

GRAĐEVINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

KATEDRA ZA HIDROTEHNIKU

PREDMET: KOMUNALNA HIDROTEHNIKA

DIPLOMSKI RAD

Kandidat: Biljana Birač

Gl.Reg.Br. 365/95

Tema:

KALIBRACIJA MATEMATIČKOG MODELA DELA VODOVODNE MREŽE BEOGRADSKOG VODOVODNOG SISTEMA

Beograd, 2002.

SADRŽAJ

1 UVOD

- 1.1. OPIS POSTOJEĆEG VODOVODNOG SISTEMA BEOGRADA
- 1.2. PREDMET DIPLOMSKOG RADA

2 MATEMATIČKI MODELI

- 2.1. VRSTE MATEMATIČKIH MODELA
- 2.2. PROCEDURA FORMIRANJA MATEMATIČKOG MODELA VDS
 - 2.2.1. Prognoza potrošnje vode i gubici
 - 2.2.2. Procena parametara
 - 2.2.3. Simulacija

3 EPANET

- 3.1. O EPANET-U
- 3.2. JEDINICE U EPANET-U

4 LOGERI

- 4.1. POSTAVLJANJE LOGERA
- 4.2. PRVO POSTAVLJANJE LOGERA
 - 4.2.1. Test zatvaranja
- 4.3. DRUGO POSTAVLJANJE LOGERA

5 FORMIRANJE MODELA

- 5.1. PRVA FAZA
- 5.2. DRUGA FAZA
- 5.3. TREĆA FAZA
- 5.4. ČETVRTA FAZA
- 5.5. PETA FAZA
- 5.6. ŠESTA FAZA
 - 5.6.1. Početne pretpostavke o prekidima u mreži
 - 5.6.2. Analiza rezultata testa zatvaranja
 - 5.6.2.1. Zatvaranje zatvarača
 - 5.6.2.2. Otvaranje zatvarača
 - 5.6.3. Zaključak na osnovu testa zatvaranja

6 PREDLOG DALJIH RADOVA

- 6.1. PREDLOG TESTA ZATVARANJA
- 6.2. PREDLOG DODATNIH MERENJA

7 PROJEKAT IZGRADNJE ŠAHTOVA

8 LITERATURA

9 GRAFIČKI PRILOZI

- I POLOŽAJ PILOT ZONE U OKVIRU DRUGE VISINSKE ZONE BVS
- II PILOT ZONA
- III FINALNI MODEL MREŽE PILOT ZONE

1 UVOD

1.1. OPIS POSTOJEĆEG VODOVODNOG SISTEMA BEOGRADA

Vodovodni sistem grada Beograda, predstavlja jedinstven i složen sistem zahvatanja, prečišćavanja, transporta i distribucije vode. Preko njega se vrši isporuka pitke vode za preko 1 376 880 korisnika (po popisu iz 1991.god.).

Po proizvodnji i potrošnji vode ovaj sistem predstavlja najveći sistem u zemlji. Globalno posmatrano, može se podeliti na tri celine: izvorište i sistem za transport sirove vode, postrojenja za prečišćavanje vode i distributivni sistem sa svim pratećim objektima, crpnim stanicama i rezervoarima.

Pod pojmom "potrošnja vode" podrazumeva se ona količina vode koju neposredno, preko vodomera, iskoriste potrošači (domaćinstva, privreda i komunalna potrošnja - pranje ulica i zalivanje zelenih površina). Za poslednjih 16 godina prosečan indeks povećanja potrošnje iznosi 2,48 % (tab.1.1).

Tab.1.1. Proizvodnja, potrošnja i gubitak

elementi količine vode	GODINA							
	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995
proizvodnja mil.m ³ /god	49,57	72,85	104,03	142,73	178,40	188,19	203,81	229,33
potrošnja mil.m ³ /god	37,94	59,46	79,80	105,26	141,15	142,39	161,78	167,00
gubitak mil.m ³ /god	23,47	18,38	23,29	26,25	20,87	24,33	20,62	26,54

Specifična potrošnja (srednja godišnja), predstavlja količnik dnevne zapremine utrošene vode i broja stanovnika.

tab.1.2. Specifična potrošnja

GODINA	1892	1930	1950	1960	1970	1976	1980	1985	1990	1995
srednja god. specifična potr. l/st.dan	56	140	189	229	369	423	423	426	442	445

Distributivni sistem Beogradskog vodovoda predstavljaju objekti vodovodne mreže (glavni dovodi i razvodna mreža), rezervoari i crpne stanice (u sistemu). Ovi objekti se nalaze na području deset gradskih i dve prigradske opštine

U Beogradu je distributivni sistem podeljen na četiri visinske zone, različitih veličina. Potrošnja u njima prikazana je u tab.1.3.

Zone su formirane prema konfiguraciji terena sa denivelacijom od 50 m nadmorske visine, od kote 75 do kote 300.

Cela prva zona (do 125 mnm) je prstenasto povezana u jedinstven sistem. Druga zona (125-175 mnm) je najvećim delom povezana u jednu celinu, izuzev delova barajevskog sistema i gornjih delova Umke. Treća (175-225 mnm) i četvrta (iznad kote 225 mnm) zona zajedno čine oko 15% i njima se reguliše snabdevanje najviših delova grada.

tab.1.3. Potrošnja po zonama

GODINA	VISINSKA ZONA			
	I zona u %	II zona u %	III zona u %	IV zona u %
1965	63,0	32,0	4,5	0,5
1970	56,9	35,0	7,85	0,25
1975	56,9	33,57	9,22	0,32
1980	53,5	33,46	12,41	0,57
1985	52,0	36,0	11,4	0,6
1990	52,5	33,2	13,2	1,1
1991	58,8	24,6	15,1	1,5
1995	54,5	25,06	17,87	2,57

I visinska zona obuhvata najveći broj sadašnjih potrošača, pa je logična najveća potrošnja vode u njoj. Međutim, činjenica da se grad širi i gradi u višim zonama intenzivnije, uslovljava izvesnu procentualnu preraspodelu potrošnje vode u korist istih.

Prepumpavanje između zona vrši se pomoću crpnih stanica, a svaka zona ima rezervoare svog gravitacionog područja. Uloga crpnih stanica na sistemu je dvostruka: dovod vode preko distributivnog sistema do potrošača i tranzit vode do rezervoara, iz kojih se dalje voda potiskuje u više zone.

Iz rezervoara I i II visinske zone, voda se distribuira u više zone preko sledećih crpnih stanica: CS Pionir, CS Zvezdara, CS Dedinje, CS Mokroluško brdo i CS Crveni krst.

1.2. PREDMET DIPLOMSKIG RADA

Predmet ovog rada je analiza pritisaka u pilot zoni, u sastavu druge visinske zone. Ona se pokriva radom sedam crpnih stanica. U toku 1997.god. ove stanice potisnule su u sistem 87 500 000 m³ vode, što je u proseku 2 774 l/s.

Iz analize režima rada crpnih stanica II visinske zone zaključujemo (preuzeto iz magistarskog rada: *Upravljanje velikim vodovodnim sistemima*, Antić B.):

2 MATEMATIČKI MODELI

2.1. VRSTE MATEMATIČKIH MODELA

Postoje dva osnovna tipa matematičkih modela: simulacioni i optimizacioni modeli. Zadržaćemo se na simulacionim modelima.

Vodovod predstavlja izuzetno složen sistem. Kada bi se pravio potpuni model, bio bi preglomazan i neupotrebljiv. Stoga je bolje celokupni sistem razložiti na logične tehnološke i hidrauličke celine, koje se mogu lakše opisati matematičkim sredstvima, modelirajući samo pojedine procese i aktivnosti.

Razlikuju se sledeće grupe modela:

- o hidraulički - za simulaciju i analizu strujanja vode u sistemu,
- o modeli kvaliteta vode - za simulaciju i analizu promena kvaliteta vode u vodovodnom sistemu i u okruženju,
- o ekonomski - za simulaciju i analizu finansijko-ekonomske situacije vodovoda,
- o posebne namene - na primer, za simulaciju i analizu strujanja podzemnih voda.

Modeli koji se koriste u vodovodima, uglavnom su deterministički (tj. sve veze između promenljivih su precizno zadate). Uticaj slučajnosti uzima se u obzir donekle, samo prilikom utvrđivanja očekivane potrošnje vode ili izdašnosti izvora.

U svakom modelu, nezavisno od pripadnosti nekoj od navedenih grupa, mogu se uvek prepoznati dve celine:

- o elementi modela (rezervoari, crpke, mreža,...), koji čine konfiguraciju modela
- o i način funkcionisanja kako pojedinih elemenata tako i skupa više elemenata, odn. objekata.

Za analizu rada stvarnog sistema bitne su obe celine, pa se zato pri modeliranju posebno opisuju konfiguracija modela i funkcionisanje objekta.

Tokom korišćenja modela unose se prvo podaci o tehničkim karakteristikama objekta i konfiguracija sistema, a potom se zadaju početne i granične vrednosti parametara, koje će se koristiti za simulaciju rada.

2.2. PROCEDURA FORMIRANJA MATEMATIČKOG MODELA VDS

Pod pojmom matematičkog modela ne podrazumeva se samo program za digitalni računar napisan određenim programskim jezikom, već se matematički model pored programa sastoji iz niza datoteka koje opisuju karakteristike, parametre, uslove rada i ograničenja razmatranog vodovodnog sistema.

Model vodovodnog sistema treba da sadrži:

- o program za hidrauličku analizu
- o podatke o tehničkim karakteristikama vodovodnog sistema
- o podatke o radu vodovoda-proizvodnji i potrošnji vode, gubicima, promenama kvaliteta vode
- o uslove koji definišu rad sistema i ograničenja u tom radu
- o potrebnu tehničku dokumentaciju

Faze izrade modela su sledeće:

- o utvrđivanje projektnog zadatka
- o prikupljanje raspoloživih podloga
- o priprema podataka za računar
- o izrada prve verzije matematičkog modela
- o kalibracija modela

Podešenost kalibracije modela zavisi od nagomilanih posledica grešaka, aproksimacija, pretpostavki i projekcija i bezuslovno ulazi u spektar negde između savršenog modela (koji ne postoji!) i savršeno netačnog modela. Svi modeli leže negde, u tom spektru, i podešenost kalibracije oslanja se na okolnosti i svrhu njihove upotrebe.

2.2.1. Prognoza potrošnje vode

Kretanje potrošnje vode u jednom naselju je stohastički proces. Međutim, statistička obrada podataka o potrošnji vode tokom dužeg perioda otkriva da potrošnja vode podleže određenim pravilnostima, pa se ona za određeno naselje, industriju, klimatsko područje, itd., može predvideti sa izvesnom merom pouzdanosti.

Prognoziranje potrošnje vode može biti:

- o kratkoročno prognoziranje-do 7 dana, vremenski korak obično 1 čas
- o srednjoročno prognoziranje-do 1 godine, vremenski korak 1 dan
- o dugoročno prognoziranje-za više godina, vremenski korak 1 mesec

Kratkoročna prognoza potrošnje bazira se na istorijskim podacima merenja potrošnje u konzumu. Primenjuju se različite matematičke metode za prognozu. Zadatak nije jednostavan jer se potrošnja ne meri direktno, već se za ceo konzum deli na manje zone potrošnje. Mere se samo proticaji koji ulaze, odn. izlaze iz pojedinih zona potrošnje tako da razlika predstavlja zbir stvarne potrošnje i lokalnih gubitaka. Ukoliko su oni znatni, ukupna slika može biti jako izmenjena.

Analiza potrošnje vode vrši se u prostoru i u vremenu.

Analizom potrošnje vode u prostoru definišu se određene kategorije potrošača za koje se izračunava specifična potrošnja vode. Svakom čvoru mreže u modelu, dodeljuje se čvorna potrošnja različitih kategorija potrošača i to ili kao prosečna dnevna potrošnja određene kategorije (l/s) ili kao specifična potrošnja vode (l/st/dan,

l/bolesniku/dan, u zavisnosti od kategorije potrošača), s tim što se tada mora dati i broj potrošača.

Analiza potrošnje vode u vremenu daje dnevne dijagrame potrošnje za svaku kategoriju potrošača u svakoj zoni potrošnje, odn. visinskoj zoni. Dinamika potrošnje vode različitih kategorija potrošača (stanovništvo, industrija...) je različita. U osnovi mogu se izdvojiti tri tipa ovih dijagrama: sa jednim, dva ili tri dnevna maksimuma. Većina fabrika i ustanova imaju u osnovi slične dnevne dijagrame potrošnje na kojima se uočava jedan dnevni maksimum, čija baza odgovara radnom vremenu (10-12 časova dnevno). Dijagrame potrošnje stanovništva karakterišu dva dnevna maksimuma (pre podnevni i večernji), dok uslužne delatnosti (hoteli, restorani, internati, ...) najčešće imaju dnevne dijagrame ili sa dva ili tri maksimuma.

2.2.2. Procena parametara

Procena (estimacija) stanja i parametara je procedura kojom se određuju vrednosti onih promenljivih koje se ne mere direktno na sistemu, a pomoću onih veličina koje se neposredno mere i rezultata matematičke simulacije.

Procena parametara (engl. "parametar estimation") je tehnički slična proceni stanja sistema, ali se ona normalno sprovodi u procesu kalibracije matematičkog modela sistema.

Parametri koji se najčešće procenjuju jesu koeficijenti trenja cevovoda i koeficijenti gubitaka na zatvaračima. Bez dobro procenjenih parametara, matematički model ne predstavlja realan vodovodni sistem.

Da bi matematički model verno predstavljao sistem (u ovom slučaju: ukupnu potrošnju vode po prostoru i vremenu) potrebno je da se on kalibriše. Kalibracija modela sprovodi se uz pomoć merenja na sistemu.

2.2.3. Simulacija

Pomoću matematičkog modela vrši se hidraulička simulacija rada vodovodnog sistema i dobija se odgovor na pitanje, šta bi se desilo u sistemu ako se inicira neka akcija.

U zavisnosti od toga za koje se svrhe koriste, matematički modeli mogu biti različiti. Detaljni modeli se koriste za upravljanje vodovodnim sistemima, dok se grublji modeli obično koriste kod projektovanja.

U literaturi koja se bavi primenom matematičkog modeliranja u projektovanju vodovodnih sistema preporučuje se da se elementi vodovodnog sistema modeliraju što jednostavnije, da se model ne bi opterećivao: prikazuju se samo glavni cevovodi (po mogućstvu samo primarni cevovodi, crpna stanica-rezervoar, a ne i distribucijska-sekundarna mreža), rezervoari sa više komora modeliraju se samo sa jednom komorom većih dimenzija (ako su kote dna svih komora jednake), bez prikazivanja svih zatvarača i cevovoda (obilazni vod, spojna cev,...), bez unošenja potisnih i usisnih cevovoda za svaku crpku,...

3 EPANET

3.1. O EPANET-U

EpaNET je kompjuterski program koji obavlja simulaciju sa produženim periodom hidrauličkog modela i modela kvaliteta vode u mrežama pod pritiskom.

Koristimo mrežu sastavljenu od cevi, čvorova (ukrštanja cevi), pumpi, zatvarača i tankova (rezervoara).

EpaNET tokom perioda simulacije, sastavljenog od više vremenskih koraka, prati protok vode u svakoj cevi, pritisak na svakom čvoru, nivo vode u svakom tanku i koncentraciju hemijskih supstanci kroz mrežu. Kao dodatak takođe može biti simulirano praćenje hemijskih supstanci, starosti vode i njenog izvora.

EpaNET je dizajniran kao istraživački alat za poboljšanje razumevanja kretanja i promenama na pijaćoj vodi unutar sistema distribucije. Može biti korišćen za različite vrste analiza distributivnih sistema. EpaNET može pomoći u proceni alternativne strategije upravljanja za poboljšanje kvaliteta sistema.

3.2. JEDINICE U EPANETU

Epanet pruža mogućnost izrade hidrauličkog proračuna u SI metričkom sistemu ili u američkom sistemu jedinica

SI sistem je odabran pri opredeljivanju za litre ili kubne metre kao jedinice protoka.

Pri takvim odabiru jedinica EpaNet u svojoj opciji za hidraulički proračun koristi: za jedinicu proticaja l/s, za proračun linijskih gubitaka na trenje Darcy-Weisbach-ovu formulu.

$$H = \lambda \frac{L V^2}{d 2g}$$

Pri unosu podataka, za svaki element mreže, postoje potrebni i neophodni podaci.

Kao jedan od neophodnih podataka za određivanje cevi je i koeficijent rapavosti, koji se pri primeni Darcy-Weisbach-ove formule unosi u milimetrima.

4 LOGERI

Šta su logeri?

Logeri su elektronski instrumenti koji beleže merenja (temerature, relativne vlažnosti, intenziteta svetlosti, pritiska, protoka, brzine ...) tokom vremena.

Logeri su uređaji koji koriste baterije, opremljeni su mikroprocesorom, memorijom za skladištenje podataka i senzorom. Većina logera koristi isti pokretački softver na personalnom kompjuteru i za pokretanje i za pregled sakupljenih podataka.

Kako loger radi?

Prvo, loger se povezuje na PC. Zatim se koristi pokretački softver za odabiranje parametara beleženja (interval, početno vreme,...) i pokretanje logera. Loger se zatim razdvaja od PC-ja i postavlja na željenu lokaciju. Loger beleži svako merenje i skladišti ga u memoriji zajedno sa vremenom i datumom.

Po završanom merenju loger se ponovo povezuje sa PC-jem i softver se ponovo koristi za očitavanje podataka i uvid u merenja preko grafika, pokazujući promenu tokom vremena. Takođe su dostupni tabelarni podaci, pogodni za dalju manipulaciju.

4.1. POSTAVLJANJE LOGERA

Sam izbor broja lokacija na kojima će se meriti kao i potrebno vreme merenja je direktna povezano sa raspoloživim resursima (vreme i novac).

Pravilo je da se na vodovodnim sistemima na kojima ne postoje prethodna merenja i na kojima nema dovoljno pouzdanih informacije o očekivanim vrednostima merenih veličina, potrebno je uraditi dve serije kontinualnih merenja: prvom serijom se dobijaju opšti podaci o sistemu, na osnovu tih podataka se grubo kalibriše matematički model i na modelu se proveravaju moguća uska grla. U drugoj seriji merenja se vrši novi izbor mernih lokacija, koncentrišući se na već uočene probleme.

Za postavljanje logera u ovoj zoni postoje samo četiri pogodne lokacije:

1. ugao Molerove i Krunske ulice
2. ugao Baba Višnjine, Kičevske i Golsvordijeve ulice
3. u Ulici Dušana Bogdanovića
4. i u Mlatišuminoj ulici



Sl.2. Lokacije postavljenih logera

Mesta koja bi po svom položaju (u drugim ciklusima merenja) davala više podataka o promenama pritiska u posmatranoj zoni, nepristupačna su i nepouzdana (nedostatak podzemnih hidranata, njihov položaj na sredinama raskrsnica, ...).

Za merenja pritisa u mreži korišćeni su logeri koji beleže srednju vrednost u intervalu od 5 minuta.



Sl.3. Postavljen logger

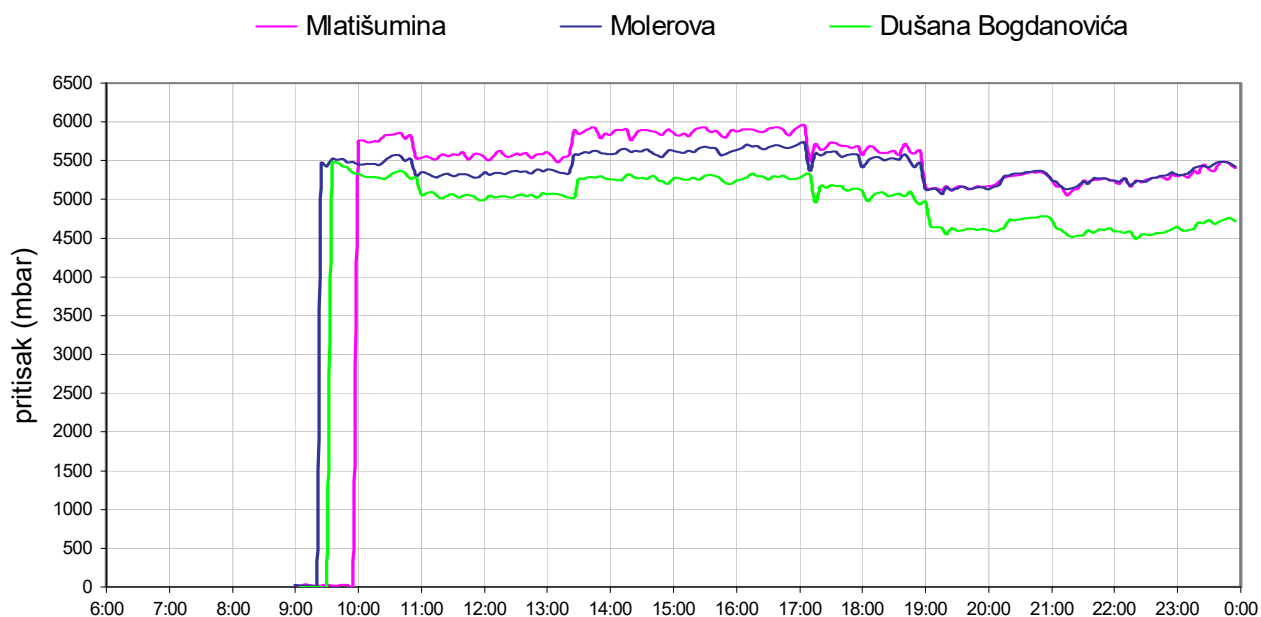
4.2. PRVO POSTAVLJANJE LOGERA

Radi praćenje pritisa u pilot zoni, na dan 27.5.2002 postavljeni su logeri za merenje pritisa na lokacijama:

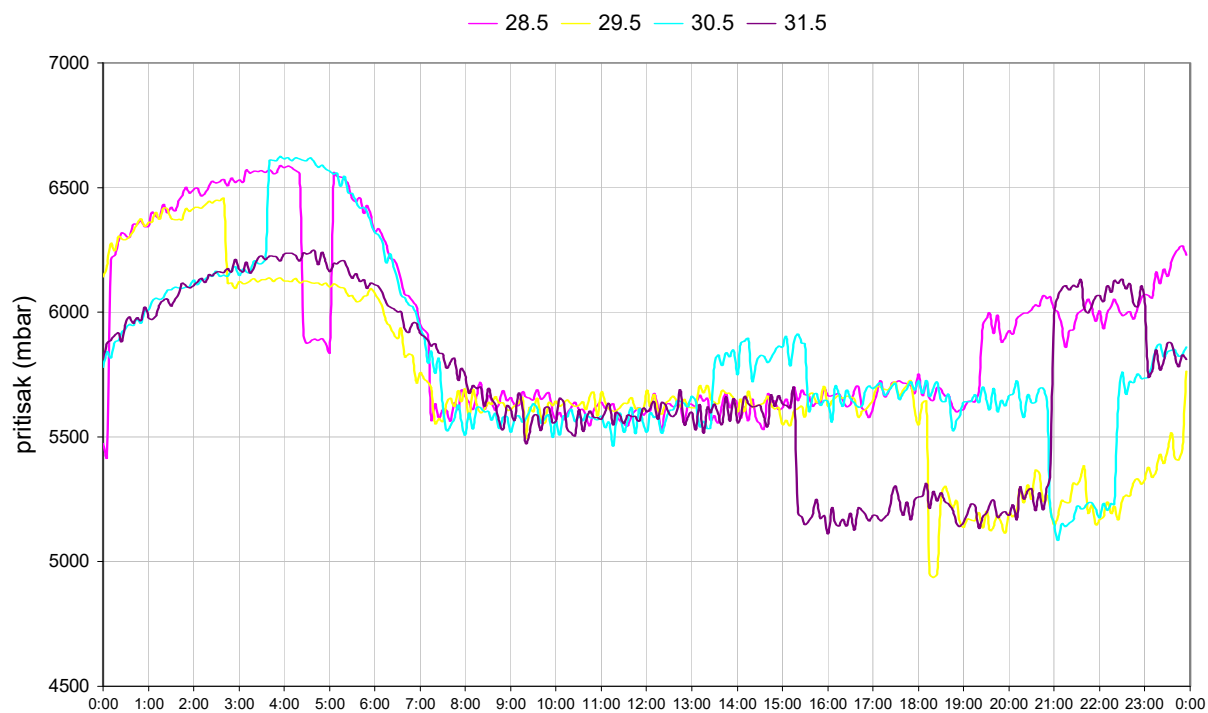
1. ugao Baba Višnjine, Kičevske i Golsvordijeve ulice
2. ugao Molerove i Krunske ulice
3. u Ulici Dušana Bogdanovića
4. i u Mlatišuminoj ulici

Logeri su bili postavljeni na tim lokacijama od 27.5. do 16.6.2002., kada su skinuti i očitane vrednosti pritisa zabeležene u intervalim po 5 minuta.

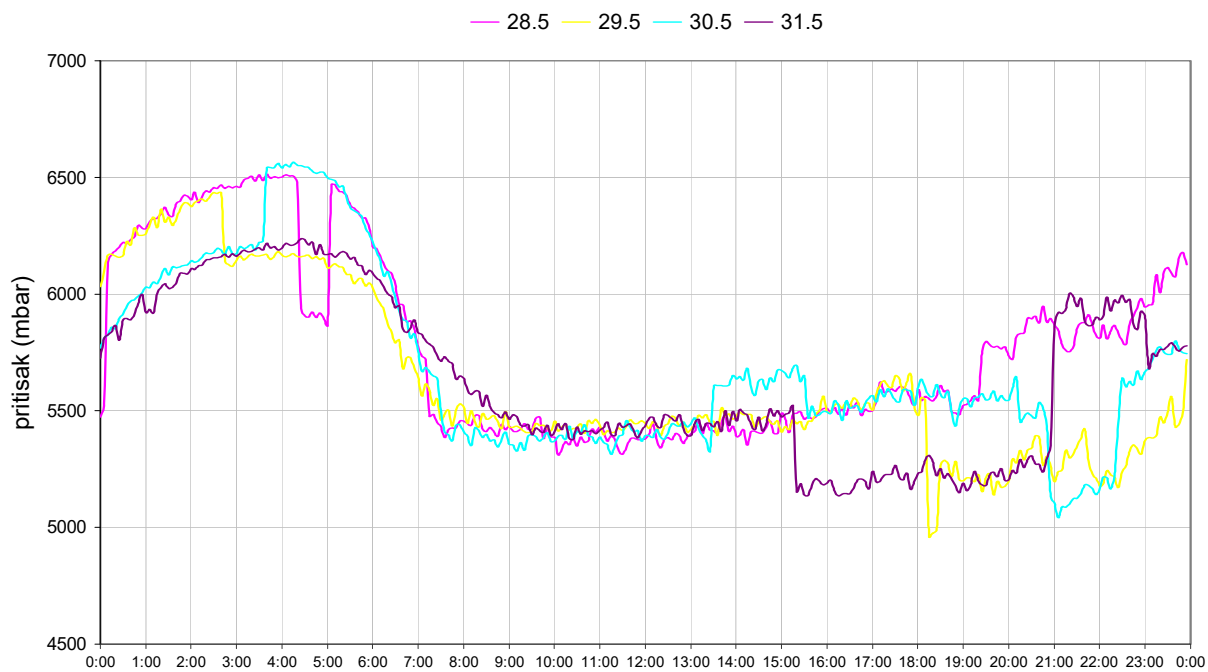
27.5.2002. - postavljanje logera



Mlatišumina ulica - prva 4 dana po postavljanju logera



Molerova ul.- prva 4 dana po postavljanju logera



Na dan prvog očitavanja 4.6.2002 izvršena su merenja i zabeležene vrednosti su:

lokacija	vreme	pritisak (bar)
BV-Ki-Go	9:40	5,5
Mo-Kr	9:45	5,68
DB	9:50	1,1-1,14
MI	12:20	5,8-5,9

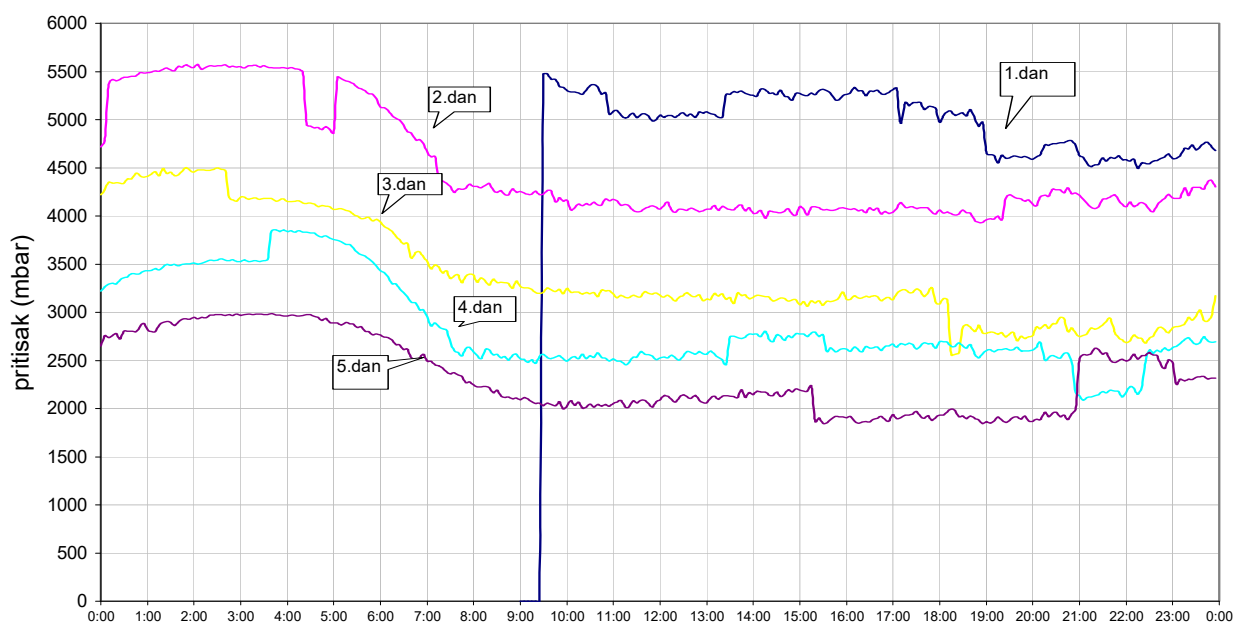
Sledećeg dana, 5.6.2002., izvršena su početna merenja, a zatim je izvršeno izolovanje zone zatvaranjem zatvarača.

Početna merenja na dan 5.6.2002.:

lokacija	vreme	pritisak (bar)
Mo-Kr	9:15	5,65
DB	9:20	6,98-1,0
BV-Ki-Go	9:25	5,45-5,5
MI	9:30	5,8-5,88

Na logeru u ulici Dušana Bogdanovića primećeno je "proklizavanje" podataka pri samom postavljanju. U daljem radu pri zatvaranju zone nisu korišćeni podaci očitani sa njega.

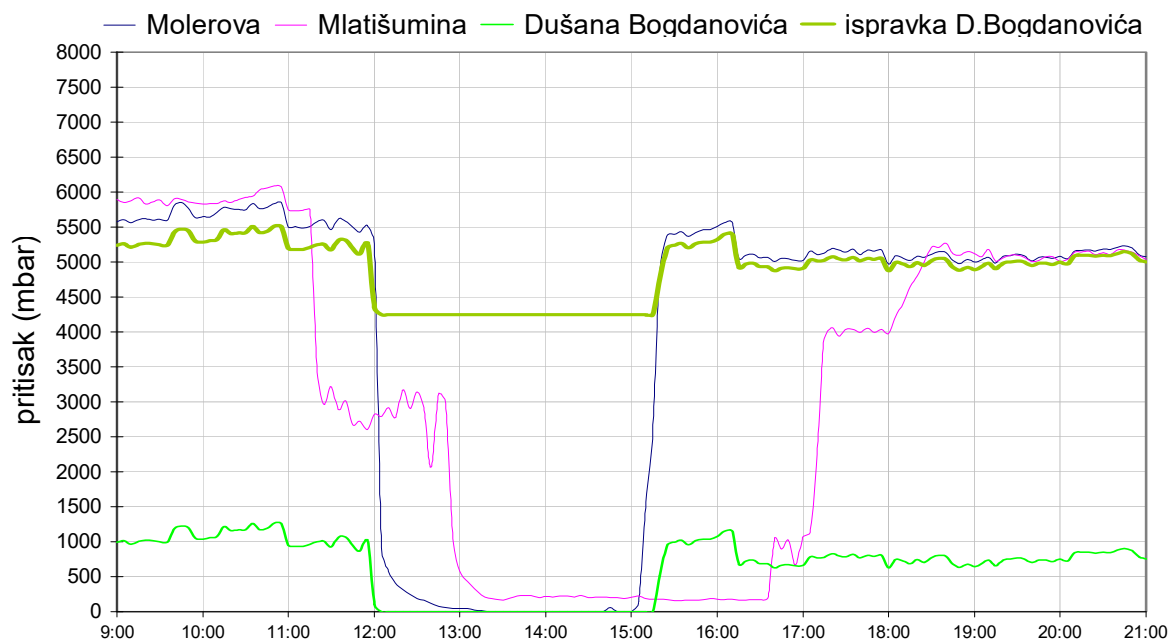
Loger u ul. Dušana Bogdanovića - prvih 5 dana - neispravan



Pri kasnijem demontiranju logera sa položaja, i uvidu u očitane i zabeležene rezultate, uočena je pravilnost u beleženju promena pritisaka, ali ne i njihovo tačno očitavanje.

Pokušana je da se iskoristi pravilnost u prvom danu po postavljanju logera između 11:30 i 12:00, te da se taj odnos primeni na rezultatima testa zatvaranja.

Test zatvaranja 5.6.2002. - sa ispravkom meranja u D.Bogdanovića



Podaci dobijeni na taj način, korišćeni su samo za ilustrovanje eventualnih načina korišćenja oštećene opreme. Ovi podaci su samo orijentacioni

4.2.1. Test zatvaranja

Dana 5.6.2002. izvršen je test zatvaranja.

Prethodno je izvršena zamena 8 zatvarača, da bi se u potpunosti osiguralo izolovanje zone od okolne mreže.

Postupnim zatvaranjem zatvarača, zona je potpuno izolovana.

Ostavljen je samo jedan ulaz u zonu i praćeno je opadanje pritisaka vode kod potrošača.



Sl.4. Redosleda zatvaranja zatvarača

Zatvaranje je vršeno redosledom:

br. zatvaranja	vreme	oznaka zatvarača	lokacija	nominalni prečnik cevi (mm)	mereni pritisci		
					vreme	lokacija	pritisak (bar)
1	9:40	2.1	Mo-Kr	150	10:00	Mo-Kr	5,7-5,65
					10:05	DB	1,1-1,03
					10:10	BV-Ki-Go	5,45
2	10:20	4.4	BV-Kr	150	10:22	BV-Ki-Go	6,17
3	10:42	6.1	Tr-SaveK.	80	10:48	MI	6,10
4	10:50	21.1	Si.sokak-Si	150	11:00	MI	6,08
5	11:20	26.3	Go-bul.kr.Alek.	150	12:00	BV-Ki-Go	2,46
6	12:04	8.2	Ki-knj.Zorke	150			
7	12:35	27.1	MI-bul.kr.Alek.	80	12:50	MI	2,95-3,05
					12:52	BV-Ki-Go	3,02
8	13:00	2.2	Mo-Kr	100	13:04	Mo-Kr	0,04
					13:07	DB	0,66
					13:35	BV-Ki-Go	0,06
					14:25	BV-Ki-Go	0,09
					14:30	MI	0,19-0,2

Zatvarač 7 se pri zatvaranju polomio, pa je i dalje ostao u zatvorenom položaju. To nema uticaja na potrošače u mreži jer i pored toga imaju dovoljan pritisak vode. Taj ventil je i posle završetka svih radova na merenju ostao zatvoren.

Puštanje vode vršeno je postupno:

otvaranja zatvarača br.	vreme	oznaka zatvarača	lokacija	nominalni prečnik cevi (mm)	mereni pritisci		
					vreme	lokacija	pritisak (bar)
6	14:45	8.2	Ki-knj.Zorke	150	15:40	DB	1,00
					15:43	Mo-Kr	5,36-5,40
					15:55	BV-Ki-Go	0,06
					16:40	MI	0,2
4	16:40	21.1	Si.sokak-Si	150	17:25	MI	3,99-4,00
					17:55	BV-Ki-Go	0,98
5	18:00	26.3	Go-bul.kr.Alek.	150	18:45	MI	5,1-5,2
					18:50	BV-Ki-Go	5,18
					18:56	Mo-Kr	4,99-5,00
3	19:02	6.1	Tr-SaveK.	80			
2	19:07	4.4	BV-Kr	150	19:15	BV-Ki-Go	4,9-4,85
1	19:20	2.1	Mo-Kr	150			
8	19:30	2.2	Mo-Kr	100	19:32	Mo-Kr	5,09

Tokom rada i loger postavljen na ugao Baba Višnjine, Kičevske i Golsvordijeve ulice se pokvario, tako da podaci sa njega nisu korišćeni u daljem radu (usled kvara očitavanje bilo kakvih podataka nije bilo moguće, te taj loger više nije upotrebljavan).

4.3. DRUGO POSTAVLJANJE LOGERA

Za drugo osmatranje protisaka u pilot zoni, dana 9.7.2002., izvršeno je ponovno postavljanje logera.

Loger prethodno postavljen na uglu Baba Višnjine, Kičevske i Golsvordijeve ulice, u ovom merenju više nije korišćen.

Logeri su postavljeni na lokacijama:

NOVE LOKACIJE	STARE LOKACIJE
ugao ulica Baba Višnje, Kičevske i Golsvordijeve	ugao ulica Molerove i Krunske
ugao ulica Molerove i Krunske	u Mlatišuminoj ulici
u Mlatišuminoj ulici	Dušana Bogdanovića

Zamena mesta logera u ponovljenom merenju izvršena je da bi se imao što bolji uvid u stvarnu raspodelu pritisaka, ali i kao provera tehničke ispravnosti korišćenih logera.

Neposredno po postavljanju logera izvršena su očitavanja:

lokacija	vreme	pritisak (bar)
BV-Ki-Go	10:15	4,7
Mo-Kr	10:20	5,3
Ml	10:53	2,3

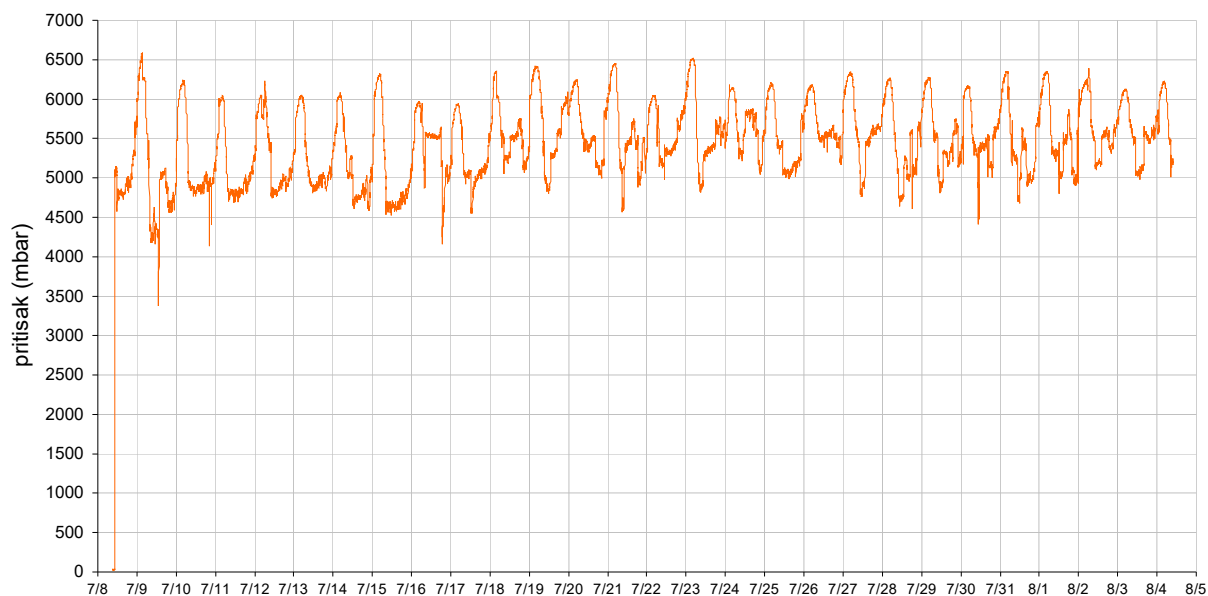
Logeri su skinuti sa svojih položaja sredinom avgusta.

Pri skidanju podataka druge serije merenja, došlo je do problema. Na dva, od postavljena tri logera, u toku rada su se istrošile baterije.

Rezultat toga je da su dostupni samo podaci sa logera postavljenog u Molerovoj.

Serija merenja samo na jednom mestu ne može se iskoristiti u procesu formiranja i kalibracije modela, pa su ovde rezultati tog merenja dati samo u formi opisa.

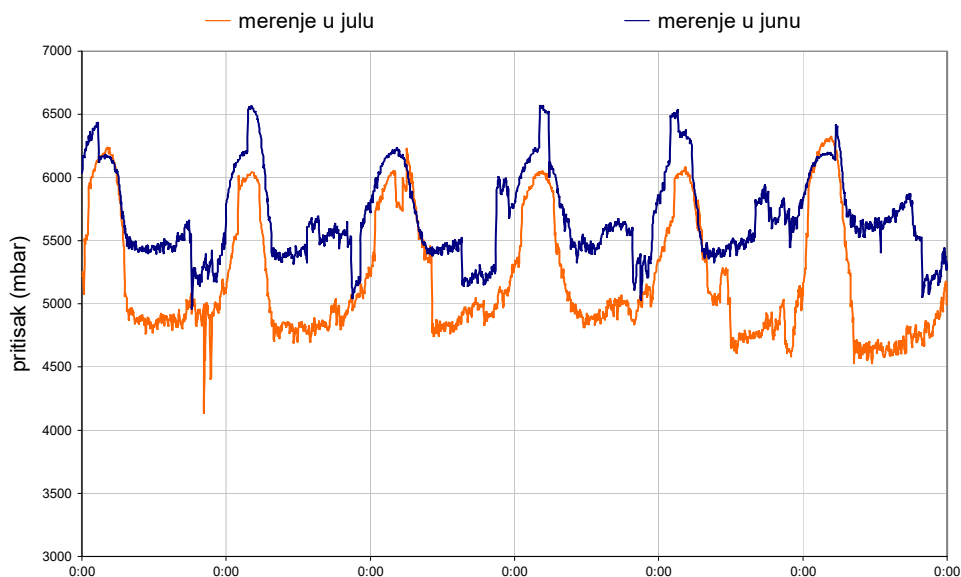
2. serija merenja u Molerovoj ulici-od 8.jula do 4.avgusta



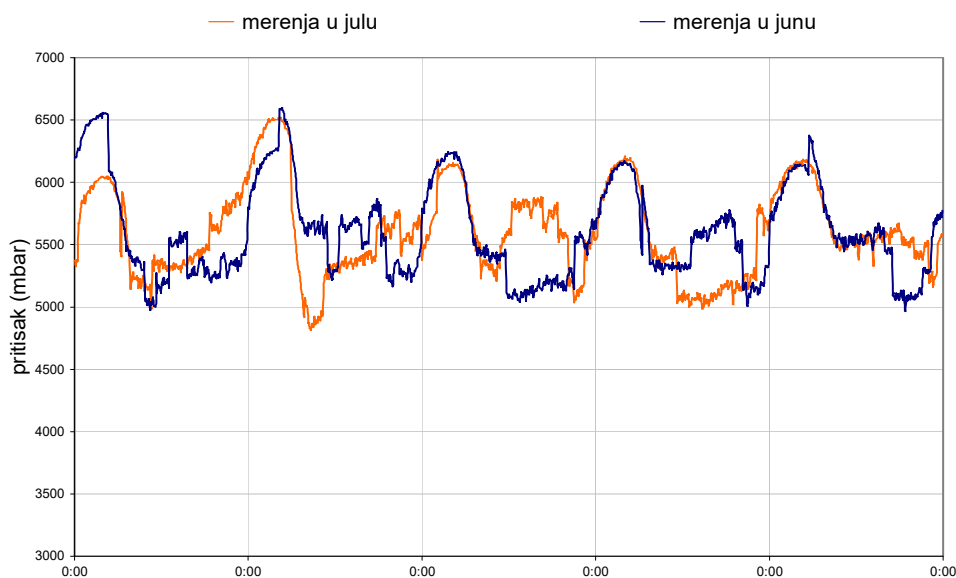
Srednje dnevne temperatura u Beogradu (preuzeto sa sajta *Saveznog hidrometeorološkog zavoda*) tokom izvođenja merenja u pilot zoni:

MESEC	VI	VII	VIII
t (°C)	22.9	24.2	22.2

Poređenjem merenih vrednosti pritiska u Molerovoj ulici u junu i početkom jula, primećuje se razlika u dnevnim oslilacijama. To se objašnjava velikim porastom dnevnih temperatura i povećanom potrošnjom vode.



U drugoj polovini jula i početkom avgusta, srednje dnevne temperature bile su niže nego početkom jula, te je i dnevna potrošnja bila manja. Zbog toga je registrovana dnevna oslilacija pritiska znatno više približnija oscilacijama u junu.

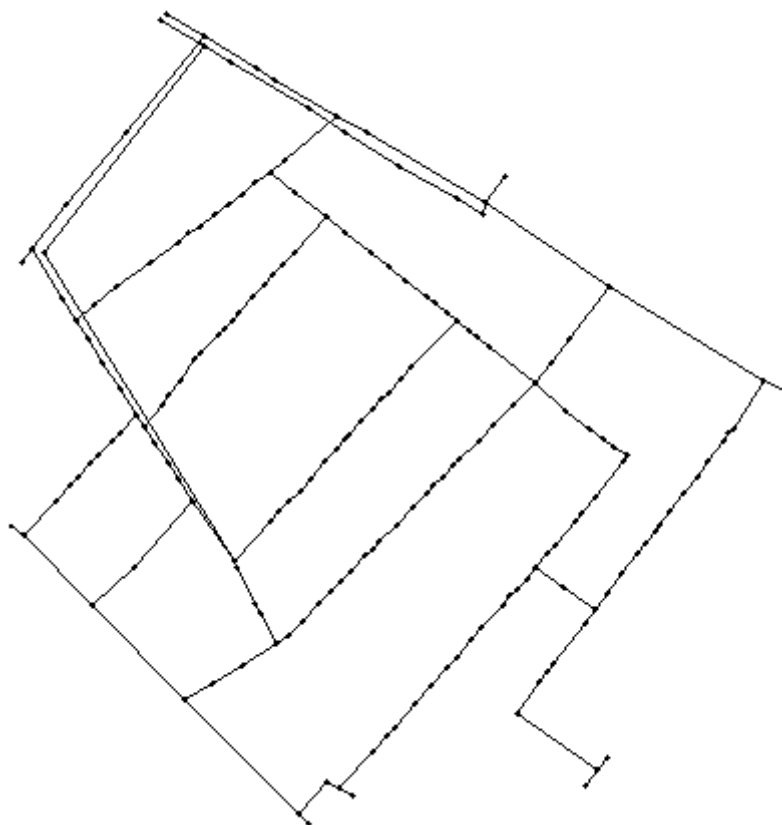


5 FORMIRANJE MODELA

5.1. PRVA FAZA

Za formiranje prvobitnog modela, odn. upoznavanje geometrije mreže korišćena je karta R1:500 preuzeta iz Sluzbe tehnicke dokumentacija BVS. Ta karta je korišćena i za procenu broja i tipa potrošača, kao i za proračun čvorne potrošnje. Izvršena procena je preuzeta i korišćena u daljem toku rada.

Na osnovu tako dobijenih podataka formiran je prvi model pilot zone. Ovaj model iskorišćen je kao prva iteracija za kasniji tok rada.

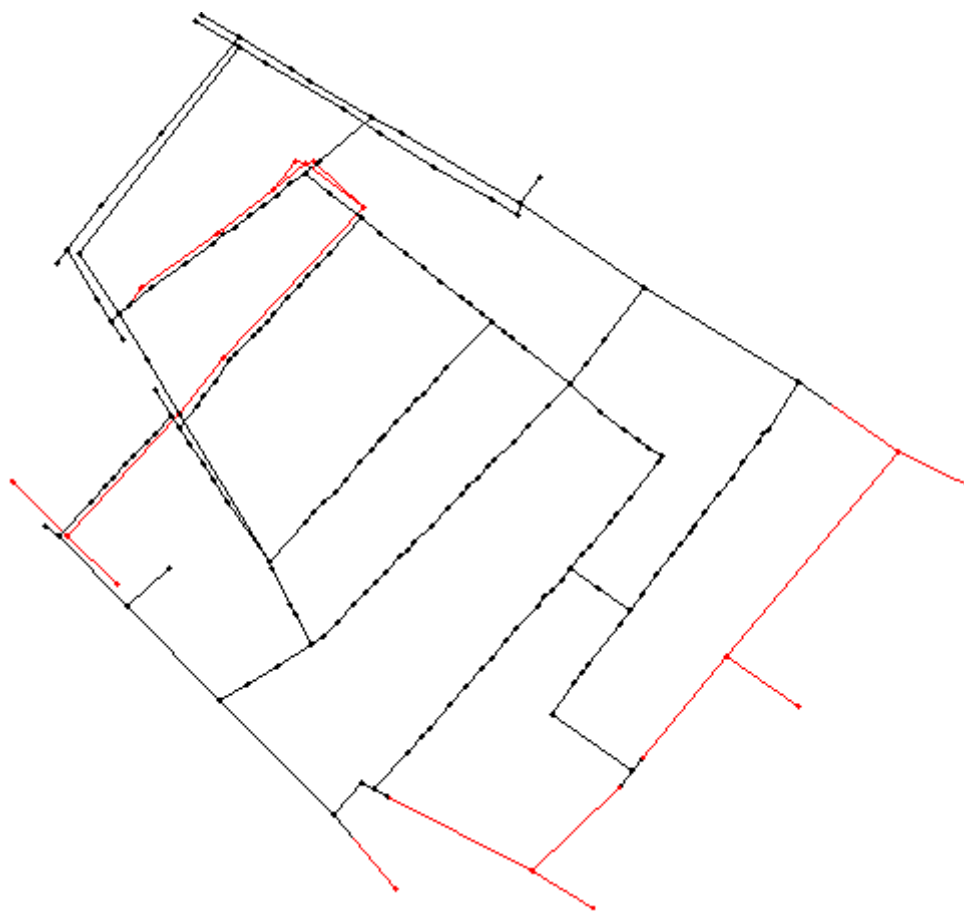


Sl..5. Početni model

5.2. DRUGA FAZA

Pošto stvarno stanje ne odgovara u potpunosti dokumentovanom stanju, izvršena su upoznavanja na licu mesta. Uočene razlike položaja, prečnika, načina povezivanja cevovoda,... u daljem razvoju uzeta su u obzir.

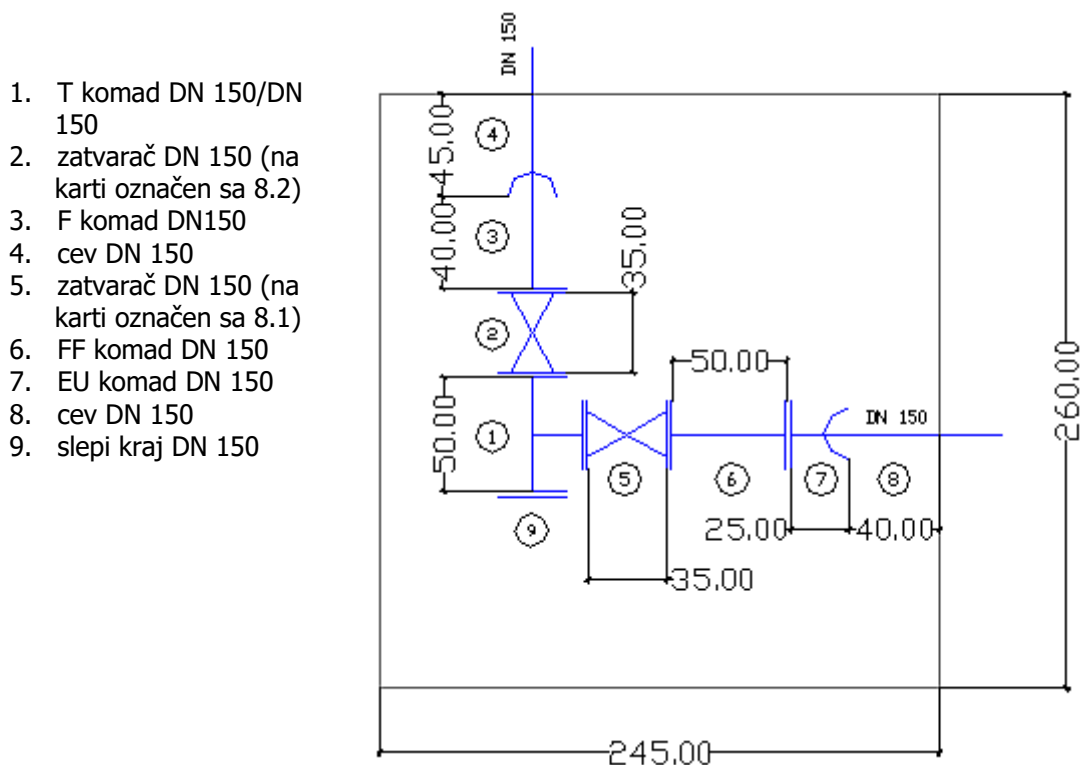
Neke od tih razlika su: dupli krak većim delom dužine Ulice Dušana Bogdanovića ("stari" i "novi"), delom Hađi-Đerine i celom dužinom Molerove, dva paralelna kraka duž Bulevara kralja Aleksandra umesto ubeleženog jednog.... U model je uključen i krak koji ide celom dužinom Sinđelićeve, kao i deo Ulice Save Kovačevića, a produžen je i krak koji ide Krunskom ulicom.



Sl.6. Dopunjen model

Tokom rada na terenu obiđeni su svi šahtovi i ventili i utvrđeno je njihovo zatečeno stanje. Registrovano je stanje svakog od pristupačnih zatvarača (da li rade, ne rade, ili je njihovo stanje nepoznato), mesto svakog (u šahtu ili ne), da li na njima postoji poklopac za podzemni hidrant ili ne,... Takođe je registrovan i položaj podzemnih hidranata. Pri obilasku šahtova zabeleženi su i spojevi cevi u njima.

Na osnovu novih saznanja urađena je karta koja mnogo više odgovara stvarnom stanju na terenu -Pilot zona (grafički prilog), kao i crteži dostupnih šahtova.



1. T komad DN 150/DN 150
2. zatvarač DN 150 (na karti označen sa 8.2)
3. F komad DN150
4. cev DN 150
5. zatvarač DN 150 (na karti označen sa 8.1)
6. FF komad DN 150
7. EU komad DN 150
8. cev DN 150
9. slepi kraj DN 150

Sl.7. Detalj šahta na uglu Ulica knjeginje Zorke i Kičevske

Bilo je neophodno je izvršiti osmatranje na terenu jer ne treba zaboraviti da "nominalni prečnik", DN, predstavlja pogodan zaokružen broj koji označava cevi, pribornice, zatvarače i ostale elemente koji odgovaraju jedni drugima. Kod naručivanja cevi i armatura uvek se specificira spoljni prečnik cevi. Veza sa stvarnim elementima je samo približna. Takođe, vrlo često se ugrađuju cevi koje se trenutno mogu nabaviti, pod uslovom da se na razlikuju "mnogo" od projektovanih.

Daljim upoznavanjem sa stvarnim stanjem otkrivana su i druga odstupanja koja su ispravljena na karti korišćenoj za izradu matematičkog modela.

Postavljena je blinda u Ulici Dušana Bogdanovića ka Bulevaru kralja Aleksandra, jer je za krak u Bulevaru kralja Aleksandra veličine dn175 utvrđeno da nije u funkciji.

Naknadnim obilaženjem utvrđeno je da prečnici cevi u jednom kraku u Ulici knjeginje Zorke sa dn100 ustvari iznose dn150. Kao i u Baba Višnjinoj i Golsvordijevoj ulici gde su stvarni prečnici dn150 umesto zabeleženih dn100.

Stanje u kome se nalaze zatvarači, naročito **10.5**, **12.3**, **13.2**, **15.5** (pokriven asfaltom), **19.1**, jos uvek nije tačno utvrđeno, tako da je u izradi modela iskorišćen najnepogodniji slučaj: **12.3**, **13.2** smatrani su za zatvorene.

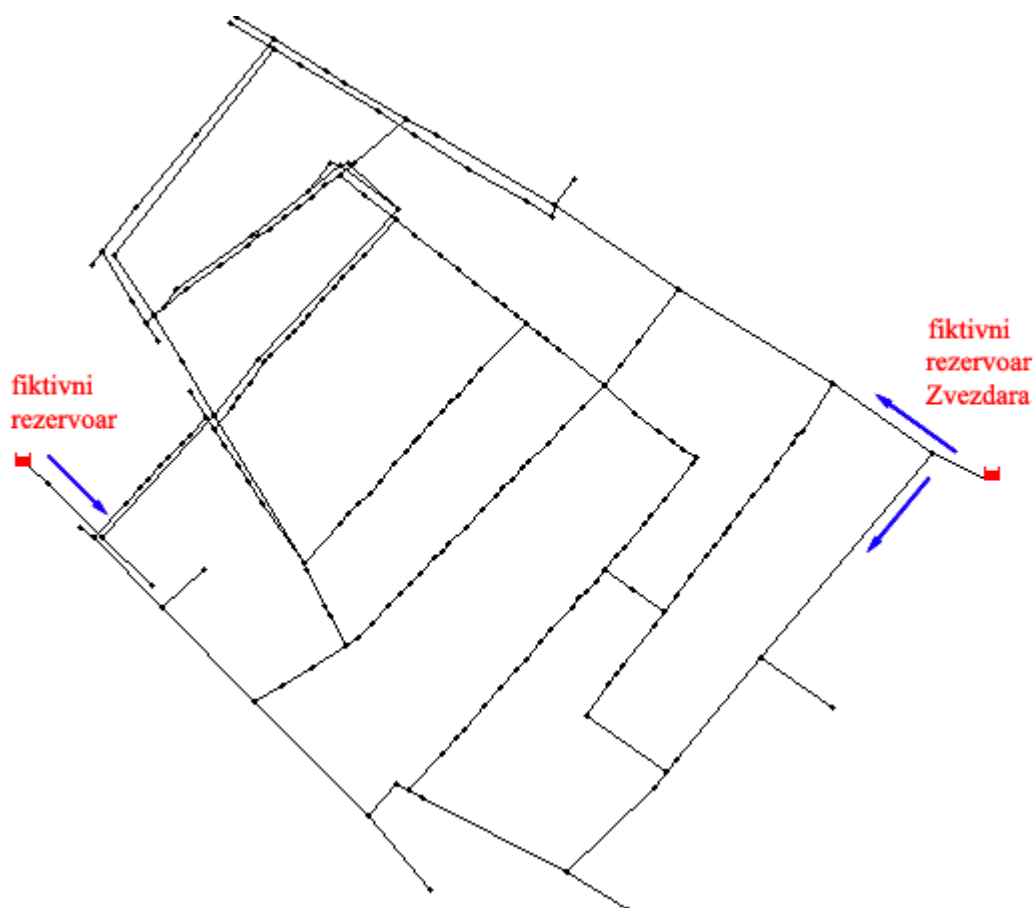
Da bi sa sigurnošću izolovali celu zonu od okolne mreže, naknadno su postavljeni zatvarači **4.4**, i na uglu Golsvordijeve i Bulevara kralja Aleksandra.

Magistralni cevovod dn 300 samo prolazi kroz zonu, što je utvrđeno pri njenom izolovanju.

5.3. TREĆA FAZA

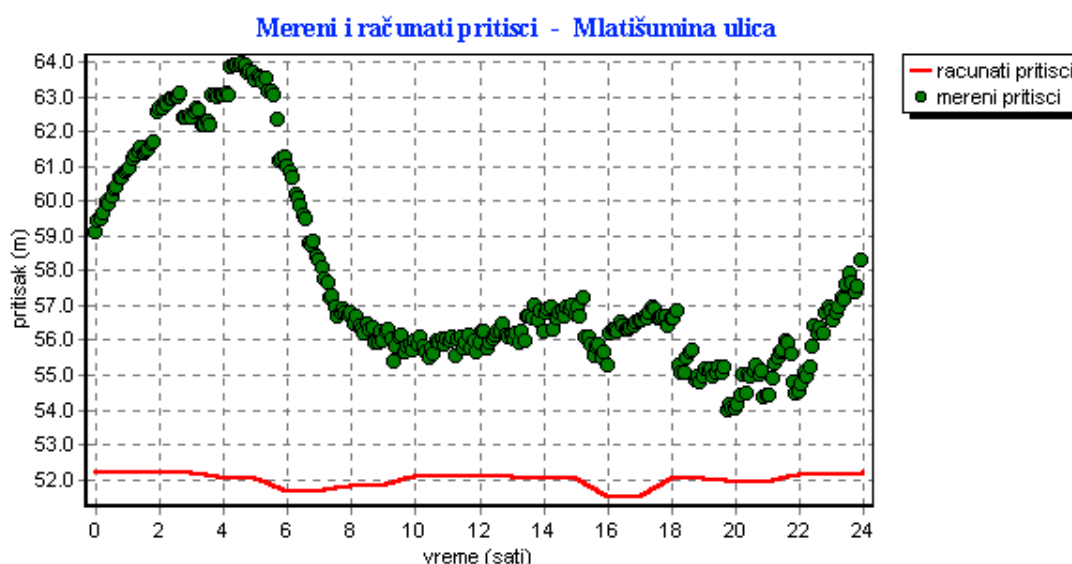
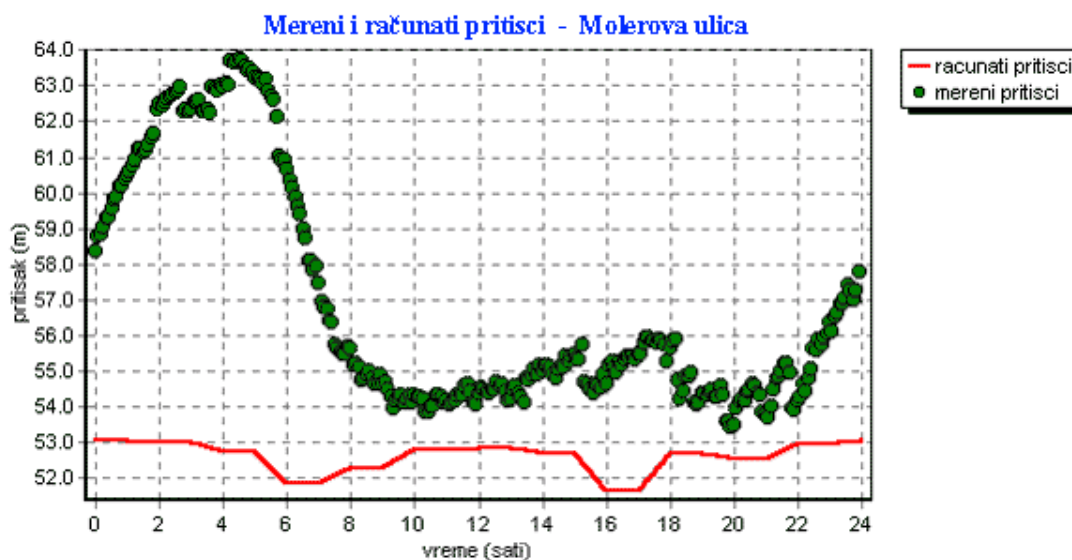
Na osnovu formirane karte Pilot zone i uvida u kartu magistralnog vodovoda druge visinske zone beogradskog vodovoda, pristupilo se izradi modela u EpaNETu.

Pošlo se od pretpostavke da postoje dva ulaza u zonu: u Bulevara kralja Aleksandra iz pravca Zvezdare i iz suprotnom pravcu u Krunskoj ulici.



Sl.8. Pretpostavljeni ulazi u zonu

Na osnovu podataka sa merenja pritisaka u Molerovoj i Mlatišuminoj ulici, došlo se do zaključka o drugačijem rasporedu dotoka u zonu.



5.4. ČETVRTA FAZA

Pošto se predhodna pretpostavka pokazala kao netačna, usvojen je drugačiji raspored dotoka vode u zonu. U novoj pretpostavci uzeti su u obzir nivoi u rezervoarima II visinske zone, kao i rad crpnih stanica.

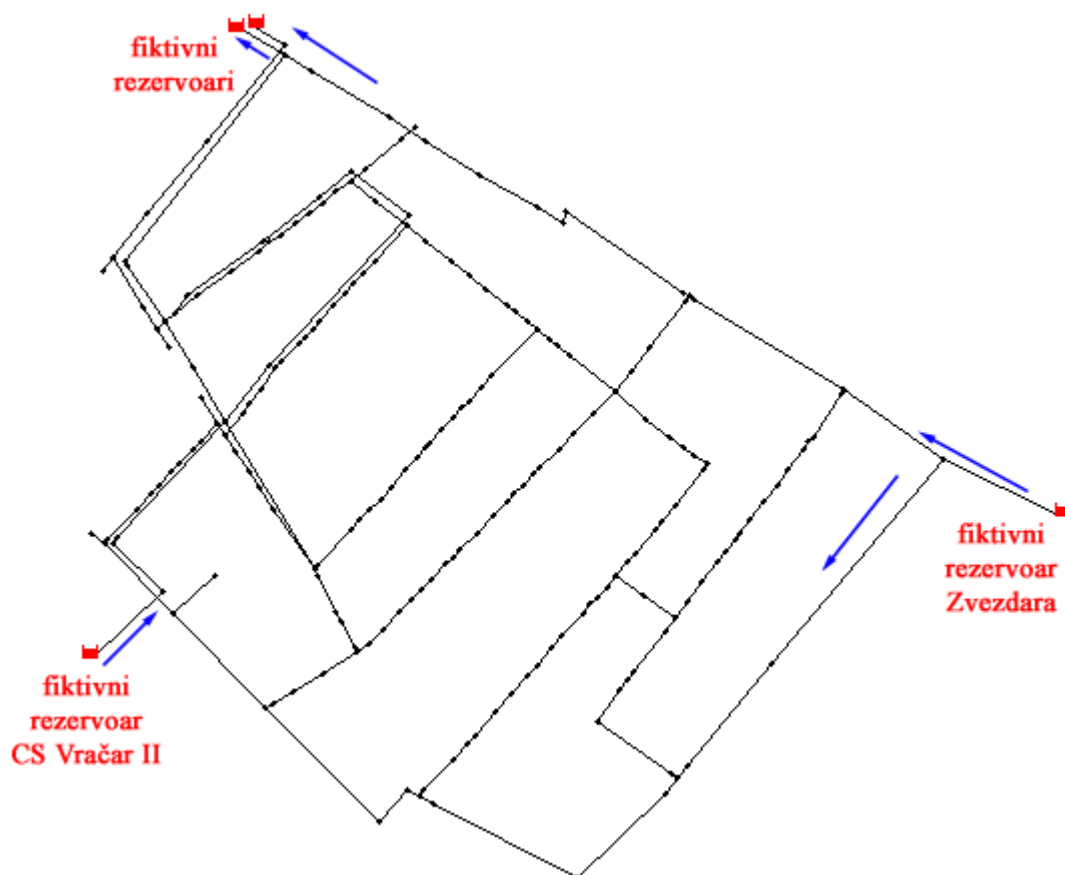
Rezervoar Zvezdara dominantno utiče na dotok vode. On je u daljem radu na modelu predstavljen fiktivnim rezervoarom na udaljenosti znatno manjoj od stvarne. Da bi se što realnije prikazala dnevna promena nivoa u rezervoaru, na modelu mu je dodeljen vremenski obrazac promene nivoa (koji prati promenu pritisaka zabeleženu na logerima).

Radi što realnije raspodele pritisaka u zoni, na suprotnom kraju Bulevara kralja Aleksandra postavljena su dva fiktivna rezervoara (na dva kraja završnih krakova). I njima su dodeljeni vremenski obrasci i to isti kao i kod dominantnog rezervoara, samo

sa nižom pi kotom. Ovi fiktivni rezervoari ne predstavljaju ulaz u zonu, već samo služe da predstave oticaj iz zone u realnim uslovima.

Drugi ulaz u zonu (iz pravca crpne stanice Vračar II) nije dominantan, što se vidi iz rezultata testa zatvaranja.

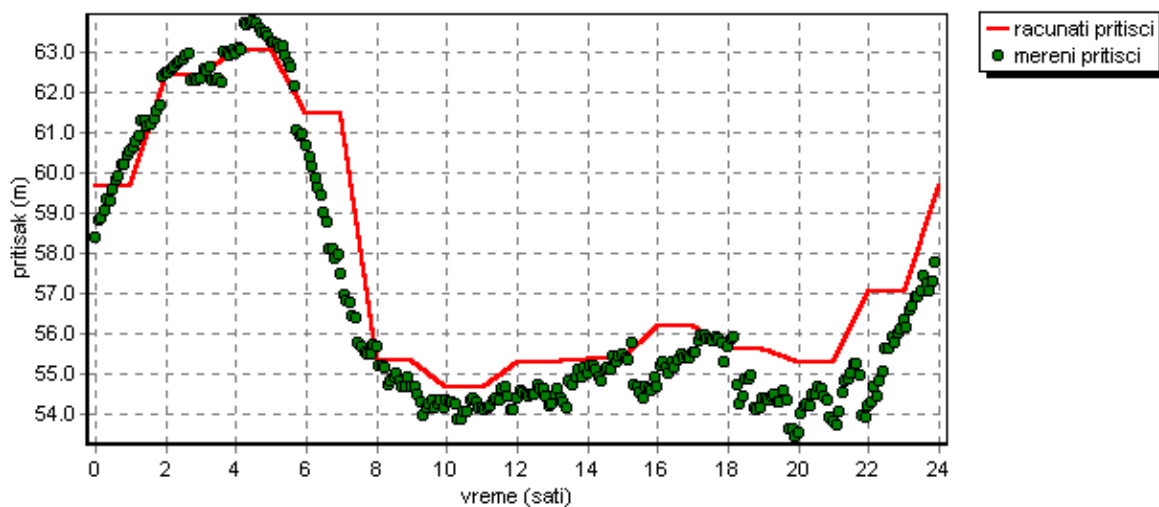
Zbog toga je taj ulaz predstavljen fiktivnim rezervoarom, kome je takođe dodeljen vremenski obrazac promene nivoa (koji prati promenu pritiska zabeleženu na logerima).



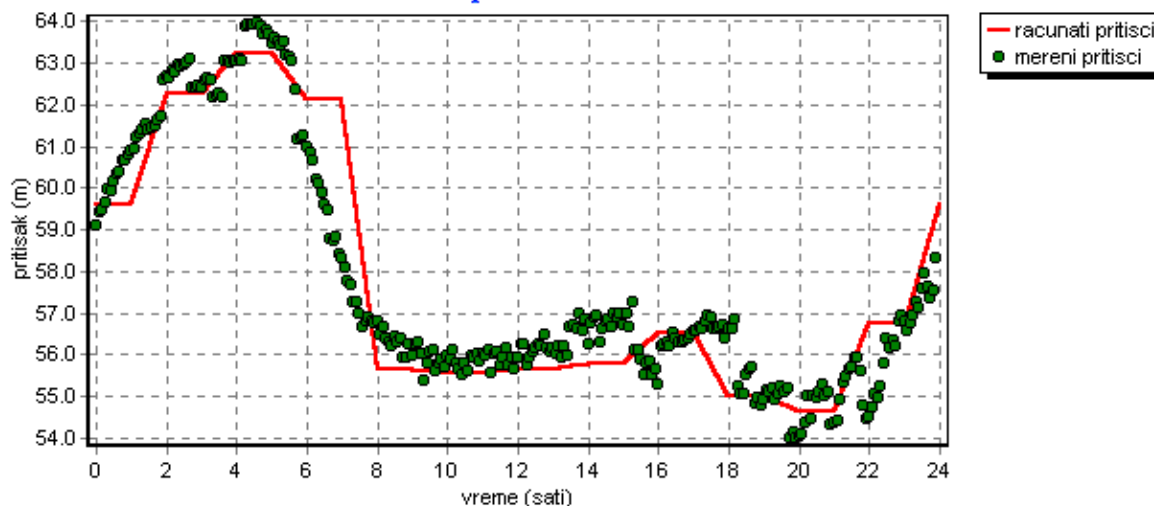
Sl.9. Nova pretpostavka dotoka u zonu

Upoređujući merene pritiske i rezultate proračuna sa najnovijim pretpostavkama zaključujemo da model sada znatno više odgovara stvarnom stanju na terenu.

Mereni i računati pritisci - Molerova ulica

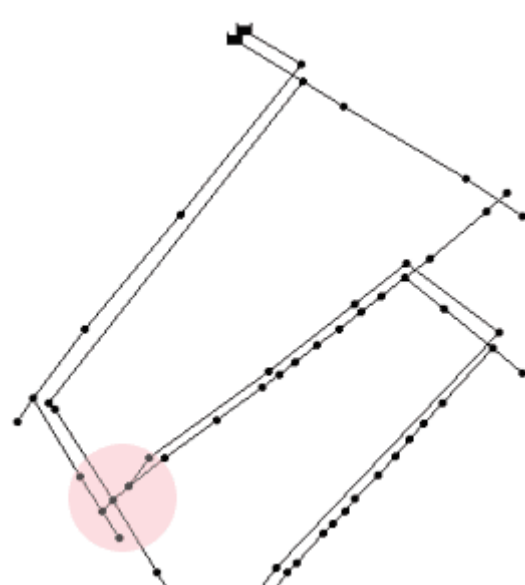


Mereni i računati pritisci - Mlatišumina ulica



Grafici pritisaka - nova pretpostavka dotoka u zonu

Analizom testa zatvaranja utvrđeno je da uglu Kičevske i Ulice Dušana Bogdanovića mora postojati prekid u mreži.



Sl.10. Detalj mreže Ki-DB

5.5. PETA FAZA

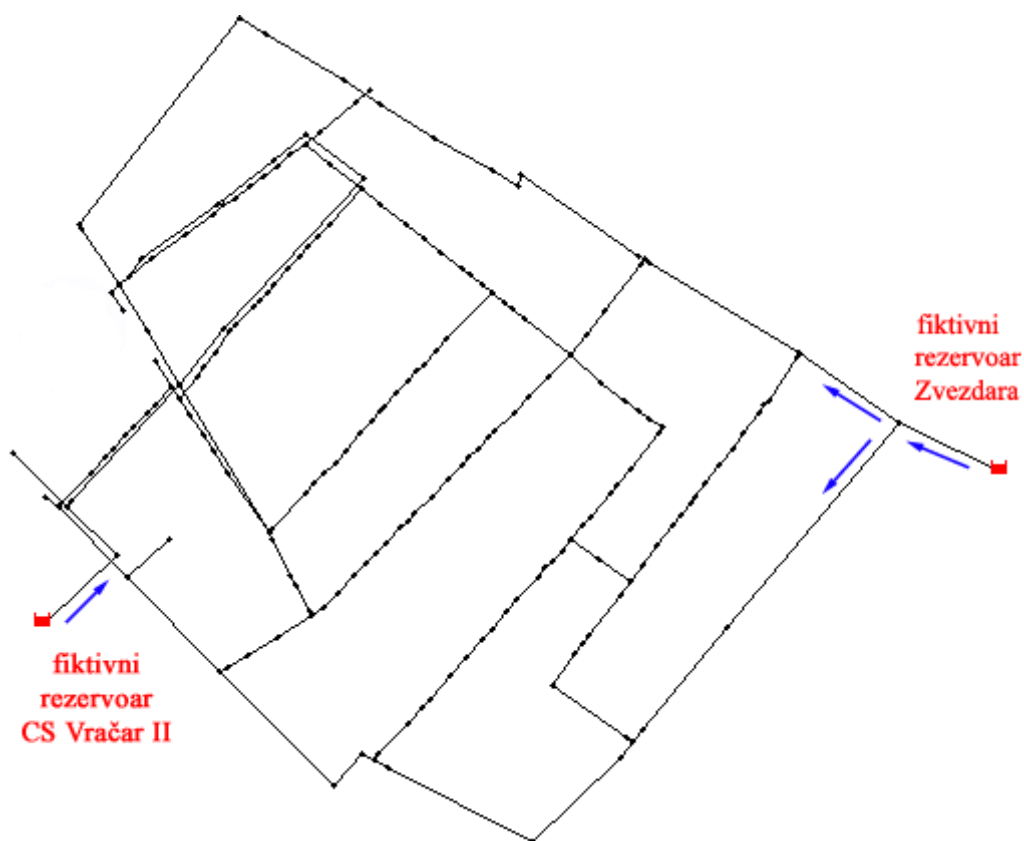
U ponovljenom razgovoru sa stručnim licima sa terena dobijena je dopuna podataka: uopšte ne postoji fizička veza na uglu Kičevske i Dušana Bogdanovića, kao što je do tada pretpostavljano.

Sa tim, potvrđenim, podatkom ušlo se u dalju izradu modela

Pošto ta fizička veza ne postoji, gubi se potreba za dva fiktivnim rezervoarima na početku Bulevera kralja Aleksandra, te su oni uklonjeni iz modela

Ovaj put je u model ušla i pretpostavka da postoji prekid mreže na Molerovoj ulici, neposredno pred ukrštanje sa Hadži-Đerinom .

Sa ovom novom dopunom pretpostavki dobijen je model mreže čiji rezultati proračuna, u dotadašnjem radu, najviše odgovaraju registrovanim promenama pritiska na terenu.



Sl.11. Konačan model - ulazi u zonu

Finalni model, rezultati merenih i računatih pritisaka pre i posle testa zatvaranja nalaze se u grafičkim priložima

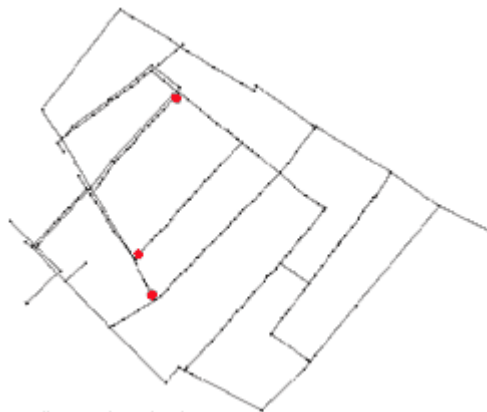
5.6. ŠESTA FAZA

U izradi modela, sem odgovarajućih karti i pretpostavki, korišćeni su rezultati testa zatvaranja.

5.6.1. Početne pretpostavke o prekidima u mreži

U izradi modela pretpostavljeni su prekidi mreže:

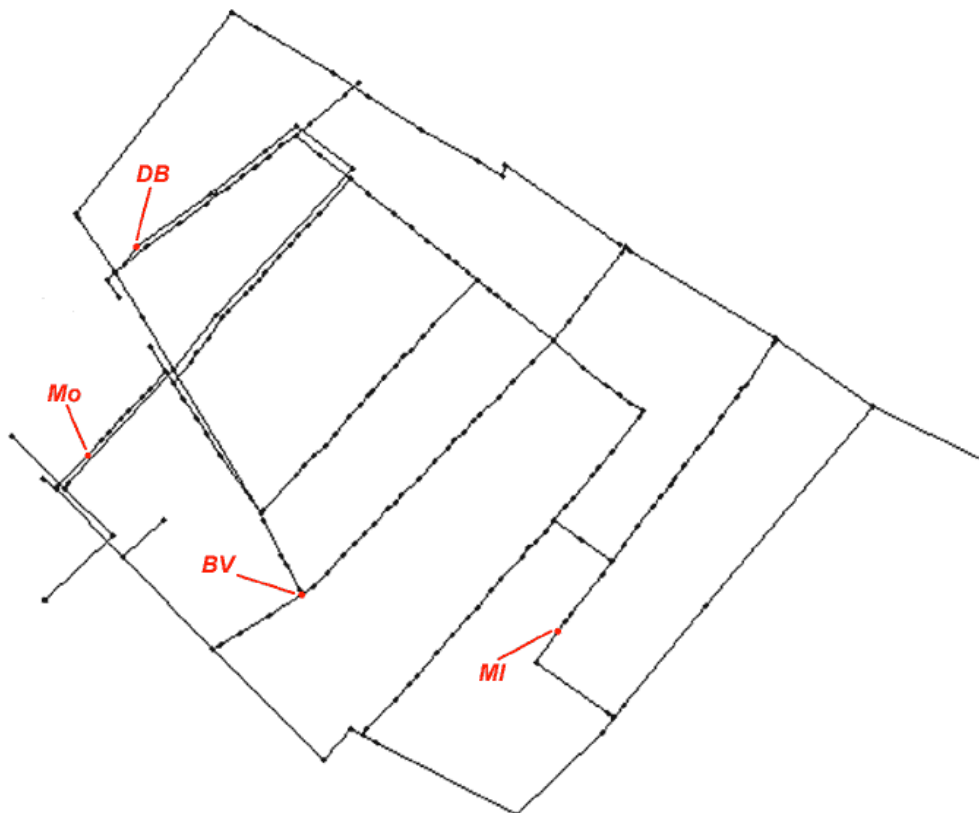
- u Kičevskoj (ka uglu sa Golsvordijevom),
- u Hadži-Prodanovoj (ka uglu sa Kičevskom),
- i u Molerovoj (ka uglu sa Hadži-Đerinom),



Sl.12. Pretpostavljeni prekidi mreže

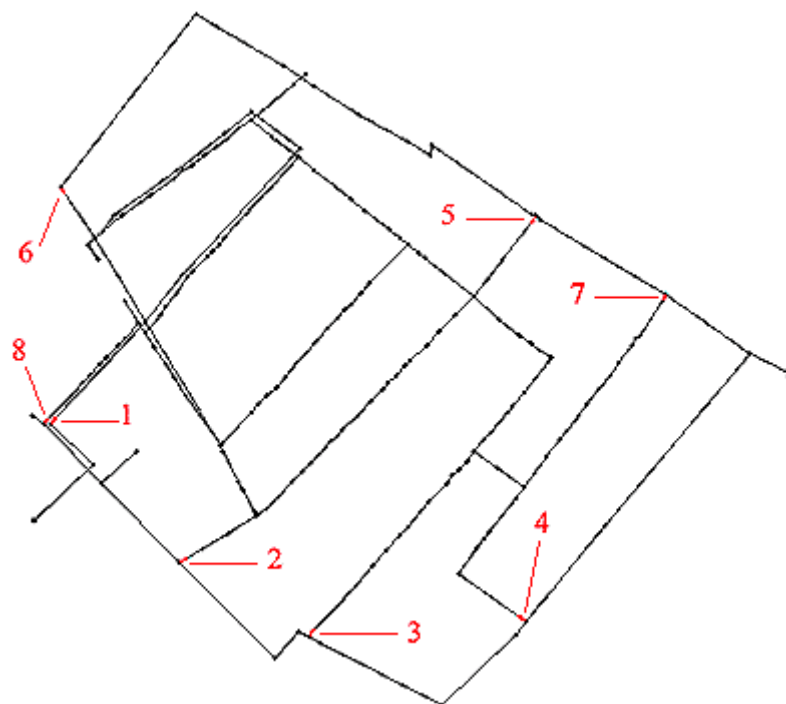
5.6.2. Analiza rezultata testa zatvaranja

Na usvojenom modelu mreže obeleženi su čvorovi kojima odgovara mesto postavljenih logera na terenu.



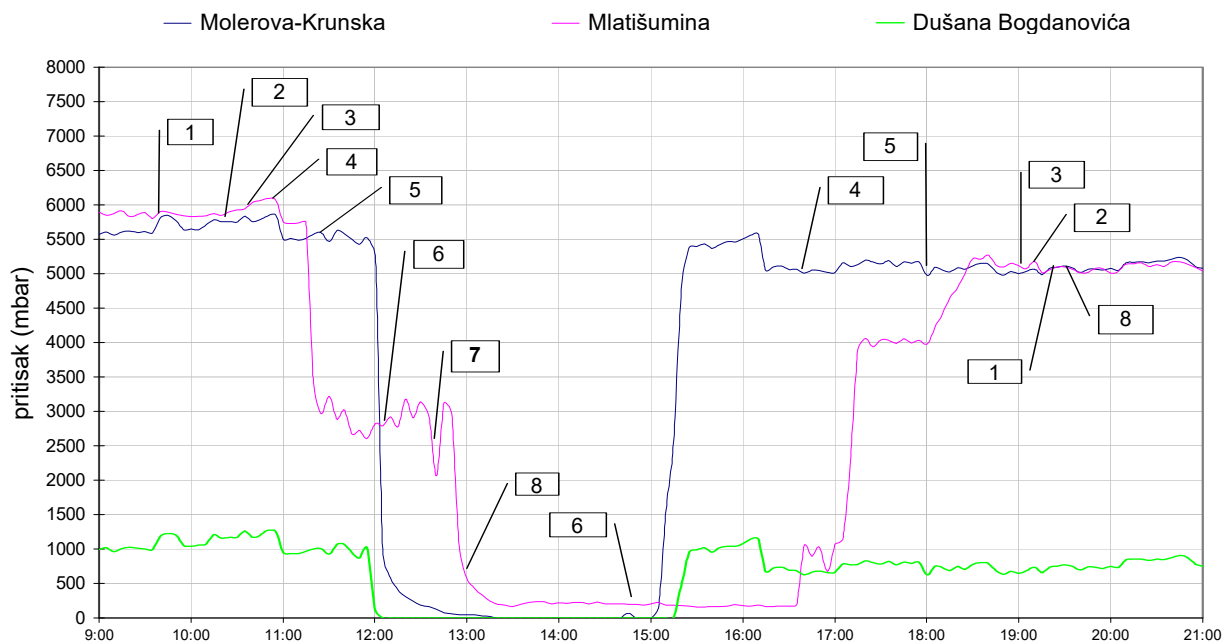
Sl.13. Polažaj postavljenih logera na finalnom modelu mreže

5.6.2.1. Zatvaranje zatvarača



Sl.14. Redosled zatvaranja zatvarača

Test zatvaranja 5.6.2002. - redosled zatvaranja i otvaranja zatvarača



- o Zatvarač 1

Isključen je fiktivni rezervoar CS Vračar II. Postavljeni logeri ne beleže promenu pritiska, zaključujemo da to nije ulaz u zonu, već samo potrošač (po neznatnom povećanju pritiska u Molerovoj).

- o Zatvarač 2

Prekinut je dotok iz Golsvordijeve, ali nema zabeležene promene pritiska ni na jednom logeru. Zaključujemo da postoji prekid u mreži, verovatno u Krunskoj, između zatvarača 2 i Molerove.

- o Zatvarač 3

Prekinut je dotok iz Trnske, zabeležen je mali skok pritiska u Mlatišuminoj. Zaključujemo da veza Trnska-Mlatišumina funkcioniše bar delimično.

- o Zatvarač 4

Došlo je do malog pada pritiska na oba merna mesta.

- o Zatvarač 5

U Mlatišuminoj zabeležen veliki pad pritiska, koji se zatim posteno stabilizuje. Molerova to ne beleži, zaključujemo da postoji prekid negde duž Hadži-Đerine, levo od Golsvordijeve.

- o Zatvarač 6

Molerova ostaje potpuno bez pritiska. Znači to je pravac dominanta za taj deo mreže. Pošto voda nije stigla iz pravca Krunske, potvrđena je pretpostavka o prekidu mreže duž tog pravca. Voda nije stigla ni iz poslednjeg prohodnog pravca na spoju Mlatišumine i bulevara kralja Aleksandra (preko zatvarača 7), što potvrđuje pretpostavku o prekidu duž Hadži-Đerine.

Mlatišumina ne reaguje na to zatvaranje (verovatno su zabeležene samo dnevne oscilacije), što ide u prilog prethodne pretpostavke.

- o Zatvarač 7

Sada i Mlatišumina ostaje bez pritiska, zatvoren je poslednji ulaz u mrežu. Zbog kvara ovaj zatvarač i nadalje ostaje zatvoren.

- o Zatvarač 8

Potvrđeno je izolovanje cele zone.

5.6.2.2. Otvaranje zatvarača

- o Otvaranje zatvarača 6

Molerova naglo i potpuno dobija vodu.

Mlatišumina ne registruje promenu, potvrda o prekidu mreže duž Hadži-Đerine, levo od Golsvordijeve.

- o Otvaranje zatvarača 4

Molerova ne registruje promenu (samo časovna neravnomernost).

Mlatišumina naglo dobija vodu, ali sa manjim pritiskom od normalnog.

To je potvrda o prekidu mreže duž Hadži-Đerine, levo od Golsvordijeve.

- o Otvaranje zatvarača 5

Molerova ne registruje promenu (samo časovna neravnomernost).

Mlatišumina naglo i potpuno dobija vodu

To je potvrda o prekidu mreže duž Hadži-Đerine, levo od Golsvordijeve.

- o Otvaranje zatvarača 3, 2, 1 i 8

Na otvaranje ovih zatvarača nijedan od logera ne registruje promenu pritiska (sem časovne neravnimernosti), te zaključujemo da verovatno postoji i prekid negde duž Krunske i Save Kovačevića, između zatvarača 2 i 4.

5.6.3. Zaključak na osnovu testa zatvaranja

1. Cela zona se snadbeva vodom iz pravca rezervoara Zvezdara, trasom duž Bulevara kralja Aleksandra.
2. Prekidi u mreži, sem onih pretpostavljenih:
 - o u Kičevskoj (ka uglu sa Golsvordijevom),
 - o u Hadži-Prodanovoj (ka uglu sa Kičevskom),
 - o i u Molerovoj (ka uglu sa Hadži-Đerinom),postoje:
 - o negde duž Hadži-Đerine, levo od Golsvordijeve (verovatno kod ugla sa Molerovom),
 - o u Krunskoj (verovatno kod ugla sa Molerovom),
 - o i na uglu Save Kovačevića i Sindelićeve.
3. Prekidima u mreži, zona je podeljena na dva dela:
 - o Deo kome pripada loger u Molerovoj snadbeva se samo preko zatvarača 6, tj. iz pravca knjeginje Zorke.
 - o Deo kome pripada loger u Mlatišuminoj snadbeva se dominantno preko zatvarača 4 (iz Sindelićeve) i 5 (iz Golsvordijeve).

Na osnovu zaključaka izvedenih pomoću rezultata testa zatvaranja može dati predlog daljih radova na zoni radi potpunijeg uvida u stanje mreže.

6 PREDLOG DALJIH RADOVA

Sa rezultatima obavljenih merenja, tačnim podacima iz dokumentacije i određenim pretpostavkama formiran je model pilot zone.

Da bi stekli što bolji uvid u stanje na terenu ovaj nivo znanja dobijen izvršenim merenjima nije dovoljan.

Radi što boljeg uvida u stvarno stanje dati su predlozi daljih radova.

1. U slučaju sledeće serije merenja neophodno je koristiti logere u čiju se ispravnost ne sumnja, ispravne, od poznatog proizvođača, proverenog tipa uređaja...
2. Potrebno je otkriti tačna mesta pretpostavljenih prekida mreže, kao i rešiti nedoumice o stanju mreže i to ponovljenim testom zatvaranja, kao i testom pražnjenja mreže
3. Osposobiti zatvarač 7, koji je onesposobljen prvim zatvaranjem.
4. Osposobiti nedostupne šahtove i u njima utvrditi tačne spojeve deonica.
5. Na potrebnim mestima napraviti šahtove, čime bi se utvrdilo stanje spojeva, stanje zatvarača, kao i prečnici cevi koji su još uvek neizvesni.

6.1. PREDLOG TESTA ZATVARANJA

Pošto je izbor lokacija za postavljanje logera ograničen na četiri već korišćene lokacije (u protivnom bi se morala vršiti i zamena hidranata!) i već zamenjene zatvarače, u testu zatvaranja moguće je manipulirati samo promenom redosleda zatvaranja.

Sa trenutnim stanjem mreže, bez naknadnih osposobljavanja njenih elemenata, predloženi redosledi zatvaranja su sa zadržanom notacijom zatvarača iz prethodnog testa.

6.1.1. Varijanta bez potpunog zatvaranja vode

Sa dosadašnjim informacijama, pretpostavlja se da sa ovim redosledom zatvaranja ostvaruje neprekidno snabdevanje potrošača. Pad pritiska u zoni je neminovan, ali potpuni prekid snabdevanja je izbegnut.

- o Zatvarač 1

Da bi se zona izolovala od dela spoljašnjih uticaja.

- o Zatvarač 8

Da bi se izolovao levi deo zone od uticaja deonice iz Krunske.

- o Zatvarač 5

Ukida se jedan od dominantnih ulaza u zonu.

U ovoj varijanti test zatvaranja, najvredniji su dobijeni podaci sa logera u Baba Višnjinoj i Mlatišuminoj.

Promene zabeležene u Baba Višnjinoj, po izvršenom zatvaranju, govore o postojanju (ili ne postojanju) ulaza vode u Golsvordijevu iz pravca Krunske, kao i eventualnoj potvrdi prekida mreže na uglu sa Kičevskom i na pravcu duž Krunske (između zatvarača 2 i 8).

Promene zabeležene u Mlatišuminoj, govore o tačnom položaju zatvarača 4, kao i o eventualnom prekidu duž Save Kovačevića (između zatvarača 3 i 4).

Promene zabeležene u Dušana Bogdanovića ilustruju pretpostavku o prekidima mreže i njenoj podeli na dva dela.

Loger u Molerovoj sa svojim beleženjem porasta pritiska može samo da potvrdi prethodnu pretpostavku.

6.1.2. Varijanta sa potpunim zatvaranjem vode

Potpuno zatvaranje vode korisnicima, u svakom slučaju poželjno je izbeći. Ali samo takav test može nam pružiti detaljne informacije o stanju mreže.

- o Zatvarač 1

Da bi se zona izolovala od dela spoljašnjih uticaja.

- o Zatvarač 8

Da bi se postepeno izolovao krak Krunska - Save Kovačevića i utvrdilo mesto prekida mreže.

- o Zatvarač 2

Ako potrošači u Krunskoj, ka Molerovoj, ostanu bez pritiska, to će biti mesto prekida mreže.

Ako loger u Baba Višnjinoj registruje skok pritiska, biće to potvrda prekida mreže u Kičevskoj (ka uglu sa Golsvordijevom) - dotok samo iz Golsvordijeve, bez daljeg oticaja u druge delove mreže.

- o Zatvarač 3

Ako potrošači u Krunskoj i Baba Višnjinoj, ostanu bez pritiska, to će biti mesto prekida mreže.

Ako mreža nije prekinuta duž ovih pravaca, posle zatvaranja zatvarača 2 i 3, voda do potrošača dolaziće preko Sindelićeve. A ako postoji prekid u Sindelićevoj, to ćemo znati preko pritiska kod potrošača.

o Zatvarač 5

Ako logeri u Dušana Bogdanovića i u Molerovoj, ne registruju pad pritiska, biće to potvrda pretpostavke o potpunim prekidu mreže (na pravcu u Hađi-Đerinoj, uz prekide u Kičevskoj i Hađi-Prodanovoj) - koji deli zonu na dva dela.

Na logerima u Baba Višnjinoj i Mlatišuminoj promena pritiska govoriće o stanju mreže između njih.

o Zatvarač 6

Ako logeri u Baba Višnjinoj i Mlatišuminoj ne registruju promenu, biće to potvrda pretpostavke o mestima prekida mreže.

o Zatvarač 4

Potpuno zatvaranje ulaza u zonu.

6.2. PREDLOG DODATNIH MERENJA

Da bi se stekao uvid u tačan raspored ulaza u zonu, najpovoljnije bi bilo merenje pritisaka na ulazima u zonu.

To se postiže merenjima :

- o u Bulevaru kralja Aleskandra (neposredno pre ukrštanja sa Sindelićevom) - za pravac iz rezervoara Zvezdara
- o i u Molerovoj (na mestu zatvarača 1) - za pravac iz CS Vračar II .

Pošto na tim mestima ne postoje šahtovi ni pogodni pozemni hidranti, predlaže se izrada šahtova na tim mestima i, potom, postavljanje mernih uređaja.

Da bi se utvrdilo stvarno stanje delova mreže najpogodnije je izvršiti test pražnjenja mreže.

Na pogodnom mestu, na podzemnom ili nadzemnom hidrantu, potrebno je izvršiti ispuštanje vode iz mreže u trajanju od 15-20 minuta. Preko postavljenih logera na lokacijama koje se ispituju, praćenjem pritisaka mogu se uočiti tačna mesta prekida.

U drugoj, jednostavnijoj varijanti ovog testa, ispuštanje se vrši sa hidranta pomoću creva, direktno u burad određene zapremine (200 l). Meri se vreme potrebno da se napuni data zapremina, i sa ta dva podatka dobijamo tačnu vrednost protoka u cevi. Radi ekonomičnijeg utroška vremena potrebno je raditi sa bar dva bureta - dok se jedno puni drugo se prazni.

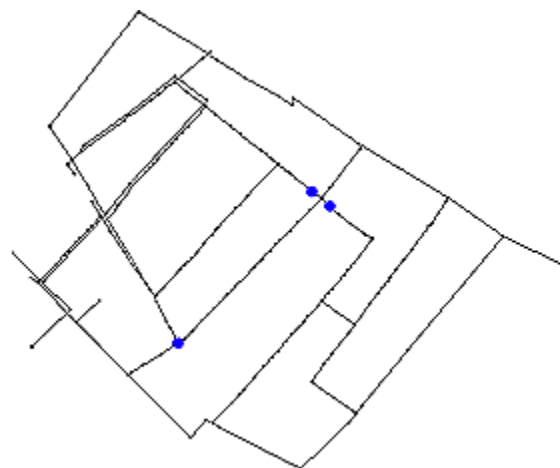
7 PROJEKAT IZGRADNJE ŠAHTOVA

U okviru postojeće pilot zone, radi eventualnih kasnijih izvođenja merenja, kao i radi lakšeg izolovanja podzona u slučaju kvara, predlaže se izgradnja 3 šahta.

Lokacije tih šahtova su :

- o na uglu Golsvordijeve i Kičevske.
- o i na uglu Golsvordijeva i Hadži-Đerine

Na lokaciji u Hadži-Đerinoj se predviđa izgradnja dva identična šahta, pre i posle ukrštanja sa Golsvordijevom.



Sl.15. Lokacije predloženih šahtova

Na uglu Golsvordijeve i Kičevske, već postoje zatvarači van šahta, ali nezna se da li su ispravni ili ne. Zbog toga se pri izgradnji šahta predlaže njihova zamena.

Postavljanjem zatvarača u ovim šahtovima, zajedno sa već promenjenim zatvaračima, lako bi se moglo manipulirati ulazima u levi deo pilot zone.

U svakom šahtu predlaže se i postavljanje vodomera i manometara, čime se postiže tačan uvid u protok i potrošnju u zoni.

PREDMER I PREDRAČUN RADOVA ZA IZRADU ŠAHTA NA UGLU GOLSVORDIJEVE I KIČEVSKE
ULICE

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
1 Pripremni radovi					
1.1.	Obeležavanje trase Pre početka radova na iskopu, obeležiti trasu, sa svim njenim elementima	m ²	9	175	1575
1.2	Rušenje asfaltnog kolovoza Na mestima izrade šahtova kroz asfaltni kolovoz, izvršiti raskopavanje istog u širini za 10 cm većoj od predviđene za izradu šahta	m ²	5	780	3900
1.3	Popravka asfaltnog kolovoza Po završenoj izradi šahta, izvršiti popravku kolovoza, sa dovođenjem u prvobitno stanje	m ²	5	1500	7500
1.4	Osiguranje saobraćajnica Na području gde se izvode radovi, omogućiti nesmetan tok saobraćaja, privremenom saobraćajnom signalizacijom, devijacijom ulica, obezbeđenjem bočnih pešačkih prelaza, kao i prelaza za motorni saobraćaj. Osiguranje saobraćajnica izvršiti uz konsultacije sa Nadzornim organom, koji će odrediti način izvršenja ove aktivnosti	paušal			6000
1.5	Osiguranje postojećih instalacija Izmeštanje ili popravka oštećenih postojećih podzemnih instalacija (telefonskih i elektro kablova, vodovoda i kanalizacije), kao i osiguranje nadzemnih telefonskih i elektro stubova, lociranih u neposrednoj blizini mesta izgradnje.	paušal			6000
Ukupno - pripremni radovi					24975

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
2 Zemljani radovi					
2.1	Iskop rova za šahtove Ručni iskop zemlje III kategorije u širokom otkopu dubine 145 cm sa pravilnim odsecanjem stranica, prema projektu	m ³	10.3	300	3090
2.2	Transport preostalog materijala Utovar u vozilu i odvoz viška iskopane zemlje na gradsku deponiju do 10 km.	m ³	10.3	256	2636.8
Ukupno - zemljani radovi					5726.8

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
3	Tesarski radovi				
3.1	Razupiranje rova Za osiguranje bokova rova od zarušavanja, izvršiti dvostruko razupiranje rova zdravom građom, u skladu sa tehničkim uslovima za tu vrstu radova, kako bi se obezbedila potpuna zaštita radnika i neometana montaža. Cenom su obuhvaćeni nabavka, transport, montaža, demontaža, čišćenje i sortiranje oplata	m ²	18.5	230	4255
Ukupno - tesarski radovi					4255

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
4	Betonsko-armirčki radovi				
4.1	Izrada zidova				
	Izrada AB zidova d=20 cm od betona MB 30 u dvostrukoj glatkoj oplati sa ostavljanjem otvora za ulaz cevi prema projektu.	m ³	2.8	3000	8400
4.3	Izrada gornje ploče Izrada gornje AB ploče šahta d=15 cm od betona MB 30 ostavljanjem otvora 60x60 cm prema projektu.	m ²	2.9	450	1305
4.4	Izrada donje ploče Izrada donje AB ploče šahta d=20cm od betona MB 30	m ³	0.9	3000	2700
4.5	Armiranje				
	Nabavka, ispravljanje, čišćenje i sečenje betonskog gvožđa, savijanje, prenos, postavljanje i vezivanje armature	kg	321	36	11556
Ukupno - betonsko-armirčki radovi					23961

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
5	Montažni radovi				
5.1	Liveno-gvozdeni fazonski komadi Nabavka, transport, spuštanje u šaht, montaža i ispitivanje fazonskih komada	kg	115.6	150	17340
5.2	Zatvarači Nabavka, transport do mesta ugradnje, spuštanje u šaht, montaža i ispitivanje zatvarača za pritiske do 10 (6) bara, u svemu prema tehničkim uslovima. LZ DN 150	kom	3	20500	61500
5.3	Montažno - demontažni komadi Nabavka, transport, spuštanje u šaht, montaža i ispitivanje montažno-demontažnih komada MDK DN150	kom	2	14250	28500
5.4	Poklopci za šahtove Nabavka, transport do mesta ugradnje i montaža liveno-gvozdениh poklopaca, zajedno sa ramom. Poklopci se ugrađuju tako da im gornja površina bude u ravni gornjih ploči šahta. Tip: 60/60	kom	1	9000	9000
5.5	Penjalice Nabavka, transport do mesta ugradnje, bojenje minijumom u dva sloja i montaža. Penjalica tipa DIN1212 ili JUS M.J6.285. U šahtu ugraditi penjalice na svakih 30 cm.	kom	5	480	2400
5.6	Elektromagnetski merač protoka Nabavka, transport do mesta ugradnje elektro magnetskog merača protoka za protok do 60 m ³ /h DN 150	kom	1	34500	34500
5.7	Manometar Nabavka, transport do mesta ugradnje DN 1/2"	kom	1	1500	1500
Ukupno - montažni radovi					154740

1.Pripremni radovi	24975
2.Zemljani radovi	5726.8
3.Tesarski radovi	4255
3.Betonsko-armirčki radovi	23961
4.Montažni radovi	154740
UKUPNO	213658

din

PREDMER I PREDRAČUN RADOVA ZA IZRADU ŠAHTA NA UGLU GOLSVORDIJEVE I HADŽI-
 ĐERINE ULICE

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
1	Pripremni radovi				
1.1.	Obeležavanje trase Pre početka radova na iskopu, obeležiti trasu, sa svim njenim elementima	m ²	9	175	1575
1.2	Rušenje asfaltnog kolovoza Na mestima izrade šahtova kroz asfaltni kolovoz, izvršiti raskopavanje istog u širini za 10 cm većoj od predviđene za izradu šahta	m ²	4	780	3120
1.3	Popravka asfaltnog kolovoza Po završenoj izradi šahta, izvršiti popravku kolovoza, sa dovođenjem u prvobitno stanje	m ²	4	1500	6000
1.4	Osiguranje saobraćajnica Na području gde se izvode radovi, omogućiti nesmetan tok saobraćaja, privremenom saobraćajnom signalizacijom, devijacijom ulica, obezbeđenjem bočnih pešačkih prelaza, kao i prelaza za motorni saobraćaj. Osiguranje saobraćajnica izvršiti uz konsultacije sa Nadzornim organom, koji će odrediti način izvršenja ove aktivnosti	paušal			6000
1.5	Osiguranje postojećih instalacija Izmeštanje ili popravka oštećenih postojećih podzemnih instalacija (telefonskih i elektro kablova, vodovoda i kanalizacije), kao i osiguranje nadzemnih telefonskih i elektro stubova, lociranih u neposrednoj blizini mesta izgradnje.	paušal			6000
Ukupno - pripremni radovi					22695

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
2	Zemljani radovi				
2.1	Iskop rova za šahtove Ručni iskop zemlje III kategorije u širokom otkopu dubine 145 cm sa pravilnim odsecanjem stranica, prema projektu	m ³	8.1	300	2430
2.2	Transport preostalog materijala Utovar u vozilu i odvoz viška iskopane zemlje na gradsku deponiju do 10 km.	m ³	8.1	256	2073.6
Ukupno - zemljani radovi					4503.6

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
3	Tesarski radovi				
3.1	Razupiranje rova Za osiguranje bokova rova od zarušavanja, izvršiti dvostruko razupiranje rova zdravom građom, u skladu sa tehničkim uslovima za tu vrstu radova, kako bi se obezbedila potpuna zaštita radnika i neometana montaža. Cenom su obuhvaćeni nabavka, transport, montaža, demontaža, čišćenje i sortiranje oplate	m ²	15.7	230	3611
Ukupno - tesarski radovi					3611

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
4	Betonsko-armirčki radovi				
4.1	Izrada zidova Izrada AB zidova d=20 cm od betona MB 30 u dvostrukoj glatkoj oplati sa ostavljanjem otvora za ulaz cevi prema projektu.	m ³	2.5	3000	7500
4.3	Izrada gornje ploče Izrada gornje AB ploče šahta d=15 cm od betona MB 30 ostavljanjem otvora 60x60 cm prema projektu.	m ²	1.9	450	855
4.4	Izrada donje ploče Izrada donje AB ploče šahta d=20 cm od betona MB 30	m ³	0.7	3000	2100
4.5	Armiranje Nabavka, ispravljanje, čišćenje i sečenje betonskog gvožđa, savijanje, prenos, postavljanje i vezivanje armature	kg	301	36	10836
Ukupno - betonsko-armirački radovi					21291

Poz.	Opis radova	Jed. Mere	Količina	Jed. cena	Cena (din)
5 Montažni radovi					
5.1	Liveno-gvozdeni fazonski komadi Nabavka, transport, spuštanje u šaht, montaža i ispitivanje fazonskih komada	kg	36	150	5400
5.2	Zatvarači Nabavka, transport do mesta ugradnje, spuštanje u šaht, montaža i ispitivanje zatvarača za pritiske do 10 (6) bara, u svemu prema tehničkim uslovima. LZ DN 80	kom	2	7250	14500
5.3	Montažno - demontažni komadi Nabavka, transport, spuštanje u šaht, montaža i ispitivanje montažno-demontažnih komada MDK DN 80	kom	1	7250	7250
5.4	Poklopci za šahtove Nabavka, transport do mesta ugradnje i montaža liveno-gvozdениh poklopaca, zajedno sa ramom. Poklopci se ugrađuju tako da im gornja površina bude u ravni gornjih ploči šahta. Tip: 60/60	kom	1	9000	9000
5.5	Penjalice Nabavka, transport do mesta ugradnje, bojenje minijumom u dva sloja i montaža. Penjalica tipa DIN1212 ili JUS M.J6.285. U šahtu ugraditi penjalice na svakih 30 cm.	kom	5	480	2400
5.6	Elektromagnetski merač protoka Nabavka, transport do mesta ugradnje elektro magnetskog merača protoka za protok do 60 m ³ /h DN 80	kom	1	21000	21000
5.7	Manometar Nabavka, transport do mesta ugradnje DN 1/2"	kom	1	1500	1500
Ukupno - montažni radovi					61050

1.Pripremni radovi	22695
2.Zemljani radovi	4503.6
3.Tesarski radovi	3611
4.Betonsko-armirčki radovi	21291
5.Montažni radovi	61050
UKUPNO	113151

din

U Hadži-Đerinoj ulici, ka uglu sa Golsvordijevom, predviđena je izgradnja dva identična šahta - levo i desno od raskrnice.

UKUPNI TROŠKOVI ZA IZGRADNJU DVA ŠAHTA:

$$2 \times 113150.6 = 226301.2 \text{ din}$$

UKUPNI TROŠKOVI ZA CELOKUPAN PROJEKAT IZGRADNJE SVA TRI ŠAHTA:

$$213657.8 + 226301.2 = 439959 \text{ din}$$

8 LITERATURA

- [1] Antić Đ.Bojan *Magistarski rad: Upravljanje velikim vodovodnim sistemima*. Beograd, 1999.god
- [2] Materijal iz ugovora: *Konsultantske usluge na realizaciji projekta rehabilitacije vodovoda u Beogradu, Nišu i Novom Sadu*. FIDECO d.o.o. i Građevinski fakultet, Beograd
- [3] Lewis A. Rossman. *EpaNet 2, Users Manual*. Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory Cincinnati, OH. September 2000
- [4] Prodanović D., Pavlović D., Jaćimović N. *Dijagnostika distributivnih sistema radi obezbeđivanja održivosti*. Građevinski fakultet, Beograd
- [5] Ivetić M. *Računska hidraulika-tečenje u cevima*. Građevinski fakultet, Beograd, 1996.
- [6] Milojević M. *Snadbevanje vodom i kanalisanje naselja*. Građevinski fakultet, Beograd, 1995.

9 GRAFIČKI PRILOZI