi koji povoljno djeluju na produljenje vijeka trajanja cjevovodne mreže i pratećih vodovodnih armatura.

Sa sanitarnog aspekta, kod varijante "B" ostvaruje se manja starost vode unutar sustava čime se pridonosi povećanju kvalitete i smanjenju rizika sanitarne neispravnosti vode.

Sa socijalnog aspekta, svako rješenje koje je jeftinije u troškovima izgradnje, pogona i održavanja trebalo bi pozitivno utjecati na troškove vodoopskrbe svakog kućanstva, pa time i na njihov socijalni status.

Ova tehničko-ekonomska analiza koja je poslužila kao potvrda teze iz uvodnog poglavlja nije jedina koja dolazi do jednakog ili sličnog rezultata [6]. Moguće uštede su tako značajne da vrijedi dobro razmisliti o tome da se promijeni-modificira postojeći Pravilnik na način koji će dopustiti odvojeno rješavanje protupožarne zaštite od vodoopskrbe stanovništva na lokacijama gdje je to logično i moguće.