

Hidraulička analiza dijela vodoopskrbnog sustava naselja Posedarje primjenom WaterCad V8i programskog paketa

Gračić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

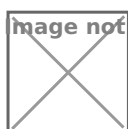
2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:294781>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Ivan Gračić

**Hidraulička analiza dijela vodoopskrbnog sustava naselja Posedarje
primjenom WaterCad V8i programskog paketa**

Diplomski rad

Rijeka, 2020. godina

SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Diplomski studij
Hidrotehnika
Vodoopskrba i kondicioniranje voda

Ivan Gračić
JMBAG: 0114027755

**Hidraulička analiza dijela vodoopskrbnog sustava naselja Posedarje
primjenom WaterCad V8i programskog paketa**

Diplomski rad

Rijeka, rujan 2020. godine

Naziv studija: **Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Hidrotehnika

Tema diplomskog rada

**HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA NASELJA POSEDARJE
PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA
HYDRAULIC ANALYSIS OF THE WATER SUPPLY SYSTEM OF POSEDARJE SETTLEMENT USING
WATERCAD V8I SOFTWARE PACKAGE**

Kandidat: **IVAN GRAČIĆ**

Kolegij: **VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA**

Diplomski rad broj: **H-2020-9**

Zadatak:

U diplomskom radu je potrebno prikazati opće geografske, demografske, klimatološke i geomorfološke značajke danog područja na kojem će se izvršiti idejno rješenje vodoopskrbnog sustava manjeg naselja sa industrijom i potrebnim turističkim objektima. Dati pregled i opis elemenata budućeg (rekonstrukcijskog) vodoopskrbnog sustava, te prikazati način zadavanja njihovih ulaznih parametara za potrebe izrade idejnog projekta u WaterCad V8i i Urbano Hydra računalnim programima. Prikazati koncept rješenja vodoopskrbnog sustava sa potrebnim hidrauličkim proračunima (nekoliko varijanti dispozicije vodosprema i crpnih stanica), te sprovesti varijantu istovremenog gašenja požara u naselju i industriji. Izraditi grafičke prikaze oscilacija vodnih masa u vodospremi/vodotornju, varijabilnosti radnih tlakova, protoka, brzina i ukupnih linijskih gubitaka unutar vodoopskrbnog sustava. Sprovesti proračun crpnog agregata za dvije moguće varijante, te izvršiti trasiranje cjevovoda sa svim potrebnim elementima. Izvršiti validaciju i verifikaciju vodoopskrbnog sustava na temelju izrađene vodoopskrbne mreže na temelju dva navedena računalna programa. Izraditi uzdužne profile cjevovoda za karakteristične dionice vodoopskrbnog sustava, te poprečne presjeke rovova unutar kojih se polažu vodoopskrbne cijevi.

Tema rada je uručena: 25. veljače 2020.

Mentor:

doc. dr. sc. Elvis Žic,
dipl. ing. građ.

IZJAVA

Diplomski rad sam izradio samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Ivan Gračić

U Rijeci, 11. rujna 2020.

IZJAVA

Diplomski rad nastao je kao rezultat rada u okviru projekta

Razvoj istraživačke infrastrukture na kampusu Sveučilišta u Rijeci

Voditelj projekta prof. dr. sc. Nevenka Ožanić
Šifra projekta RC.2.2.06-0001
Financijer projekta Europski fond za regionalni razvoj (EFRR)
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH
Pravna nadležnost Republika Hrvatska

U Rijeci, 11. rujna 2020.

Mentor:

Doc. dr. sc. Elvis Žic, dipl.ing.građ.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoru doc.dr.sc. Elvisu Žicu, dipl.ing.građ. na dostupnosti u bilo kojem trenutku, na uloženom vremenu, posvećenosti i predanom radu, te savjetima koji su mi uveliko pomogli u izradi diplomskog rada.

Isto tako zahvaljujem tvrtki StudiARS d.o.o. i gospodinu Rinu Nemarniku, mag.ing.aedif. koji su mi omogućili korištenje njihovog softvera Urbano Hydra i strpljivosti prilikom upoznavanja sa samim softverom.

Zahvaljujem se i svim profesorima, asistentima i djelatnicima Građevinskog fakulteta Rijeka na profesionalnosti i na prenesenom znanju.

Veliko hvala i mojim bližnjima, prijateljima, kolegama i djevojci, koji su mi u svakom trenutku bili podrška.

Najviše hvala mojoj obitelji koji su mi omogućili sve ovo i bili uz mene tijekom cijelog studiranja.

Veliko HVALA svima!

Sažetak

U ovom diplomskom radu prikazano je idejno rješenje vodoopskrbnog sustava manjeg naselja Posedarje sa manjom industrijom, koje je središte istoimene općine u Zadarskoj županiji. Posedarje je mjesto koje se posljednjih godina sve više okreće turizmu, samim time povećavaju se i količine vode koje se troše, naročito u ljetnim mjesecima. U samom mjestu postoje dvije vodospreme, jedna stara i jedna nova. Upravo taj porast turista bio je jedan od razloga zbog kojih se nova vodosprema izgradila, pošto stara nije imala dostatan kapacitet. Za svaki dio naselja, kojeg opskrbljuje po jedna vodosprema, proveden je hidraulički proračun za gravitacijski dotok i dotok crpljenjem. Hidraulički proračuni su prvobitno provedeni u Excelu, a zatim u WaterCad V8i, te u Urbano Hydri računalnim programima.

Ključne riječi: Posedarje, vodoopskrbni sustav, turizam, hidraulički proračun, hidraulički model, Excel, WaterCad V8i, Urbano Hydra, potisni sustav

Apstract

This diploma thesis presents the conceptual design of the water supply system of the smaller settlement Posedarje with a smaller industry, which is the center of the same named municipality in Zadar County. Posedarje is a place that has been increasingly turning to tourism in recent years, thus increasing the amount of water consumed, especially in the summer months. In the village itself there are two reservoirs, one old and one new. It was this increase in tourists that was one of the reasons why the new reservoir was built, as the old one did not have sufficient capacity. For each part of the settlement, which is supplied by one reservoir, a hydraulic calculation was performed for gravity inflow and inflow by pumping. Hydraulic calculations were initially performed in Excel, then in WaterCad V8i and in Urbano Hydra computer programs.

Key words: Posedarje, water supply system, tourism, hydraulic calculation, hydraulic model, Excel, WaterCad V8i, Urbano Hydra, pumping system

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. OSNOVNE ZNAČAJKE ANALIZIRANOG PODRUČJA	2
2.1. Općenito.....	2
2.2. Klimatske značajke	4
2.3. Geološke značajke	8
2.4. Kulturno – povijesna baština.....	9
3. PRORAČUN MJERODAVNIH KOLIČINA VODE ZA NASELJE POSEDARJE.....	10
3.1. Potrošnja vode za kućanske potrebe	10
3.2. Potrošnja vode za industrijske potrebe, Q_{ind}	17
3.3. Potrošnja vode za gašenje požara, $Q_{pož}$	18
3.4. Potrošnja vode za vlastite potrebe vodovoda, $Q_{vl.potr}$	20
3.5. Gubitci vode u vodovodnoj mreži, $Q_{gubitci}$	21
4. HIDRAULIČKI PRORAČUN VODOOPSKRBNOG SUSTAVA	22
5. PRORAČUN UKUPNOG VOLUMENA VODOSPREME	33
6. PRORAČUN CRPNE STANICE.....	44
7. TRASIRANJE CJEVOVODA.....	55
8. BENTLEY WATERCAD V8i RAČUNALNI PROGRAM	57
8.1. Općenito o računalnom programu.....	57
8.2. Postavljanje mreže i određivanje njezinih značajki	58
8.3. Definiranje potrošnje vode.....	60
8.4. Definiranje vodospreme	65
8.5. Definiranje crpne stanice	66
9. HIDRAULIČKA ANALIZA PODMODELA IZRAĐENIH U WATERCAD V8i RAČUNALNOM PROGRAMU	69
9.1. Gravitacijski dotok vode	70
10. PRIMJENA URBANO HYDRA RAČUNALNOG PROGRAMA.....	83

10.1.	Općenito o Urbano Hydra računalnom programu.....	83
10.2.	Dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava u Urbano hydra programu.....	83
10.3.	Zadavanje podataka unutar Urbano Hydra programa	84
10.4.	Hidraulički proračun unutar Urbano Hydraračunalnog programa	88
10.5.	Crtanje uzdužnih profila i poprečnih presjeka unutar Urbano Hydra računalnog programa.....	89
11.	ZAKLJUČAK.....	93
12.	POPIS LITERATURE.....	95
13.	GRAFIČKI PRILOZI	96

POPIS TABLICA:

Tablica 1: Specifična potrošnja vode.....	12
Tablica 2: Koeficijenti maksimalne/minimalne dnevne/satne neravnomjernosti potrošnje vode	13
Tablica 3: Mjerodavne količine potrošača.....	17
Tablica 4: Određivanje potrošnje vode za gašenje požara	19
Tablica 5: Hidraulički proračun za 1. dio naselja Posedarje (centar + istok).....	23
Tablica 6: Radni tlakovi za 1. dio naselja Posedarje (centar + istok)	26
Tablica 7: Hidraulički proračun za 2. dio naselja Posedarje (zapad)	28
Tablica 8: Radni tlakovi za 2. dio naselja Posedarje(zapad).....	31
Tablica 9: Prikaz $Q_{\max.dan}$ količina vode za pojedini dio naselja Posedarje	33
Tablica 10: Potrošnja vode u toku dana primjenjena za naselje Posedarje	34
Tablica 11: Gravitacijski dotok vode za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)	36
Tablica 12: 10-satni dotok vode crpljenjem za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)	38
Tablica 13: Gravitacijski dotok vode za 2.dio naselja Posedarje (zapad)	40
Tablica 14: 10-satni dotok vode crpljenjem za 2.dio naselja Posedarje (zapad).....	42

POPIS SLIKA

Slika 1: Kartografski prikaz Posedarja na karti RH	2
Slika 2: Srednja godišnja temperatura u Republici Hrvatskoj	5
Slika 3: Godišnje količine oborine za područje Republike Hrvatske	6
Slika 4: Prosječna relativna vlažnost za područje Republici Hrvatskoj	7
Slika 5: Geološka karta šireg područja zahvata	9
Slika 6: Shema potisnog sustava za prepumpavanje vode od izvorišta do glavne vodospreme (1. dio naselja Posedarje).....	45
Slika 7: Shema potisnog sustava za prepumpavanje vode od izvorišta do glavne vodospreme (2. dio naselja Posedarje).....	50
Slika 8: Idejni plan vodoopskrbnog sustava Posedarje- 1.dio naselja (centar+istok) .	55
Slika 9: Idejni plan vodoopskrbnog sustava Posedarje-2.dio naselja (zapad).....	56
Slika 10: Izgled početnog zaslona u programu WaterCad V8i.....	57
Slika 11: Definiranje značajki pomoću „Properties Editor“	59
Slika 12: Definiranje značajki unutar izbornika „Flex Table“.....	59
Slika 13: Uzorak za definiranje potrošnje vodepri stanovanju unutar WaterCad V8i računalnog programa.....	61
Slika 14: Uzorak za definiranje potrošnje vode u industriji unutar WaterCad V8i programa.....	62
Slika 15:Uzorak za potrošnju vode pri gašenju požara unutar WaterCad V8i programa	63
Slika 16: Definiranje potrošnje vode za stanovništvo unutar WaterCad V8i programa	64
Slika 17: Definiranje potrošnje vode za kamp unutar WaterCad V8i programa	64
Slika 18: Definiranje potrošnje vode za hotel*** unutar WaterCad V8i programa	64
Slika 19: Definiranje potrošnje vode za hotel **** unutar WaterCad V8i programa....	64
Slika 20: Definiranje vodospreme za 1.dio naselja (centar +istok).....	65
Slika 21: Definiranje vodospreme za 2.dio naselja (zapad).....	66

Slika 22: Definiranje karakteristika crpki za 1.dio naselja (centar+istok)	67
Slika 23: Definiranje karakteristika crpki za 2.dio naselja (zapad)	68
Slika 24: Izvještaj provedenog hidrauličkog proračuna-1.dio naselja (centar+istok). 69	
Slika 25: Izvještaj provedenog hidrauličkog proračuna-2.dio naselja (zapad)	69
Slika 26: Dionice sa najvećim brzinama unutar vodoopskrbnog sustava za 1.dio naselja	71
Slika 27: Prikaz radnih tlakova za određene čvorove vodoopskrbnog sustava za 1.dio naselja	72
Slika 28: Uzdužni profil dionice vodosprema-P43	73
Slika 29: Dionice sa najvećim brzinama unutar vodoopskrbnog sustava za 2.dio naselja	74
Slika 30: Prikaz radnih tlakova za određene čvorove vodoopskrbnog sustava za 1.dio naselja	75
Slika 31: Uzdužni profil dionice Vodosprema-P56	76
Slika 32: Elementi crpne stanice za 1.dio naselja.....	77
Slika 33:Uzdužni profil dionice Vodosprema-P43 (dotok crpljenjem)	77
Slika 34: Elementi crpne stanice za 2.dio naselja.....	78
Slika 35:Uzdužni profil dionice Vodosprema-P56 (dotok crpljenjem)	78
Slika 36: Grafički prikaz raspodjela protoka po dionicama za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode.....	79
Slika 37: Grafički raspodjela brzina po dionicama za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode.....	80
Slika 38: Grafički raspodjela radnih tlakova po čvorovima za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode.....	81
Slika 39: Grafički raspodjela linijskih gubitaka po dionicama za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode.....	82
Slika 40: Zadavanje nivelete cijevi u Urbano Hydra računalnom programu	85
Slika 41: Katalog rovova cijevi u računalnom programu Urbano Hydra.....	85

Slika 42. Katalog gornjih slojeva u računalnom programu Urbano Hydra.....	86
Slika 43: Zadavanje gornjih slojeva kolničke konstrukcije UrbanoHydra računalnom programu.....	87
Slika 45: Prikaz dijela hidrauličkog proračuna sa najvećim brzinama i protocima za 2.dio naselja u Urbano Hydra računalnom programu	89
Slika 46: Uređivanje uzdužnih profila u Urbano Hydra računalnom programu.....	90
Slika 47: Crtanje uzdužnog profila za dionicu od vodospreme do P50 (2.dio naselja-zapad).....	91
Slika 48: Uređivanje poprečnog presjeka rova u Urbano Hydra računalnom programu	92

POPIS GRAFOVA:

Graf 1: Grafoanalitičko rješenje za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)- gravitacijski dotok vode	37
Graf 2: Oscilacije razine vode u vodospremi, gravitacijski dotok vode, 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)	37
Graf 3. Grafoanalitičko rješenje za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)- dotok vode 10-satnim crpljenjem	39
Graf 4. Oscilacije razine vode u vodospremi za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok), 10-satni dotok vode crpljenjem	39
Graf 5: Grafoanalitičko rješenje za 2. dio naselja Posedarje (zapad)- gravitacijski dotok vode	41
Graf 6: Oscilacije razine vode u vodospremi, gravitacijski dotok vode, 2.dio naselja Posedarje (zapad)	41
Graf 7. Grafoanalitičko rješenje za 2.dio naselja Posedarje (zapad)- dotok vode crpljenjem	43
Graf 8: Oscilacije razine vode u vodospremi za 2.dio naselja Posedarje (zapad), dotok vode crpljenjem	43
Graf 9: Odabir tipa centrifugalnih pumpi na temelju protoka i manometarske visine	44

1. UVOD

U ovom diplomskom radu analizirat će se vodoopskrbni sustav naselja Posedarje sa određenim brojem potrošača. Potrebno je na što racionalniji i sigurniji način koristiti vodu, dimenzionirati vodoopskrbne sustave te postojeće pravilno održavati kako bi i kasnije generacije mogle nesmetano koristiti prirodne resurse.

Današnji broj stalnih stanovnika Posedarja iznosi 1358. Rast stanovništva je geometrijski, s prosječnim godišnjim povećanjem od 1,06 %. Planirano projektno razdoblje vodoopskrbnog sustava iznosi 25 godina. Konačan broj turista iznosi 11504. Predviđa se da će konačni broj stanovnika na kraju projektnog razdoblja biti 1768 stanovnika.

Potrebne količine vode za dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava Posedarje iznose:

- stanovništvo: $Q_{\max, \text{dan.st.}} = 813\,280$ l/dan

- privatni smještaj: $Q_{\max, \text{dan.st.}} = 2\,860\,380$ l/dan

- hoteli 3 zvijezdice: $Q_{\max, \text{dan.h}^{***}} = 723\,840$ l/dan

- hoteli 5 zvijezdica: $Q_{\max, \text{dan.h}^{*****}} = 2\,655\,520$ l/dan

- kamp : $Q_{\max, \text{dan.kamp}} = 80\,160$ l/dan

- industrija: $Q_{\max, \text{dan.ind.}} = 97\,200$ l/dan

- gašenje požara : $Q_{\max, \text{uk.pož.}} = 360\,000$ l/dan

- za vlastite potrebe : Vl. potrebe = 4 385 020 l/dan

- gubitci: Gubitci = 1 446 076 l/dan

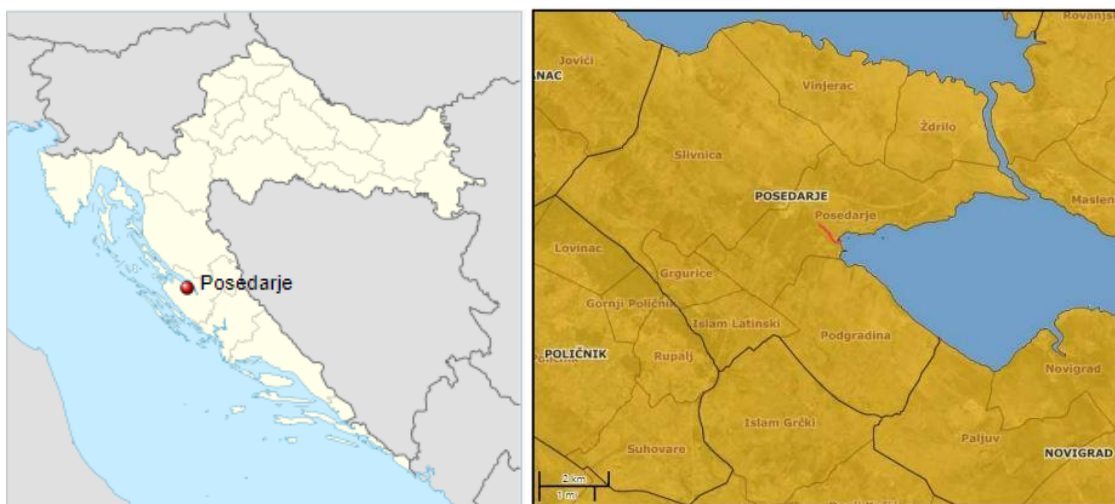
Na temelju gornje proračunatih vrijednosti potrošnje vode u diplomskom radu je razrađeno nekoliko varijanti gravitacijskog i potisnog sustava dobave vode prema glavnim vodospremama, te je provedeno nekoliko hidrauličkih modela za dani vodoopskrbni sustav sa mjerodavnim hidrauličkim proračunima.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE ANALIZIRANOG PODRUČJA

2.1. Općenito

Prvi put se Posedarje spominje početkom 13.stoljeća pod latinskim nazivom Possedaria. Općina Posedarje ima ukupnu površinu od 77,21 km², što čini 2,1 % površine Zadarske županije, a sastoji se od 7 naselja. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine u Općini je živjelo 3607 stanovnika, od toga u naselju Posedarje 1358 stanovnika.

Posedarje se nalazi oko 25 km sjeveroistočno od administrativnog i gospodarskog središta Zadarske županije, grada Zadra, na obali Novigradskog mora. Kroz mjesto prolazi jadranska magistrala na dijelu Zadar - Maslenica, a neposredno iznad njega i autocesta Zagreb-Split. Od gospodarskih grana treba spomenuti turizam, poljoprivrednu proizvodnju i ribarstvo[1].



Slika 1: Kartografski prikaz Posedarja na karti RH

Vodno blago Zadarske županije čine pretežito otvoreni vodotoci koji se formiraju na sjeveru županije, dok je priobalje, a pogotovo otoci, područje na kojem nema dovoljno vodnih resursa.

Najistaknutije tekućice u Zadarskoj županiji su: Zrmanja, Una, Otuča, Ričica, Miljašić Jaruga, Baščica i Kotarka. Pojedinačna istraživanja kopnenih voda ukazuju na sve lošije stanje pojedinih tekućica, stajaćica i podzemnih voda. Dok su u izvorišnim područjima, udaljenijim od naselja uglavnom dobre kvalitete, u blizini naseljenih mjesta ove vode su često ugrožene različitim oblicima i intenzitetima onečišćenja. Posebice treba ukazati na određena onečišćenja rijeke Zrmanje nizvodna od Obrovca, potoka Ričine u Zadru, Ričice i Otuče kod Gračaca [2].

Na području županije postoji šest većih komunalnih poduzeća koji upravljaju vodoopskrbnim sustavima na svome području sa sjedištima u Zadru, Biogradu, Benkovcu, Gračacu, Pagu i Poveljani [2].

Vodoopskrbni sustav Zadra je najveći na području županije, a u potpunosti je pod upravljanjem komunalnog poduzeća Vodovod d.o.o. Zadar. Vodovod d.o.o. Zadar upravlja složenim i zahtjevnim vodoopskrbnim sustavom koji se prostire na oko 215 250 ha površine, opskrbljuje oko 123 000 stanovnika. U svom sastavu ima 23 crpne i procrpne stanice, 26 vodospremnika i prekidnih komora kapaciteta 31 840 m³ i oko 950 km cjevovoda (ukupna dužina cjevovoda iznosi oko 750 km, uz dodatnih oko 200 km priključnih vodova koje također održava Vodovod d.o.o.) [2].

Veliki dio potrošnje odnosi se na ljetne mjeseci kada su potrebe za vodom najveće, a kapaciteti izvorišta najmanji. Tada je neophodno uključiti i vode sa direktnog zahvata na Zrmanji kod Berberovog buka. Glavna izvorišta u sustavu su na lokacijama Bokanjca (Jezerce i Bunari 4 i 5), Golubinka kod Ljubča, Boljkovac, izvori na desnoj obali rijeke Zrmanje (Dorinovac, Čavlinovac i Sekulića Vrelo) koji se zajedno nazivaju izvori u Muškovcima, te zahvat Berberov Buk na rijeci Zrmanji. Pri tome je zahvat vode na Zrmanji ograničen minimalnim protokom koji iznosi oko 2 m³/s, a treba računati i na biološki minimum od 1m³/s (može se crpiti ukupno do 1150 l/s)[2].

Zapadni dio zadarskog vodoopskrbnog sustava počinje sa izvorima u Muškovcima i zahvatu na Berberovom Buku čije vode se gravitacijski dovode do crpne stanice Dolac sa četiri crpke ukupnog kapacitete 1305 l/s, visine dizanja 185-207 m, instalirane snage 3800 kW. Sve vode se dižu u vodospremnik Milanci volumena 2000 m³, na koti dna 182,3 m.n.m. iz kojeg se gravitacijski odvede cjevovodom profila 1000 mm do lokacije tvornice Glinica od koje se račvaju cjevovodi prema zapadnom i južnom dijelu

sustava. Južni krak najprije opskrbljuje vodom grad Obrovac te dalje Karin, općinu Novigrad i dio koji pripada Benkovačkom distribucijskom području.

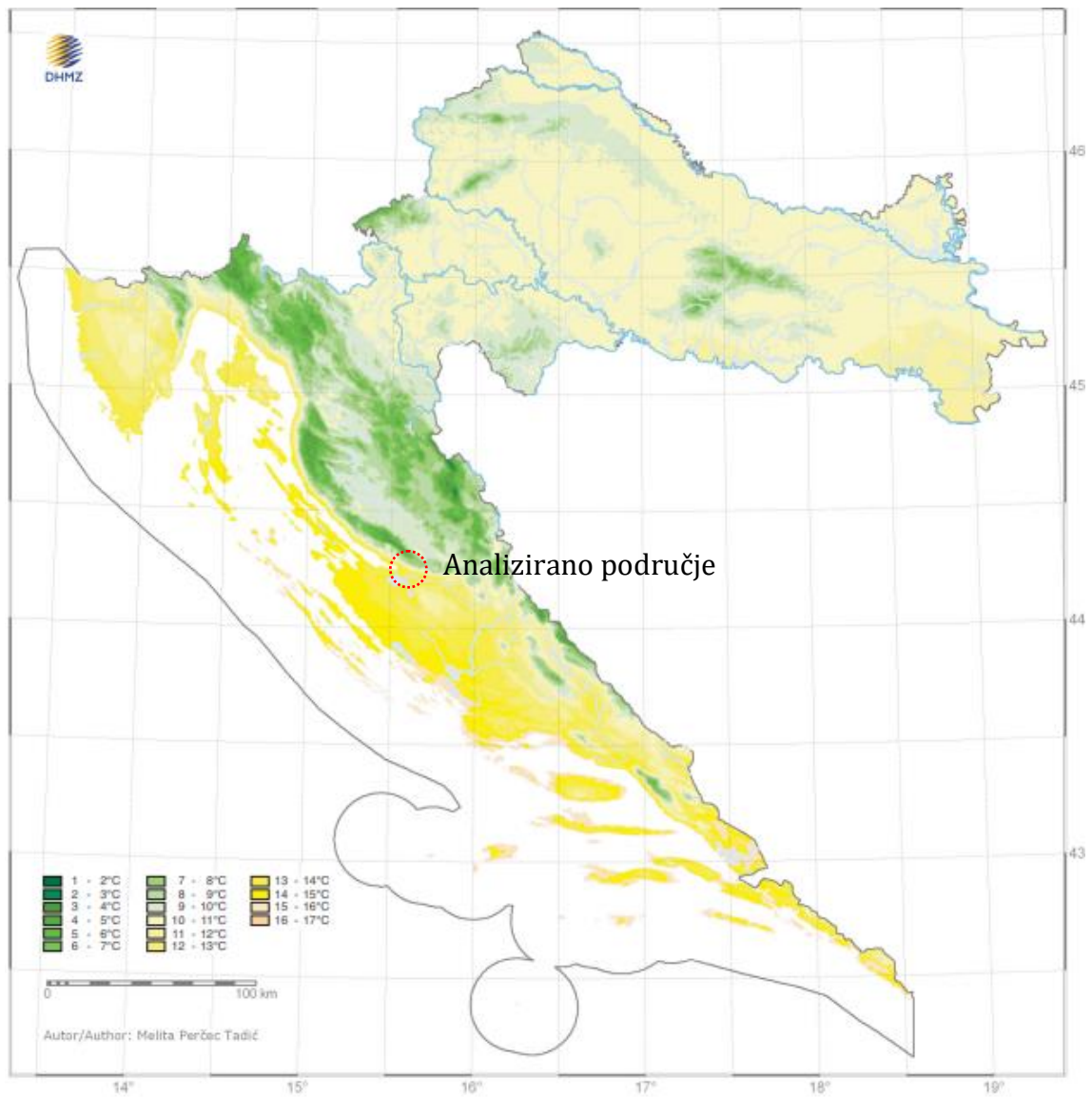
Zapadnim krakom od tvornice Glinica voda se gravitacijski dovodi cjevovodima profila 1000, 900 i 850 mm sve do vodospremnika Pudarica u Zadru volumena 6000 m³ na koti dna 71,7 mn.m. Na tom putu odvajaju se cjevovodi za vodoopskrbu usputnih naselja i područja. Značajniji odvojeci su preko Rovajske do Starigrada profilom 400 i 300 mm, novi odvojak preko crpne stanice Grgurica profila 500 mm prema središtu Ravnih Kotara, te odvojak profila 600 mm prema Ražancu [2].

Dakle, Posedarje spada pod zadarski vodoopskrbni sustav te kao takav dobija vodu sa rijeke Zrmanje, sa izvora Muškovci (minimalna izdašnost 450 l/s) te u sušnim razdobljima u kombinaciji sa direktnim zahvatom kod Berberovog Buka. Također u samom mjestu postoji i pričuvni izvor vode Mrzlac izdašnosti 2,0 l/s koji je tek u fazi istraživanja. U Prilogu 13.1. prikazan je stvarni prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje na ortofoto podlozi.

Prema izračunu iz 2006.godine i na temelju podataka o broju stanovnika iz 2001.godine, opskrbljenost stanovništva vodom Općine Posedarje iz javnog vodovoda iznosila je 1398 stanovnika od njih 3513, odnosno 40% ukupnog stanovništva [2].

2.2. Klimatske značajke

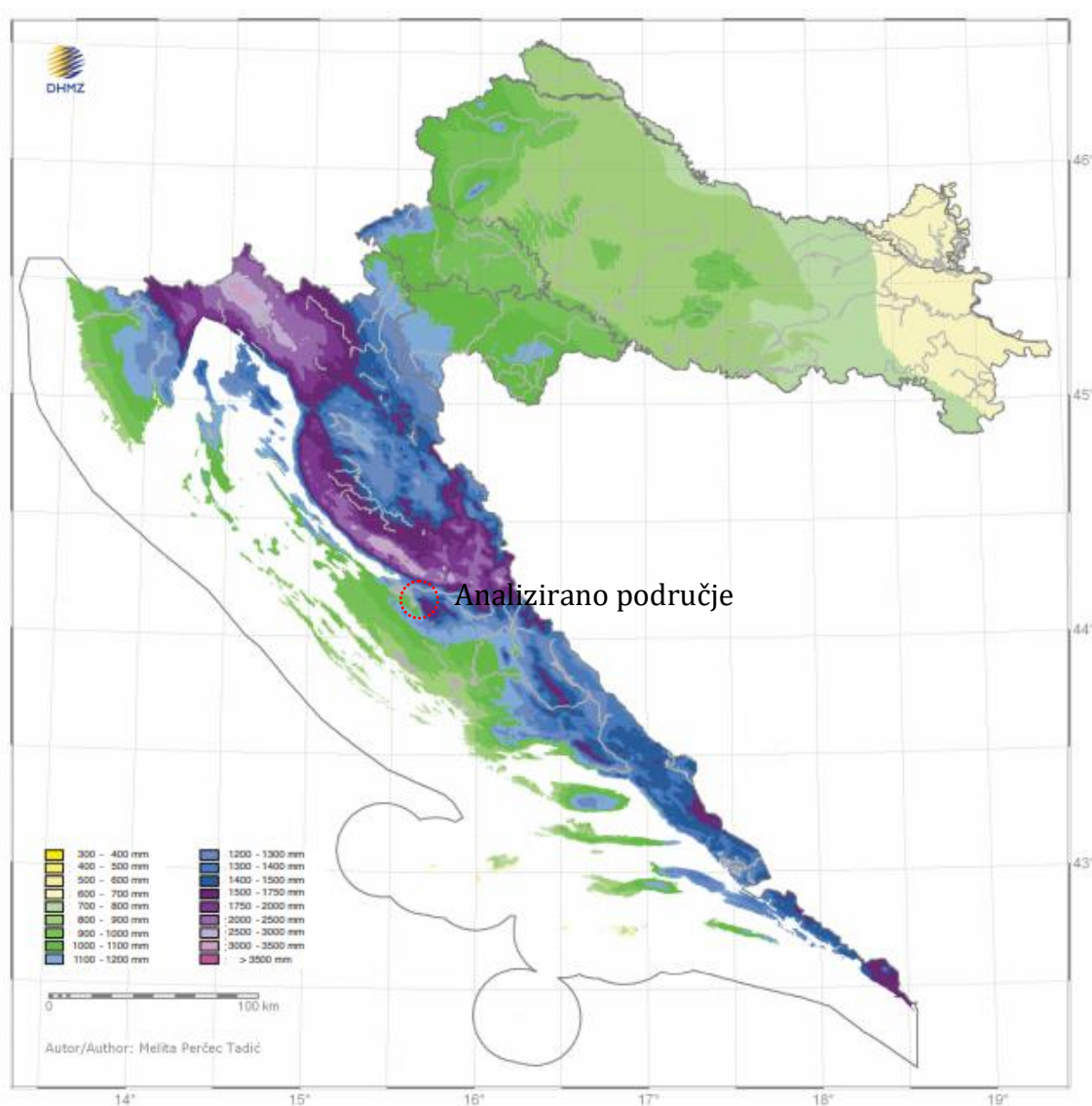
Prema Köppenovoj klasifikaciji klime, šire područje zahvata pripada umjereno toploj kišnoj klimi sa suhim razdobljem u toplom dijelu godine i srednjom temperaturom zraka najtoplijeg mjeseca iznad 22 °C. Takva klima još se naziva i sredozemnom klimom. Na Slici 2. prikazane su srednje godišnje temperature u Republici Hrvatskoj. Na slici se vidi da na području Posedarja srednja godišnja temperatura iznosi 14-15°C.



Slika 2: Srednja godišnja temperatura u Republici Hrvatskoj

Srednji godišnji hod temperature zraka na meteorološkoj postaji Zadar-Zemunik u razdoblju od 1981. do 2010. godine imao je maksimum u srpnju (24,4 °C) i minimum u siječnju (5,2 °C), a srednji godišnja temperatura zraka iznosila je 14,0 °C.

Na Slici 3. prikazane su godišnje oborine za područje Republike Hrvatske.

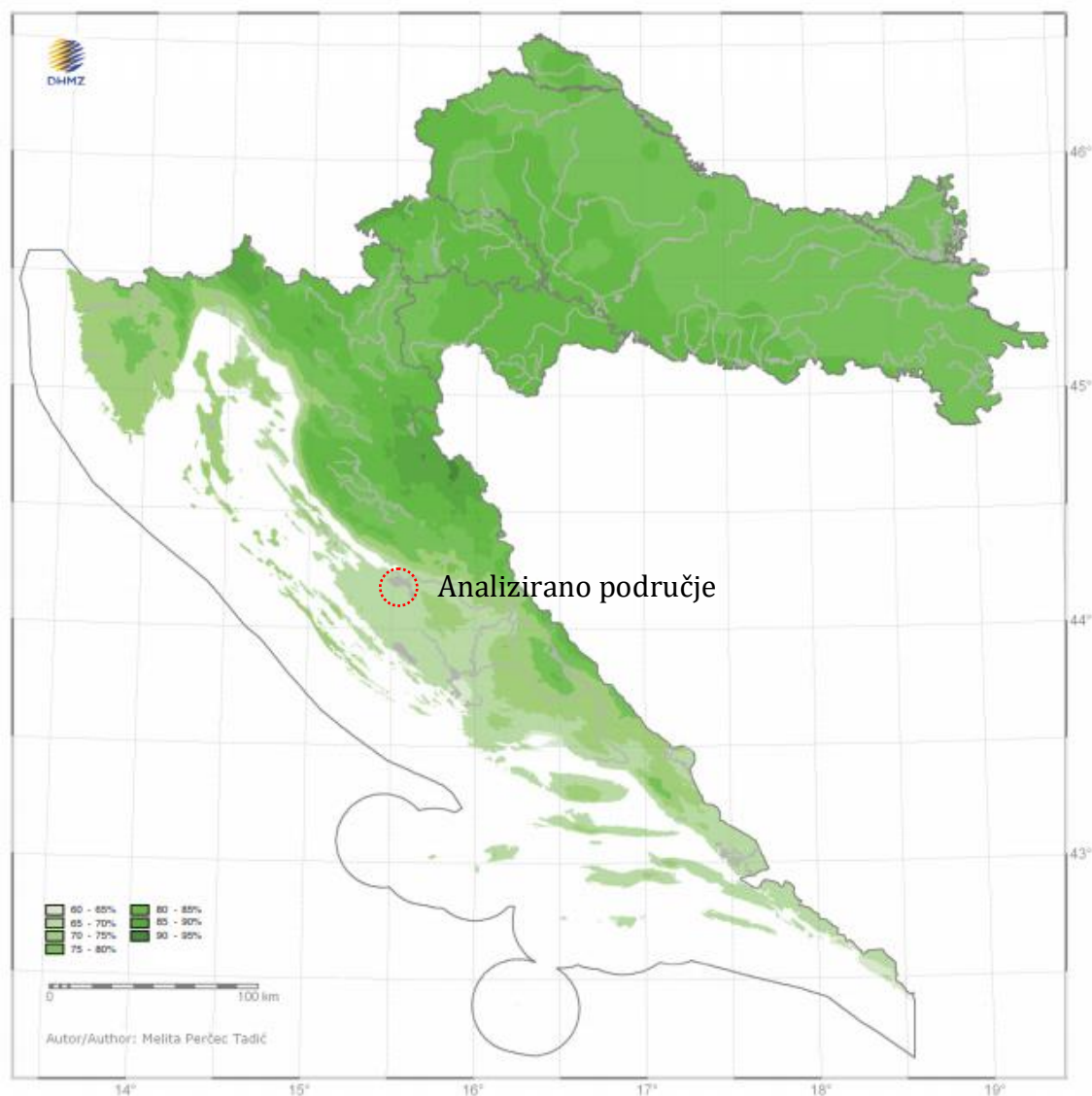


Slika 3: Godišnje količine oborine za područje Republike Hrvatske

Godišnje je u prosjeku palo između 1200-1300 mm. U hladnom dijelu godine palo je više oborina nego u toplom, ali razlika je malo manje izražena nego na obližnjim postajama Zadar i Novigrad, što upućuje na povećan utjecaj kontinentalnosti na inače maritiman oborinski režim. Studeni i prosinac su mjeseci s najvećom količinom oborina (103,0 – 106,8 mm), a srpanj s najmanjom (27,5 mm). Najveće mjesečne količine oborina pale su u prosincu 2005. (234,2 mm) i siječnju 2009. godine (233,0 mm). Broj maglovitih dana je bio 34,9. Prema podacima za isto vremensko razdoblje od 1981. do 2010. godine, na postaji Zemunik su bili najizraženiji vjetrovi iz

sjeveroistočnog, istočnog i jugoistočnog smjera (NE, ENE, E, ESE i SE), tj. bura i jugo, s ukupnim udjelom od 47,9 % (osobito je bio izražen vjetar iz E smjera s 11,1 %), a vjetrovi iz ostalih smjerova su bili znatno manje izraženi. Nešto je veći bio udio vjetra iz W i NW smjerova (maestral) s udjelom od 7,7 % odnosno 11,8 %. Najveću snagu i brzinu imali su bura, jugo i maestral, a tišina je bila zastupljena s 13%.

Na Slici 4. se vidi prosječna relativna vrijednost vlage za Posedarje.



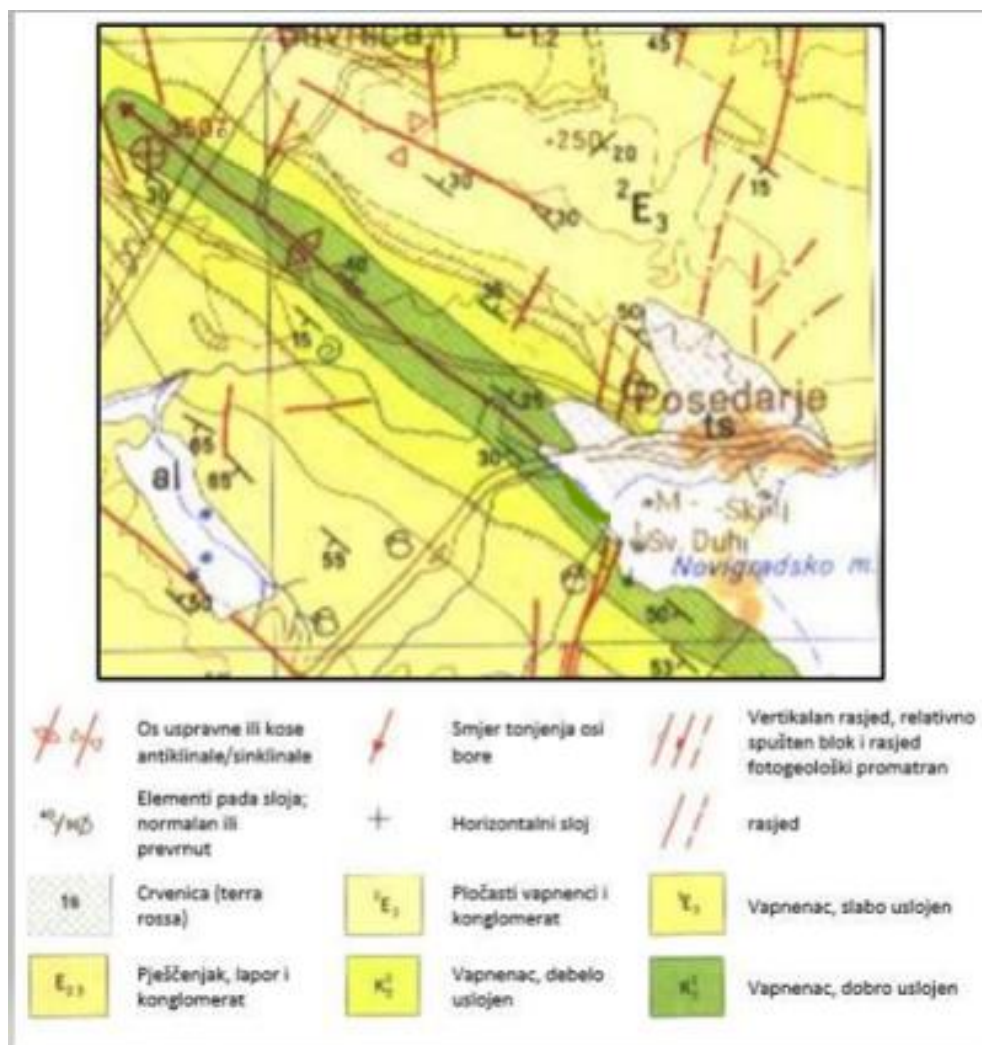
Slika 4: Prosječna relativna vlažnost za područje Republici Hrvatskoj

Prema prosječnoj vrijednosti relativne vlage zraka od 75%, ali isto tako i prema mjesečnim vrijednostima, područje Zadarske županije spada u kategoriju sa suhim zrakom. Prosječni godišnji broj sunčanih sati za područje Zadra je iznosio ukupno

2475 sati godišnje što je iznad prosjeka Hrvatske. Najveći broj sunčanih sati u prosjeku je imao mjesec srpanj (356 sati), dok je mjesec s najmanje sunčanih sati bio prosinac (109 sati) [1].

2.3. Geološke značajke

Područje Novigradskog mora smješteno je u zoni Vanjskih Dinarida, dijelu dinaridskog geomorfološkog sustava. Prema Osnovnoj geološkoj karti (OGK) SFRJ 1:100.000, list Zadar i pripadajućem područje zahvata pripada tektonskoj jedinici Ravni kotari. Geomorfološki, Ravni kotari su specifični po izmjeni mezozojskih i paleogenskih naslaga, poglavito krednih vapnenaca te vapnenaca i fliša eocenskog razdoblja zahvaljujući evoluciji reljefa koja je dovela do izrazito boranog terena s antiklinalnim udolinama i sinklinalnim uzvišenjima. Generalno pružanje orografske osi vanjskih Dinarida je u smjeru SZ-JI što prate i paralelne reljefne strukture područja Ravnih kotara. Dio zapadnog naselja, koji se nalazi bliže moru, prolazi područjem karakterističnog kvartarnog sedimenta na karbonatnoj podlozi – terrarossa ili zemlja crvenica[4].



Slika 5: Geološka karta šireg područja zahvata

2.4. Kulturno – povijesna baština

Uvidom u Registar kulturnih dobara Ministarstva kulture Republike Hrvatske i relevantnu prostorno-plansku dokumentaciju može se zaključiti da na lokaciji zahvata, niti u zonama potencijalnog utjecaja izvođenja radova, nema registriranih ni evidentiranih lokaliteta kulturno-povijesne baštine. Najbliže registrirano kulturno dobro je crkva Sv. Duha na istoimenom otočiću [4].

3. PRORAČUN MJERODAVNIH KOLIČINA VODE ZA NASELJE POSEDARJE

3.1. Potrošnja vode za kućanske potrebe

Konačni broj stanovnika na kraju projektnog razdoblja

Konačni broj stanovnika na kraju projektnog razdoblja ovisi o sljedećim parametrima, te se računa prema izrazu (1):

N_k - konačni broj stanovnika na kraju usvojenog projektnog razdoblja [n]

N_0 - sadašnji broj stanovnika [n]

p - godišnji postotak prirasta stanovništva [%]

R_p - projektno razdoblje [god.].

Podaci o sadašnjem broju stanovništva preuzeti su iz popisa stanovništva iz 2011.godine, a prirast je određen na temelju posljednja dva popisa stanovništva iz 2001. i 2011. godine.

$N_0 = 1358$ stanovnika

$p = 1,06 \%$

$R_p = 25$ godina

$$N_k = N_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{R_p} = \quad (1)$$

$$N_k = N_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{R_p} = 1358 \cdot \left(1 + \frac{1.06}{100}\right)^{25} = 1767,59 \text{ stanovnika} = 1768 \text{ stanovnika}$$

Konačan broj stanovnika na kraju projektnog razdoblja iznosi 1768 stanovnika.

Potrošnja vode za stanovništvo i turiste

Specifična potrošnja vodese definira kao utrošak (potrošnja) vode po jednomstanovniku u roku od jednog dana (l/stanovniku/dan). Ovisi o stupnju sanitarno-tehničke opremljenosti stanova, kvaliteti i cijeni vode, uređenju naselju, postojanju kanalizacije, klimatskim prilikama i slično [5]:

$q_{sp.stan.}$ - specifična potrošnja vode za stanovništvo [l/stan/dan]

$q_{sp.hotel^{***}}$ - specifična potrošnja vode za hotel *** [l/tur/dan]

$q_{sp.hotel^{****}}$ - specifična potrošnja vode za hotel **** [l/tur/dan]

$q_{sp.kamp.kat.B}$ - specifična potrošnja vode za kamp^{kat.B} [l/tur/dan]

$k_{max.dan.stan.}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje za stanovništvo

$k_{max.dan.hotel^{***}}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje za hotele ***

$k_{max.dan.hotel^{****}}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje za hotele ****

$k_{max.dan.kamp.kat.B}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje za kamp^{kat.B}

$k_{max.sat.stan.}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće satne potrošnje za stanovništvo

$k_{max.sat.hotel^{***}}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće satne potrošnje za hotele ***

$k_{max.sat.hotel^{****}}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće satne potrošnje za hotele ****

$k_{max.sat.kamp.kat.B}$ - koeficijent neravnomjernosti najveće satne potrošnje za kamp^{kat.B}

$N_{t.hotel^{***}}$ - konačni broj turista u hotelu *** [n]

$N_{t.hotel^{****}}$ - konačni broj turista u hotelu **** [n]

$N_{t.kamp.kat.B}$ - konačni broj turista u kamp^{kat.B} [n].

Kao karakter opreme zgrade sanitarno-tehničkim uređajima za dano naselje uzete su zgrades opremljenim vodovod i kanalizacija, te kupaonica (Tablica 1.), [5].

Tablica 1: Specifična potrošnja vode

Karakter opreme zgrade sanitarno - tehničkim uređajima	Specifična potrošnja (l/stanovniku/dan)
Naselja sa zgradama koje nisu opremljene vodovodom i kanalizacijom	30 do 50
Naselja sa zgradama opremljenim unutarnjim vodovodom i kanalizacijom bez kupaonice	125 do 150
Naselja sa zgradama opremljenim vodovodom, kanalizacijom i kupaonicom	150 do 230
Naselja sa zgradama opremljenim unutarnjim vodovodom, kanalizacijom i sistemom centralne opskrbe toplom vodom	250 do 400

Specifične potrošnje vode za pojedine kategorije potrošača iznose:

$$q_{sp.stan.} = 230 \text{ l/stan/dan očitano iz Tablice 1}$$

$$q_{sp.priv.} = 300 \text{ l/tur/dan (preuzeto iz [4])}$$

$$q_{sp.hotel***} = 400 \text{ l/tur/dan (preuzeto iz [4])}$$

$$q_{sp.hotel****} = 400 \text{ l/tur/dan (preuzeto iz [4])}$$

$$q_{sp.kamp.kat.B} = 120 \text{ l/tur/dan (preuzeto iz [4]).}$$

Koeficijenti neravnomjernosti određeni su prema Tablici 2. [5]:

Tablica 2: Koeficijenti maksimalne/minimalne dnevne/satne neravnomjernosti potrošnje vode

Kategorija potrošača	$k_{max,dn}$	$k_{min,dn}$	$k_{max,sat}$	$k_{min,sat}$
Naselje seoskog tipa	2,00	0,10	3,00	0,20
Naselje mješovitog tipa	1,70	0,50	2,40	0,10
Naselje gradskog tipa				
do 10000 stanovnika	1,50	0,60	1,80	0,25
10 do 50000 stanovnika	1,40	0,65	1,60	0,30
50 do 100000 stanovnika	1,30	0,70	1,50	0,30
Preko 100000 stanovnika	1,25	0,70	1,40	0,35
Turistički objekti				
A kategorija	1,40	0,60	2,50	0,25
Ostale kategorije	1,60	0,60	2,20	0,25
Privatni smještaj	1,80	0,50	2,20	0,25
Kampovi	2,00	0,40	2,30	0,00
Bolnice	1,50	0,60	2,20	0,00
Stoka	1,50	0,60	3,00	0,10

$k_{max,dan,stan.} = 2,0$ (maksimalni dnevni koeficijent neravnomjernosti za stanovništvo)

$k_{max,dan,priv.} = 1,8$ (maksimalni dnevni koeficijent neravnomjernosti za privatni smještaj)

$k_{max,dan,hotel^{***}} = 1,6$ (maksimalni dnevni koeficijent neravnomjernosti za hotel^{***})

$k_{max,dan,hotel^{****}} = 1,4$ (maksimalni dnevni koeficijent neravnomjernosti za hotel^{****})

$k_{max,dan,kamp.kat.B} = 2,0$ (maksimalni dnevni koeficijent neravnomjernosti za kamp kategorije B)

$k_{max,sat,stan.} = 3,0$ (maksimalni satni koeficijent neravnomjernosti za stanovništvo)

$k_{max,sat,priv.} = 2,2$ (maksimalni satni koeficijent neravnomjernosti za privatni smještaj)

$k_{max,sat,hotel^{***}} = 2,2$ (maksimalni satni koeficijent neravnomjernosti za hotel^{***})

$k_{max,sat,hotel^{****}} = 2,5$ (maksimalni satni koeficijent neravnomjernosti za hotel^{****})

$k_{max,sat,kamp.kat.B} = 2,3$ (maksimalni satni koeficijent neravnomjernosti za kamp kategorije B)

Na temelju podataka dobivenih od strane TZ Posedarje iz 2019.godine broj turista po određenim smještajnim kapacitetima iznosi:

$$N_{t.priv} = 5297 \text{ turista}$$

$$N_{t.hotel***} = 1131 \text{ turista}$$

$$N_{t.hotel****} = 4742 \text{ turista}$$

$$N_{t.kamp.kat.B} = 334 \text{ turista.}$$

Srednja dnevna potrošnja vode, $Q_{sr.dan}$.

Srednja dnevna potrošnja vode definira se kao umnožak „specifične potrošnje vode, „ q_{sp} “ i broja stanovnika, „ N_k “:

$$Q_{sr.dan.} = q_{sp.} \cdot N_k(2)$$

- srednja dnevna potrošnja vode za stanovništvo:

$$Q_{sr.dan.stan.} = q_{sp.stan.} \cdot N_k = 230 \cdot 1768 = 406640 \frac{l}{dan} = 4,71 \frac{l}{s}$$

- srednja dnevna potrošnja vode za privatni smještaj:

$$Q_{sr.dan.priv} = q_{sp.priv} \cdot N_{t.priv} = 300 \cdot 5297 = 1589100 \frac{l}{dan} = 18,39 \frac{l}{s}$$

- srednja dnevna potrošnja vode za hotel *:**

$$Q_{sr.dan.hotel***} = q_{sp.hotel***} \cdot N_{t.hotel***} = 400 \cdot 1131 = 452400 \frac{l}{dan} = 5,24 \frac{l}{s}$$

- srednja dnevna potrošnja vode za hotel **:**

$$Q_{sr.dan.hotel****} = q_{sp.hotel****} \cdot N_{t.hotel****} = 400 \cdot 4742 = 1896800 \frac{l}{dan} = 21,95 \frac{l}{s}$$

- srednja dnevna potrošnja vode za kamp^{kat.B}:

$$Q_{sr.dan.kamp.kat.B} = q_{sp.kamp.kat.B} \cdot N_{t.kamp.kat.B} = 120 \cdot 334 = 40080 \frac{l}{dan} = 0,46 \frac{l}{s}$$

Ukupna srednja dnevna potrošnja vode za sve potrošače u sustavu, $Q_{uk.sr.dan.}$:

$$Q_{uk.sr.dan.} = Q_{sr.dan.stan.} + Q_{sr.dan.priv} + Q_{sr.dan.hotel***} + Q_{sr.dan.hotel****} + Q_{sr.dan.kamp.kat.B} = 4\,385\,020 \frac{l}{dan} = 50,75 \frac{l}{s}$$

Maksimalna dnevna potrošnja vode, $Q_{max.dan.}$

Najveća (maksimalna) dnevna potrošnja vode za pojedine potrošače u vodoopskrbnom sustavu se određuje prema izrazima:

$$Q_{max.dan.} = k_{max.dan.} \cdot Q_{sr.dan.} \quad (3)$$

gdje je $k_{max.dan.}$ koeficijent maksimalne dnevne neravnomjernosti potrošnje vode, a $Q_{sr.dan.}$ je srednja dnevna potrošnja vode.

- maksimalna dnevna potrošnja vode za stanovništvo:

$$Q_{max.dan.stan.} = k_{max.dan.stan.} \cdot Q_{sr.dan.stan.} = 2.0 \cdot 406640 = 813280 \frac{l}{dan} = 9,41 \frac{l}{s}$$

- maksimalna dnevna potrošnja vode za privatni smještaj:

$$Q_{max.dan.priv} = k_{max.dan.priv} \cdot Q_{sr.dan.priv} = 1.8 \cdot 1589100 = 2860380 \frac{l}{dan} = 33,11 \frac{l}{s}$$

- maksimalna dnevna potrošnja vode za hotel *:**

$$Q_{max.dan.hotel***} = k_{max.dan.hotel***} \cdot Q_{sr.dan.hotel***} = 1.6 \cdot 452400 = 723840 \frac{l}{dan} = 8,38 \frac{l}{s}$$

- maksimalna dnevna potrošnja vode za hotel **:**

$$Q_{max.dan.hotel****} = k_{max.dan.hotel****} \cdot Q_{sr.dan.hotel****} = 1.4 \cdot 1896800 = 2655520 \frac{l}{dan} = 30,74 \frac{l}{s}$$

- maksimalna dnevna potrošnja vode za kamp^{kat.B}:

$$\begin{aligned} Q_{\max.\text{dan.kamp.kat.B}} &= k_{\max.\text{dan.kamp.kat.B}} \cdot Q_{\text{ssr.dan.kamp.kat.B}} = 2.0 \cdot 40080 \\ &= 80160 \frac{\text{l}}{\text{dan}} = 0,93 \frac{\text{l}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Ukupna maksimalna dnevna potrošnja vode za sve potrošače na sustavu, $Q_{\text{uk.max.dan}}$ iznosi:

$$\begin{aligned} Q_{\text{uk.max.dan.}} &= Q_{\max.\text{dan.stan.}} + Q_{\max.\text{dan.priv}} + Q_{\max.\text{dan.hotel***}} + Q_{\max.\text{dan.hotel****}} \\ &\quad + Q_{\max.\text{dan.kamp.kat.B}} = 7\,133\,180 \frac{\text{l}}{\text{dan}} = 82,6 \frac{\text{l}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Maksimalna satna potrošnja vode, $Q_{\max.\text{sat}}$.

Količina vode koja se troši u satu najveće potrošnje nazivamo najveća (maksimalna) satna potrošnja i nju određujemo po slijedećem izrazu [4]:

$$Q_{\max.\text{sat.}} = \frac{k_{\max.\text{sat.}} \cdot Q_{\max.\text{dan.}}}{24} \quad (4)$$

gdje je $k_{\max.\text{sat.}}$ koeficijent maksimalne satne neravnomjernosti potrošnje vode, a $Q_{\max.\text{dan.}}$ je maksimalna dnevna potrošnja vode.

- maksimalna satna potrošnja vode za stanovništvo:

$$Q_{\max.\text{sat.stan.}} = \frac{k_{\max.\text{sat.stan.}} \cdot Q_{\max.\text{dan.stan.}}}{24} = \frac{3.0 \cdot 813280}{24} = 101660 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 28,24 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

- maksimalna satna potrošnja vode za privatni smještaj:

$$Q_{\max.\text{sat.priv}} = \frac{k_{\max.\text{sat.priv}} \cdot Q_{\max.\text{dan.priv}}}{24} = \frac{2.2 \cdot 2860380}{24} = 262201,5 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 72,83 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

- maksimalna satna potrošnja vode za hotel *:**

$$\begin{aligned} Q_{\max.\text{sat.hotel***}} &= \frac{k_{\max.\text{sat.hotel***}} \cdot Q_{\max.\text{dan.hotel***}}}{24} = \frac{2.2 \cdot 723840}{24} = 66352 \frac{\text{l}}{\text{h}} \\ &= 18,43 \frac{\text{l}}{\text{s}} \end{aligned}$$

- maksimalna satna potrošnja vode za hotel **:**

$$Q_{max.sat.hotel****} = \frac{k_{max.sat.hotel****} \cdot Q_{max.dan.hotel****}}{24} = \frac{2.50 \cdot 2655520}{24}$$

$$= 276616,67 \frac{l}{h} = 76,84 \frac{l}{s}$$

- maksimalna satna potrošnja vode za kamp^{kat.B}:

$$Q_{max.sat.kamp.kat.B} = \frac{k_{max.sat.kamp.kat.B} \cdot Q_{max.dan.kamp.kat.B}}{24} = \frac{2.30 \cdot 80160}{24} = 7682 \frac{l}{h}$$

$$= 2,13 \frac{l}{s}$$

Ukupna maksimalna satna potrošnja vode svih potrošača na sustavu, $Q_{uk.max.sat}$:

$$Q_{uk.max.sat} = Q_{max.sat.stan.} + Q_{max.sat.priv} + Q_{max.sat.hotel***} + Q_{max.sat.hotel****}$$

$$+ Q_{max.sat.kamp.kat.B} = 714\,512,17 \frac{l}{h} = 198,47 \frac{l}{s}$$

Tablica 3: Mjerodavne količine potrošača

	$Q_{sr.dan.}$ [l/s]	$Q_{max.dan.}$ [l/s]	$Q_{max.sat.}$ [l/s]
Stanovništvo	4,71	9,41	28,24
Privatni smještaj	18,39	33,11	72,83
Hotel ***	5,24	8,38	18,43
Hotel ****	21,95	30,74	76,84
Kamp _{kat.B}	0,46	0,93	2,13
Ukupno	50,75	82,6	198,47

3.2. Potrošnja vode za industrijske potrebe, Q_{ind} .

Potrošnja vode ovisi o tipu primjenjene opreme, sheme tehnološkog procesa i lokalnih uvjeta (često se određuje anketom kod proizvodnih tehnologa) [5]:

$q_{dan.ind.}$ - dnevna potrebna količina vode za industriju [l/s]

t_i - broj sati rada industrije [sati]

$q_{dan.ind.} = 3$ l/s (specifična količina vode u proizvodnom procesu)

$t_i = 9$ h (vrijeme rada pojedine tvornice/industrijskog kompleksa).

Na temelju gornjih ulaznih vrijednosti određena je potrebna količina vode za industrijske potrebe:

$$Q_{ind.} = q_{ind.dan.} \cdot t_i = 3 \cdot 9 \cdot 60 \cdot 60 = 97200 \frac{l}{dan}$$

Napomena: potrošnja vode uzeta je prema podacima koji su prikupljeni kroz telefonske razgovore sa ljudima iz pojedinih tvornica na danom području (2 betonare, svaka troši otprilike 1,5 l/s).

3.3. Potrošnja vode za gašenje požara, $Q_{pož.}$

Ovisno o veličini naselja (broju stanovnika), otpornosti objekta od požara, te zbijenosti i karakteru izgrađenosti određuje se:

- potrošnja vode za gašenje požara, (lit./s),
- broj istovremenih požara na teritoriju grada ili industrijskog pogona,
- minimalno trajanje gašenja požara, (h) [5].

Potrošnja vode za gašenje požara za stanovništvo:

Potrošnja vode za gašenje požara za stanovništvo se određuje prema veličini naselja, uzimajući u obzir i broj turista na danom području (Tablica 4.).

Tablica 4: Određivanje potrošnje vode za gašenje požara

Veličina naselja	Broj istovremenih požara [1]	Minimalno trajanje gašenja požara	Potrošnja vode po jednom požaru q_p [lit./s]
Sela ispod 1000 stanovnika	1	2	5
Manja naselja do 5000 stanovnika	1	2	10
Naselja od 6000 do 10000 stanovnika	1	2	15
Gradovi od 11000 do 25000 stanovnika	2	2	15
Gradovi od 26000 do 30000 stanovnika	2	2	25
Gradovi od 51000 do 100000 stanovnika	2	2	35
Gradovi od 101000 do 200000 stanovnika	3	2	40
Gradovi od 201000 do 300000 stanovnika	3	2	50
Gradovi od 301000 do 400000 stanovnika	3	2	60
Gradovi od 401000 do 500000 stanovnika	3	2	70
Gradovi od 501000 do 600000 stanovnika	3	2	75
Gradovi od 601000 do 700000 stanovnika	3	2	80
Gradovi od 701000 do 800000 stanovnika	3	2	85
Gradovi od 801000 do 1000000 stanovnika	3	2	90
Gradovi od 1001000 do 2000000 stanovnika	4	2	90

Stoga slijedi izračun za potrošnju vode za gašenje požara za stanovništvo:

$$Q_{požar.st.} = broj\ istovremenih\ požara \times minimalno\ trajanje\ gašenja\ požara \times potrošnja\ vode\ po\ jednom\ požaru \quad (5)$$

Podaci za izračun preuzeti su iz Tablice 4.

$$Q_{požar.st.} = 2 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 60 = 216000 \text{ l/dan} = 216 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Potrošnja vode za gašenje požara u industriji:

Potrošnja vode za gašenje požara u industriji se kreće od 10 do 35 [lit./s] po jednom požaru, s time da se za površinu na kojoj se nalazi industrijski objekt do 150 ha računa s jednim istovremenim požarom, a ako je površina veća od 150 ha s dva istovremena požara.

Površina industrije je manja od 150 ha, a potrošnja vode za gašenje požara u industriji je uzeta sa 20 l/s.

Stoga slijedi izračun za potrošnju vode za gašenje požara u industriji:

$$Q_{\text{požar.ind.}} = \text{broj istovremenih požara} \times \text{minimalno trajanje gašenje požara} \times \text{potrošnja vode po jednom požaru} \quad (6)$$

$$Q_{\text{požar.ind.}} = 1 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 60 \cdot 60 = 144000 \text{ l/dan} = 144 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Ukupna potrošnja vode za gašenje požara za dani vodoopskrbni sustav iznosi:

$$Q_{\text{požar}} = Q_{\text{požar.st.}} + Q_{\text{požar.ind.}} = 216000 + 144000 = 360000 \text{ l/dan}$$

3.4. Potrošnja vode za vlastite potrebe vodovoda, $Q_{\text{vl.potr.}}$

Potrošnja vode za vlastite potrebe na danom vodoopskrbnom sustava određuje se na temelju sljedećih formulacija:

$$1^\circ Q_{\text{vl.potr}} = \frac{2}{100} \cdot (Q_{\text{uk.max.dan.}} + Q_{\text{ind.}}) \quad (7)$$

gdje je $Q_{\text{uk.max.dan.}}$ ukupna maksimalna dnevna potrošnja vode, a $Q_{\text{ind.}}$ potrošnja vode za potrebe industrije.

$$\begin{aligned} Q_{\text{vl.potr}} &= \frac{2}{100} \cdot (Q_{\text{uk.max.dan.}} + Q_{\text{ind.}}) = \frac{2}{100} \cdot (7\,133\,180 + 97\,200) \\ &= 0,02 \cdot 7\,230\,380 \frac{\text{l}}{\text{dan}} = 1,446\,076 \frac{\text{l}}{\text{s}} \end{aligned}$$

2° 5-10% srednje dnevne potrošnje vode (stan.+priv.smještaj+hoteli+kamp)

$$\Sigma Q = 0,10 \times Q_{\text{uk.sr.dan.}} \quad (8)$$

$$\Sigma Q = 4\,385\,020 \frac{\text{l}}{\text{dan}} = 50,75 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,10 \cdot 50,75 = 5,075 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Kao mjerodavna vrijednost količine vode za vlastite potrebe vode za dani vodoopskrbni sustav uzima se druga varijanta proračuna (kako bi bili na strani sigurnosti).

3.5. Gubitci vode u vodovodnoj mreži, $Q_{gubitci}$

Za dani vodoopskrbni sustav pretpostavlja se da je izvrstan vodovod (novoizgrađena mreža), te se gubitci uzimaju sa maksimalnih 20%. Na temelju te konstatacije slijedi izračun gubitaka koji iznosi u konačnici:

$$Q_{gubitci} = 0,2 \cdot (Q_{uk.max.dan.} + Q_{ind.}) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} Q_{gubitci} &= 0,2 \cdot (Q_{uk.max.dan.} + Q_{ind.}) = 0,2 \cdot (7\,133\,180 + 97\,200) = 144\,6076 \frac{l}{dan} \\ &= 16,74 \frac{l}{s} \end{aligned}$$

4. HIDRAULIČKI PRORAČUN VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

Vodoopskrbnu mrežu za budući vodoopskrbni sustav je potrebno hidraulički dimenzionirati tako da on u svakom trenutku udovoljava potrebnim vodoopskrbnim količinama i tlakovima [5].

U samome mjestu Posedarje nalaze se dvije vodospreme. Kako nije bilo moguće doći do točnih podataka koliki je broj potrošača spojen na pojedinu vodospremu, on je određen prema udjelu potrošača na danom području, odnosno subjektivno prema autoru ovog diplomskog rada.

U Prilogu 13.2. i 13.3. prikazan je situacijski prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje za 1. dio naselja (centar+istok), a u Prilogu 13.4. i 13.5. za 2. dio naselja (zapad).

Tako je za 1. dio naselja Posedarje uzeta polovica $Q_{\max.\text{sat.stan}}$ i 70% $Q_{\max.\text{sat.priv.smj}}$. pošto se radi o turističkom dijelu naselja, $Q_{\max.\text{sat}}$ za hotel*** i $Q_{\max.\text{sat}}$ za hotel**** i $Q_{\max.\text{sat}}$ za kamp_{kat.B.} Za 2. dio naselja Posedarje uzeta je preostala količina $Q_{\max.\text{sat.stan}}$ i 30% $Q_{\max.\text{sat.priv.smj}}$ potrošnja industrije koja se nalazi u tom dijelu naselja.

U nastavku su prikazani hidraulički proračuni i radni tlakovi za 1. dio naselja (centar + istok) kroz Tablicu 5. i Tablicu 6., odnosno prema Tablici 7. i 8. hidraulički proračuni i radni tlakovi za 2. dio naselja.

Vidljivo je kako za prvi dio naselja Posedarje (centar + istok) pojedini potrošači koji su na većim nadmorskim visinama ne zadovoljavaju minimalni tlak od 2,5 bara što je i u stvarnosti problem, te se zbog toga krenulo u izgradnju nove vodospreme na koju su oni prespojeni. Na tim mjestima se postavljaju hidrofori kako bi se osigurao minimalni tlak, osim ako se radi o klasičnom čvoru (na kojem nije spojen potrošač) gdje nije potrebno osigurati minimalni tlak od 2,5 bara.

Č42	Č43	65.27	0.010945095		1	65.27	0.71	0.71	8.20	8.91	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1142	0.0190
Č42	P49	28.00	0.010945095		1	28.00	0.31	0.31	0.00	0.31	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0490	0.0190
Č42	P50	16.18	0.010945095		1	16.18	0.18	0.18	0.00	0.18	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0283	0.0190
Č41	Č42	29.51	0.010945095		1	29.51	0.32	0.32	9.40	9.72	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0516	0.0190
Č37	Č41	65.57	0.010945095		1	65.57	0.72	0.72	28.17	28.89	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1147	0.0190
Č40	P48	22.00	0.010945095		1	22.00	0.24	0.24	0.00	0.24	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0385	0.0190
Č40	P47	6.37	0.010945095		1	6.37	0.07	0.07	0.00	0.07	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0111	0.0190
Č40	P46	12.21	0.010945095		1	12.21	0.13	0.13	0.00	0.13	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0214	0.0190
Č39	Č40	25.05	0.010945095		1	25.05	0.27	0.27	0.44	0.72	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0438	0.0190
Č39	P45	31.91	0.010945095		1	31.91	0.35	0.35	0.00	0.35	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0558	0.0190
Č38	Č39	37.96	0.010945095		1	37.96	0.42	0.42	1.07	1.48	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0664	0.0190
Č38	P44	16.63	0.010945095		1	16.63	0.18	0.18	0.00	0.18	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0291	0.0190
Č37	Č38	20.00	0.010945095		1	20.00	0.22	0.22	1.67	1.88	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0350	0.0190
Č7	Č37	68.28	0.010945095		1	68.28	0.75	0.75	30.78	31.52	30.00	31.52	250	0.64	1.75	0.1195	0.0210
Č7	P7	60.79	0.010945095		1	60.79	0.67	0.67	0.00	0.67	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1064	0.0190
Č36	P43	77.88	0.010945095		1	77.88	0.85	0.85	0.00	0.85	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1363	0.0190
Č36	P42	17.33	0.010945095		1	17.33	0.19	0.19	0.00	0.19	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0303	0.0190
Č35	Č36	51.63	0.010945095		1	51.63	0.57	0.57	1.04	1.61	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0904	0.0190
Č35	P41	13.04	0.010945095		1	13.04	0.14	0.14	0.00	0.14	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0228	0.0190
Č7	Č35	91.50	0.010945095		1	91.50	1.00	1.00	1.75	2.75	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1601	0.0190
Č6	Č7	51.63	0.010945095		1	51.63	0.57	0.57	154.78	155.35	30.00	155.35	450	0.98	2.00	0.1033	0.0486
Č6	P6	8.04	0.010945095		1	8.04	0.09	0.09	0.00	0.09	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0141	0.0190
Č5	Č6	16.23	0.010945095		1	16.23	0.18	0.18	155.43	155.61	30.00	155.61	450	0.98	2.00	0.0325	0.0488
Č5	P5	76.95	0.010945095		1	76.95	0.84	0.84	0.00	0.84	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1347	0.0190
Č4	Č5	39.77	0.010945095		1	39.77	0.44	0.44	156.45	156.89	30.00	156.89	450	0.99	2.00	0.0795	0.0496
Č4	P4	6.66	0.010945095		1	6.66	0.07	0.07	0.00	0.07	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0117	0.0190
Č1	Č4	98.83	0.010945095		1	98.83	1.08	1.08	156.96	158.04	30.00	158.04	450	0.99	2.00	0.1977	0.0503
Č3	P3	198.83	0.010945095		1	198.83	2.18	2.18	0.00	2.18	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.3480	0.0190
Č3	P2	30.46	0.010945095		1	30.46	0.33	0.33	0.00	0.33	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0533	0.0190
Č2	Č3	69.97	0.010945095		1	69.97	0.77	0.77	2.51	3.28	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1224	0.0190
Č2	P1	30.98	0.010945095		1	30.98	0.34	0.34	0.00	0.34	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.0542	0.0190
Č1	Č2	76.95	0.010945095		1	76.95	0.84	0.84	3.61	4.46	30.00	30.00	250	0.61	1.75	0.1347	0.0190
V	Č1	270.16	0.010945095		0	0.00	0.00	0.00	162.50	162.50	30.00	162.50	450	1.02	2.00	0.5403	0.0532

$\Sigma L =$	6263.28 m
$\Sigma L^* =$	5947.87 m

1. KONTROLA	2. KONTROLA
$Q_{max.sat.stan+}$	$Q_{ukup.max.sat} =$
$Q_{max.sat.priv.s} = 65.10 \text{ l/s}$	$Q_{max.sat.stan+hot***+kamp+} = 162.50 \text{ l/s}$
	$priv.smj.+hot*** =$

Tablica 6: Radni tlakovi za 1. dio naselja Posedarje (centar + istok)

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLIJUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKJE LINIJE [m n.m.]	TLAK U ČVORU [m v.st.]
V	52	52,00	0,00
Č1	25,5	51,41	25,91
Č2	25,7	51,31	25,61
P1	22,5	51,25	28,75
Č3	25,9	51,18	25,28
P2	22,5	51,13	28,63
P3	27,5	50,84	23,34
Č4	20	51,21	31,21
P4	20	51,23	31,23
Č5	17,5	51,13	33,63
P5	17,5	51,03	33,53
Č6	17,5	51,10	33,60
P6	17,5	51,12	33,62
Č7	15	51,00	36,00
Č35	12	50,87	38,87
P41	10	50,84	40,84
Č36	10,2	50,78	40,58
P42	9,8	50,75	40,95
P43	10	50,64	40,64
P7	15	50,92	35,92
Č37	12	50,91	38,91
Č38	10	50,87	40,87
P44	10	50,84	40,84
Č39	7,5	50,81	43,31
P45	7,5	50,75	43,25
Č40	6,5	50,76	44,26
P46	6,1	50,74	44,64
P47	5,8	50,75	44,95
P48	5	50,72	45,72
Č41	9,3	50,79	41,49
Č42	9,5	50,74	41,24
P50	7,5	50,71	43,21
P49	10	50,69	40,69
Č43	9,8	50,63	40,83
P51	10	50,60	40,60
Č44	9,9	50,57	40,67
Č45	12,5	50,47	37,97
P52	12,5	50,44	37,94
Č46	21,8	50,23	28,43

Postavlja se hidrofor na P3!

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLIJUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKJE LINIJE [m n.m.]	TLAK U ČVORU [m v.st.]
P54	22	50,18	28,18
Č47	23,6	50,16	26,56
P55	27,5	49,86	22,36
P56	25	50,11	25,11
P57	7,2	50,54	43,34
Č48	10,2	50,49	40,29
P58	4,6	50,33	45,73
P59	10,1	50,44	40,34
Č49	4,8	50,64	45,84
P60	4,5	50,62	46,12
Č50	2,2	50,45	48,25
Č51	1,9	50,16	48,26
P63	2,1	50,07	47,97
Č52	2,5	50,11	47,61
P61	2,5	50,07	47,57
P62	3,1	50,08	46,98
Č53	1,5	50,33	48,83
P65	3	49,97	46,97
P64	2,5	50,25	47,75
Č54	1,6	50,29	48,69
Č55	2,7	50,10	47,40
Č56	5,3	49,94	44,64
P66	5,5	49,89	44,39
P67	5,9	49,90	44,00
Č57	12,5	49,79	37,29
P68	12,5	49,72	37,22
Č58	14,8	49,71	34,91
P69	15	49,68	34,68
Č59	15,2	49,70	34,50
P70	15	49,65	34,65
Č60	16,9	49,66	32,76
P71	17,1	49,61	32,51
Č61	19,8	49,58	29,78
P72	20	49,47	29,47
P10	12,5	50,62	38,12
P9	15	50,63	35,63
Č10	14,3	50,48	36,18
P11	12,5	50,47	37,97
Č11	14,4	50,38	35,98

Postavlja se hidrofor na P55!

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKA	TLAK U ČVORU [m v.st.]
Č12	10	50,36	40,36
P12	10	50,35	40,35
Č13	8	50,32	42,32
P13	8,1	50,25	42,15
P14	7,5	50,30	42,80
Č14	14,4	50,30	35,90
P15	15	50,29	35,29
P16	10	50,25	40,25
Č15	15,2	50,21	35,01
Č16	17,9	50,14	32,24
P17	18,1	50,08	31,98
P18	20	50,08	30,08
Č17	16,4	50,09	33,69
P19	17,5	50,08	32,58
P20	15	50,09	35,09
Č18	17,1	50,01	32,91
P21	16,8	50,00	33,20
Č19	20,9	49,88	28,98
P22	17,5	49,86	32,36
Č20	20,5	49,63	29,13
KAMP	21,4	49,62	28,22
Č21	18,3	49,56	31,26
P23	17,5	49,55	32,05
Č22	19,2	49,53	30,33
Č23	23,9	49,51	25,61
P24	21,2	49,49	28,29
P25	27,7	49,43	21,73
Č24	21,2	49,43	28,23
P27	20	49,43	29,43
P26	21,7	49,43	27,73
Č25	21,5	49,38	27,88
Č26	24,6	49,37	24,77
P28	25	49,35	24,35
P29	27,1	49,33	22,23
P30	24,4	49,19	24,79
Č28	15	48,93	33,93
P31	16,8	48,91	32,11
Č29	15,2	48,84	33,64
Č27	20,2	49,21	29,01
Č62	21,5	49,47	27,97
P73	21,7	49,44	27,74
P74	27,5	49,25	21,75
Č8	14,7	50,82	36,12

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLUČAK	NADMORSKA VISINA	KOTA PIEZOMET	TLAK U ČVORU
P8	15	50,84	35,84
Č9	14,1	50,63	36,53
P32	20	48,82	28,82
Č30	20	48,55	28,55
P33	15	48,52	33,52
HOTEL****	23,2	48,50	25,30
Č31	18,2	48,46	30,26
P35	15	48,43	33,43
P34	22,9	48,44	25,54
Č32	18,8	48,34	29,54
P36	17,5	48,32	30,82
Č33	19,8	48,23	28,43
HOTEL***	17,5	48,21	30,71
P37	22,2	48,22	26,02
Č34	20,4	48,16	27,76
P39	17,5	48,13	30,63
P38	22,4	48,14	25,74
P40	20,2	48,12	27,92
MIN TLAK			21,73
MAX TLAK			45,72

Postavlja se hidrofor na P28!
 Postavlja se hidrofor na P29!
 Postavlja se hidrofor na P30!

Postavlja se hidrofor na P74!

Č50	P54	9,29	0,008895319		1	9,29	0,08	0,08	0,00	0,08	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0163	0,0190
Č50	P55	64,25	0,008895319		1	64,25	0,57	0,57	0,00	0,57	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,1124	0,0190
Č49	Č50	48,48	0,008895319		1	48,48	0,43	0,43	0,65	1,09	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0848	0,0190
Č51	Č49	103,03	0,008895319		1	103,03	0,92	0,92	25,23	26,14	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,1803	0,0190
Č68	P74	79,05	0,008895319		1	79,05	0,70	0,70	0,00	0,70	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,1383	0,0190
Č68	P73	25,34	0,008895319		1	25,34	0,23	0,23	0,00	0,23	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0443	0,0190
Č67	Č68	121,51	0,008895319		1	121,51	1,08	1,08	0,93	2,01	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,2126	0,0190
Č67	P71	16,38	0,008895319		1	16,38	0,15	0,15	0,00	0,15	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0287	0,0190
Č67	P72	10,33	0,008895319		1	10,33	0,09	0,09	0,00	0,09	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0181	0,0190
Č66	Č67	28,10	0,008895319		1	28,10	0,25	0,25	2,25	2,50	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0492	0,0190
Č65	P69	12,11	0,008895319		1	12,11	0,11	0,11	0,00	0,11	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0212	0,0190
Č65	P70	25,61	0,008895319		1	25,61	0,23	0,23	0,00	0,23	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0448	0,0190
Č66	Č65	70,76	0,008895319		1	70,76	0,63	0,63	0,34	0,96	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,1238	0,0190
Č64	Č66	39,46	0,008895319		1	39,46	0,35	0,35	3,46	3,81	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0691	0,0190
Č64	P68	24,26	0,008895319		1	24,26	0,22	0,22	0,00	0,22	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0425	0,0190
Č61	Č64	27,39	0,008895319		1	27,39	0,24	0,24	4,03	4,27	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0479	0,0190
Č63	P66	12,98	0,008895319		1	12,98	0,12	0,12	0,00	0,12	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0227	0,0190
Č63	P67	43,12	0,008895319		1	43,12	0,38	0,38	0,00	0,38	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0755	0,0190
Č62	Č63	173,74	0,008895319		1	173,74	1,55	1,55	0,50	2,04	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,3040	0,0190
Č62	P65	6,53	0,008895319		1	6,53	0,06	0,06	0,00	0,06	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0114	0,0190
Č61	Č62	39,18	0,008895319		1	39,18	0,35	0,35	2,10	2,45	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0686	0,0190
Č60	Č61	44,69	0,008895319		1	44,69	0,40	0,40	6,72	7,12	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0782	0,0190
Č60	P64	24,26	0,008895319		1	24,26	0,22	0,22	0,00	0,22	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0425	0,0190
Č59	Č60	26,24	0,008895319		1	26,24	0,23	0,23	7,34	7,57	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0459	0,0190
Č59	P63	12,68	0,008895319		1	12,68	0,11	0,11	0,00	0,11	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0222	0,0190
Č58	Č59	53,24	0,008895319		1	53,24	0,47	0,47	7,68	8,16	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0932	0,0190
Č58	P62	12,68	0,008895319		1	12,68	0,11	0,11	0,00	0,11	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0222	0,0190
Č56	Č58	29,26	0,008895319		1	29,26	0,26	0,26	8,27	8,53	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0512	0,0190
Č57	P60	10,89	0,008895319		1	10,89	0,10	0,10	0,00	0,10	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0191	0,0190
Č57	P61	70,78	0,008895319		1	70,78	0,63	0,63	0,00	0,63	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,1239	0,0190
Č56	Č57	29,70	0,008895319		1	29,70	0,26	0,26	0,73	0,99	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0520	0,0190
Č51	Č56	40,54	0,008895319		1	40,54	0,36	0,36	9,52	9,88	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0709	0,0190
Č52	Č51	77,25	0,008895319		1	77,25	0,69	0,69	36,02	36,71	30,00	36,71	250	0,75	1,75	0,1352	0,0285
Č52	P56	13,40	0,008895319		1	13,40	0,12	0,12	0,00	0,12	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0235	0,0190
Č53	Č52	51,10	0,008895319		1	51,10	0,45	0,45	36,83	37,28	30,00	37,28	250	0,76	1,75	0,0894	0,0294
Č53	P57	45,76	0,008895319		1	45,76	0,41	0,41	0,00	0,41	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0801	0,0190
Č54	Č53	36,50	0,008895319		1	36,50	0,32	0,32	37,69	38,02	30,00	38,02	250	0,77	1,75	0,0639	0,0306
Č54	P58	12,60	0,008895319		1	12,60	0,11	0,11	0,00	0,11	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0221	0,0190
Č55	Č54	82,64	0,008895319		1	82,64	0,74	0,74	38,13	38,86	30,00	38,86	250	0,79	1,75	0,1446	0,0319
Č55	P59	11,96	0,008895319		1	11,96	0,11	0,11	0,00	0,11	30,00	30,00	250	0,61	1,75	0,0209	0,0190
V	Č55	361,43	0,008895319		0	0,00	0,00	0,00	38,97	38,97	30,00	38,97	250	0,79	1,75	0,6325	0,0321
$\Sigma L =$		4620,27 m					1. KONTROLA				2. KONTROLA						
$\Sigma L^* =$		4043,70 m					$Q_{\max.\text{sat.stan}} + Q_{\max.\text{sat.priv}} =$ 35,97 l/s				$Q_{\text{ukup.max.sat}} =$ $Q_{\max.\text{sat.stan}+\text{hot}^{***}+\text{kamp}+\text{priv.smj}} =$ 38,97 l/s						

Tablica 8: Radni tlakovi za 2. dio naselja Posedarje(zapad)

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLJUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKA LINIJE [m n.m.]	TLAK U ČVORU [m v.st.]
V	70	70,00	0,00
Č55	38,5	69,34	30,84
P59	38	69,33	31,33
Č54	32,5	69,19	36,69
P58	32,5	69,18	36,68
Č53	31,5	69,13	37,63
P57	30	69,06	39,06
Č52	27,5	69,04	41,54
P56	26,5	69,03	42,53
Č51	21	68,91	47,91
Č56	19	68,84	49,84
Č57	20,5	68,79	48,29
P61	22,5	68,67	46,17
P60	21,5	68,77	47,27
Č58	18	68,79	50,79
P62	17,5	68,77	51,27
Č59	14,8	68,70	53,90
P63	15	68,68	53,68
Č60	14,3	68,65	54,35
P64	15	68,61	53,61
Č61	13,3	68,58	55,28
Č62	9,8	68,51	58,71
P65	10	68,50	58,50
Č63	13	68,20	55,20
P67	14,7	68,13	53,43
P66	13,3	68,18	54,88
Č64	12,2	68,53	56,33
P68	12,5	68,49	55,99
Č66	10,8	68,46	57,66
Č65	9,5	68,34	58,84
P70	11	68,29	57,29
P69	11,5	68,31	56,81
Č67	10,4	68,41	58,01
P72	11,2	68,39	57,19
P71	9,3	68,38	59,08
Č68	8,9	68,20	59,30
P73	8,1	68,15	60,05
P74	7,5	68,06	60,56
Č49	23	68,74	45,74

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLJUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKA LINIJE [m n.m.]	TLAK U ČVORU [m v.st.]
Č50	20	68,65	48,65
P55	17,5	68,54	51,04
P54	20	68,63	48,63
Č48	23,3	68,66	45,36
P53	22,5	68,64	46,14
Č47	22,2	68,59	46,39
P52	21,1	68,57	47,47
Č45	21,6	68,57	46,97
Č46	23,8	68,51	44,71
P51	23,6	68,49	44,89
P50	26,6	68,44	41,84
Č44	20,9	68,53	47,63
P49	20	68,51	48,51
Č39	20,6	68,42	47,82
Č43	21,6	68,39	46,79
P48	22	68,36	46,36
P47	21,9	68,38	46,48
Č40	18	68,35	50,35
P43	18,3	68,34	50,04
Č41	16,5	68,26	51,76
P44	16,8	68,21	51,41
Č42	15,5	68,23	52,73
P46	14,5	68,12	53,62
P45	15,8	68,22	52,42
Č38	20,4	68,32	47,92
P42	19,5	68,30	48,80
P41	20,8	68,30	47,50
Č36	23,7	68,21	44,51
Č37	24,2	68,14	43,94
P39	23,5	68,13	44,63
P40	23,3	68,06	44,76
Č30	26,9	68,11	41,21
Č31	27,2	68,09	40,89
P32	24,5	68,03	43,53
Č32	27,8	68,05	40,25
P33	30	68,04	38,04
Č33	28	68,03	40,03
P34	30	68,01	38,01
Č34	28,2	67,99	39,79

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLJUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKA LINIJE [m n.m.]	TLAK U ČVORU [m v.st.]
P35	30	67,95	37,95
Č35	28,3	67,96	39,66
P37	27,5	67,95	40,45
P36	30	67,94	37,94
P38	29	67,91	38,91
Č29	27,9	68,09	40,19
P31	27,7	68,07	40,37
Č25	30,2	68,03	37,83
Č26	32,8	67,97	35,17
P27	35	67,93	32,93
Č27	35	67,90	32,90
P28	34,5	67,88	33,38
Č28	36,5	67,88	31,38
P29	37,5	67,87	30,37
P30	42,5	67,82	25,32
Č24	30,6	68,00	37,40
P26	30,3	67,99	37,69
Č23	32,7	67,96	35,26
P25	32,5	67,95	35,45
Č22	33,8	67,92	34,12
P24	33	67,91	34,91
Č21	34,1	67,89	33,79
P23	32,5	67,85	35,35
Č20	33,9	67,85	33,95
P22	33,3	67,83	34,53
P21	37	67,81	30,81
Č15	33,6	67,82	34,22
Č16	30,2	67,73	37,53
P16	30	67,70	37,70
Č17	26,5	67,71	41,21
P17	27,5	67,66	40,16
Č18	23,1	67,59	44,49
P18	25	67,56	42,56
Č19	21,8	67,55	45,75
P20	20	67,37	47,37
P19	21,1	67,53	46,43
Č14	34,6	67,73	33,13
P15	33,5	67,71	34,21
Č13	35,3	67,69	32,39
P14	36,8	67,66	30,86
Č10	34,8	67,65	32,85
Č11	34,1	67,62	33,52
P11	33,7	67,61	33,91

TLAKOVI U MREŽI			
ČVOR/PRIKLJUČAK	NADMORSKA VISINA [m n.m.]	KOTA PIEZOMETARSKA LINIJE [m n.m.]	TLAK U ČVORU [m v.st.]
Č12	30,2	67,56	37,36
P12	30	67,53	37,53
P13	28,7	67,53	38,83
Č9	35,2	67,62	32,42
P10	37,3	67,60	30,30
Č8	34,9	67,58	32,68
P9	37,5	67,55	30,05
Č7	34,6	67,54	32,94
P8	39,8	67,46	27,66
P7	37,5	67,49	29,99
Č6	34,4	67,53	33,13
Č5	34,3	67,49	33,19
P6	38,9	67,42	28,52
Č2	34,1	67,44	33,34
Č3	35,5	67,41	31,91
P2	35	67,39	32,39
P3	34,2	67,39	33,19
Č4	36,9	67,37	30,47
P5	35	67,36	32,36
P4	37,5	67,35	29,85
P1	32,5	67,40	34,90
Č1	32,7	67,42	34,72
IND	38,2	67,04	28,84
MIN TLAK			25,32
MAX TLAK			60,56

5. PRORAČUN UKUPNOG VOLUMENA VODOSPROME

Vodosprema je građevina koja posreduje između postojeće dobave vode (izvorišta) i opskrbnog područja, potrošača promjenjive potrošnje.

Funkcija vodospreme/vodotorneja su sljedeće:

- osiguranje operativne rezerve vode (izravnanje oscilacija u potrošnji vode tijekom dana),
- osiguranje protupožarne rezerve vode,
- osiguranje sigurnosne rezerve vode za vrijeme prekida dotoka vode u vodospremu/vodotoranj,
- osiguranje zahtijevane razdiobe tlakova u vodovodnoj mreži [5].

Kako je već prije opisano, potrebno je dimenzionirati dvije vodospreme, po jednu za svaki dio naselja Posedarje. Vodospremu dimenzioniramo na $Q_{\max, \text{dan}}$.

Stoga, za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok) $Q_{\max, \text{dan}}$ iznosi 50% $Q_{\max, \text{dan, stan}}$, 70% $Q_{\max, \text{dan, priv. smj.}}$, $Q_{\max, \text{dan, hotel}^{***}}$ i $Q_{\max, \text{dan, hotel}^{****}}$, i $Q_{\max, \text{dan, kampkat B}}$. Za 2.dio naselja Posedarje (zapadni dio naselja) vodospremu dimenzioniramo na drugu polovicu $Q_{\max, \text{dan, stan}}$, te preostalih 30% $Q_{\max, \text{dan, priv. smj}}$ i $Q_{\max, \text{dan}}$ za industriju.

Tablica 9: Prikaz $Q_{\max, \text{dan}}$ količina vode za pojedini dio naselja Posedarje

	1.dio naselja (centar + istok)	2.dio naselja (zapadni dio)
$Q_{\max, \text{dan}}$ [m ³ /dan]	5869,32	1361,92

Operativna rezervavodospreme služi za izravnanje osiguranja oscilacija u potrošnji vode za kućanske i industrijske vode. Provodi se pod pretpostavkom dnevnog izravnjanja (tj. kada je dnevni dotok jednak dnevnoj potrošnji). Potrošnja u toku dana iskazuje se u postocima maksimalne dnevne potrošnje u pojedinim satima (% $Q_{\max, \text{dan}}$) [5].

Potrošnja vode u toku dana ovisi o razvijenosti naselja, industriji i navikama stanovništva. Određuje se prema Tablici 10.

Tablica 10: Potrošnja vode u toku dana primjenjena za naselje Posedarje

	MANJE NASELJE	VEĆI GRAD S INDUSTRIJOM
Sati od - do	Satna potrošnja % $Q_{max,dan}$	Satna potrošnja % $Q_{max,dan}$
0 - 1	0	2
1 - 2	0	1,5
2 - 3	0	1,5
3 - 4	0	1,5
4 - 5	4	1,5
5 - 6	12	2
6 - 7	11,5	3
7 - 8	5	3
8 - 9	2	4
9 - 10	3	5,5
10 - 11	4	6
11 - 12	3	6
12 - 13	4	6,5
13 - 14	13	7
14 - 15	8	6,5
15 - 16	6	7
16 - 17	0	7
17 - 18	2	7,5
18 - 19	2,5	6
19 - 20	3	5
20 - 21	6	4
21 - 22	7	3
22 - 23	4	2
23 - 24	0	1
Ukupno	100%	100%

Operativna rezervavodne komore vodospreme se računa prema izrazu (10):

$$V_{RO} = \frac{\max.\% Q_{max,dan} + |\min.\% Q_{max,dan}|}{100} \times Q_{max,dan} \quad (10)$$

Protupožarna rezerva vodne komore vodospreme može biti proračunata sa i bez neutralizacije požara, te se računa prema izrazu (11) i (12):

$$V_{PR(\text{bez neutralizacije požara})} = V_{PR\text{stanovnika}} + V_{PR\text{industrije}}$$

$$= \text{broj istovremenih požara stan.} \times 2 \text{ sata} \times 3600 \times q_{pstan} + \text{broj istovremenih požara ind.} \times 2 \text{ sata} \times 3600 \times q_{pind} \quad (11)$$

$$V_{PR(\text{sa neutralizacijom požara})} = V_{PR\text{stanovnika}} + V_{PR\text{industrije}}$$

$$= \text{broj istovremenih požara stan.} \times 2 \text{ sata} \times 3600 \times q_{pstan} + \text{broj istovremenih požara stan.} \times 2 \text{ sata} \times 3600 \times q_{pstan}/2 + \text{broj istovremenih požara ind.} \times 2 \text{ sata} \times 3600 \times q_{pind} + \text{broj istovremenih požara ind.} \times 2 \text{ sata} \times 3600 \times q_{pind}/2 \quad (12)$$

Broj istovremenih požara i potrošnja vode po jednom požaru preuzete su iz Tablice 4.

Sigurnosna rezerva vodne komore vodospreme predviđa se za slučaj prekida dotoka u vodospremu, za vrijeme dok se ne otkloni uzrok prekida (kvar ili oštećenje) [5].

Računa se prema sljedećim izrazima (12) i (13):

$$V_{RS} = 0,25 \times (V_{RO} + V_{RP} \text{ (bez neutralizacije požara)}) \quad (12)$$

$$V_{RS} = 0,1 \times (V_{RO} + V_{RP} \text{ (sa neutralizacijom požara)}) \quad (13)$$

Ukupan volumen rezervoarskog prostora (vodne komore) V_{RU} se računa prema izrazima (14) i (15):

$$V_{RU} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 1,25 \times (V_{RO} + V_{RP} \text{ (bez neutralizacije požara)}) \quad (14)$$

$$V_{RU} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 0,1 \times (V_{RO} + V_{RP} \text{ (sa neutralizacijom požara)}) \quad (15)$$

Od vrijednosti ukupnog volumena dobivenih izrazima (12) i (13) mjerodavna je veća vrijednost, kao što se i od vrijednosti dobivenih izrazima (14) i (15) odabire veća vrijednost kako bi bili na strani sigurnosti.

U Tablici 11. prikazane su dobivene vrijednosti za 1.dio naselja (centar + istok) gravitacijskim dotokom vode, a u Tablici 12. za 10-satni dotok vode crpljenjem. Također prikazana su i grafoanalitička rješenja (Graf 1. i Graf 2.) za gravitacijski dotok vode, te Graf 3. i Graf 4. za dotok vode crpljenjem.

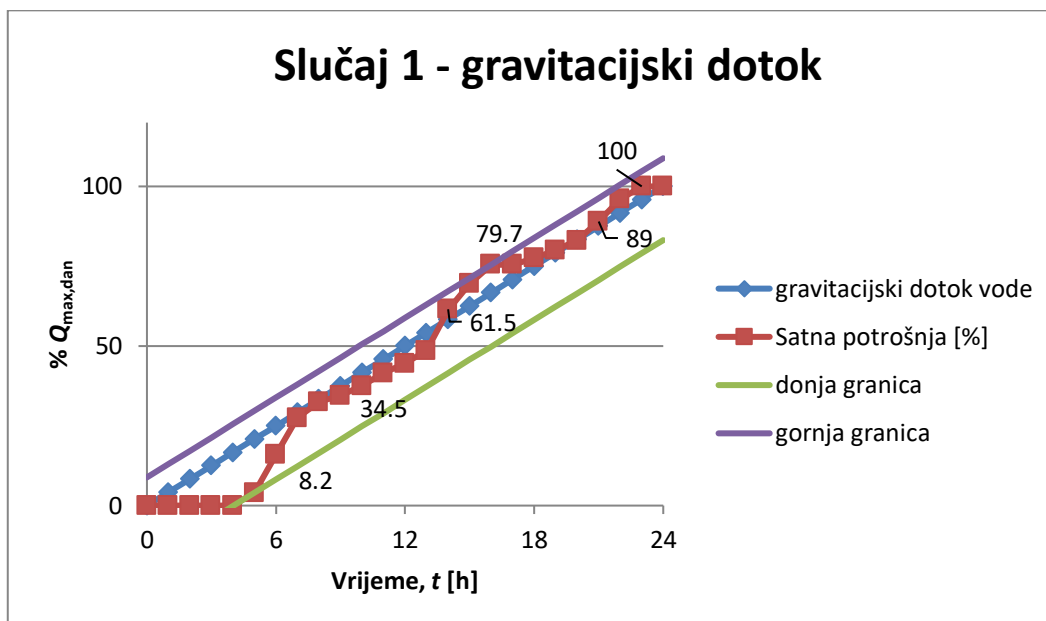
Nadalje, za 2.dio naselja Posedarje (zapadni dio) u Tablici 13. prikazane su vrijednosti za gravitacijski dotok vode, a u Tablici 14. za 10-satni dotok vode crpljenjem. Kao i za 1.dio naselja Posedarje, prikazana su grafoanalitička rješenja za određivanje ukupnog volumena vodospreme (Graf 5. i Graf 6. za gravitacijski dotok vode, te Graf 7. i Graf 8. za dotok vode crpljenjem).

Tablica 11: Gravitacijski dotok vode za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)

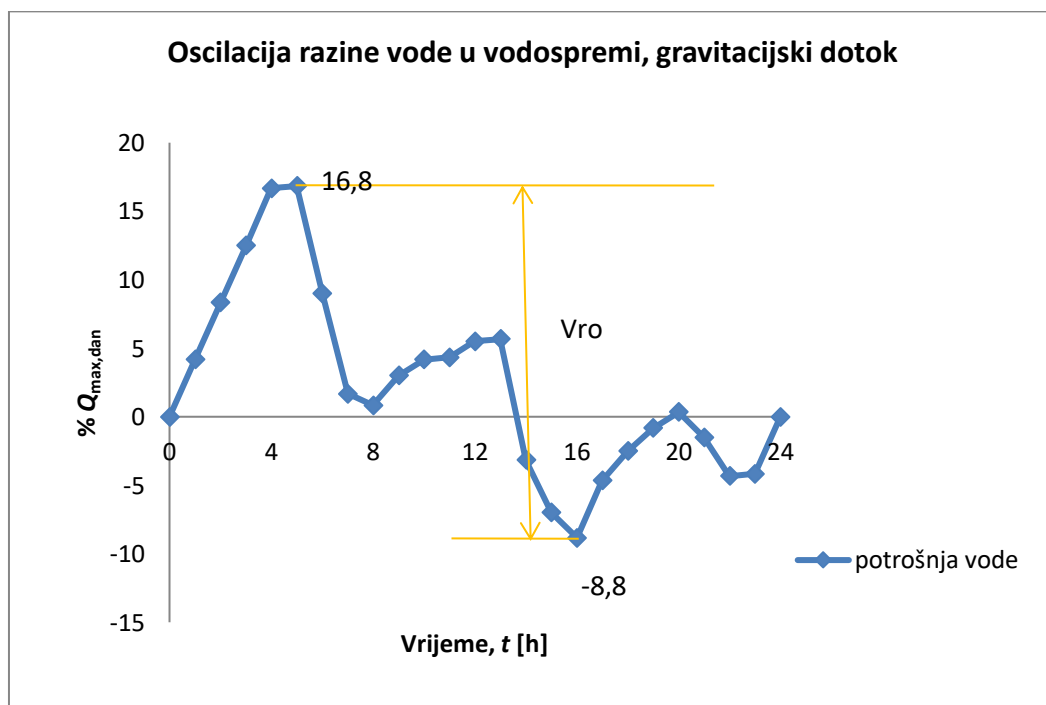
SLUČAJ I - GRAVITACIJSKI DOTOK					
Satna Vrijeme[h]	potrošnja [%]	Dotok [%]	Manjak[%]	Višak [%]	Suma [%]
0-1	0	4,17	-	4,2	4,2
1-2	0	4,17	-	4,2	8,3
2-3	0	4,17	-	4,2	12,5
3-4	0	4,17	-	4,2	16,7
4-5	4	4,17	-	0,2	16,8
5-6	12	4,17	7,8	-	9,0
6-7	11,5	4,17	7,3	-	1,7
7-8	5	4,17	0,8	-	0,8
8-9	2	4,17	-	2,2	3,0
9-10	3	4,17	-	1,2	4,2
10-11	4	4,17	-	0,2	4,3
11-12	3	4,17	-	1,2	5,5
12-13	4	4,17	-	0,2	5,7
13-14	13	4,17	8,8	-	-3,2
14-15	8	4,17	3,8	-	-7,0
15-16	6	4,17	1,8	-	-8,8
16-17	0	4,17	-	4,2	-4,7
17-18	2	4,17	-	2,2	-2,5
18-19	2,5	4,17	-	1,7	-0,8
19-20	3	4,17	-	1,2	0,3
20-21	6	4,17	1,8	-	-1,5
21-22	7	4,17	2,8	-	-4,3
22-23	4	4,17	-	0,2	-4,2
23-24	0	4,17	-	4,2	0,0
24	100	100,0	35,2	35,2	
GRAVITACIJSKI DOTOK					
OPERATIVNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{ro} =$	1506,46				m^3
PROTUPOŽARNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{pr(\text{bez neut.})} =$	216				m^3
$V_{pr(\text{sa neut.})} =$	324				m^3
SIGURNOSNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{rs(1)} =$	430,61				m^3
$V_{rs(2)} =$	183,05				m^3
UKUPAN VOLUMEN VODOSPREME					
$V_{ru(1)} =$	2153,07				m^3
$V_{ru(2)} =$	1858,46				m^3

Ukupni volumen vodospreme na temelju gravitacijskog dotoka vode se dimenzionira na 2500 m³.

Graf 1: Grafoanalitičko rješenje za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)- gravitacijski dotok vode



Graf 2: Oscilacije razine vode u vodospremi, gravitacijski dotok vode, 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)

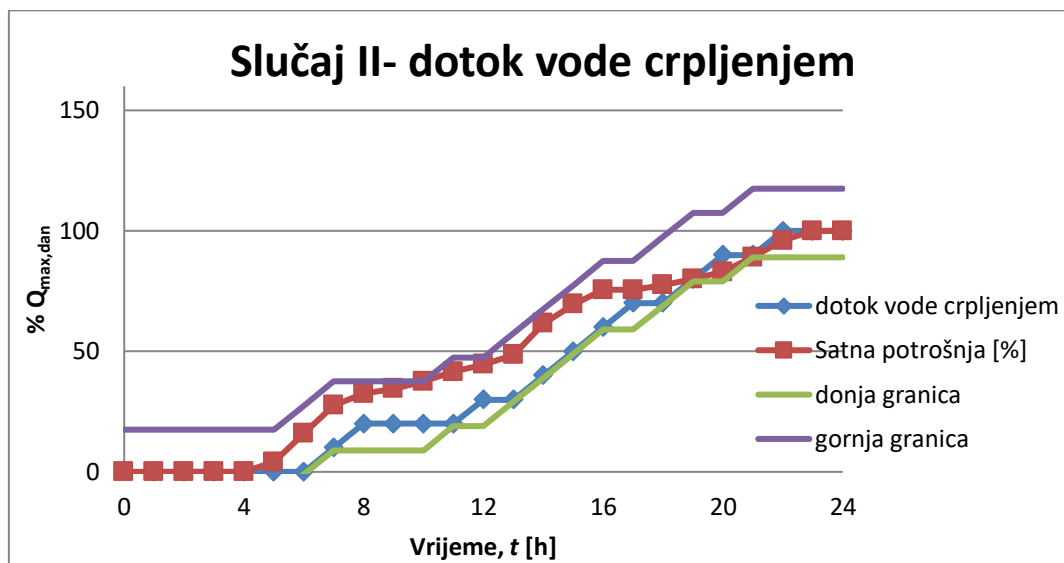


Tablica 12: 10-satni dotok vode crpljenjem za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)

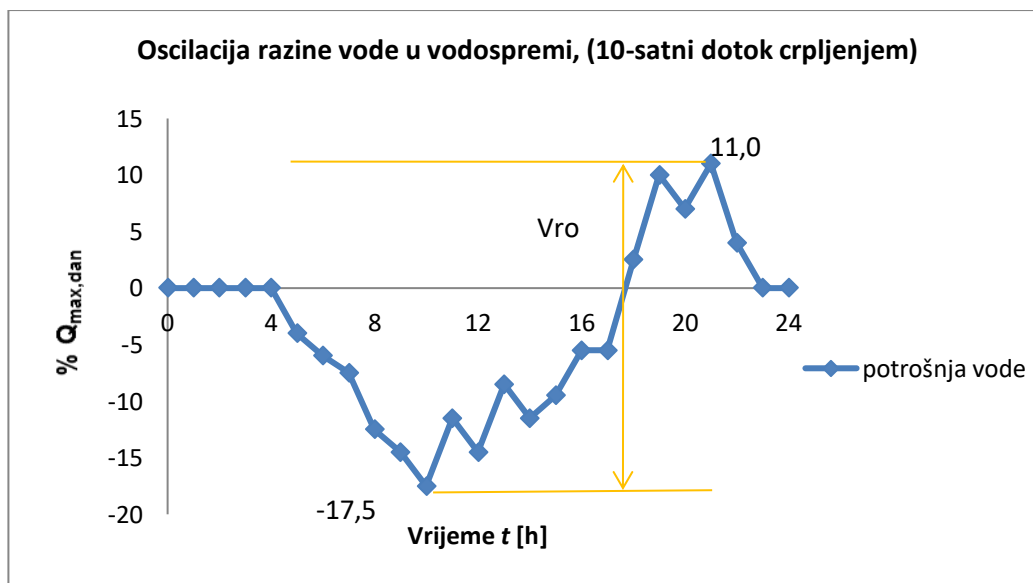
SLUČAJ II - DOTOK CRPLJENJEM					
Vrijeme [h]	Satna potrošnja [%]	Dotok [%]	Manjak [%]	Višak [%]	Suma [%]
0-1	0	-	0,0		0,0
1-2	0	-	0,0		0,0
2-3	0	-	0,0		0,0
3-4	0	-	0,0		0,0
4-5	4	-	4,0		-4,0
5-6	12	10,00	2,0		-6,0
6-7	11,5	10,00	1,5		-7,5
7-8	5	-	5,0		-12,5
8-9	2	-	2,0		-14,5
9-10	3	-	3,0		-17,5
10-11	4	10,00		6,0	-11,5
11-12	3	-	3,0		-14,5
12-13	4	10,00		6,0	-8,5
13-14	13	10,00	3,0		-11,5
14-15	8	10,00		2,0	-9,5
15-16	6	10,00		4,0	-5,5
16-17	0	-	0,0		-5,5
17-18	2	10,00		8,0	2,5
18-19	2,5	10,00		7,5	10
19-20	3	-	3,0		7,0
20-21	6	10,00		4,0	11,0
21-22	7	-	7,0		4
22-23	4	-	4,0		0,0
23-24	0	-	0,0		0,0
24	100	100,0	37,5	37,5	
DOTOK CRPLJENJEM					
OPERATIVNA REZERVA VODOSPROME					
$V_{ro} =$	1672,76				m^3
PROTUPOŽARNA REZERVA VODOSPROME (GRAVITACIJSKI DOTOK)					
$V_{pr}(\text{bez neut.})$	216				m^3
$V_{pr}(\text{sa neut.}) =$	324				m^3
SIGURNOSNA REZERVA VODOSPROME					
$V_{rs(1)} =$	472,19				m^3
$V_{rs(2)} =$	199,68				m^3
UKUPAN VOLUMEN VODOSPROME					
$V_{ru(1)} =$	2360,95				m^3
$V_{ru(2)} =$	2059,68				m^3

Ukupni volumen vodospreme na temelju 10-satnog dotoka vode crpljenjem u vodospremu se dimenzionira na 2500 m³.

Graf 3. Grafoanalitičko rješenje za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok)- dotok vode 10-satnim crpljenjem



Graf 4. Oscilacije razine vode u vodospremi za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok), 10-satni dotok vode crpljenjem

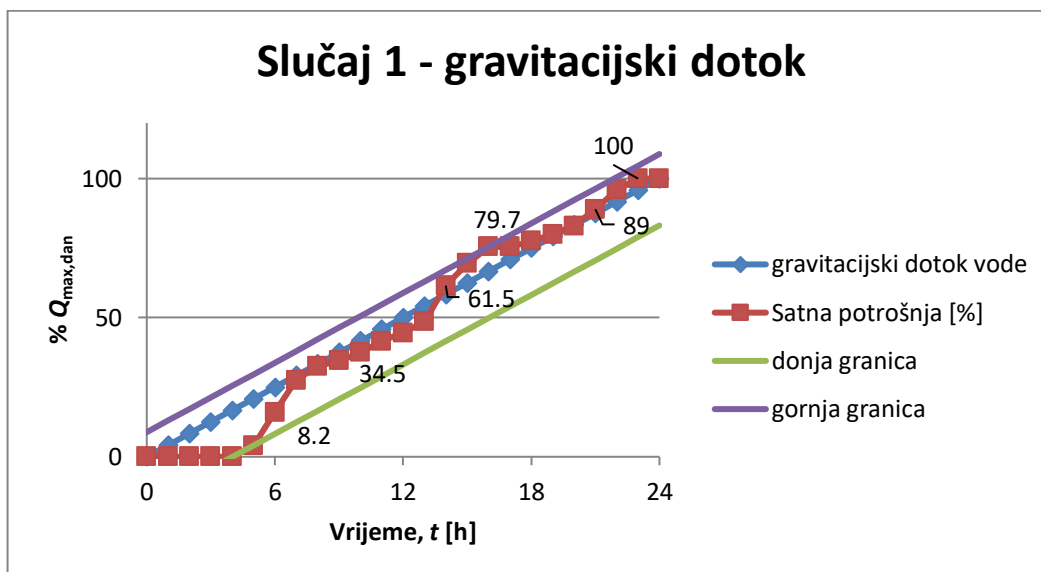


Tablica 13: Gravitacijski dotok vode za 2.dio naselja Posedarje (zapad)

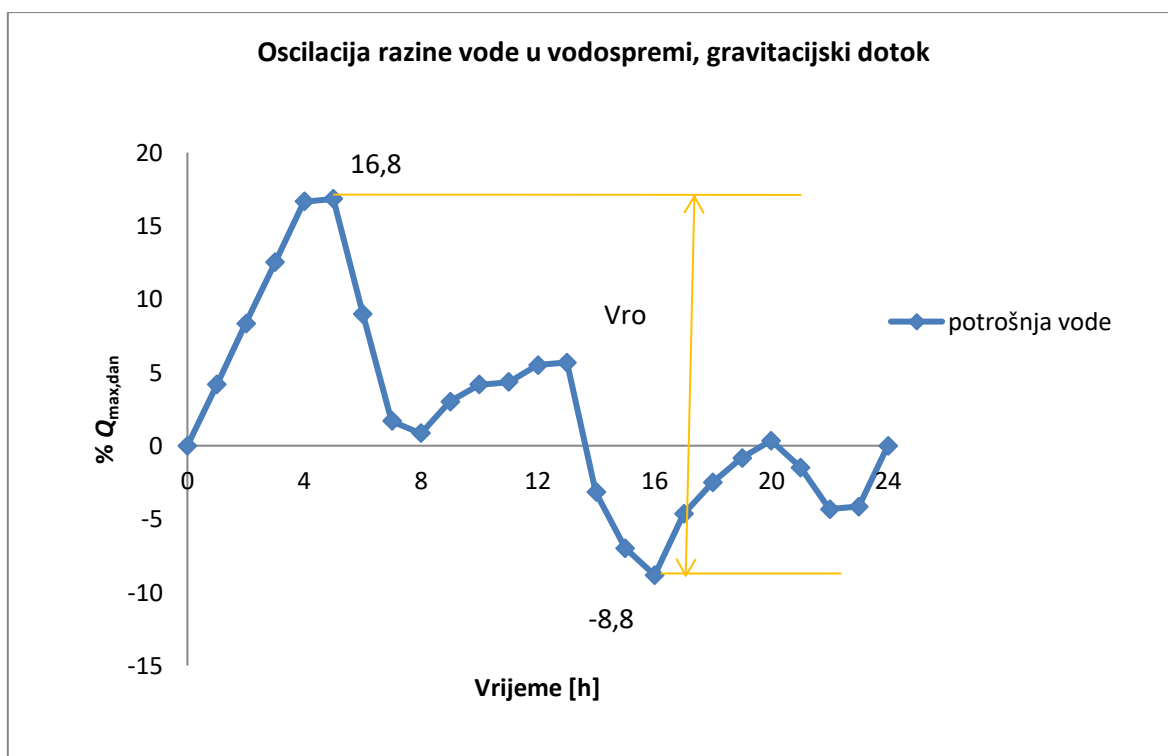
SLUČAJ I - GRAVITACIJSKI DOTOK					
Vrijeme[h]	Satna potrošnja [%]	Dotok [%]	Manjak[%]	Višak [%]	Suma [%]
0-1	0	4,17	-	4,2	4,2
1-2	0	4,17	-	4,2	8,3
2-3	0	4,17	-	4,2	12,5
3-4	0	4,17	-	4,2	16,7
4-5	4	4,17	-	0,2	16,8
5-6	12	4,17	7,8	-	9,0
6-7	11,5	4,17	7,3	-	1,7
7-8	5	4,17	0,8	-	0,8
8-9	2	4,17	-	2,2	3,0
9-10	3	4,17	-	1,2	4,2
10-11	4	4,17	-	0,2	4,3
11-12	3	4,17	-	1,2	5,5
12-13	4	4,17	-	0,2	5,7
13-14	13	4,17	8,8	-	-3,2
14-15	8	4,17	3,8	-	-7,0
15-16	6	4,17	1,8	-	-8,8
16-17	0	4,17	-	4,2	-4,7
17-18	2	4,17	-	2,2	-2,5
18-19	2,5	4,17	-	1,7	-0,8
19-20	3	4,17	-	1,2	0,3
20-21	6	4,17	1,8	-	-1,5
21-22	7	4,17	2,8	-	-4,3
22-23	4	4,17	-	0,2	-4,2
23-24	0	4,17	-	4,2	0,0
24	100	100,0	35,2	35,2	
GRAVITACIJSKI DOTOK					
OPERATIVNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{ro} =$	349,56				m^3
PROTUPOŽARNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{pr(\text{bez neut.})} =$	360				m^3
$V_{pr(\text{sa neut.})} =$	540				m^3
SIGURNOSNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{rs(1)} =$	177,39				m^3
$V_{rs(2)} =$	88,96				m^3
UKUPAN VOLUMEN VODOSPREME					
$V_{ru(1)} =$	886,95				m^3
$V_{ru(2)} =$	482,37				m^3

Ukupni volumen vodospreme na temelju gravitacijskog dotoka vode se dimenzionara na 1000 m^3 .

Graf 5: Grafoanalitičko rješenje za 2. dio naselja Posedarje (zapad)- gravitacijski dotok vode



Graf 6: Oscilacije razine vode u vodospremi, gravitacijski dotok vode, 2.dio naselja Posedarje (zapad)

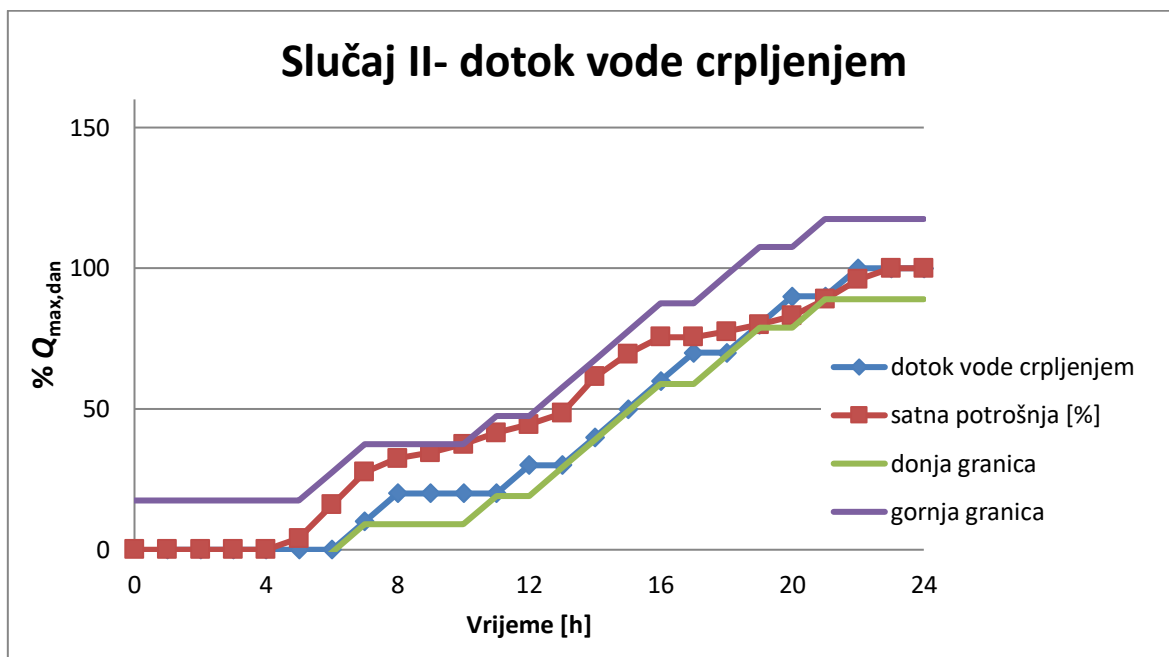


Tablica 14: 10-satni dotok vode crpljenjem za 2.dio naselja Posedarje (zapad)

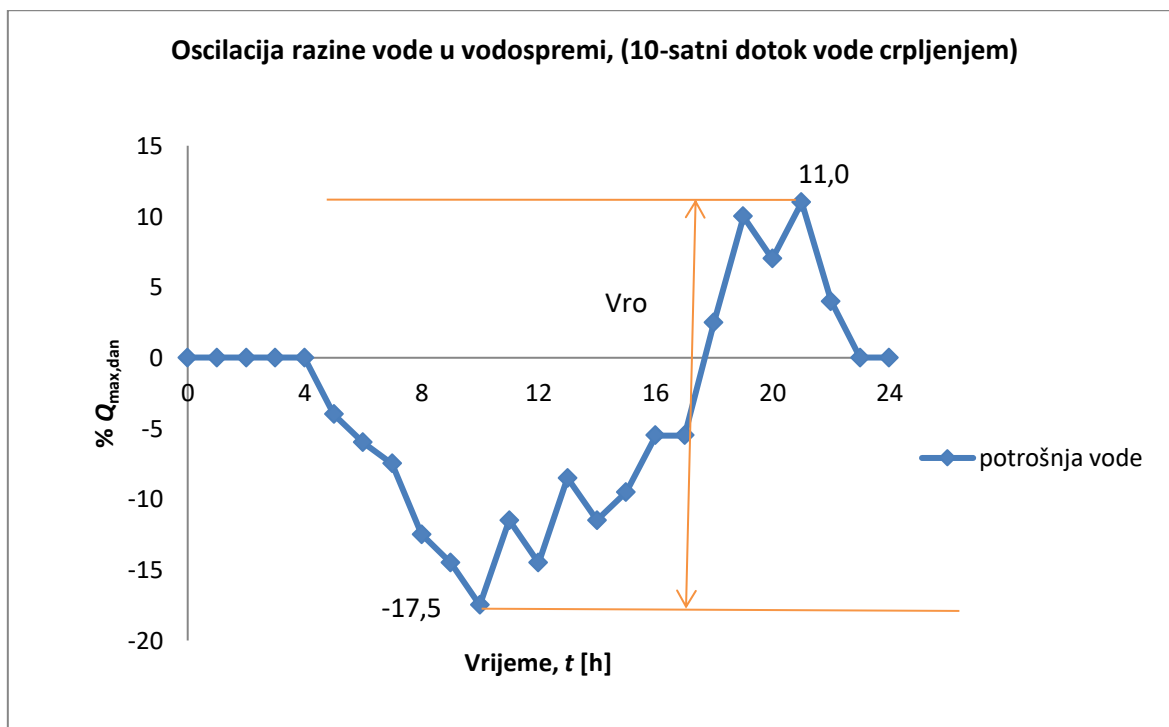
SLUČAJ II - DOTOK CRPLJENJEM					
Vrijeme[h]	Satna potrošnja [%]	Dotok [%]	Manjak [%]	Višak [%]	Suma [%]
0-1	0	-	0,0		0,0
1-2	0	-	0,0		0,0
2-3	0	-	0,0		0,0
3-4	0	-	0,0		0,0
4-5	4	-	4,0		-4,0
5-6	12	10,00	2,0		-6,0
6-7	11,5	10,00	1,5		-7,5
7-8	5	-	5,0		-12,5
8-9	2	-	2,0		-14,5
9-10	3	-	3,0		-17,5
10-11	4	10,00		6,0	-11,5
11-12	3	-	3,0		-14,5
12-13	4	10,00		6,0	-8,5
13-14	13	10,00	3,0		-11,5
14-15	8	10,00		2,0	-9,5
15-16	6	10,00		4,0	-5,5
16-17	0	-	0,0		-5,5
17-18	2	10,00		8,0	2,5
18-19	2,5	10,00		7,5	10
19-20	3	-	3,0		7,0
20-21	6	10,00		4,0	11,0
21-22	7	-	7,0		4
22-23	4	-	4,0		0,0
23-24	0	-	0,0		0,0
24	100	100,0	37,5	37,5	
DOTOK CRPLJENJEM					
OPERATIVNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{ro} =$	1672,76				m^3
PROTUPOŽARNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{pr(\text{bez neut.})} =$	360				m^3
$V_{pr(\text{sa neut.})} =$	540				m^3
SIGURNOSNA REZERVA VODOSPREME					
$V_{rs(1)} =$	508,19				m^3
$V_{rs(2)} =$	221,28				m^3
UKUPAN VOLUMEN VODOSPREME					
$V_{ru(1)} =$	2540,95				m^3
$V_{ru(2)} =$	2083,44				m^3

Ukupni volumen vodne komore vodospreme na temelju dotoka vode crpljenjem se dimenzionara na 3000 m³.

Graf 7. Grafoanalitičko rješenje za 2.dio naselja Posedarje (zapad)- dotok vode crpljenjem



Graf 8: Oscilacije razine vode u vodospremi za 2.dio naselja Posedarje (zapad), dotok vode crpljenjem



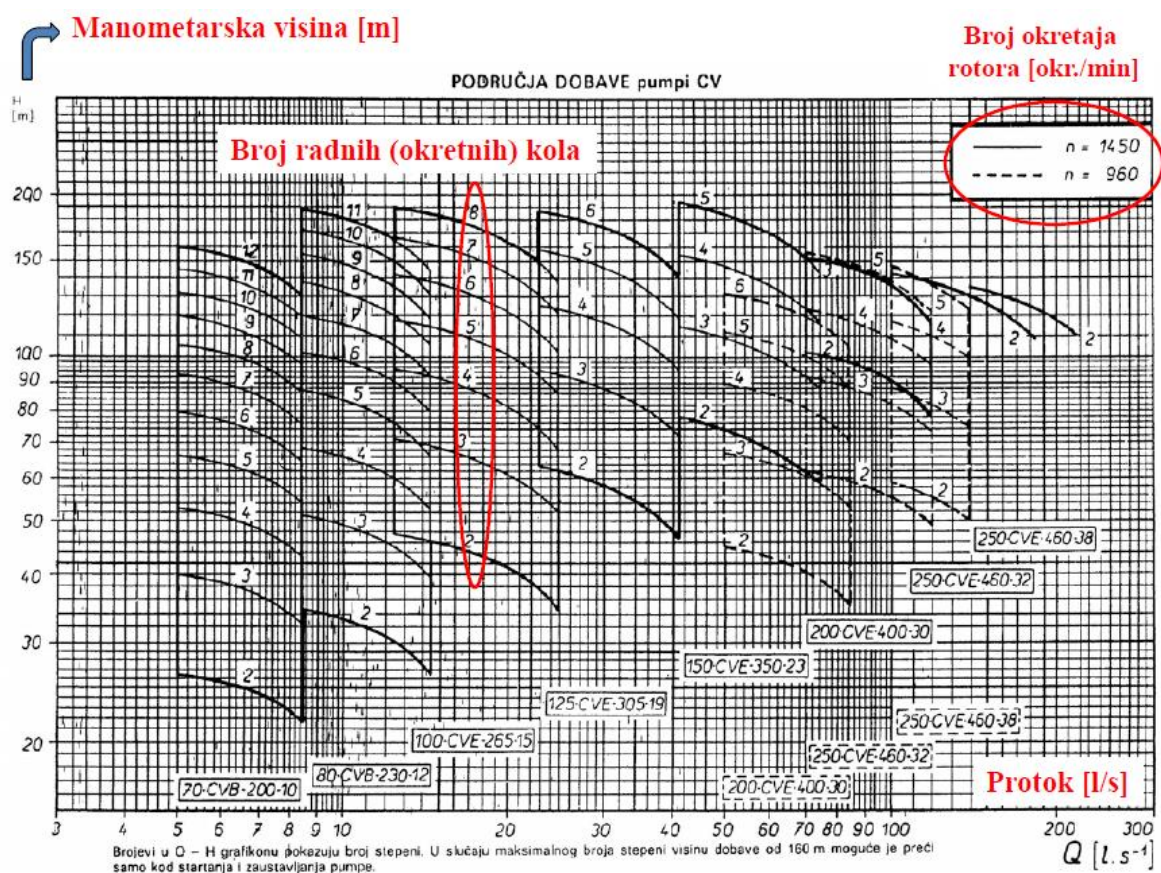
6. PRORAČUN CRPNE STANICE

Crpna stanica je građevina s pripadajućom elektrostrojarskom opremom, kojom se voda crpi i podiže (potiskuje) na tlačnu visinu potrebnu za osiguranje zahtijevane raspodjele vode potrošačima. Sastoji se od: crpke (crpni agregati), crpni spremnik, strojarnica, komandna prostorija [5].

U nastavku su prikazani proračuni crpne stanice za oba dijela naselja Posedarje koje su postavljene uz priobalje, tj. na najnižoj nadmorskoj visini kako bi se omogućio dotok vode za sve potrošače u vodoopskrbnom sustavu. Odabir tipa pumpe za dani potisni sustav prepumpavanja se vrši na temelju grafičkog prikaza (Graf 9.).

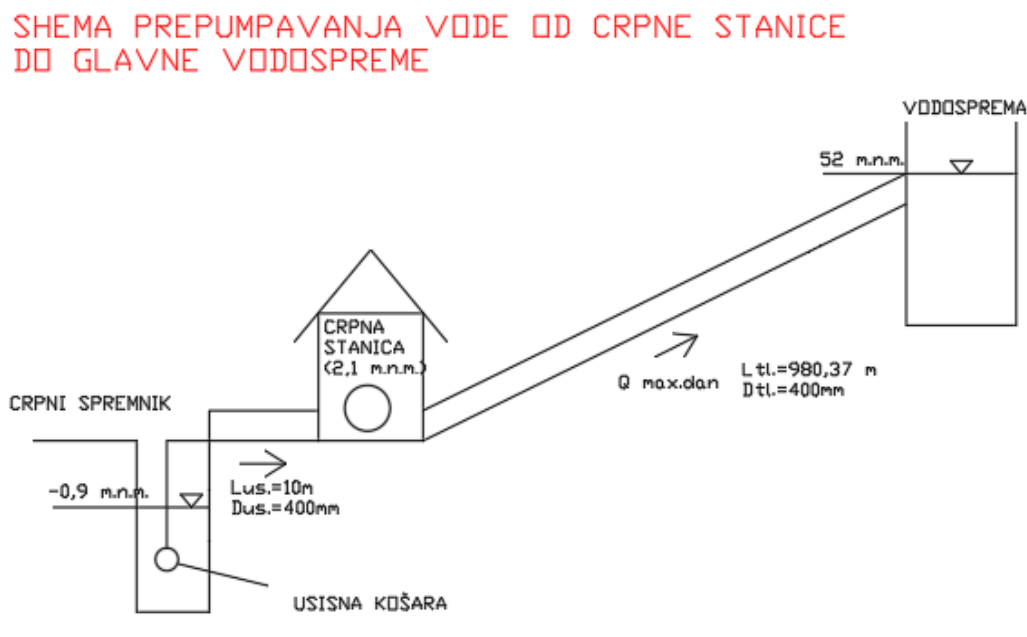
U Poglavlju 13, Prilog 13.6. prikazan je vodoopskrbni sustav za 1.dio naselja sa ucrtanom crpnom stanicom, a u Prilogu 13.7. je prikazan vodoopskrbni sustav za 2.dio naselja sa ucrtanom crpnom stanicom.

Graf 9: Odabir tipa centrifugalnih pumpi na temelju protoka i manometarske visine



Proračun crpne stanice za 1.dio naselja Posedarje (centar+istok)

Na Slici 6. prikazana je shema prepumpavanja vode iz crpne stanice do glavne vodospreme. Odabir tipa pumpe određuje se na temelju dva ulazna parametra, a to su količina vode koja se prepumpava i ukupna manometarska visina za dani potisni sustav. U nastavku slijedi proračun za pojedini dio naselja Posedarje.



Slika 6: Shema potisnog sustava za prepumpavanje vode od izvorišta do glavne vodospreme (1. dio naselja Posedarje)

Ulazni podaci za 1. dio naselja Posedarje su sljedeći:

-vrijeme crpljenja vode prema glavnoj vodospremi:

$$T_{crp.} = 10 \text{ h}$$

-količina crpljenja računa se prema izrazu (16) koji glasi:

$$Q_{crp.} = \frac{Q_{max.dan}}{T_{crp.}} (16)$$

Za 1.dio naselja Posedarje (centar + istok) $Q_{max.dan}$ iznosi 50% $Q_{max.dan.stan}$, 70% $Q_{max.dan.priv.smj}$, $Q_{max.dan.hotel***}$ i $Q_{max.dan.hotel****}$, i $Q_{max.dan.kampkatB}$ te $Q_{max.dan}$ iznosi 5868426 l/dan.

$$Q_{crp.} = \frac{5868426 \text{ l/dan}}{10 \cdot 3600} = 163,01 \text{ l/s} = 0,163 \text{ m}^3/\text{s}$$

-manometarska visina dizanja vode proračunava se prema izrazu (17):

$$H_{man.} = H_{st.us} + H_{st.tl} + \Delta H_{us.} + \Delta H_{tl.} + \frac{v_{tl}^2}{2g} \quad (17)$$

pri čemu su:

$H_{st.us}$ - statička usisna visina, [m]

$H_{st.tl}$ - statička tlačna visina, [m]

$\Delta H_{us.}$ - suma svih gubitaka na usisnom cjevovodu, [m]

$\Delta H_{tl.}$ - suma svih gubitaka na tlačnom cjevovodu, [m]

$\frac{v_{tl}^2}{2g}$ - brzinska visina na tlačnom cjevovodu, [m].

Usisna i tlačna statička razina dizanja slijede iz izraza (18) i (19):

$$H_{st.us} = 2,1 - (-0,9) = 3 \text{ m} \quad (18)$$

$$H_{st.tl} = 52 - 2,1 = 49,9 \text{ m} \quad (19)$$

Hidraulički gubici u usisnoj cijevi određuju se prema izrazu (20):

$$\Delta H_{us} = \Delta h_{lin.us} + \sum \Delta h_{lok.us} \quad (20)$$

$$\Delta H_{us} = \lambda_{us} \cdot \frac{L_{us}}{D_{us}} \cdot \frac{v_{us}^2}{2g} + \xi_{uk} \cdot \frac{v_{us}^2}{2g} + \xi_{zk} \cdot \frac{v_{us}^2}{2g} = \frac{v_{us}^2}{2g} \cdot \left(\lambda_{us} \cdot \frac{L_{us}}{D_{us}} + \xi_{us} + \xi_{zk} \right)$$

$\xi_{uk} = 3$ - koeficijent lokalnog gubitka usisne košare, [/]

$\xi_{zk} = 0,2$ - koeficijent lokalnog gubitka zaobljenog koljena ($\theta = 90^\circ$), [/]

λ_{us} - koeficijent otpora trenja u usisnoj cijevi, [/].

Promjer usisne i tlačne cijevi je odabran na način da brzina u usisnom i tlačnom cjevovodu budu u granicama između 1-2 m/s:

$$D_{us} = D_{tl} = 0,40 \text{ m}$$

Brzina vode u usisnoj cijevi određuje se prema izrazu (21) koji glasi:

$$v_{us} = \frac{Q_{crp.}}{A} = \frac{4 \cdot Q_{crp.}}{D_{us}^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 0,163}{0,4^2 \cdot \pi} = 1,297 \frac{m}{s} \quad (21)$$

Reynoldsov broj računa se prema izrazu (22) pri kinematičkom koeficijentu viskoznosti od $\nu = 1,308 \cdot 10^{-6}$.

$$Re = \frac{v_{us} \cdot D_{us}}{\nu} \quad (22)$$

$$Re = \frac{v_{us} \cdot D_{us}}{\nu} = \frac{1,297 \cdot 0,4}{1,308 \cdot 10^{-6}} = 398005,05 > 2320 \rightarrow \text{turbulentno strujanje}$$

Relativna hrapavost lijevanoželjezne usisne i tlačne cijevi slijedi iz izraza (23) na temelju uzete apsolutne hrapavosti lijevanoželjeznih cijevi od 0,1 mm (novije cijevi):

$$\frac{\varepsilon}{D_{us}} = \frac{0,1}{400} = 0,00025 \quad (23)$$

Koeficijent otpora trenja u usisnoj cijevi izračunavamo preko formule Jaina i Swamea koja vrijedi za $Re > 5000$ prema sljedećem izrazu (24):

$$\lambda_{us} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2} \quad (24)$$

$$\lambda_{us} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{0,1}{3,7 \cdot 400} + \frac{5,74}{398005,05^{0,9}} \right) \right)^2} = 0,0163$$

Budući da je $D_{us} = D_{tl}$ vrijedi da je brzina u tlačnom cjevovodu jednaka brzini u usisnoj cijevi (pri stacionarnom protoku):

$$v_{tl} = v_{us} = 1,297 \text{ m/s}$$

$$\lambda_{tl} = \lambda_{us} = 0,0163$$

Duljine usisne i tlačne cijevi slijede iz situacijskog prikaza vodoopskrbnog sustava dobivenog u mjerilu 1:5000, dok ukupni gubitci na usisnoj cijevi slijede iz izraza (20):

$$L_{us} = 10 \text{ m}$$

$$L_{tl} = 980,37 \text{ m}$$

$$\Delta H_{us} = \frac{1,297^2}{2 \cdot 9,81} \left(0,0163 \frac{10}{0,40} + 3 + 0,2 \right) = 0,275 \text{ m}$$

Hidraulički gubici u tlačnoj cijevi (uz zanemarenje lokalnih gubitaka) slijede iz izraza (25):

$$\Delta H_{tl.} = \lambda_{tl.} \cdot \frac{L_{tl.}}{D_{tl.}} \cdot \frac{v_{tl.}^2}{2g} \quad (25)$$

$$\Delta H_{tl.} = 0,0163 \cdot \frac{980,74}{0,40} \cdot \frac{1,297^2}{2 \cdot 9,81} = 3,427 \text{ m}$$

Manometarska visina dizanja vode prema glavnoj vodospremi računa se prema izrazu (17):

$$H_{man} = 3 + 49,9 + 0,275 + 3,427 + \frac{1,297^2}{2 \cdot 9,81} = 56,69 \text{ m} = 57 \text{ m}$$

$Q_{crp.} = 163,01 \text{ l/s}$ (protok koji se prepumpava prema glavnoj vodospremi)

Na temelju manometarske visine i protoka koji se prepumpava odabire se tip i karakteristike crpke/crpki.

ODABRANA CRPKA:

Centrifugalna crpka tipa **250-CVE-460-32/1s** promjerom rotora **Ø446 mm**, brzinom **okretnog (radnog) kola $n=24,2 \text{ s}^{-1}$** , visinom dizanja vode **$h=63,5 \text{ m}$** , koeficijentom iskoristivosti crpke od **$\eta_{crp.} = 0,535$** , te protokom od **$Q = 60,00 \text{ l/s}$** . Spajamo 3 crpke u paralelnom spoju od kojih svaka diže protok od **$Q = 60 \text{ l/s}$** na visinu **$h = 63,5 \text{ m}$** i 1 rezervna sa istim karakteristikama.

$63,5 \text{ m} > 57 \text{ m}$ zadovoljava!

$60 \text{ l/s} + 60 \text{ l/s} + 60 \text{ l/s} = 180 \text{ l/s} > Q = 163,01 \text{ l/s}$ zadovoljava!

Jedna crpka može dizati protok od **60 l/s** na visinu od **$63,5 \text{ m}$** .

Da bi se osigurao protok od **$Q=163,01 \text{ l/s}$** potrebno je postaviti 3 paralelne grane (sa po jednom crpkom) i 1 rezervnu granu sa istim karakteristikama.

Instalirana snaga svih crpki uz 15% rezerve računa se prema (26):

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} \quad (26)$$

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,163 \cdot 57}{0,535} = 195,92 \text{ kW}$$

Instalirana snaga elektromotora uz 15% rezerve slijedi iz izraza (27):

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} \quad (27)$$

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,163 \cdot 57}{0,535 \cdot 0,85} = 230,49 \text{ kW}$$

Instalirana snaga za pojedinačnu crpku uz 15% rezerve proračunava se prema (28):

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} \quad (28)$$

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,163 \cdot 63,5}{0,535} = 218,4 \text{ kW}$$

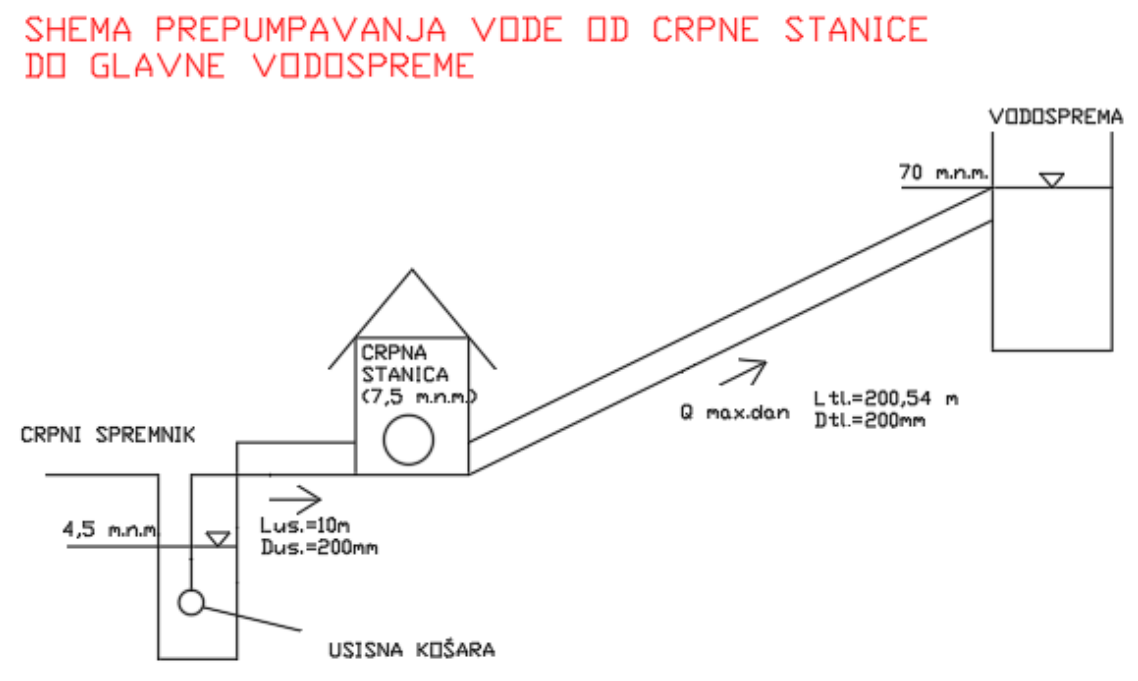
Instalirana snaga elektromotora uz 15% rezerve slijedi prema izrazu (29):

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} \quad (29)$$

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,163 \cdot 63,5}{0,535 \cdot 0,85} = 256,8 \text{ kW}$$

Proračun crpne stanice za 2.dio naselja Posedarje (zapadni dio)

Na Slici 7. prikazana je shema prepumpavanja vode iz crpne stanice do glavne vodospreme za 2. dio naselja Posedarje. Odabir tipa pumpe određuje se na temelju dva ulazna parametra, a to su količina vode koja se prepumpava do glavne vodospreme i ukupna manometarska visina za dani potisni sustav koja uzima u obzir visinsku razliku između razine vode na crpnom spremniku i same vodospreme, zajedno sa svim linijskim i lokalnim gubitcima, te brzinskom visinom na tlačnom cjevovodu. U nastavku slijedi proračun za zapadni dio naselja Posedarje.



Slika 7: Shema potisnog sustava za prepumpavanje vode od izvorišta do glavne vodospreme (2. dio naselja Posedarje)

Ulazni podaci za 2. dio naselja Posedarje su sljedeći:

Vrijeme crpljenja vode prema glavnoj vodospremi:

$$T_{\text{crp.}} = 10 \text{ h}$$

Količina crpljenja vode prema glavnoj vodospremi računa se prema izrazu (16):

$$Q_{crp.} = \frac{Q_{max.dan}}{T_{crp.}} \quad (16)$$

Za 2.dio naselja Posedarje (zapadni dio naselja) vodospremu dimenzioniramo na drugu polovicu $Q_{max.dan.stan}$, te preostalih 30% $Q_{max.dan.priv.smj}$ i $Q_{max.dan}$ za industriju, te ona iznosi 1361954 l/dan.

$$Q_{crp.} = \frac{Q_{max.dan}}{T_{crp.}} = \frac{1361954 \text{ l/dan}}{10 \cdot 3600} = 37,83 \text{ l/s} = 0,03783 \text{ m}^3/\text{s}$$

Manometarska visina dizanja vode prema glavnoj vodospremi proračunava se prema izrazu (17):

$$H_{man.} = H_{st.us} + H_{st.tl} + \Delta H_{us.} + \Delta H_{tl.} + \frac{v_{tl}^2}{2g} \quad (17)$$

Usisna i tlačna statička razina dizanja vode slijede iz izraza (18) i (19):

$$H_{st.us} = 7,5 - 3,5 = 4 \text{ m} \quad (18)$$

$$H_{st.tl} = 70 - 7,5 = 62,5 \text{ m} \quad (19)$$

Hidraulički gubici u usisnoj cijevi određuju se prema izrazu (20) na temelju izračuna linijskih i lokalnih gubitaka:

$$\Delta H_{us} = \Delta h_{lin.us} + \sum \Delta h_{lok.us} \quad (20)$$

$$\Delta H_{us} = \Delta h_{lin.us} + \sum \Delta h_{lok.us}$$

$$\Delta H_{us} = \lambda_{us} \cdot \frac{L_{us}}{D_{us}} \cdot \frac{v_{us}^2}{2g} + \xi_{uk} \cdot \frac{v_{us}^2}{2g} + \xi_{zk} \cdot \frac{v_{us}^2}{2g} = \frac{v_{us}^2}{2g} \cdot \left(\lambda_{us} \cdot \frac{L_{us}}{D_{us}} + \xi_{us} + \xi_{zk} \right)$$

$$\xi_{uk} = 3 \quad - \text{koeficijent lokalnog gubitka usisne košare, [/]}$$

$$\xi_{zk} = 0,2 \quad - \text{koeficijent lokalnog gubitka zaobljenog koljena } (\theta = 90^\circ), [/]$$

λ_{us} - koeficijent otpora trenja (linijski koef. gubitaka) u usisnoj cijevi, [/].

Promjer usisne i tlačne cijevi se određuje na način da brzina u usisnoj i tlačnoj cijevi budu u granicama od 1-2 m/s:

$$D_{us} = D_{tl} = 0,20m$$

Brzina vode u usisnoj cijevi dobiva se prema izrazu (21):

$$v_{us} = \frac{Q_{crp.}}{A} = \frac{Q_{crp.}}{A} = \frac{4 \cdot Q_{crp.}}{D_{us}^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 0,03783}{0,2^2 \cdot \pi} = 1,204 \frac{m}{s} \quad (21)$$

Reynoldsov broj Re računa se prema izrazu (22) na temelju kinematičkog koeficijenta viskoznosti $\nu = 1,308 \cdot 10^{-6}$.

$$Re = \frac{v_{us} \cdot D_{us}}{\nu} = \frac{1,204 \cdot 0,2}{1,308 \cdot 10^{-6}} = 184097,56 > 2320 \rightarrow \text{turbulentno strujanje} \quad (22)$$

Relativna hrapavost lijevanoželjezne usisne i tlačne cijevi slijedi iz izraza (23) na temelju odabrane apsolutne hrapavosti lijevanoželjezne cijevi (nove cijevi):

$$\frac{\varepsilon}{D_{us}} = \frac{0,1}{200} = 0,0005 \quad (23)$$

Koeficijent otpora trenja u usisnoj cijevi izračunava se preko formule Jaina i Swamea koja vrijedi za $Re > 5000$ prema sljedećem izrazu (24):

$$\lambda_{us} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2} \quad (24)$$

$$\lambda_{us} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{0,1}{3,7 \cdot 200} + \frac{5,74}{184097,56^{0,9}} \right) \right)^2} = 0,019$$

Budući da je $D_{us} = D_{tl}$ vrijedi za stacionarni protok da i brzine u usisnoj i tlačnoj cijevi moraju biti jednake:

$$v_{tl} = v_{us} = 1,204 \text{ m/s}$$

kao i linijski koeficijenti gubitaka $\lambda_{tl} = \lambda_{us} = 0,019$.

Duljina usisne i tlačne cijevi slijede iz situacijskih prikaza vodoopskrbnog sustava izrađenog u mjerilu 1:5000, dok se ukupni gubitci na usisnoj cijevi određuju prema izraza (20):

$$L_{us} = 10 \text{ m}$$

$$L_{tl} = 200,54 \text{ m}$$

$$\Delta H_{us} = \frac{1,204^2}{2 \cdot 9,81} \left(0,019 \frac{10}{0,20} + 3 + 0,2 \right) = 0,31 \text{ m}$$

Hidraulički gubici u tlačnoj cijevi (zanemarujući lokalne gubitke) slijede iz izraza (25):

$$\Delta H_{tl.} = \lambda_{tl.} \cdot \frac{L_{tl.}}{D_{tl.}} \cdot \frac{v_{tl.}^2}{2g} \quad (25)$$

$$\Delta H_{tl.} = \lambda_{tl.} \cdot \frac{L_{tl.}}{D_{tl.}} \cdot \frac{v_{tl.}^2}{2g} = 0,019 \cdot \frac{200,54}{0,20} \cdot \frac{1,204^2}{2 \cdot 9,81} = 1,41 \text{ m}$$

Manometarska visina dizanja vode H_{man} računa se prema izrazu (17):

$$H_{man} = 4 + 62,5 + 0,31 + 1,41 + \frac{1,204^2}{2 \cdot 9,81} = 68,29 \text{ m} = 69 \text{ m}$$

$Q_{crp.} = 37,83 \text{ l/s}$ (količina vode koja se prepumpava do glavne vodospreme)

Na temelju manometarske visine i protoka koji se prepumpava odabire se tip i karakteristike crpke.

ODABRANA CRPKA:

Centrifugalna crpka tipa **250-CVE-460-32/1s** promjerom rotora (radnog kola) **Ø420 mm**, brojem okretaja radnog kola **$n=16 \text{ s}^{-1}$** , visinom dizanja **$h=27 \text{ m}$** , koeficijentom iskoristivosti (učinkovitosti) crpke **$\eta_{crp.}=0,545$** , te protokom od **$Q=40,0 \text{ l/s}$** . Spajamo 3 crpke u jednoj grani u serijskom spoju od kojih svaka diže protok od **$Q=40,0 \text{ l/s}$** na visinu **$h=27 \text{ m}$** . Također, postavljamo jednu rezervnu granu sa po 3 crpke istih karakteristika u serijskom spoju.

$27 \text{ m} + 27 \text{ m} + 27 \text{ m} = 81 \text{ m} > 69 \text{ m}$ zadovoljava!

$40,0 \text{ l/s} > 37,83 \text{ l/s}$ zadovoljava!

Jedna crpka može dizati protok od **$Q=40,0 \text{ l/s}$** na visinu od **$h=27 \text{ m}$** .

Instalirana snaga svih crpki uz 15% rezerve računa se prema (26):

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} \quad (26)$$

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,03783 \cdot 69}{0,545} = 54,03 \text{ kW}$$

Instalirana snaga elektromotora uz 15% rezerve slijedi iz (27):

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} \quad (27)$$

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,03783 \cdot 69}{0,545 \cdot 0,85} = 63,57 \text{ kW}$$

Instalirana snaga za pojedinačnu crpku uz 15% rezerve proračunava se prema (28):

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} \quad (28)$$

$$P_{i,crpke} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,03783 \cdot 27}{0,545} = 21,14 \text{ kW}$$

Instalirana snaga elektromotora uz 15% rezerve slijedi prema izrazu (29):

$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} \quad (29)$$

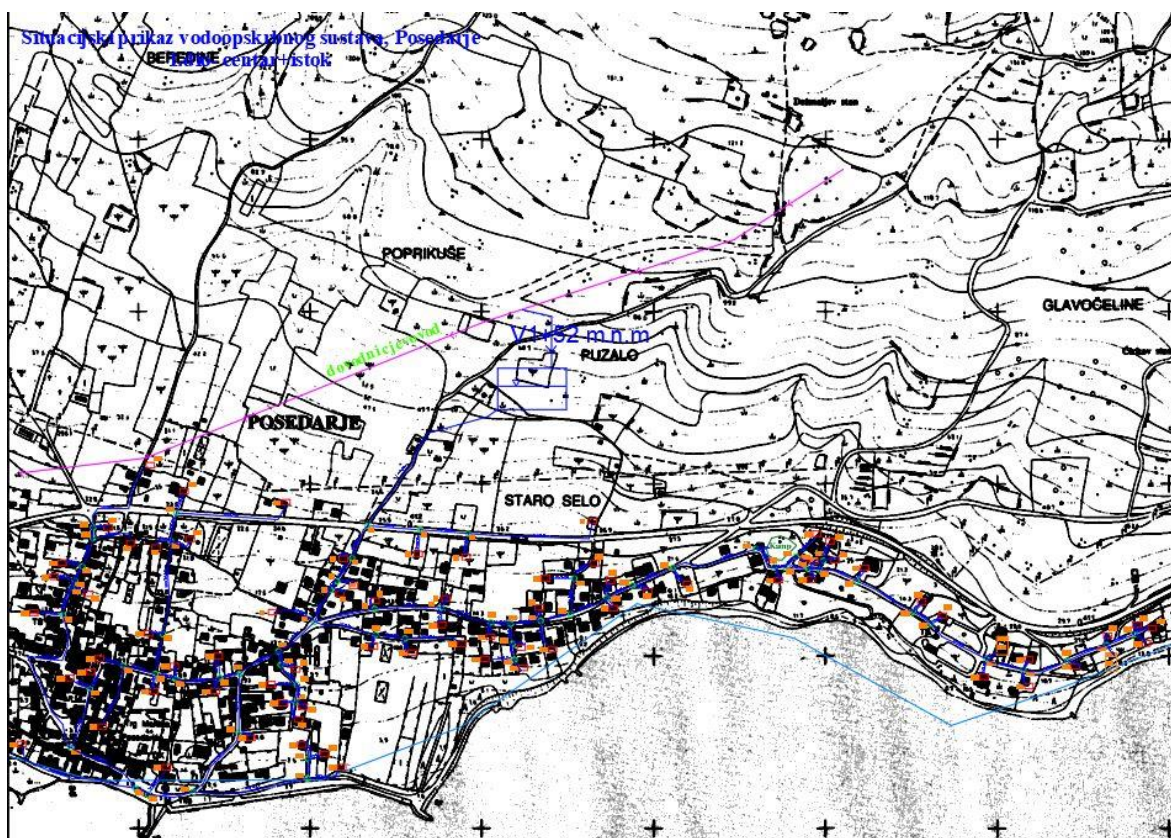
$$P_{i,el.mot.} = \frac{P_{crpke}}{\eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot Q_{crp} \cdot H_{man}}{\eta_{crpke} \cdot \eta_{el.mot.}} = 1,15 \cdot \frac{9,81 \cdot 0,03783 \cdot 27}{0,545 \cdot 0,85} = 24,87 \text{ kW}$$

7. TRASIRANJE CJEVOVODA

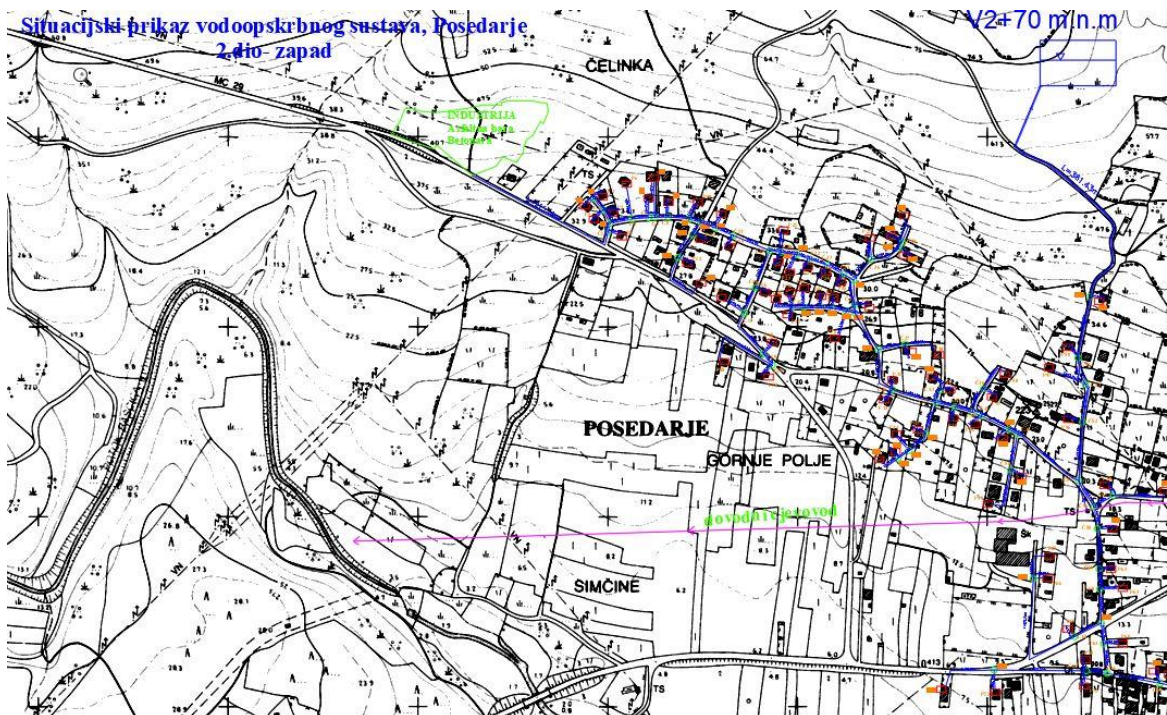
Ispravno trasiran cjevovod uveliko će smanjiti troškove izgradnje, a kasnije i održavanja samog cjevovoda. Prilikom projektiranja potrebno je voditi računa o položaju ostalih instalacija u rovu. Nastoji se što je više moguće položiti cjevovod po državnom terenu kako bi smanjili troškove kupovine privatnih parcela ili izbjegli sudske rasprave koji bi usporili radove.

Važno je voditi računa o kvaliteti cijevi. Odabrana vrsta mora zadovoljiti potrebnu čvrstoću, otpornost na koroziju, trajnost i ne smije imati utjecaj na kvalitetu vode. Za ovaj projekt odabrane su lijevanoželjezne cijevi koje se rade od sivog željeznog lijeva, mješavine željeza i 2% ugljika prema nacionalnim i međunarodnim standardima.

Na slikama 9. i 10., prikazani su situacijski prikazi za oba dijela naselja sa svim potrošačima, a u Prilogu 13.7. prikazan je detaljni plan iskolčenja za uzdužni profil dionice od vodospreme do potrošača P74 za 1.dio naselja, te u Prilogu 13.8. uzdužni profil dionice od vodospreme do potrošača P74 za 2.dio naselja.



Slika 8: Idejni plan vodoopskrbnog sustava Posedarje- 1.dio naselja (centar+istok)



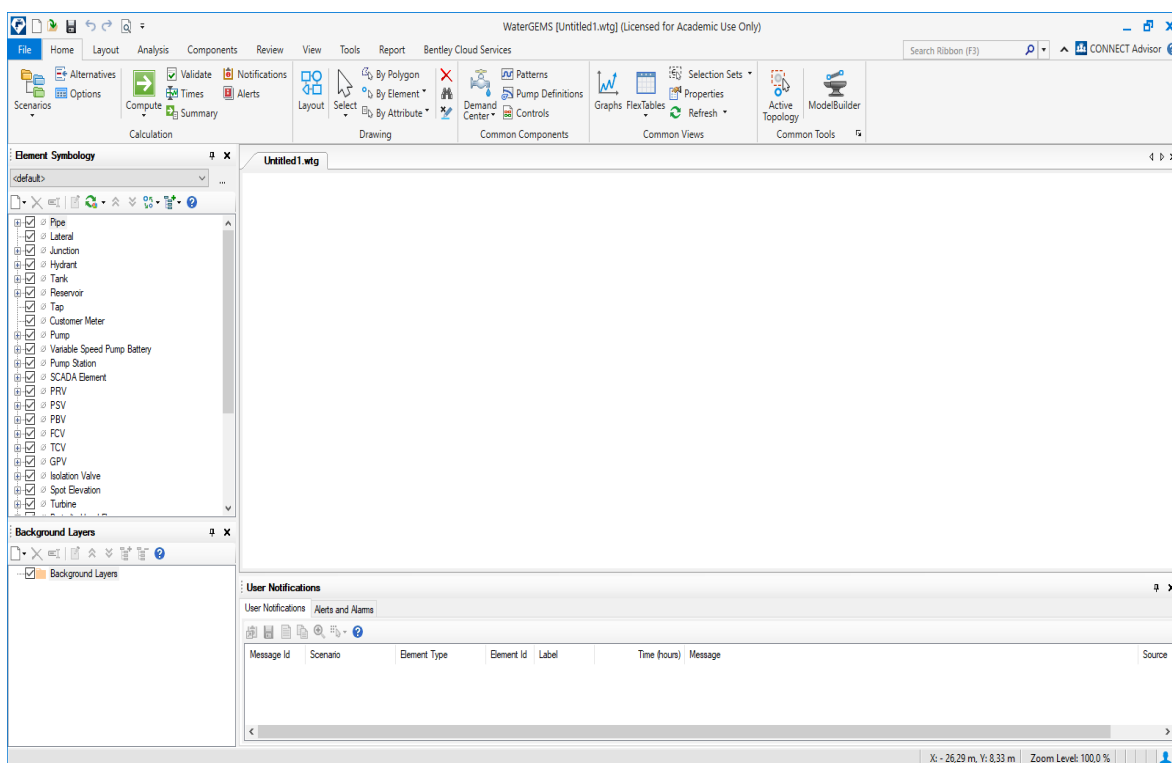
Slika 9: Idejni plan vodoopskrbnog sustava Posedarje-2.dio naselja (zapad)

Osim idejnih planova vodoopskrbnog sustava Posedarje, prikazana su iskolčenja glavnog cjevovoda za oba dijela naselja prikazana u Prilozima ovog diplomskog rada.

8. BENTLEY WATERCAD V8i RAČUNALNI PROGRAM

8.1. Općenito o računalnom programu

WaterCAD V8i (Slika 10.) je računalni program kojeg je kreirala tvrtka za razvoj softvera Bentley Systems, a njegova zadaća je planiranje, dizajniranje i upravljanje sustavima distribucije vode. Ovaj program korisnicima, odnosno inženjerima daje podatke o svakom definiranom rješenju, te omogućava odabir najpovoljnije varijante. WaterCAD V8i računalni program nudi niz mogućnosti kao što je analiza kvalitete vode, upravljanje troškovima energije, određivanje protupožarne rezerve, određivanje optimalnih vrsta cijevi, vodosprema i sl. Unutar samog programa mogu se provoditi proračun za stacionarno tečenje i proračun za tečenje u ovisnosti o prostorno-vremenskoj promijeni (*eng. ExtendedPeriod Simulation*)[6].



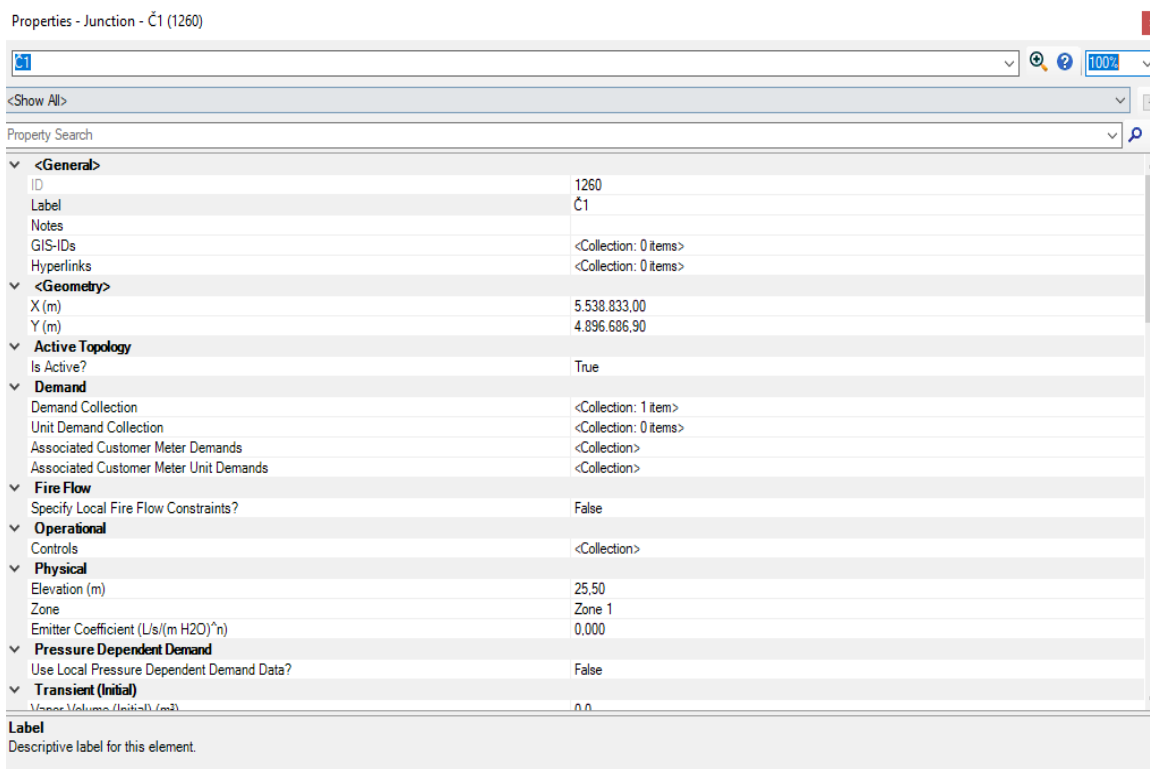
Slika 10: Izgled početnog zaslona u programu WaterCad V8i

8.2. Postavljanje mreže i određivanje njezinih značajki

Prije nego započnemo analizu projekta potrebno je postaviti vodoopskrbnu mrežu. Ona se može definirati na dva načina. Jedan način je direktnim crtanjem elemenata vodoopskrbnog sustava, a drugi način je uvođenjem podataka iz srodnih programa. U ovom diplomskom radu koristio se drugi način, tj. uvođenjem podataka iz AutoCada 2018. Prije samog uvoza potrebno je pravilno definirati Layere kako bi ih WaterCad prepoznao. Tako na primjer cijevi moraju biti definirane kao „Pipe“. Nakon pravilnog definiranja svih ostalih dijelova vodoopskrbnog sustava, datoteku spremamo u .dxf format. Zatim iz izbornika „Tools“ odaberemo „Model Builder“ te „New“ kako bi se kreirao novi model. U padajućem izborniku se odabire „Cadfiles“. Otvara se dijaloški okvir za kreiranje modela. Prije konačnog stvaranja modela prolazi se kroz više koraka.

Nakon što je mreža nacrtana ili uvezena, potrebno je definirati nadmorsku visinu svakog čvora i potrošača, materijal i promjer cijevi svake dionice, potrošnju vode, karakteristike crpki i vodospreme. Svi ti podaci uređuju se unutar „Properties Editor“ Slika 11 ili izbornika „Flex Table“ Slika 12.

Ivan Gračić, Hidraulička analiza dijela vodoopskrbnog sustava naselja Posedarje primjenom WaterCad V8i programskog paketa, Diplomski rad, 2020.



Slika 11: Definiranje značajki pomoću „Properties Editor“

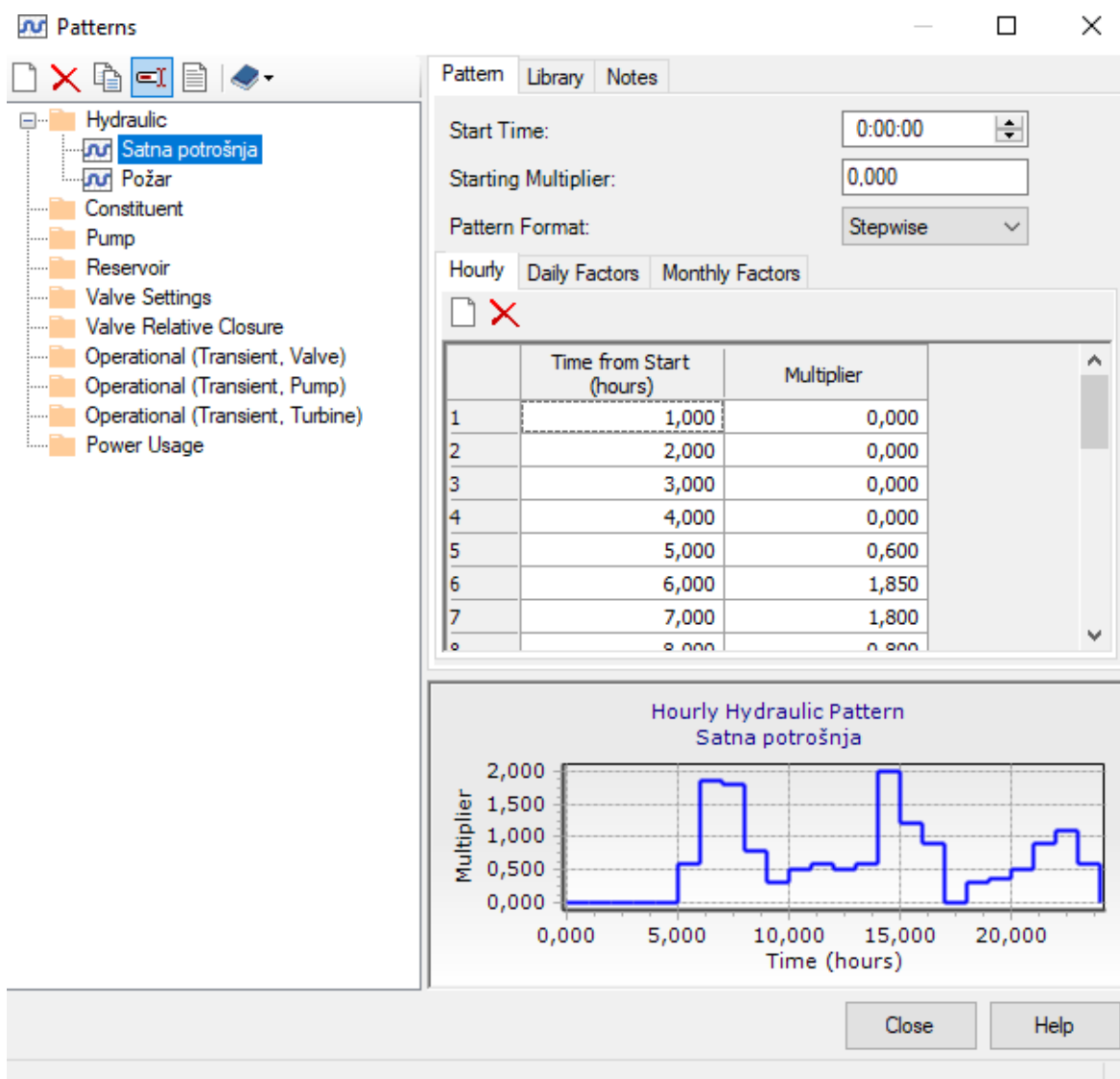
	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Will C
027: cijevi (Po	1027	cijevi (Polylin...	6,66	Č4	P4	250,0	Ductile Iron	1
030: cijevi (Po	1030	cijevi (Polylin...	6,99	P12	Č12	250,0	Ductile Iron	1
033: cijevi (Po	1033	cijevi (Polylin...	7,89	P8	Č8	250,0	Ductile Iron	1
036: cijevi (Po	1036	cijevi (Polylin...	8,04	P6	Č6	250,0	Ductile Iron	1
039: cijevi (Po	1039	cijevi (Polylin...	8,09	P24	Č23	250,0	Ductile Iron	1
042: cijevi (Po	1042	cijevi (Polylin...	10,17	P37	Č33	250,0	Ductile Iron	1
045: cijevi (Po	1045	cijevi (Polylin...	10,29	P14	Č13	250,0	Ductile Iron	1
048: cijevi (Po	1048	cijevi (Polylin...	10,59	Č58	Č59	250,0	Ductile Iron	1
051: cijevi (Po	1051	cijevi (Polylin...	10,93	Č24	P26	250,0	Ductile Iron	1
054: cijevi (Po	1054	cijevi (Polylin...	11,15	P38	Č34	250,0	Ductile Iron	1
057: cijevi (Po	1057	cijevi (Polylin...	11,21	P28	Č26	250,0	Ductile Iron	1
060: cijevi (Po	1060	cijevi (Polylin...	11,22	Č32	P36	250,0	Ductile Iron	1
063: cijevi (Po	1063	cijevi (Polylin...	11,79	Č9	P9	250,0	Ductile Iron	1
066: cijevi (Po	1066	cijevi (Polylin...	12,09	P60	Č49	250,0	Ductile Iron	1
069: cijevi (Po	1069	cijevi (Polylin...	12,21	P46	Č40	250,0	Ductile Iron	1
071: cijevi (Po	1071	cijevi (Polylin...	12,30	P27	Č24	250,0	Ductile Iron	1
073: cijevi (Po	1073	cijevi (Polylin...	13,04	P41	Č35	250,0	Ductile Iron	1
076: cijevi (Po	1076	cijevi (Polylin...	13,57	Č33	HOTEL****	250,0	Ductile Iron	1
078: cijevi (Po	1078	cijevi (Polylin...	13,81	Č26	Č25	250,0	Ductile Iron	1
080: cijevi (Po	1080	cijevi (Polylin...	13,90	P34	Č31	250,0	Ductile Iron	1
083: cijevi (Po	1083	cijevi (Polylin...	14,69	Č17	P20	250,0	Ductile Iron	1

Slika 12: Definiranje značajki unutar izbornika „Flex Table“

8.3. Definiranje potrošnje vode

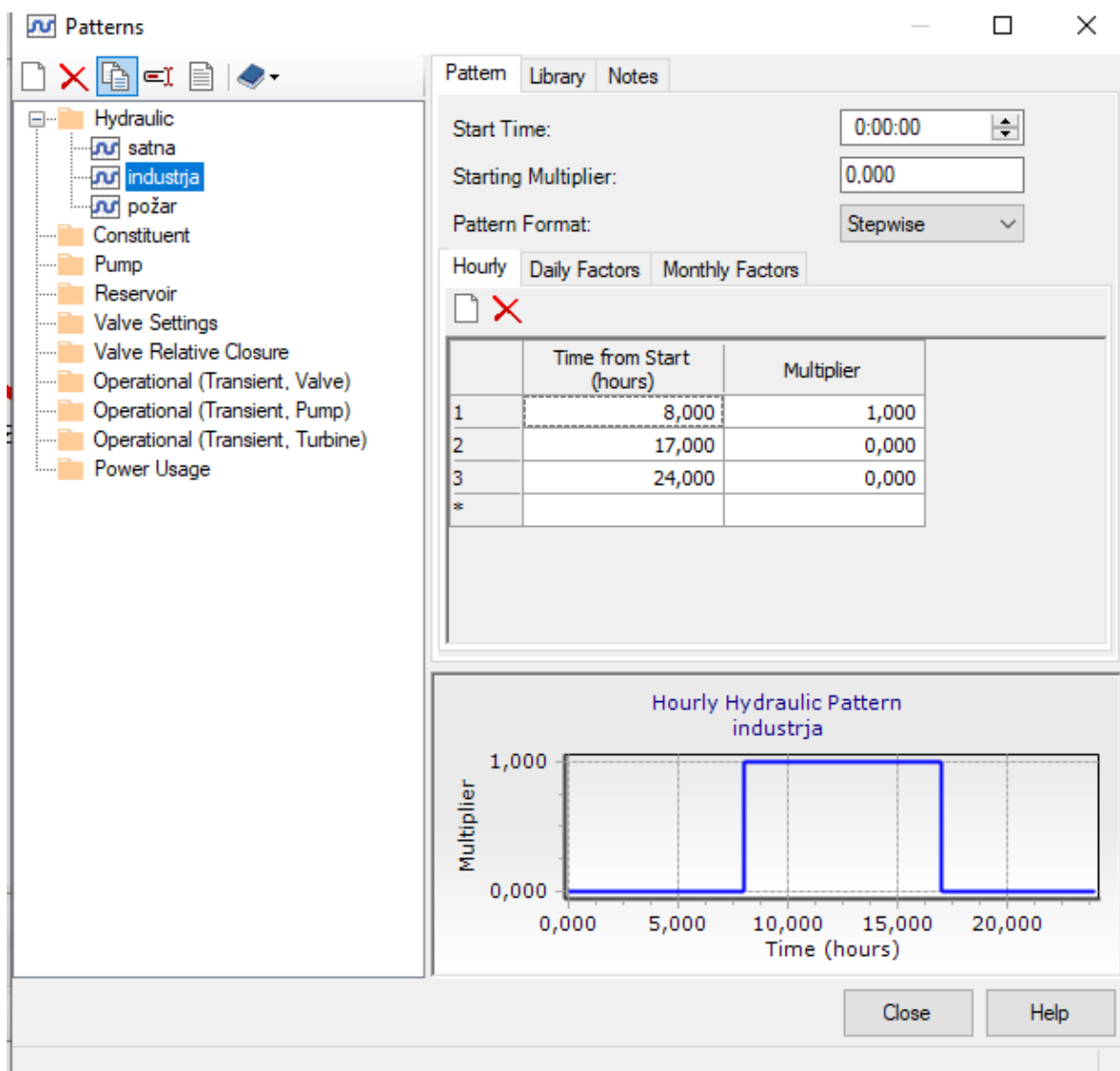
Isto kao i za proračun u Excelu, tako i u WaterCadV8i hidrauličkom modelu je mjerodavna maksimalna satna potrošnja vode, $Q_{\max, \text{sat}}$. Pošto u danu postoji oscilacija potrošnje vode, potrebno je unutar programa definirati uzorke potrošnje vode. Uzorak ili varijante čine multiplikatori koji su promjenjivi u vremenu, a njihova veličina ovisi o neravnomjernosti potrošnje vode tijekom dana. U ovom radu definirana su 3 uzorka, za stanovništvo, industriju i požar u trajanju 2 sata.

Uzorak se definira s obzirom na neravnomjernost satne potrošnje za manje naselje. Kao što je prikazano u Tablici 10., najveći multiplikator se javlja u vrijeme najveće satne potrošnje (5-6 sati) i iznosi 2,0. Uzorak se definira unutar izbornika „Patterns“, te je važno da početni i zadnji multiplikator budu jednaki napočetku i kraju vremenskog razdoblja, jer krivulja potrošnje predstavlja zatvoreni ciklus [6]. Na Slici 13. prikazan je uzorak za stanovništvo unutar WaterCAD V8i računalnog programa.

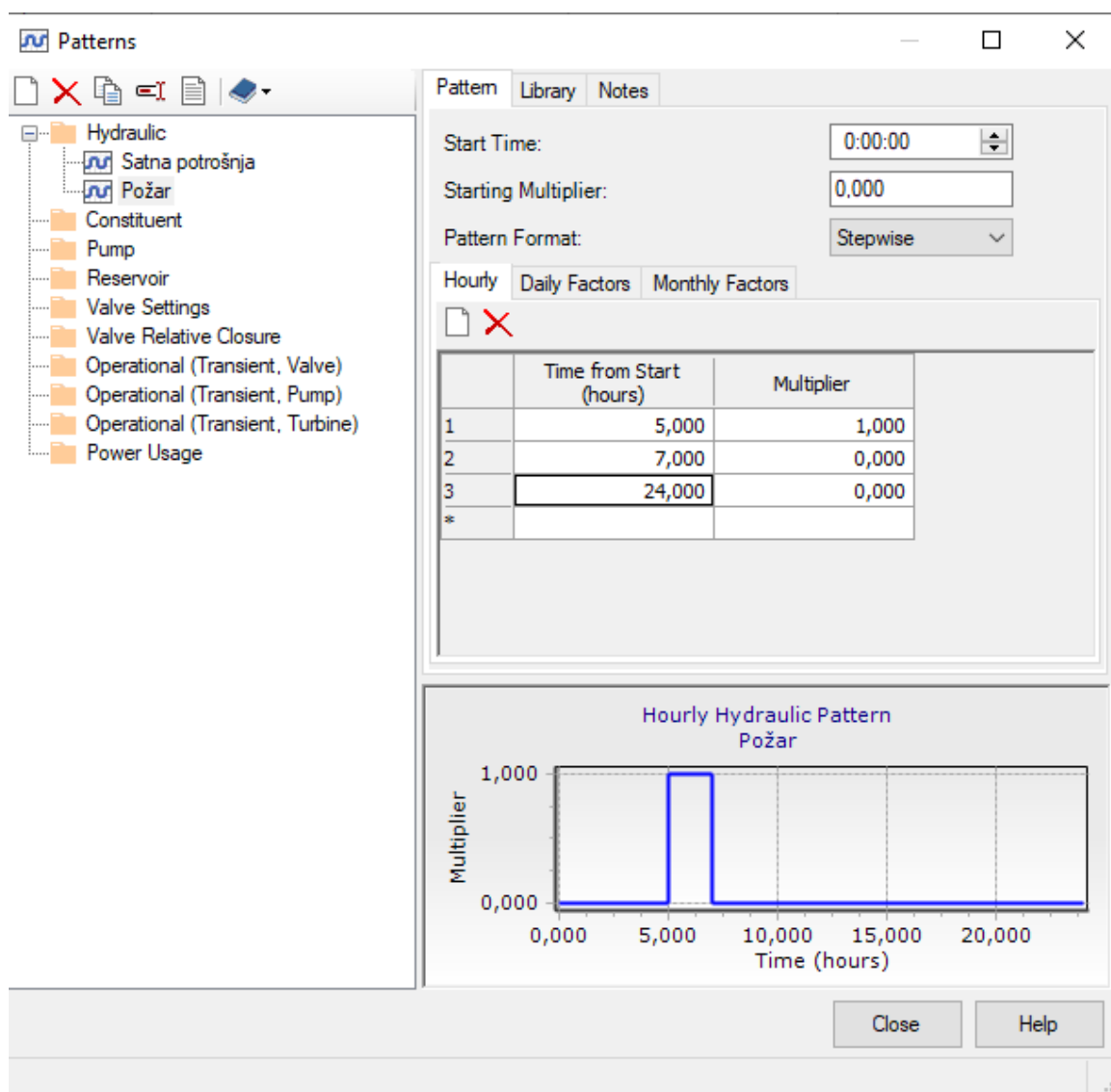


Slika 13: Uzorak za definiranje potrošnje vodepri stanovanju unutar WaterCad V8i računalnog programa

Industrija radi 9 sati dnevno, u periodu 8-17 sati, te unutar toga razdoblja multiplikator iznosi 1 (Slika 14.).Uzorak potrošnje vode za požar (Slika 15.) se definira unutar najveće satne potrošnje (5-7 sati) za minimalno vrijeme gašenja požara od 2 sata.

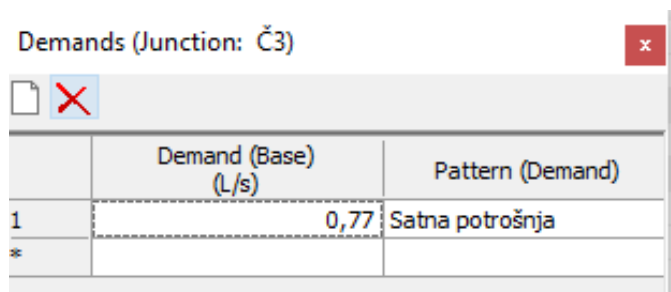


Slika 14: Uzorak za definiranje potrošnje vode u industriji unutar WaterCad V8i programa



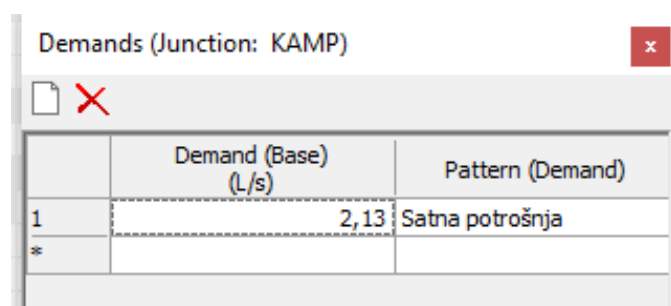
Slika 15:Uzorak za potrošnju vode pri gašenju požara unutar WaterCad V8i programa

Sljedeći korak je određivanje potrošnje vode za svaki čvor. Potrošnja voda definira se pomoću vlastitog protoka svakog čvora. Unutar izbornika „Demand“ upisani su vlastiti protoci stanovništva proračunati u Poglavlju 4.



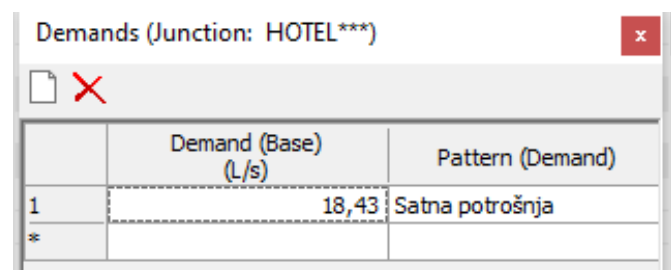
	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	0,77	Satna potrošnja
*		

Slika 16: Definiranje potrošnje vode za stanovništvo unutar WaterCad V8i programa



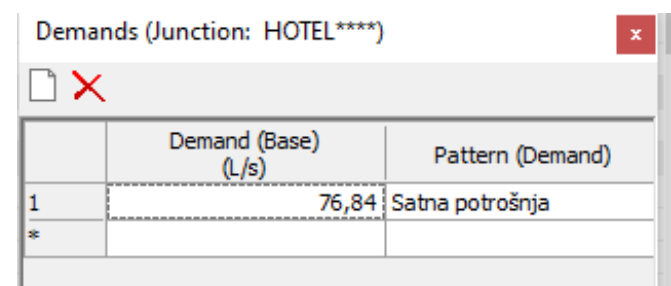
	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	2,13	Satna potrošnja
*		

Slika 17: Definiranje potrošnje vode za kamp unutar WaterCad V8i programa



	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	18,43	Satna potrošnja
*		

Slika 18: Definiranje potrošnje vode za hotel*** unutar WaterCad V8i programa



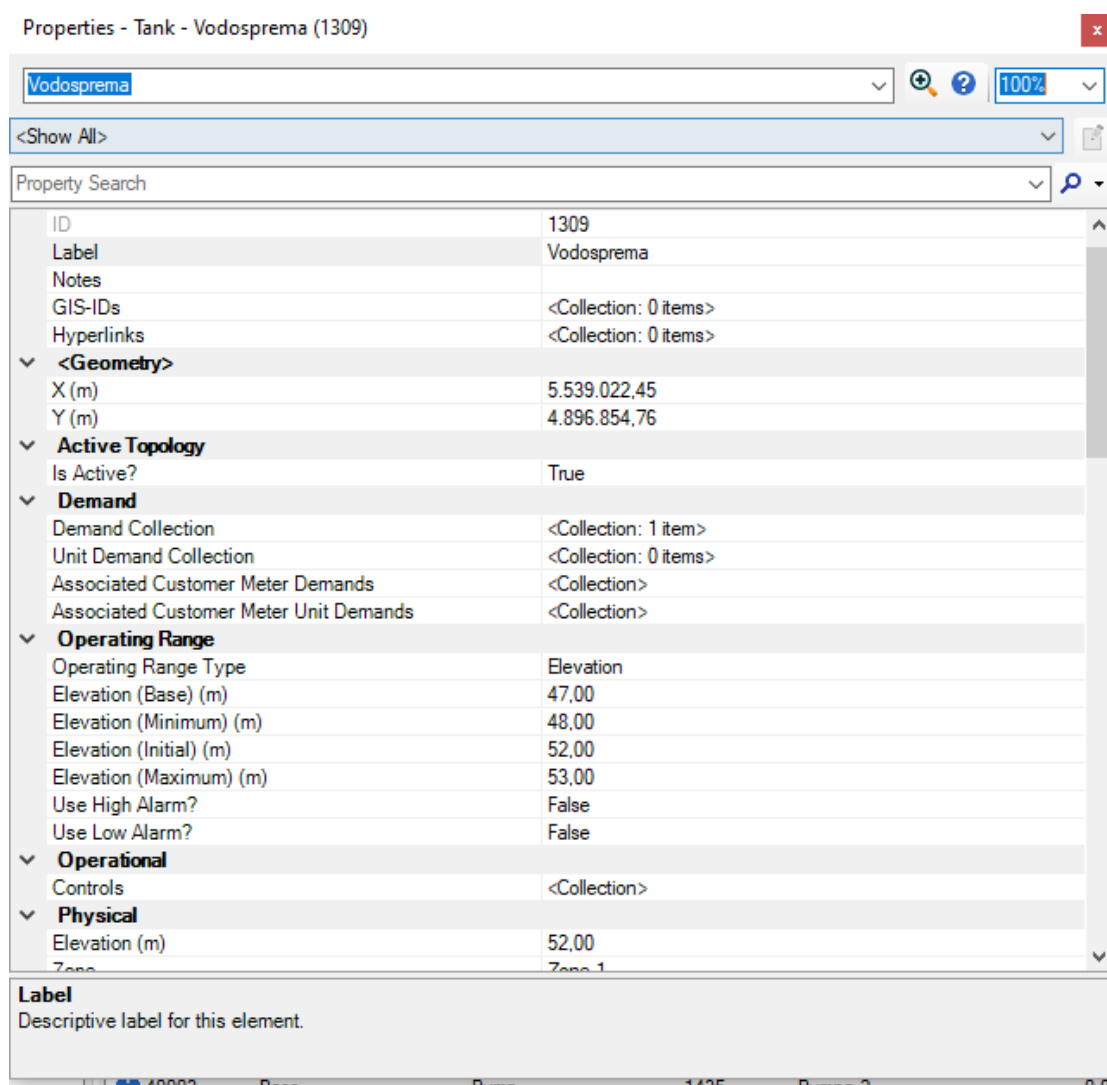
	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	76,84	Satna potrošnja
*		

Slika 19: Definiranje potrošnje vode za hotel**** unutar WaterCad V8i programa

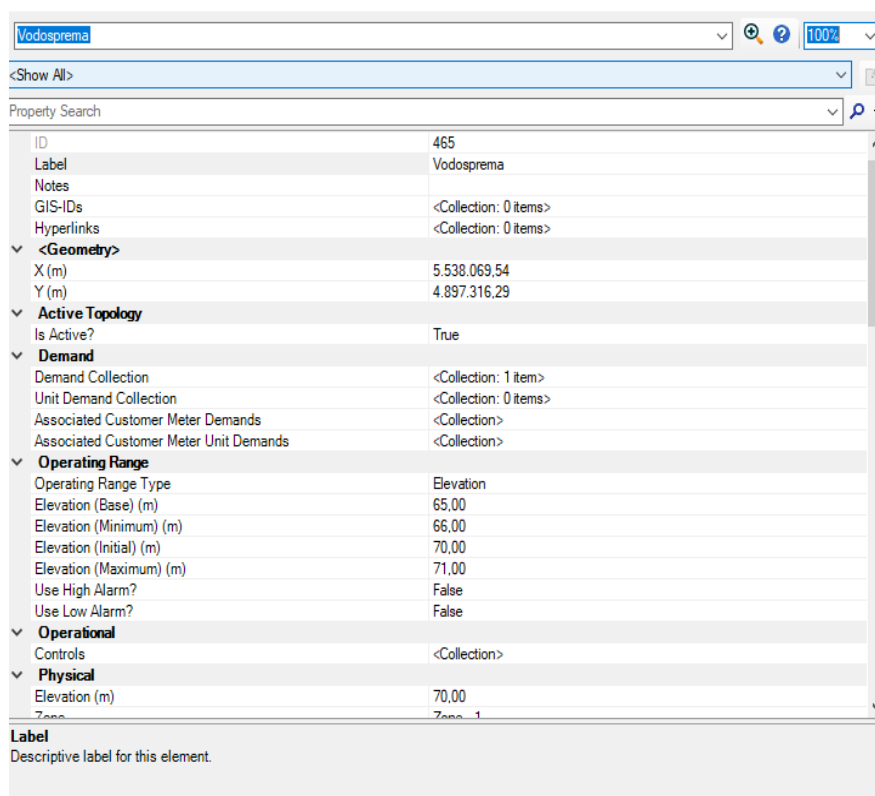
8.4. Definiranje vodospreme

Kao što je već ranije spomenuto, u samome mjestu Posedarje se nalaze dvije vodospreme stoga ih je obje potrebno definirati. Podatke uređujemo unutar izbornika „Properties“ ili „Flex Table“. Potrebno je definirati stvarnu visinu razine vode u vodospremi, minimalnu i maksimalnu visinu razine vode u vodospremi, te kotu dna same vodospreme.

Na Slici 20. prikazani su podaci za 1.dio naselja, a na Slici 21. za 2.dio naselja Posedarje.



Slika 20: Definiranje vodospreme za 1.dio naselja (centar +istok)



Slika 21: Definiranje vodospreme za 2.dio naselja (zapad)

8.5. Definiranje crpne stanice

U slučaju prekida dotoke vode u vodospremu, potrebno je osigurati alternativu kako bi se vršila neprekidna vodoopskrba naselja. U tu svrhu postavljaju se crpne stanice u priobalju.

Crpne stanice se postavljaju za oba dijela naselja. Vrijeme crpljenja je ostalo isto kao i u Excel proračunima (10 satno crpljenje vode), dok se količina crpljenja vode malo promijenila (na dva mjesta u sustavu je postavljena količina vode za gašenje požara od po 15 l/s). Tako za prvi dio naselja u WaterCad V8i hidrauličkom modelu, količina crpljenja iznosi 192,48 l/s umjesto 162,01 l/s, dok za drugi dio naselja u WaterCad modelu iznosi 69 l/s umjesto 38,97 l/s.

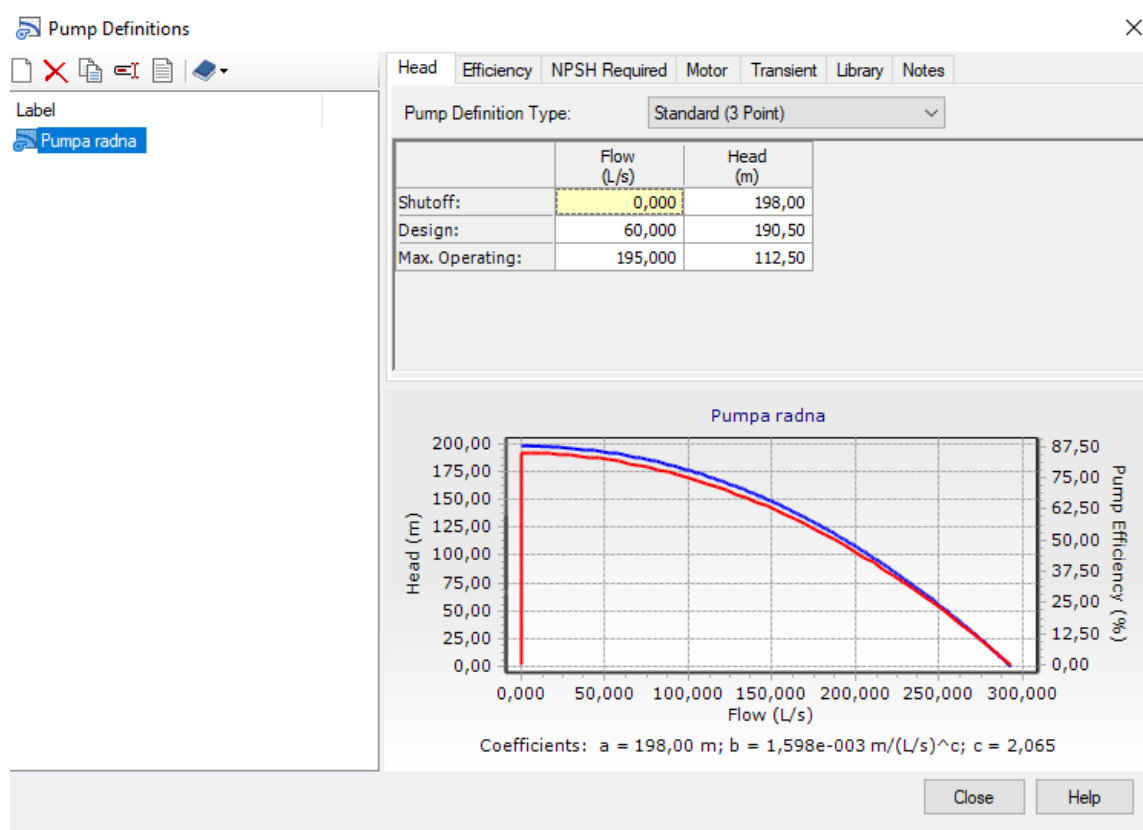
Kao što je već ranije određeno u Poglavlju 6., za 1.dio naselja su potrebne 3 crpke u paralelnom spoju plus jedna rezervna crpka sa istim karakteristikama. Sve crpke su istih karakteristika.

Za 2.dio naselja spojene su 3 crpke istih karakteristika u serijskom spoju na jednoj grani (cjevovodu) i jedna rezervna istih karakteristika.

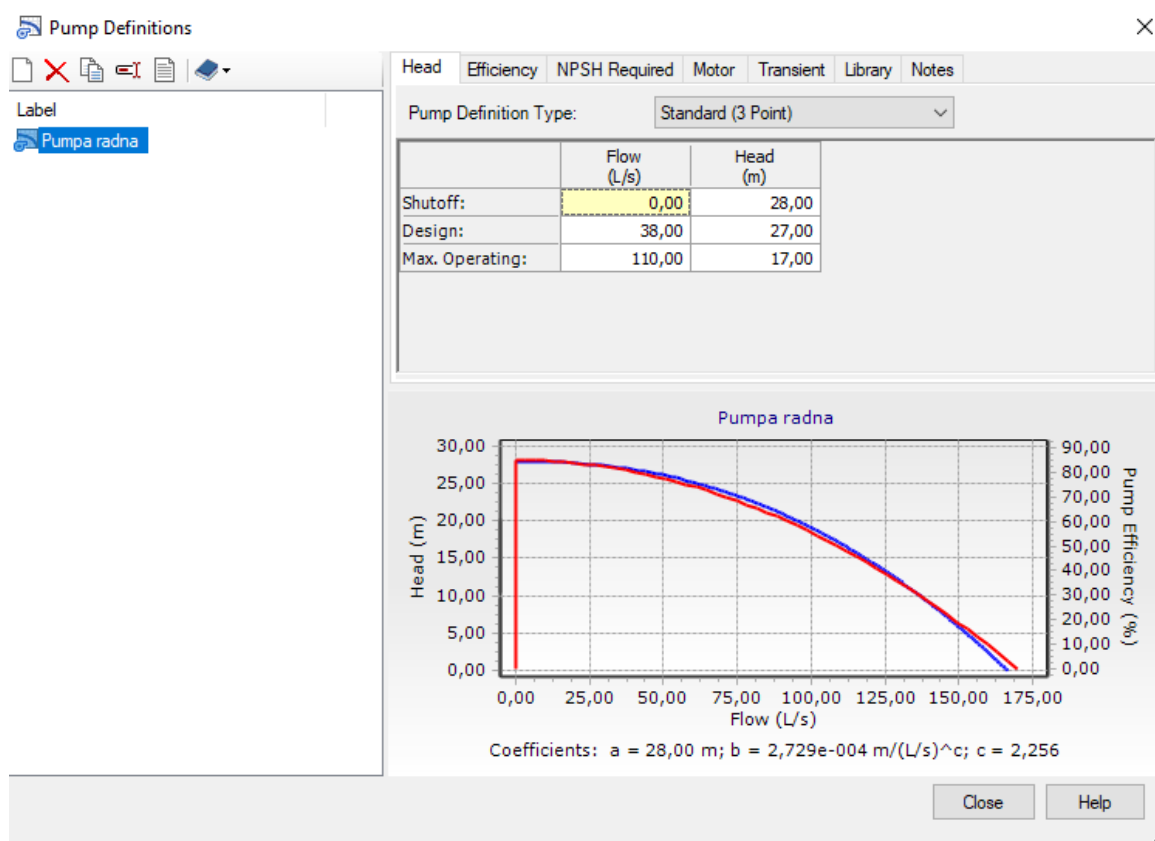
Prvi korak u definiranju crpne stanice jest odrediti njen položaj, izvorište te crpnoj stanici pridodati priradajuće crpke. Zatim slijedi postupak određivanja karakteristika crpne stanice. Karakteristike crpki se određuju u izborniku „Pump Definition“.

Na Slici 22. prikazane su karakteristike crpke za 1.dio naselja, a na Slici 23. karakteristike za 2.dio naselja.

Plava krivulja predstavlja konsumpcijsku $Q-H$ krivulju, a crvena krivulja efikasnost (učinkovitost, iskoristivost) crpke.



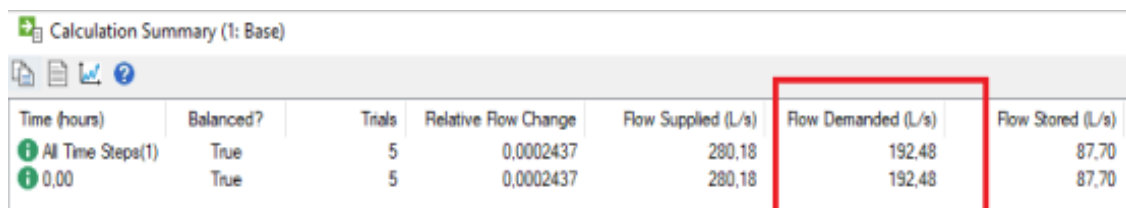
Slika 22: Definiranje karakteristika crpki za 1.dio naselja (centar+istok)



Slika 23: Definiranje karakteristika crpki za 2.dio naselja (zapad)

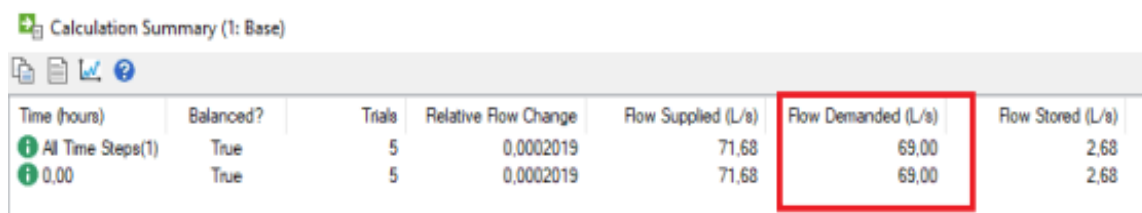
9. HIDRAULIČKA ANALIZA PODMODELA IZRAĐENIH U WATERCAD V8i RAČUNALNOM PROGRAMU

Nakon definiranja svih potrebnih elemenata vodoopskrbnog sustava provodi se hidraulička analiza. WaterCad V8i računalni program omogućava proračun stacionarnog tečenja i proračun kroz određeno vrijeme. U ovom diplomskom radu provest će se 4 analizepodmodela, po 1 za svaki dio naselja, gravitacijski dotok i dotok crpljenjem. Hidraulički proračun provodi se naredbom „Compute“ unutar izbornika „Analysis“ uz prethodnu validaciju naredbom „Validate“ u istom izborniku. Ukoliko je sve dobro definirano, unutar „Calculation Summary“ pojavit će se zelena boja. Osim zelene boje, mogu se pojaviti žuta i crvena boja. Žuta boja definira upozorenja, a crvena pogreške prilikom definiranja modela. Na Slici 24. i Slici 25. prikazani su ukupni protoci za 1.dio naselja, odnosno 2.dio naselja. Provedenim analizama, utvrđeno je kako su svi vodoopskrbni sustavi pravilno postavljeni, tj. dobiveni podaci slični su protocima unutar Poglavlja 4. (za svaki dio naselja, ukupni protok je uvećan za 2 istovremena požara, odnosno 30 l/s).



Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	Flow Stored (L/s)
All Time Steps(1)	True	5	0,0002437	280,18	192,48	87,70
0,00	True	5	0,0002437	280,18	192,48	87,70

Slika 24: Izvještaj provedenog hidrauličkog proračuna-1.dio naselja (centar+istok)



Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	Flow Stored (L/s)
All Time Steps(1)	True	5	0,0002019	71,68	69,00	2,68
0,00	True	5	0,0002019	71,68	69,00	2,68

Slika 25: Izvještaj provedenog hidrauličkog proračuna-2.dio naselja (zapad)

9.1. Gravitacijski dotok vode

Provode se dva hidraulička proračuna, jedan za 1.dio naselja, a drugi za 2.dio naselja. Vršni se gravitacijski dotok u vodospremu. Materijal i promjer cijevi su ostali isti kao u Poglavlju 4., te sa istim položajem i nadmorskim visinama vodosprema.

Budući da se radi o manjem naselju bez velike industrije, mjerodavni protok za većinu dionica je bio protok za gašenje dvosatnog požara na dvije istovremene lokacije (Tablica 10.) koji iznosi $Q_{\text{pož}}=30$ l/s. Prilikom zadavanja vlastitih protoka po čvoru u izborniku „Demand“, javljale su se male brzine i radni tlakovi koje ne odgovaraju podacima iz Poglavlja 4. Drugi pokušaj je bio definiranje protoka pomoću mjerodavnog protoka iz Poglavlja 4., odnosno količine vode za gašenje požara od 30 l/s. Međutim, s tim podacima su se dobivale prevelike brzine i radni tlakovi jer je program kumulativno zbrojio sve protoke po čvorovima, te je ukupni protok iznosio cca 20 puta veći od onoga u stvarnosti. Treći pokušaj je bio zadavanje vlastitih protoka po čvorovima i po jedan istovremeni požar na obje krajnje točke mreže kako bi se postiglo da voda za gašenje požara teče duž cijele mreže. Taj princip se pokazao mjerodavnim, te su se dobile gotovo identične brzine u cijevima, radni tlakovi i gubitci u mreži. U daljnjem tekstu biti će prikazani dobiveni rezultati za oba dijela naselja.

9.1.1. Hidraulički proračun - 1.dio naselja

Hidraulički proračun za 1.dio naselja sastoji se od vodospreme na koti 52 m.n.m. Potrošačku mrežu čine stanovništvo, kamp, hotel *** i hotel****.

Dotok vode u vodospremu se odvija gravitacijski iz izvorišta koje se nalazi na koti 56 m.n.m. Podaci o vodospremi prikazani su na Slici 20. Vodosprema je kružnog oblika promjera 23,50 m i ukupnog kapaciteta 2168,68 m³.

Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Length (User Defined) (m)
269,67	Vodosprema	Č1	450,0	Ductile Iron	130,0	191,920	1,207	0,003	270,16
52,73	Č1	Č4	450,0	Ductile Iron	130,0	187,460	1,179	0,003	98,83
39,77	Č4	Č5	450,0	Ductile Iron	130,0	186,310	1,171	0,003	0,00
16,23	Č5	Č6	450,0	Ductile Iron	130,0	185,030	1,163	0,003	0,00
51,63	Č6	Č7	450,0	Ductile Iron	130,0	184,760	1,162	0,003	0,00
89,19	Č7	Č8	400,0	Ductile Iron	130,0	134,830	1,073	0,003	0,00
97,33	Č8	Č9	400,0	Ductile Iron	130,0	133,760	1,064	0,003	0,00
75,46	Č9	Č10	400,0	Ductile Iron	130,0	132,330	1,053	0,003	0,00
28,99	Č10	Č11	400,0	Ductile Iron	130,0	131,310	1,045	0,003	29,00
44,25	Č11	Č14	400,0	Ductile Iron	130,0	129,810	1,033	0,003	0,00
44,45	Č14	Č15	400,0	Ductile Iron	130,0	128,730	1,024	0,003	0,00
57,93	Č15	Č17	400,0	Ductile Iron	130,0	126,910	1,010	0,002	0,00
42,05	Č17	Č18	400,0	Ductile Iron	130,0	125,880	1,002	0,002	0,00
63,50	Č18	Č19	400,0	Ductile Iron	130,0	125,230	0,997	0,002	0,00
127,50	Č19	Č20	400,0	Ductile Iron	130,0	124,260	0,989	0,002	0,00
42,46	Č20	Č21	400,0	Ductile Iron	130,0	120,730	0,961	0,002	0,00
16,22	Č21	Č22	400,0	Ductile Iron	130,0	120,100	0,956	0,002	16,83
34,05	Č22	Č24	400,0	Ductile Iron	130,0	119,130	0,948	0,002	33,17
16,57	Č24	Č25	400,0	Ductile Iron	130,0	118,520	0,943	0,002	0,00
57,09	Č25	Č27	400,0	Ductile Iron	130,0	117,780	0,937	0,002	0,00
68,28	Č7	Č37	250,0	Ductile Iron	130,0	45,940	0,936	0,004	0,00
93,89	Č27	Č28	400,0	Ductile Iron	130,0	116,950	0,931	0,002	0,00

Slika 26: Dionice sa najvećim brzinama unutar vodoopskrbnog sustava za 1.dio naselja

Uspoređujući rezultate dobivene u Excelu u Poglavlju 4. i rezultate iz WaterCada V8i računalnog programa za određene dionice, uočavaju se vrlo mala odstupanja u brzinama i radnim tlakovima, ali to je upravo zbog ranije spomenutog načina zadavanja protoka koji se razlikuju od onoga u Excelu.

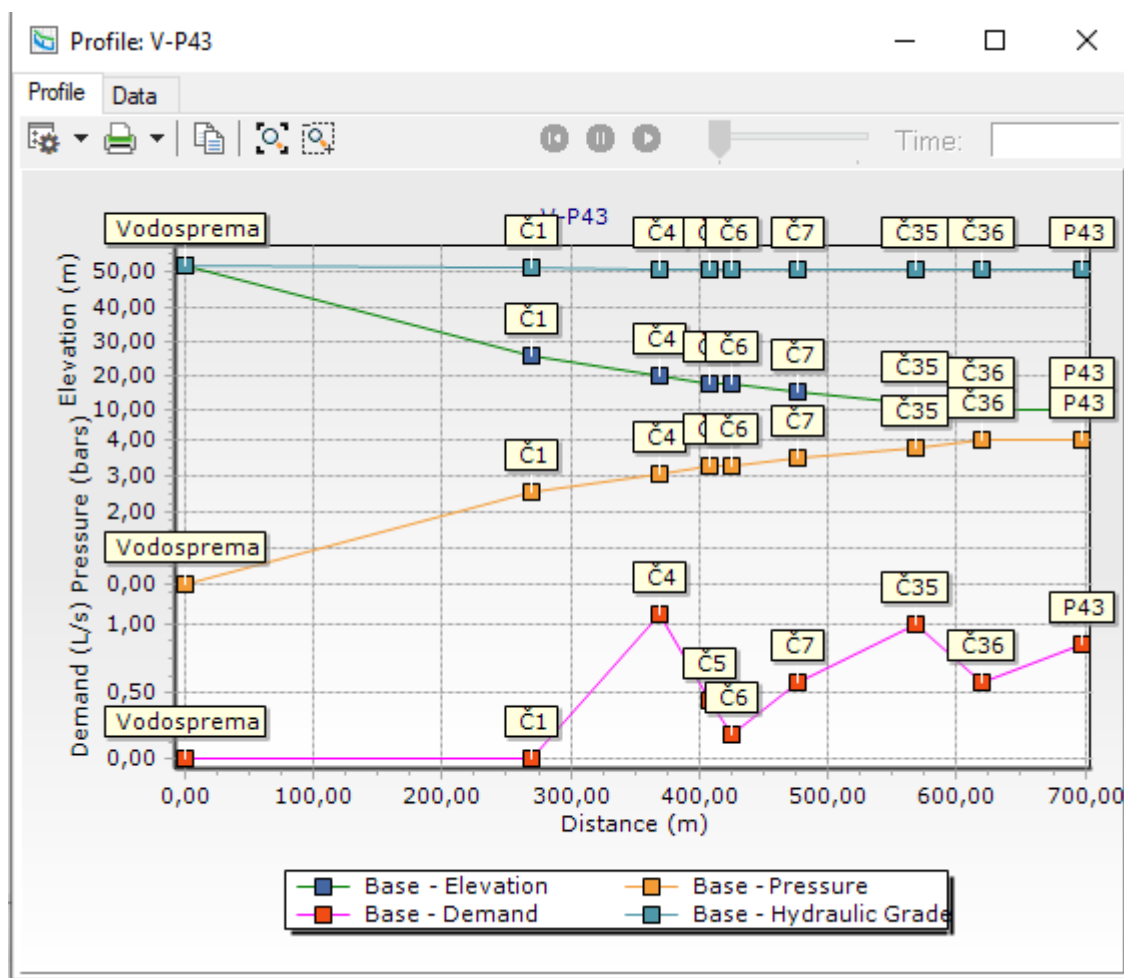
Važno je napomenuti kako brzine nisu veće od 2 m/s, te ne dolazi do oštećenja cijevi, a male brzine, ispod 0,2 m/s, pojavljuju se na malim dionicama (često na dionicama kod kojih voda teče uzvodno).

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (bars) ▼
Č53	1,50	0,740	49,66	4,71
Č54	1,60	0,230	49,63	4,70
Č51	1,90	1,840	49,76	4,68
Č50	2,20	1,220	49,76	4,65
Č52	2,50	0,320	49,76	4,63
P61	2,50	0,200	49,76	4,63
P64	2,50	0,490	49,66	4,62
Č55	2,70	1,230	49,50	4,58
P62	3,10	0,190	49,76	4,57
P65	3,00	2,040	49,63	4,56
P58	4,60	1,000	50,12	4,45
P60	4,50	0,130	49,97	4,45
P48	5,00	0,240	50,36	4,44
Č49	4,80	0,930	49,97	4,42
P47	5,80	0,070	50,36	4,36
P46	6,10	0,130	50,36	4,33
Č56	5,30	0,990	49,50	4,33
P66	5,50	0,290	49,50	4,31
Č40	6,50	0,270	50,36	4,29
P67	5,90	0,250	49,50	4,27
P57	7,20	0,230	50,12	4,20
Č39	7,50	0,420	50,36	4,19
P45	7,50	0,350	50,36	4,19
P50	7,50	0,180	50,14	4,17
P14	7,50	0,110	49,82	4,14
Č13	8,00	0,260	49,82	4,09
P13	8,10	0,410	49,82	4,08
Č41	9,30	0,720	50,14	4,00
P42	9,80	0,190	50,61	3,99
Č42	9,50	0,320	50,14	3,98
P41	10,00	0,140	50,61	3,97
P43	10,00	0,850	50,61	3,97
Č36	10,20	0,570	50,61	3,95
Č38	10,00	0,220	50,36	3,95
P44	10,00	0,180	50,36	3,95
Č43	9,80	0,710	50,12	3,95
Č44	9,90	0,330	50,12	3,94
P49	10,00	0,310	50,14	3,93
P51	10,00	0,170	50,12	3,93
P59	10,10	0,320	50,12	3,92

Slika 27: Prikaz radnih tlakova za određene čvorove vodoopskrbnog sustava za 1.dio naselja

Podaci o hidrodinamičkom tlaku prikazani su na Slici 27.

Na Slici 28. prikazan je uzdužni profil dionice vodosprema-P43. Opadanje piezometarske linije, odnosno smanjenje hidrodinamičkog tlaka ovisi o koti terena i o linijskim gubitcima duž vodoopskrbnog sustava.



Slika 28: Uzdužni profil dionice vodosprema-P43

9.1.2. Hidraulički proračun - 2.dio naselja

Proračun za 2.dio naselja sastoji se od vodospreme na koti 70 m.n.m. Potrošačku mrežu čine stanovništvo i industrija.

Dotok vode u vodospremu se odvija gravitacijski iz izvorišta koje se nalazi na koti 80 m.n.m. Podaci o vodospremi prikazani su na Slici 21. Vodosprema je kružnog oblika promjera 16 m i ukupnog kapaciteta 1005,31 m³.

Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Length (User Defined) (m)
16,85	Izvor vode	Vodosprema	200,0	Ductile Iron	130,0	71,68	2,282	0,025	400,00
361,43	Vodosprema	Č55	250,0	Ductile Iron	130,0	69,00	1,406	0,008	0,00
82,64	Č55	Č54	250,0	Ductile Iron	130,0	68,89	1,403	0,008	0,00
36,50	Č54	Č53	250,0	Ductile Iron	130,0	68,04	1,386	0,008	0,00
51,10	Č53	Č52	250,0	Ductile Iron	130,0	67,31	1,371	0,008	0,00
77,25	Č52	Č51	250,0	Ductile Iron	130,0	66,74	1,360	0,007	0,00
102,03	Č51	Č49	250,0	Ductile Iron	130,0	41,16	0,839	0,003	103,03
12,05	Č49	Č48	250,0	Ductile Iron	130,0	39,16	0,798	0,003	40,48
40,48	Č48	Č47	250,0	Ductile Iron	130,0	38,70	0,788	0,003	0,00
13,24	Č47	Č45	250,0	Ductile Iron	130,0	38,24	0,779	0,003	0,00
23,97	Č45	Č44	250,0	Ductile Iron	130,0	37,32	0,760	0,003	24,46
26,23	Č44	Č39	250,0	Ductile Iron	130,0	37,00	0,754	0,002	59,23
59,23	Č39	Č38	250,0	Ductile Iron	130,0	34,26	0,698	0,002	0,00
63,91	Č38	Č36	250,0	Ductile Iron	130,0	33,55	0,683	0,002	0,00
57,33	Č36	Č30	250,0	Ductile Iron	130,0	32,19	0,656	0,002	0,00
11,13	Č30	Č29	250,0	Ductile Iron	130,0	29,84	0,608	0,002	0,00
32,36	Č29	Č25	250,0	Ductile Iron	130,0	29,62	0,603	0,002	0,00
15,62	Č25	Č24	250,0	Ductile Iron	130,0	27,89	0,568	0,001	0,00
23,83	Č24	Č23	250,0	Ductile Iron	130,0	27,68	0,564	0,001	0,00
24,68	Č23	Č22	250,0	Ductile Iron	130,0	27,42	0,559	0,001	0,00
18,14	Č22	Č21	250,0	Ductile Iron	130,0	27,14	0,553	0,001	0,00
20,56	Č21	Č20	250,0	Ductile Iron	130,0	26,79	0,546	0,001	0,00

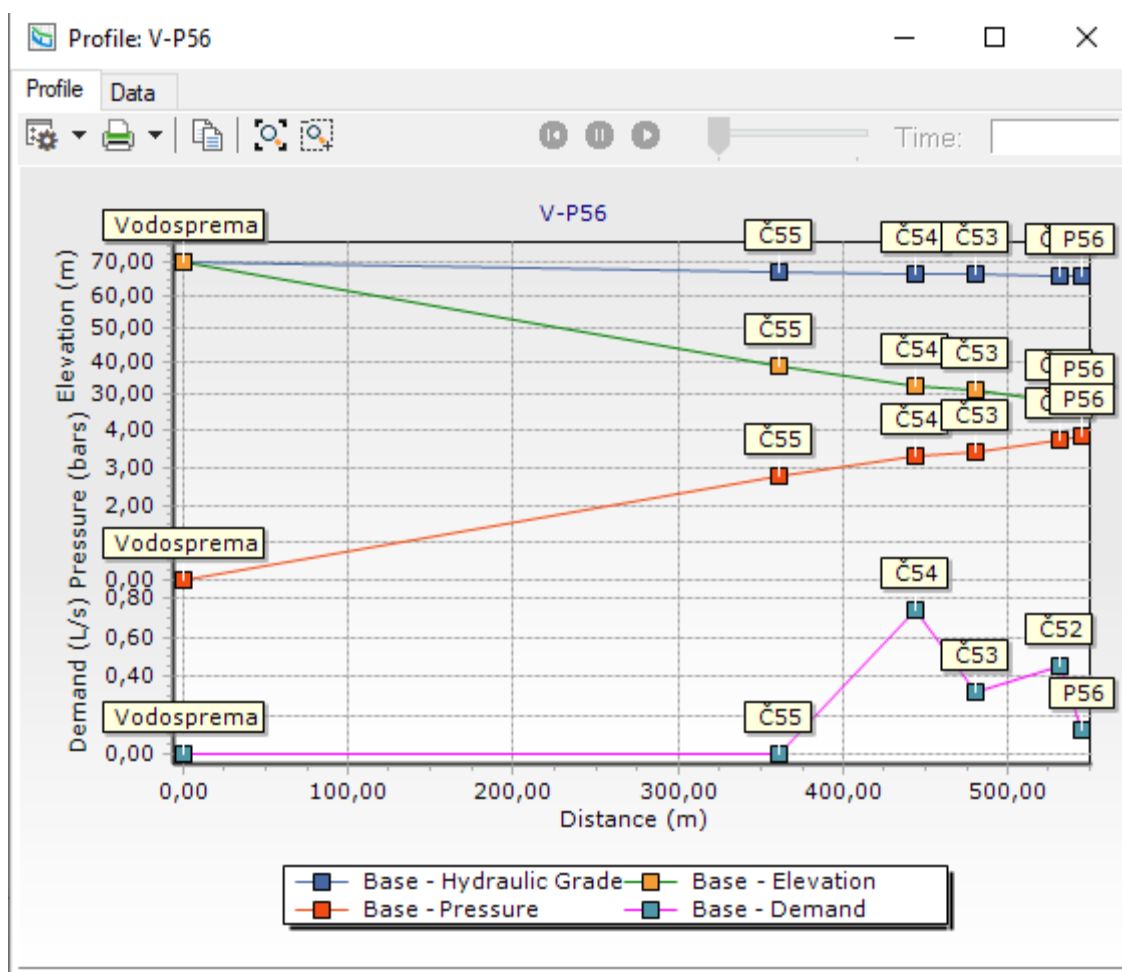
Slika 29: Dionice sa najvećim brzinama unutar vodoopskrbnog sustava za 2.dio naselja

Kao što je ranije već spomenuto, dolazi do malih odstupanja u odnosu na Excel proračun (Poglavlje 4.) što je rezultat drugačijeg načina zadavanja protoka nego u Excel programu.

Važno je napomenuti kako brzine nisu veće od 2 m/s, te ne dolazi do oštećenja cijevi, a male brzine, ispod 0,2 m/s, pojavljuju se na malim dionicama (pretežno na dionicama kod kojih voda teče uzvodno).

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (bars) ▼
P74	7,50	0,70	65,03	5,63
P73	8,10	0,23	65,03	5,57
Č68	8,90	1,08	65,03	5,49
P71	9,30	0,15	65,03	5,45
Č65	9,50	0,63	64,99	5,43
Č62	9,80	0,35	65,08	5,41
P65	10,00	0,06	65,08	5,39
Č67	10,40	0,25	65,03	5,35
Č66	10,80	0,35	65,03	5,31
P70	11,00	15,23	64,98	5,28
P72	11,20	0,09	65,03	5,27
P69	11,50	0,11	64,99	5,24
Č64	12,20	0,24	65,06	5,17
P68	12,50	0,22	65,06	5,14
Č63	13,00	1,55	65,07	5,10
Č61	13,30	0,40	65,08	5,07
P66	13,30	0,12	65,07	5,07
Č60	14,30	0,23	65,12	4,97
P67	14,70	0,38	65,07	4,93
Č59	14,80	0,47	65,14	4,93
P63	15,00	0,11	65,14	4,91
P64	15,00	0,22	65,12	4,91
P46	14,50	0,53	64,50	4,89
Č42	15,50	0,16	64,50	4,80
P45	15,80	0,05	64,50	4,77

Slika 30: Prikaz radnih tlakova za određene čvorove vodoopskrbnog sustava za 1.dio naselja



Slika 31: Uzdužni profil dionice Vodosprema-P56

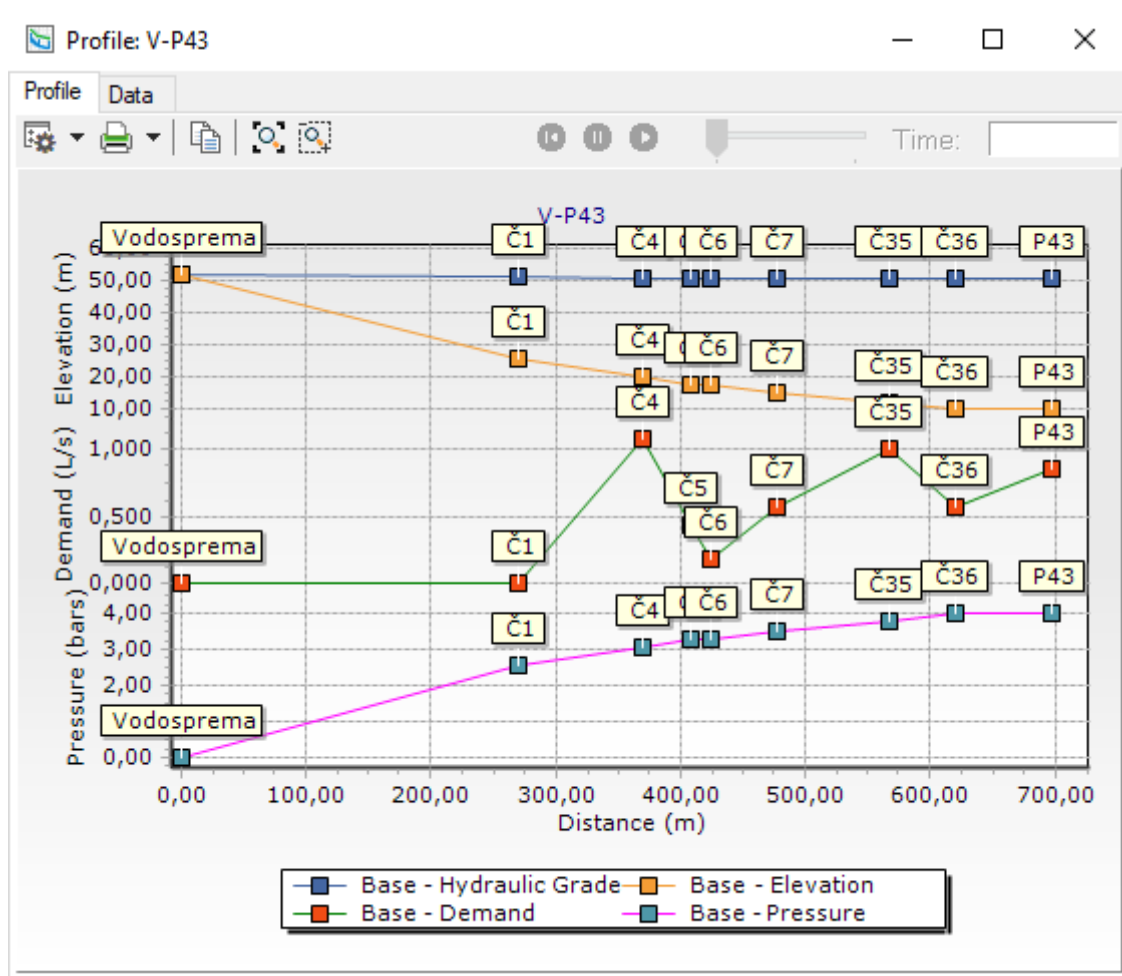
9.1.3. Dotok vode crpljenjem za 1.dio naselja

Dotok vode crpljenjem se vrši za 10-satni period u toku dana. Crpke se uključuju ukoliko je niskarazina vode u vodospremi. Za 1.dio naselja, položaj crpke je na koti 2,1 mn.m., a izvor vode odakle se crpi voda je na koti 10 mn.m. Duljina tlačne dionice je 1000 m.

Po 3 crpke su spojene u paralelnom spoju, te je ugrađena jedna rezervna crpka istih karakteristika. Karakteristike pumpi su definirane na Slici 22. Količina crpljenja je nešto veća nego u Poglavlju 4., a ta vrijednost može poslužiti kao sigurnosna rezerva kod ispiranja vodoopskrbnih cijevi ili kod tlačnih proba. Na Slici 32. su prikazane sve duljine crpki, promjeri, brzine, kao i protoci.

Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Length (User Defined) (m)
90,98	Izvor vode	Pumpa 3	400,0	Ductile Iron	130,0	252,996	2,013	0,009	0,00
220,18	Pumpa 3	Vodosprema	400,0	Ductile Iron	130,0	252,996	2,013	0,009	1.000,00
98,48	Izvor vode	Pumpa 2	400,0	Ductile Iron	130,0	252,944	2,013	0,009	0,00
229,97	Pumpa 2	Vodosprema	400,0	Ductile Iron	130,0	252,944	2,013	0,009	1.000,00
123,78	Izvor vode	Pumpa 1	400,0	Ductile Iron	130,0	252,768	2,011	0,009	0,00
250,89	Pumpa 1	Vodosprema	400,0	Ductile Iron	130,0	252,768	2,011	0,009	1.000,00

Slika 32: Elementi crpne stanice za 1.dio naselja



Slika 33: Uzdužni profil dionice Vodosprema-P43 (dotok crpljenjem)

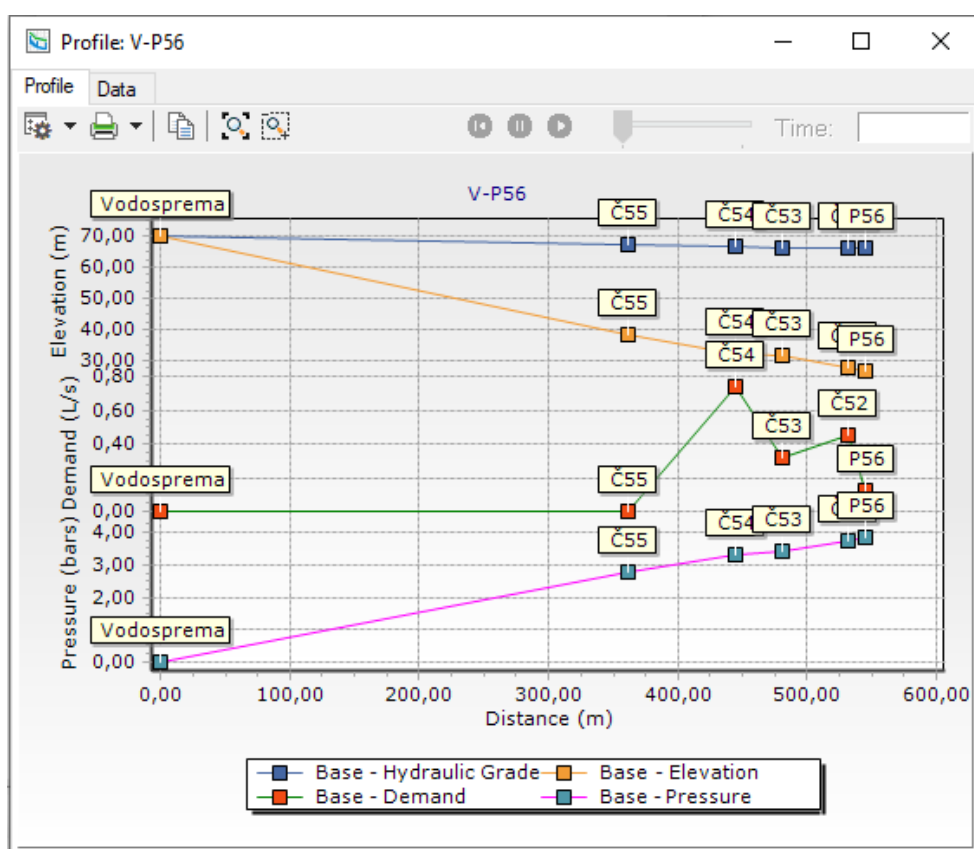
9.1.4. Dotok crpljenjem za 2.dio naselja

Dotok vode crpljenjem se vrši 10 sati dnevno. Za 2.dio naselja, položaj crpke je na koti 7,5 mn.m., a izvor vode odakle se crpi voda je na koti 4,5 mn.m. Duljina tlačne dionice je 200 m.

3 crpke su spojene u serijskom spoju plus jedna rezervna. Karakteristike pumpi su definirane na Slici 23. Količina crpljenja je nešto veće nego u Poglavlju 4. radi zadovoljenja sigurnosne rezerve u pogledu ispiranja vodoopskrbnih cijevi i tlačnih proba. Na Slici 34. su prikazane sve duljine crpki, promjeri, brzine, kao i protoci.

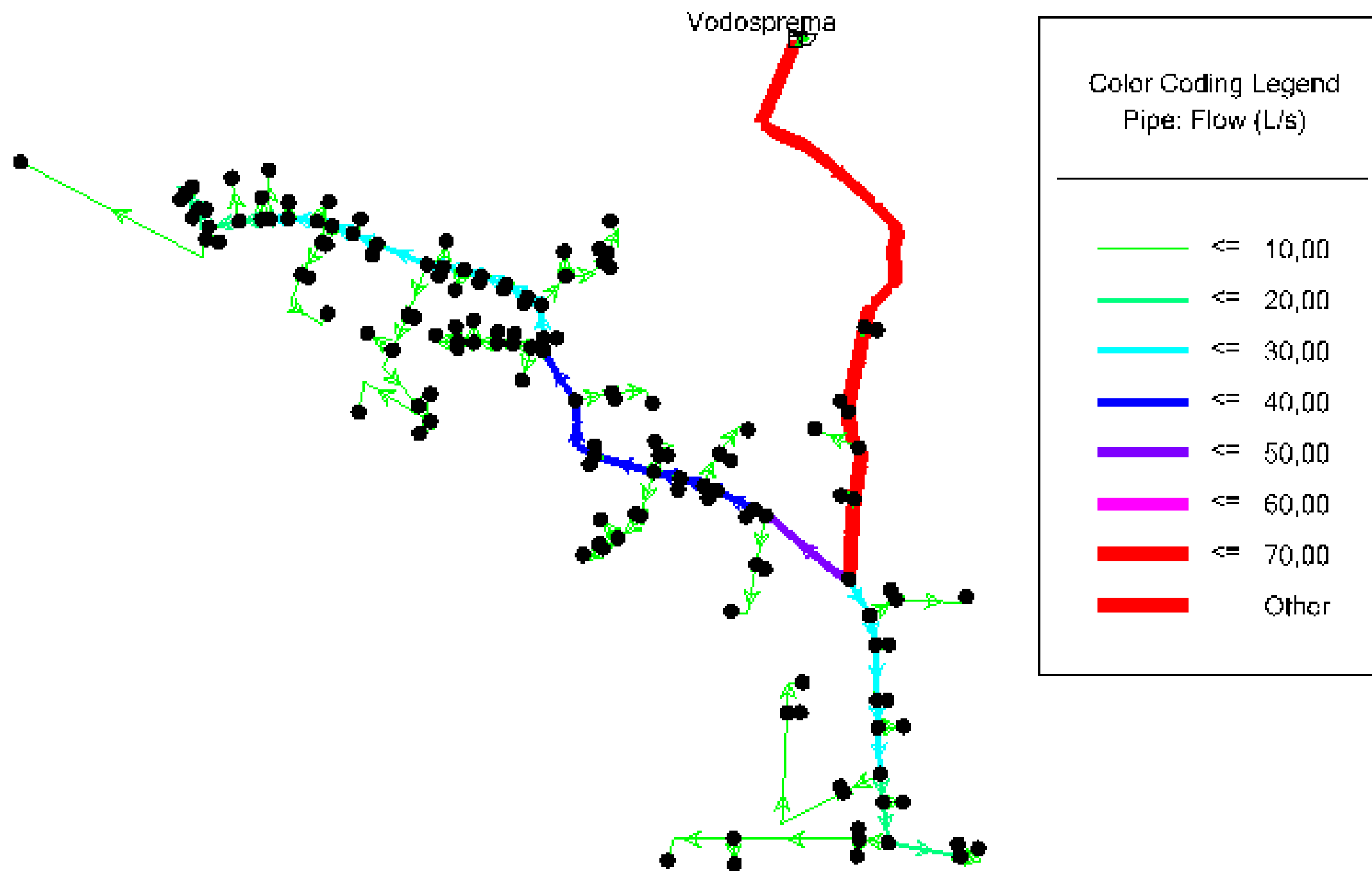
Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
31,33	Izvor vode	Pumpa 1	200,0	Ductile Iron	130,0	0,000	72,50	2,308	0,026	<input checked="" type="checkbox"/>	20,00
31,71	Pumpa 1	Pumpa 2	200,0	Ductile Iron	130,0	0,000	72,50	2,308	0,026	<input checked="" type="checkbox"/>	70,00
31,02	Pumpa 2	Pumpa 3	200,0	Ductile Iron	130,0	0,000	72,50	2,308	0,026	<input checked="" type="checkbox"/>	70,00
45,39	Pumpa 3	Vodosprema	200,0	Ductile Iron	130,0	0,000	72,50	2,308	0,026	<input checked="" type="checkbox"/>	60,00

Slika 34: Elementi crpne stanice za 2.dio naselja

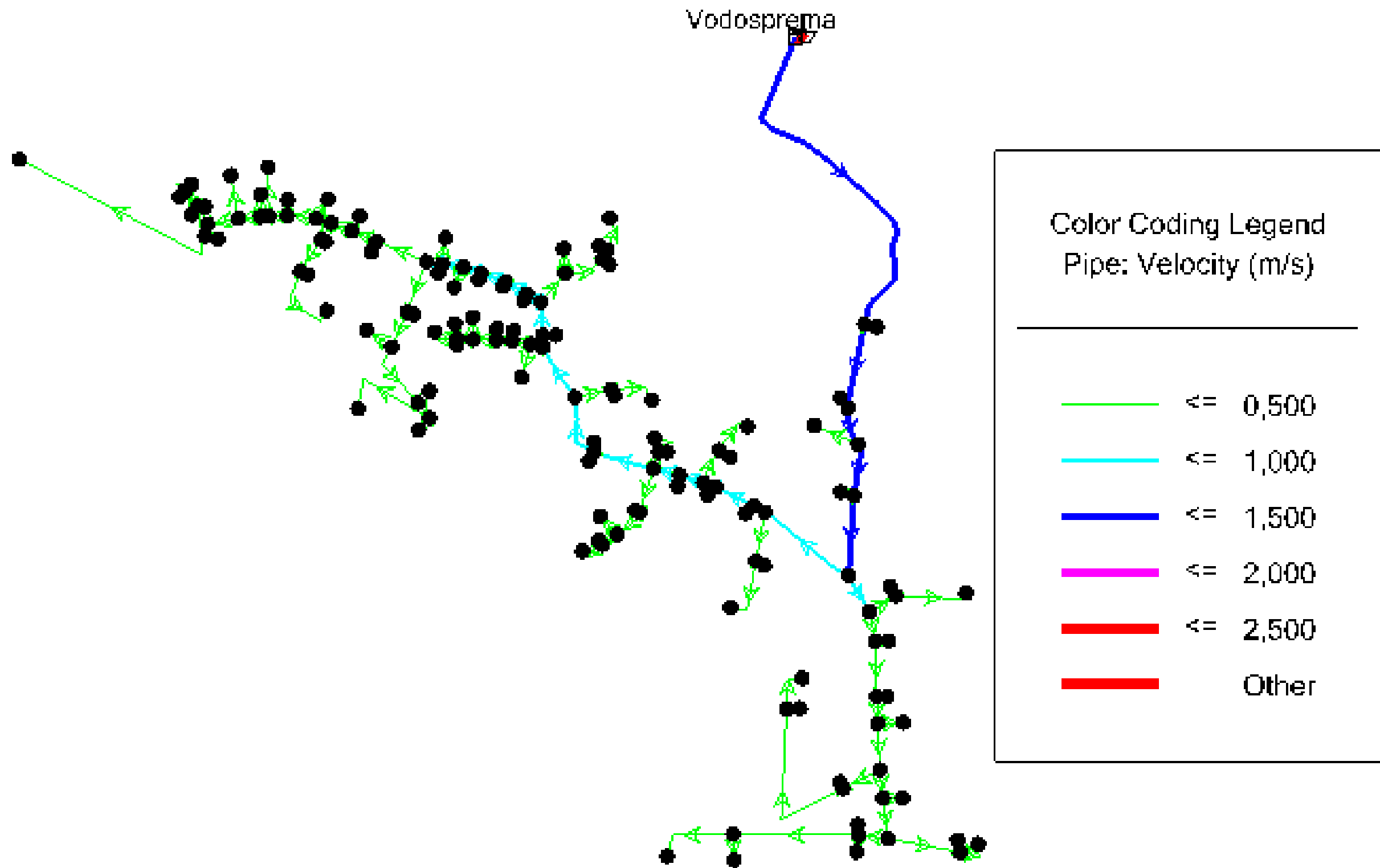


Slika 35: Uzdužni profil dionice Vodosprema-P56 (dotok crpljenjem)

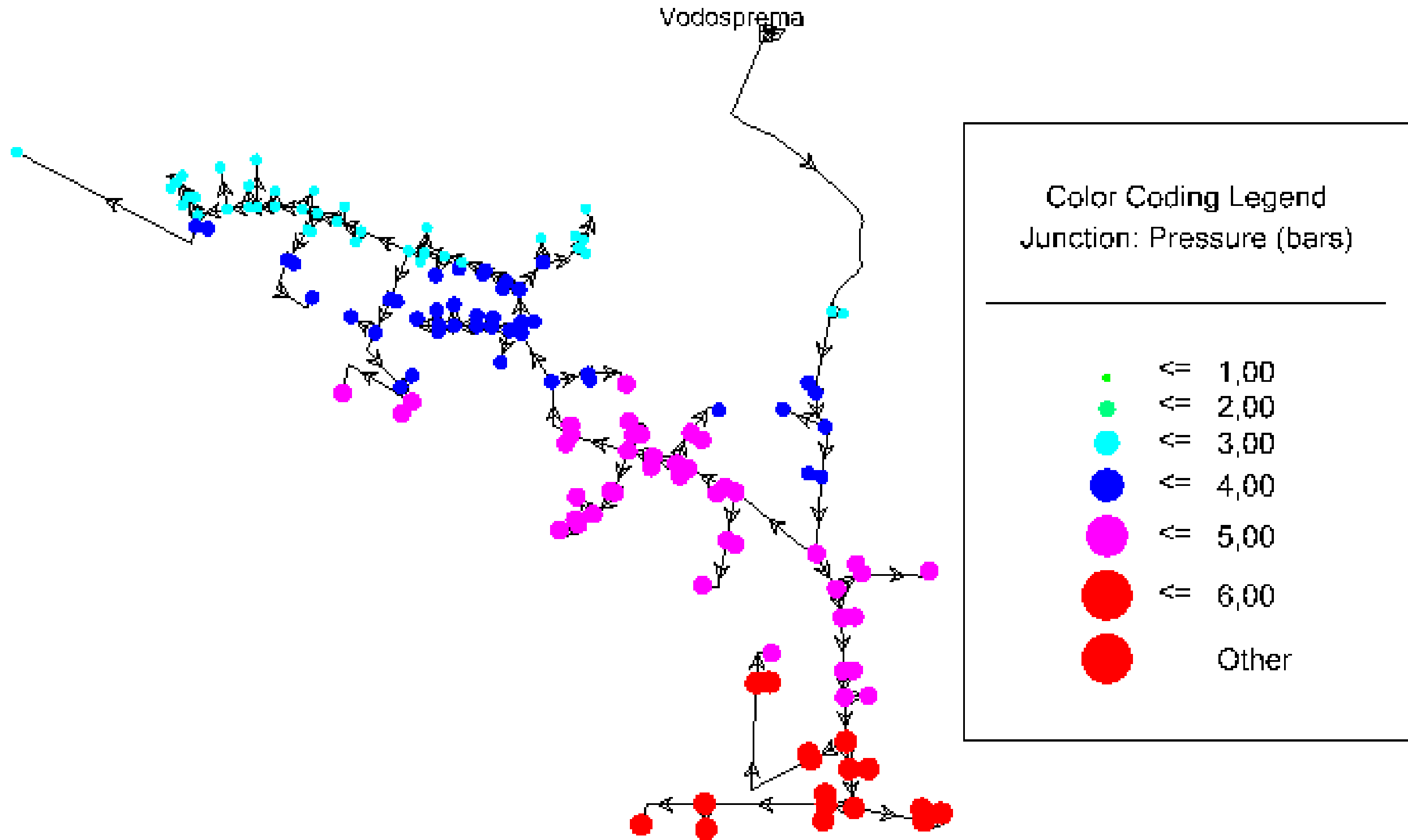
Za sve 4 prikazane varijante dotoka vode prema potrošačima može se vrlo jednostavno sprovesti hidraulička analiza preko „Colorcoding“ i „Annotation“ opcije unutar WaterCad V8i računalnog programa (Slike 36., 37., 38. i 39.) gdje se unutar vodoopskrbne mreže jasno mogu vidjeti promjene pojedinih fizikalnih veličina u vremenu u vodoopskrbnom sustavu kroz različite boje.



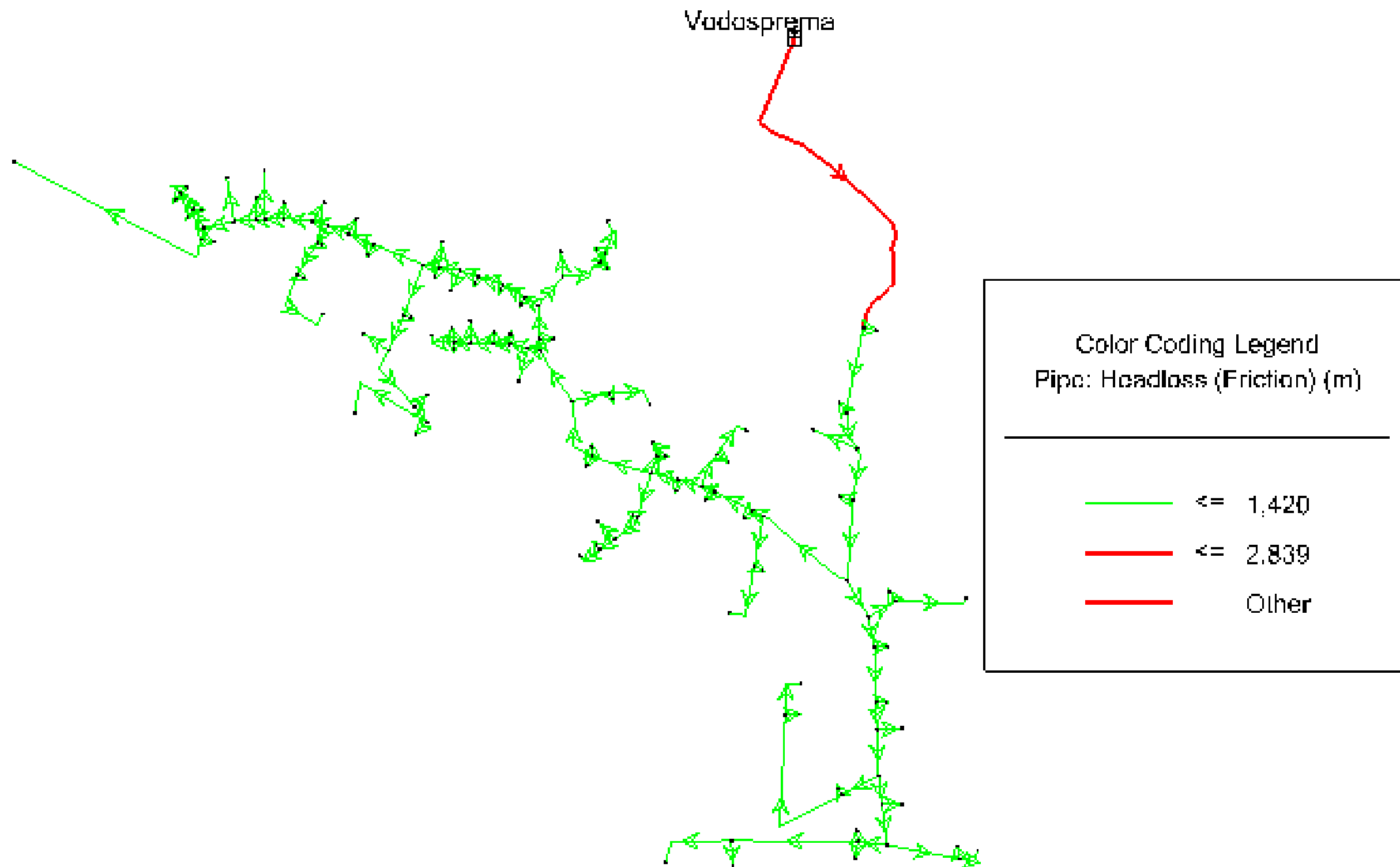
Slika 36: Grafički prikaz raspodjela protoka po dionicama za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode



Slika 37: Grafički raspodjela brzina po dionicama za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode



Slika 38: Grafički raspodjela radnih tlakova po čvorovima za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode



Slika 39: Grafički raspodjela linijskih gubitaka po dionicama za 2.dio naselja (bez crpke) putem Colour Coding metode

10. PRIMJENA URBANO HYDRA RAČUNALNOG PROGRAMA

10.1. Općenito o Urbano Hydra računalnom programu

Osnovna djelatnost tvrtke StudioARS je primjena informatičke tehnologije u graditeljstvu. Tvrtka sa sjedištem u Matuljima razvija računalne programe gotovo 30 godina i članovi su Autodeskove mreže za razvoj aplikacija preko 20 godina. Razvili su programski paket Urbano. Programski paket Urbano sadrži programe Urbano Geo, Urbano Polygon, Urbano Canals, Urbano Raster&Vector, Urbano Data i Urbano Hydra. U ovom radu je najzanimljiviji Urbano Hydra koji predstavlja računalni program za projektiranje, hidraulički proračun i analizu vodoopskrbnih sustava. Omogućava digitalni prikaz terena, dimenzioniranje cijevi, izradu uzdužnih profila cjevovoda i porečnih presjeka rova, analizu presjecanja cijevi, hidrauličke proračune i drugo. Program je preveden na 13 stranih jezika, a koristi se u više od 20 država diljem svijeta [7].

10.2. Dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava u Urbano hydra programu

Isto kao i kod WaterCad V8i programa, tako i u Urbano Hydri postoji više načina zadavanja vodoopskrbne mreže. Moguće je direktno u programu, uvođenjem iz AutoCada programa, iz WaterCad V8i računalnog programa i drugih srodnih programa.

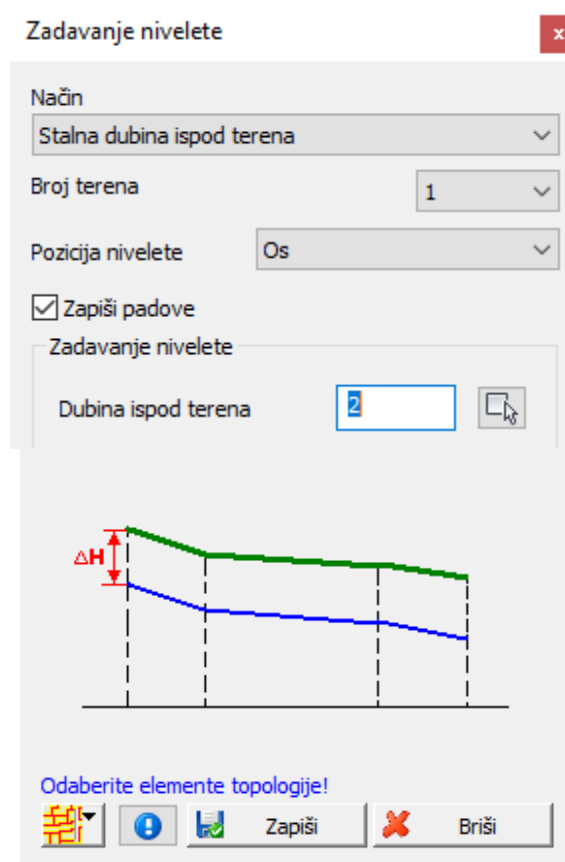
U ovom diplomskom radu sustav se uveo iz WaterCad V8i programa u Urbano Hydra računalni program. Potrebno je WaterCad V8i datoteku izvesti u obliku s nastavnom domenom „inp“ (File→Export→.EPANET datoteka). Sljedeći korak je definiranje novog vodoopskrbnog sustava, nakon što se prethodno otvori .inp datoteku.

10.3. Zadavanje podataka unutar Urbano Hydra programa

Urbano Hydra isto tako prepoznaje i veličine definirane u WaterCadu V8i računalnom programu (oznake dionica, duljine i promjere cijevi, izvori vode, potrošnju vode i sl.). Velika prednost programa je iscrtavanje uzdužnih profila cjevovoda i poprečnih presjeka rova, zadavanje visine terena i visine nivelete, geometriju rova, okna, gornjih slojeva ispune materijala, stacionaže i drugo.

10.3.1. Zadavanje nivelete

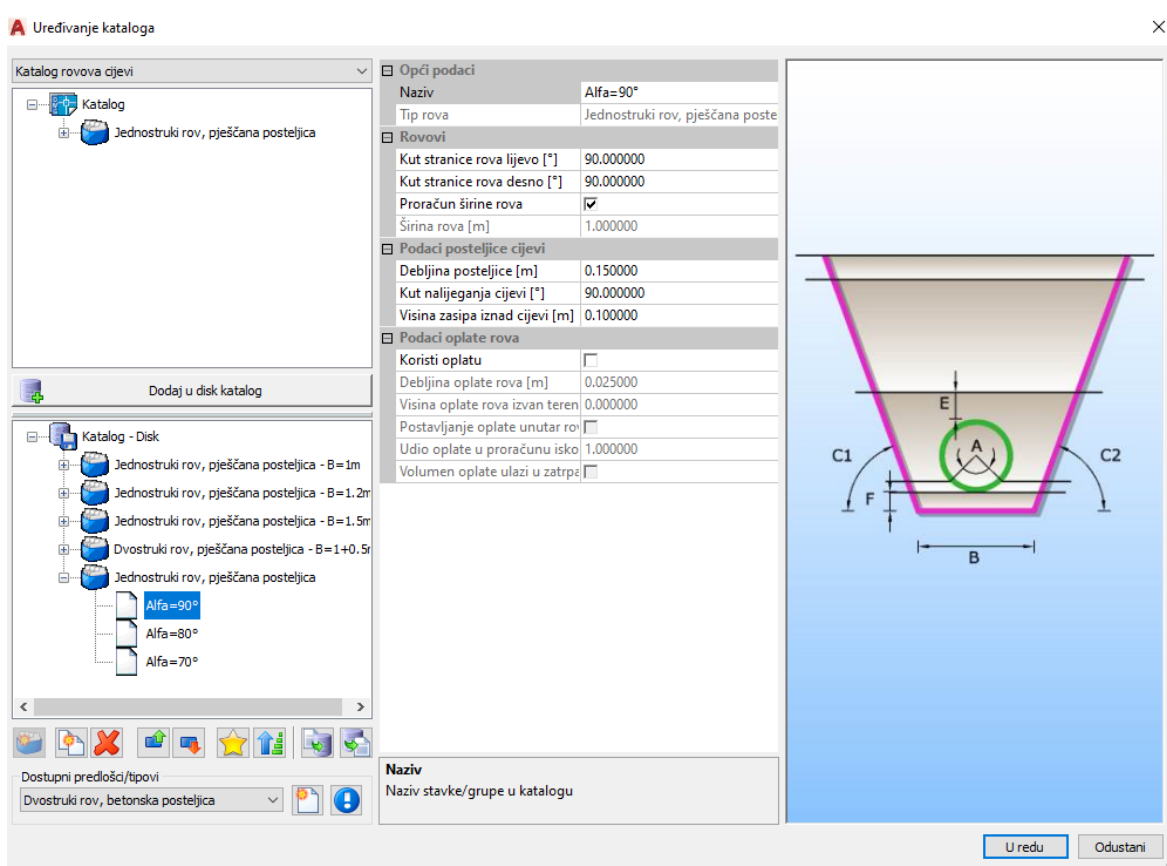
Prilikom samo importiranja .inp datoteke u Urbano Hydra računalni program, program nas pita da li želimo da odmah postavimo visinu nivelete. Drugi način je desnim klikom na „Zadavanje podataka“ odabire se „Visina nivelete“ unutar čega se definira niveleta. U ovom radu, visina nivelete je postavljena na 2 m (Slika 40.) kako bi za sve dionice odgovarala dubina cijevi kako ne bi došlo do smrzavanja ili do pucanja cijevi uslijed prometnog opterećenja.



Slika 40: Zadavanje nivelete cijevi u Urbano Hydra računalnom programu

10.3.2. Zadavanje rova cijevi i gornjih slojeva

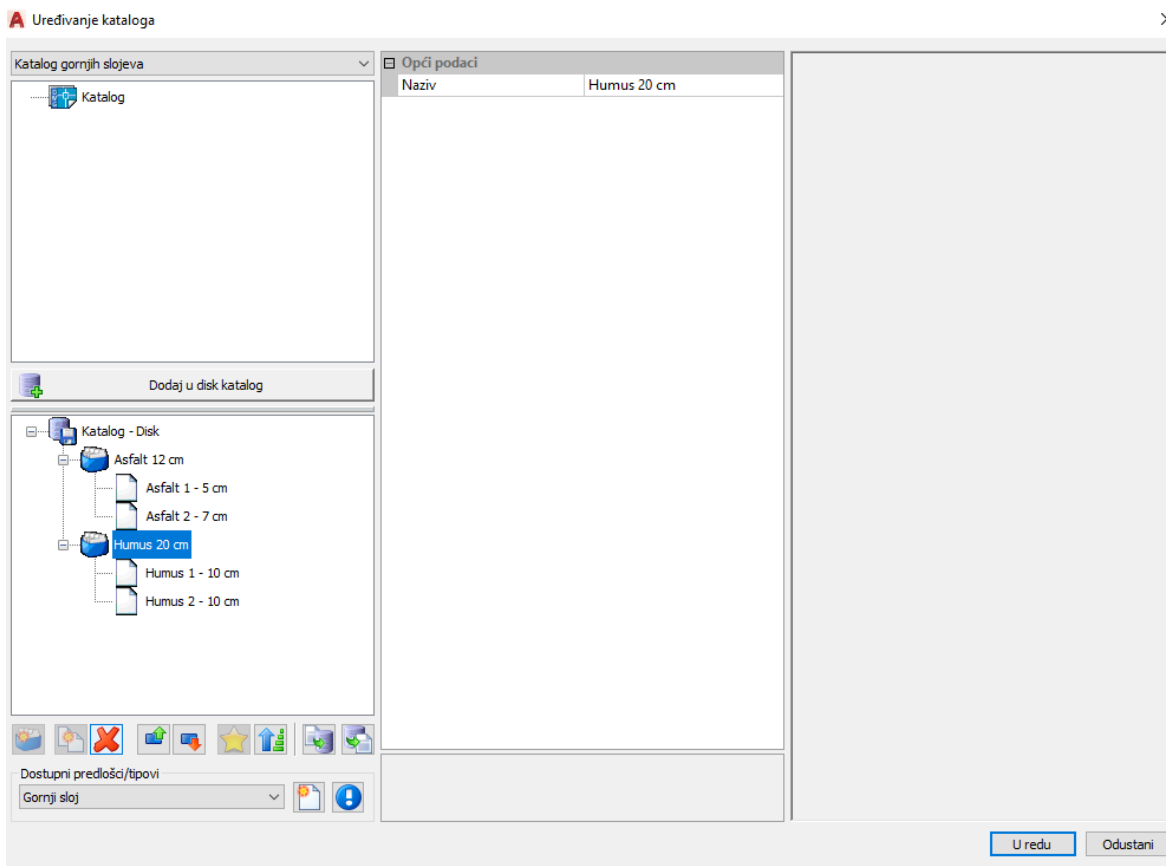
Još jedna mogućnost WaterCad V8i računalnog programa je zadavanje geometrije rova i gornjih slojeva iznad tjemena cijevi, kao i slojeva kolničke konstrukcije. Svi ti podaci mogu se primijeniti za cijelu sustav, za određeni ogranak, stacionažu ili od čvora do čvora. U „Katalog rovova cijevi“ može se vidjeti kako program nudi jednostruke i dvostruke tipove rova, materijal i debljinu posteljice te kut nagiba bočnih stranica koji se mogu mijenjati (Slika 41.).



Slika 41: Katalog rovova cijevi u računalnom programu Urbano Hydra

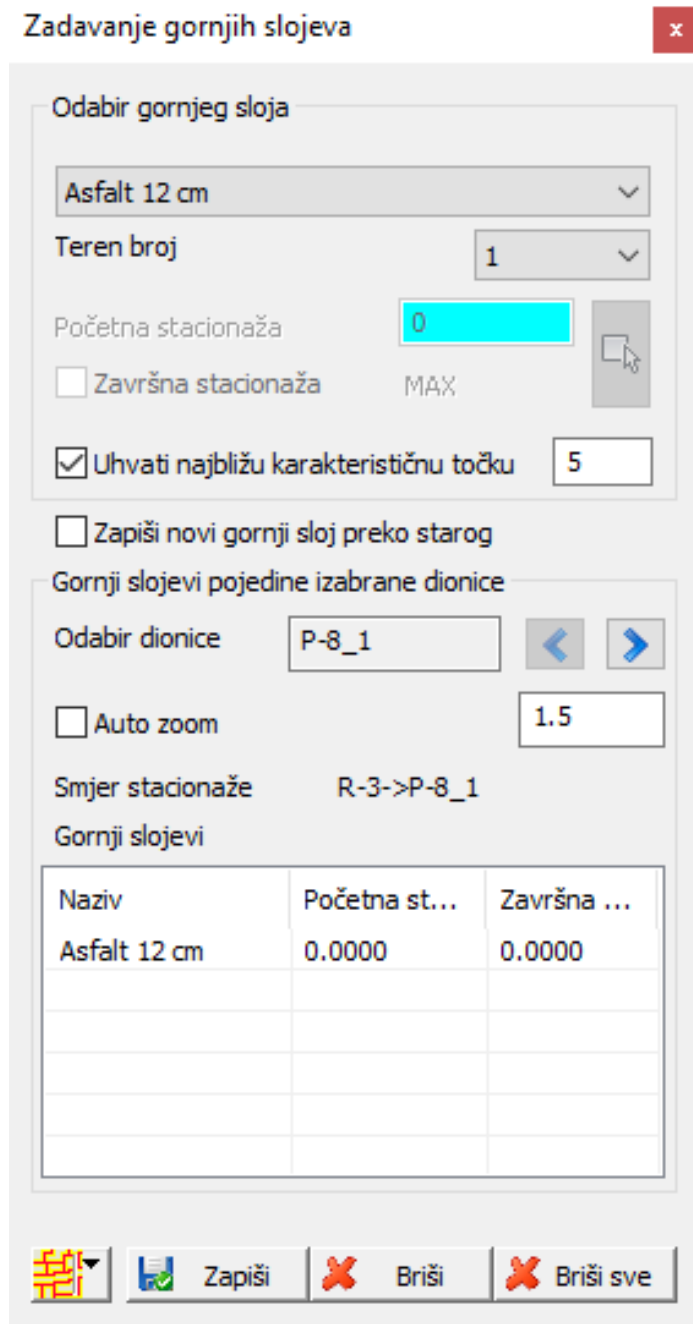
U ovom diplomskom radu proveden je odabir jednostrukog rova s pješčanom posteljicom debljine 15 cm. Bočne stranice izvele su se pod kutem od 90° uz proračun širine rova. Navedeni podaci primijenili su se za cijeli vodoopskrbni sustav.

Na isti način zadaju se i gornji slojevi. Unutar izbornika „Katalog gornjih slojeva“ moguće je za gornje slojeve odabrati humus ili asfalt (Slika 42.).



Slika 42. Katalog gornjih slojeva u računalnom programu Urbano Hydra

Odabire se asfalt debljine 12 cm. Navedeni podaci primijenjeni su za cijeli vodoopskrbni sustav (Slika 43.).



Slika 43: Zadavanje gornjih slojeva kolničke konstrukcije UrbanoHydra računalnom programu

10.4. Hidraulički proračun unutar Urbano Hydraračunalnog programa

10.4.1. 2.dio naselja- gravitacijski dotok

Glavna razlika između Urbano Hydra i WaterCad V8i računalnog programa jest u korištenju „vertexa“ koje Urbano Hydra ne prepoznaje i tako stvara nove dionice, odnosno ne prepoznaje klasične dionice kao WaterCad V8i program. U nastavku su prikazani hidraulički proračuni za 2.dio naselja gravitacijskog dotoka (Slika 44.).

Hidraulički proračun

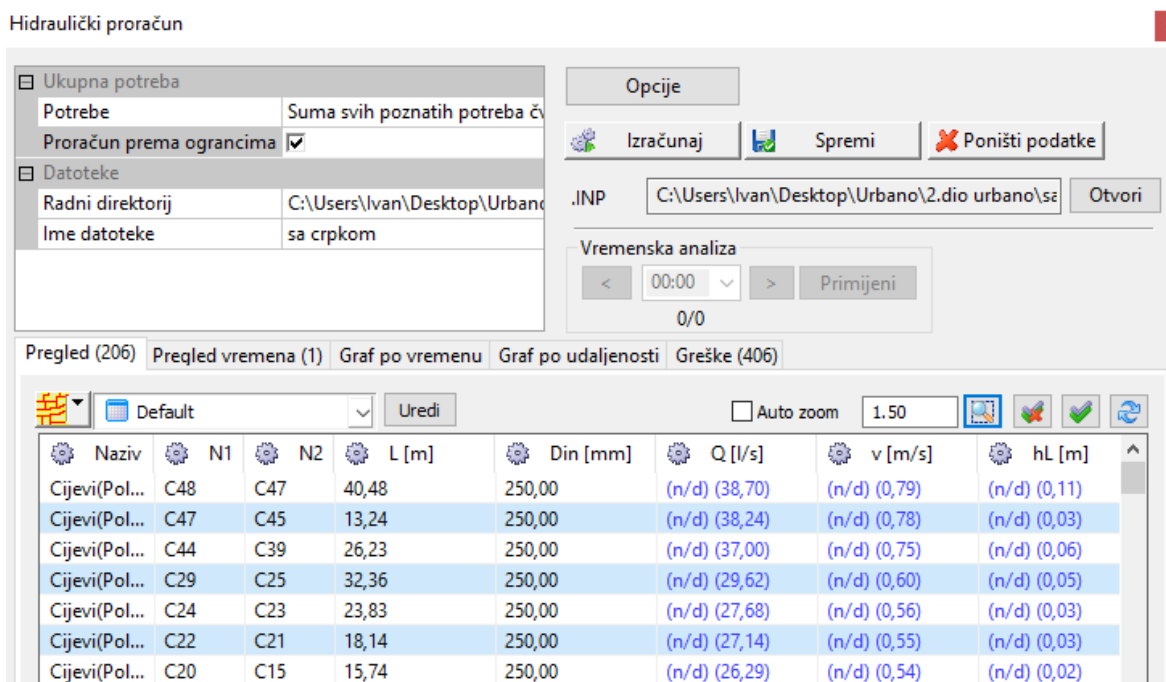
The screenshot shows the 'Hidraulički proračun' (Hydraulic Calculation) window. It includes a left sidebar with 'Ukupna potreba' (Total Demand) and 'Datoteke' (Files) sections. The main area has 'Opcije' (Options) buttons: 'Izračunaj' (Calculate), 'Spremi' (Save), and 'Poništi podatke' (Reset Data). Below these are fields for '.INP' file name and path, and a 'Vremenska analiza' (Time Analysis) section with a time selector and 'Primijeni' (Apply) button. At the bottom, there are view options: 'Pregled (206)', 'Pregled vremena (1)', 'Graf po vremenu', 'Graf po udaljenosti', and 'Greške (406)'. A toolbar with 'Uredi' (Edit) and 'Auto zoom' is visible above a table of pipe segments.

Naziv	N1	N2	L [m]	Din [mm]	Q [l/s]	Δv [m/s]	hL [m]
Cijevi(Pol...	C48	C47	40,48	250,00	(n/d) (38,70)	(n/d) (0,79)	(n/d) (0,11)
Cijevi(Pol...	C47	C45	13,24	250,00	(n/d) (38,24)	(n/d) (0,78)	(n/d) (0,03)
Cijevi(Pol...	C44	C39	26,23	250,00	(n/d) (37,00)	(n/d) (0,75)	(n/d) (0,06)
Cijevi(Pol...	C29	C25	32,36	250,00	(n/d) (29,62)	(n/d) (0,60)	(n/d) (0,05)
Cijevi(Pol...	C24	C23	23,83	250,00	(n/d) (27,68)	(n/d) (0,56)	(n/d) (0,03)
Cijevi(Pol...	C22	C21	18,14	250,00	(n/d) (27,14)	(n/d) (0,55)	(n/d) (0,03)
Cijevi(Pol...	C20	C15	15,74	250,00	(n/d) (26,29)	(n/d) (0,54)	(n/d) (0,02)

Slika 44: Prikaz dijela hidrauličkog proračuna sa najvećim brzinama i protocima za 2.dio naseljaPosedarje u Urbano Hydraračunalnom programu

10.4.2. 2.dio naselja- dotok vode crpljenjem

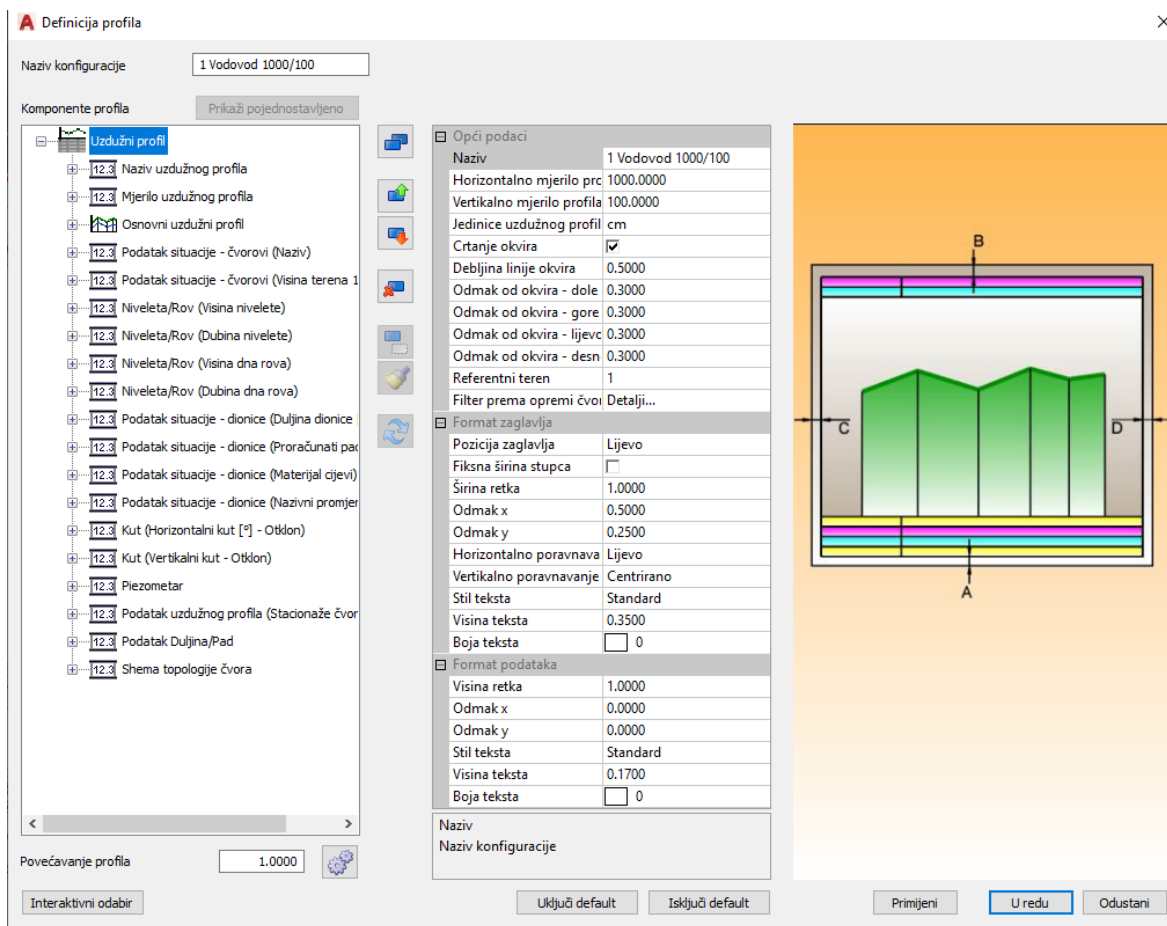
Nakon što se definiraju svi potrebni parametri koji su ranije navedeni, provedeni hidraulički proračun daje jednake rezultate protoka i brzine vode kao i hidraulički proračun proveden WaterCad V8i računalnim programom zbog jednakih ulaznih podataka (dobivenih preko EPANET sustava). Na Slici 45. prikazan je dio hidrauličkog proračuna koji je proveden za 2.dio naselja za 10-satni dotok vode crpljenjem.



Slika 45: Prikaz dijela hidrauličkog proračuna sa najvećim brzinama i protocima za 2.dio naselja u Urbano Hydra računalnom programu

10.5. Crtanje uzdužnih profila i poprečnih presjeka unutar Urbano Hydra računalnog programa

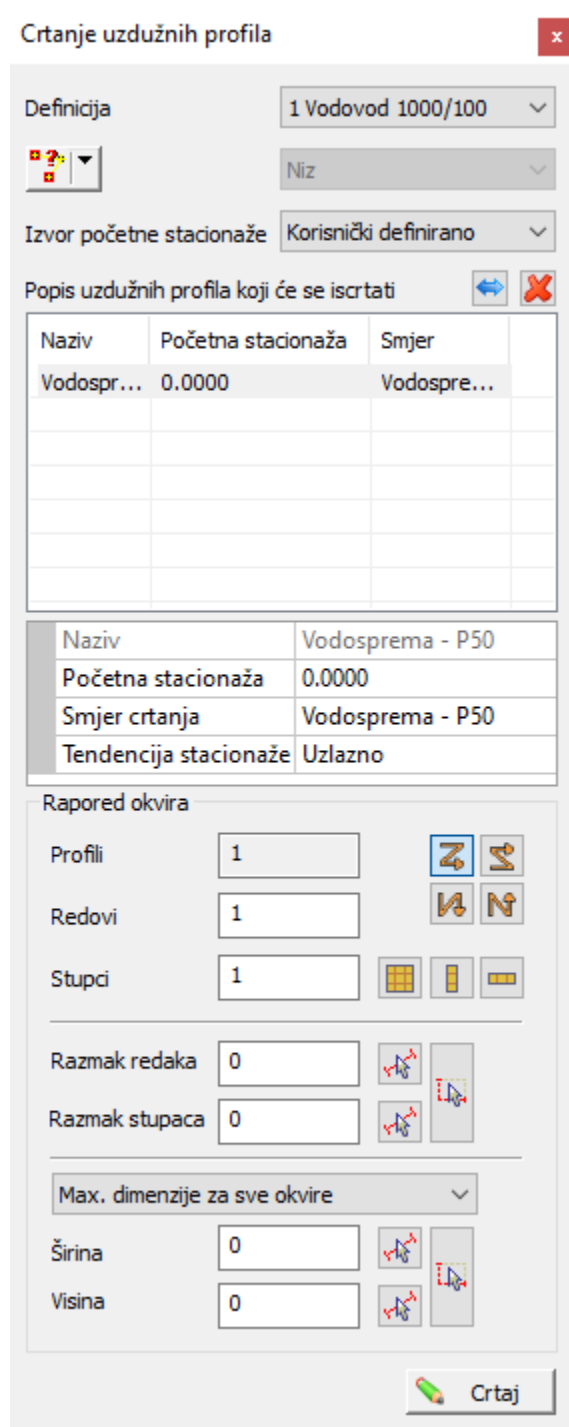
Jedna od značajnijih mogućnosti koju računalni program Urbano Hydra pruža je brzo iscrtavanje uzdužnih profila cjevovoda i poprečnih presjeka rova. Moguće je mijenjati podatke uzdužnog profila, postavljati muljne ispuste, ozračnike i sl. (Slika 46.)



Slika 46: Uređivanje uzdužnih profila u Urbano Hydra računalnom programu

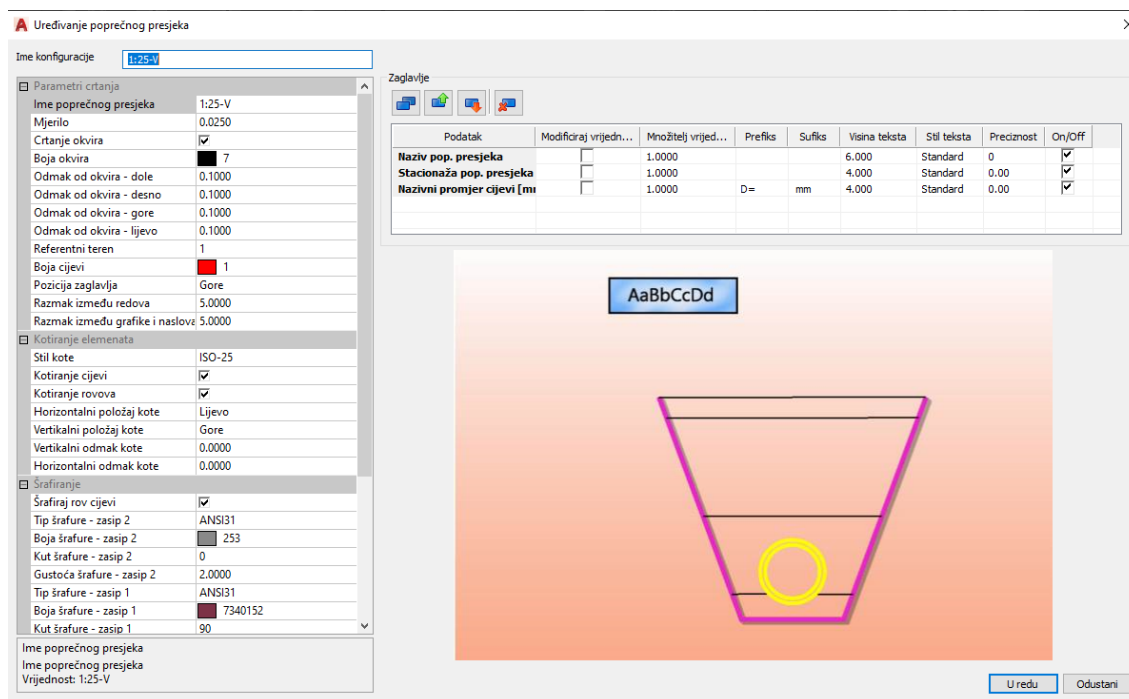
Uzdužni profili cjevovoda se crtaju dvostrukim klikom na ikonu „Uzdužni profil“ čime se otvara dijaloški okvir „Crtanje uzdužnih profila“ u kojemu je potrebno odabrati niz ili više njih za koje želimo crtati profil (Slika 47.).

U ovom diplomskom radu iscrtat će se po 3 uzdužna profila M 1:1000/100 i 3 poprečna presjeka u mjerilu M 1:25. Svi nacrti su prikazani u Prilozima (Prilog 13.10.-13.15.).

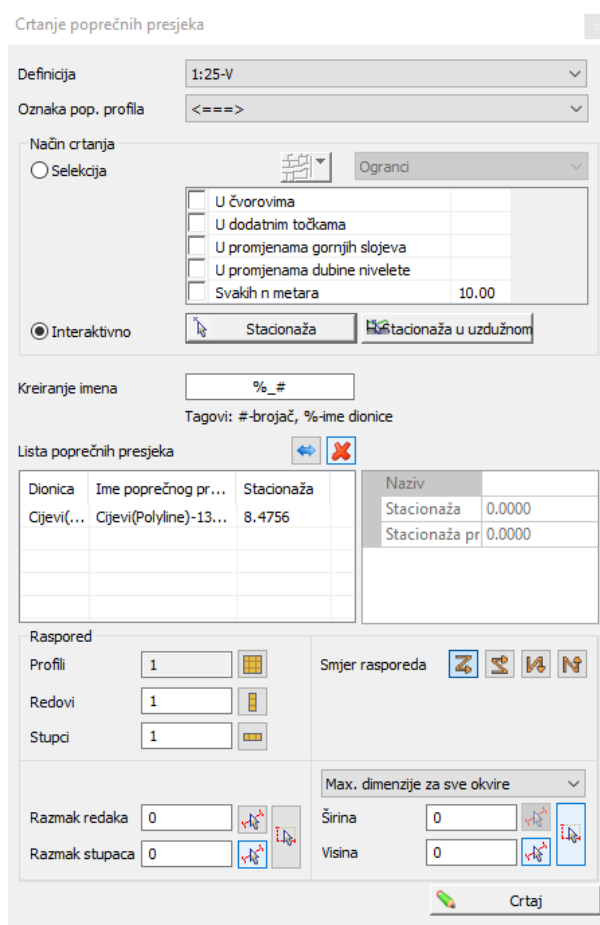


Slika 47: Crtanje uzdužnog profila za dionicu od vodospreme do P50 (2.dio naselja-zapad)

Prije samog iscrtavanja poprečnog presjeka rova, može se urediti presjek rova desnim klikom na „Poprečni presjeci“ (Slika 48.). Postupak iscrtavanja poprečnih presjeka rova je jednostavan. Desnim klikom na ikonu „Poprečni presjeci“ odabire se jedno od ponuđenih mjerila ili sami postavimo svoje. Sljedeći korak je odabir položaja presjeka (Slika 49.).



Slika 48: Uređivanje poprečnog presjeka rova u Urbano Hydra računalnom programu



Slika 49: Crtanje poprečnog presjeka za dionicu Č6-Č7 (1.dio naselja)

11. ZAKLJUČAK

Tema ovog diplomskog rada bila je izrada vodoopskrbnog sustava primjenom WaterCad V8i računalnog programa i Urbano Hydra računalnog programa. Posedarje je od nekada malog mjesta koje je bilo prvenstveno okrenuto ribarstvu i poljoprivredi, postalo turističko mjesto sa velikim brojem turista. Jasno je da stari vodoopskrbni sustav sa jednom vodospremom kapaciteta 1000 m³ nebi izdržao toliku potrošnju vode. Stoga se krenulo u rekonstrukciju postojećeg sustava. Rekonstrukcija je obuhvatila izgradnju nove vodospreme, većeg kapaciteta i promjenu cijevi na određenim dionicama.

Proračun se provodio za 2 dijela naselja. Za svaki dio naselja izvršen je hidraulički proračun u više računalnih programa kako bi se dobiveni podaci mogli verificirati. Proračunom je utvrđeno kako za mali broj dionica/potrošača minimalni radni tlakovi ne zadovoljavaju potrebe u vodoopskrbnoj mreži. Radi toga su svi ti potrošači prespojeni na novo dimenzioniranu vodospremu na kojoj radni tlakovi zadovoljavaju.

Dobiveni rezultati protoka, brzina, linijskih gubitaka se malo razlikuju u odnosu na hidraulički proračun dobiven u Excel programu i WaterCad V8i. Razlog tome je taj što je mjerodavni protok za dimenzioniranje na većem dijelu naselju bio jednak protoku za gašenje požara, te se on uzimao kao mjerodavan. Problem se pojavljivao prilikom unosa istog protoka u WaterCad V8i računalni program, jer program nije prepoznavao da se radi o mjerodavnom („konačnom“) protoku već je kumulativno zbrajao potrošnju vode po dionicama, te bi se na kraju sakupio preveliki protok koji nije jednak stvarnom. Stoga su se unutar vodoopskrbne mreže unijeli protoci za gašenje požara samo za krajnje potrošače kako bi se omogućilo strujanje vode duž cijelog sustava (2*15 l/s). Taj način zadavanja ulaznih podataka se pokazao ispravnim, te se dobiveni rezultati neznatno razlikuju i mjerodavni su za dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava, odnosno vodoopskrbne mreže.

Proračuni u WaterCad V8i i Urbano Hydra dali su isti rezultate, na temelju čega je vodoopskrbni sustav adekvatno verificiran. Vrlo slični izlazni podaci za pojedine fizikalne veličine su se pojavili zbog tog što su u hidraulički proračun uzeti isti ulazni parametri vodoopskrbne mreže preko EPANET sustava (primjena .inp datoteke).

Ivan Gračić, Hidraulička analiza dijela vodoopskrbnog sustava naselja Posedarje primjenom WaterCad V8i programskog paketa, Diplomski rad, 2020.

Osim hidrauličkog proračuna i prikaza varijabilnosti pojedinih fizikalnih veličina dobivenih unutar WaterCad V8i računalnog programa, u Urbano Hydra računalnom programu su provedeni nacrti uzdužnih profila cjevovoda i poprečni presjeci rova.

12. POPIS LITERATURE

1. DLS. d.o.o. Rijeka: Elaborat zaštite okoliša uz zahtjev za ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš za zahvata sanacije pokosa na plaži u Posedarju, https://mzoe.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/30_09_2019_Elaborat_Pokos_plaze_Posedarje.pdf, pristup 05.07.2020.
2. Hrvatske vode, Vodoopskrbni plan Zadarske županije, <https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/zadarska.pdf>, pristup 06.07.2020.
3. Zaninović, K.: Klimatski atlas Hrvatske 1961.-1990., 1971.-2000., https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf, pristup 06.07.2020.
4. Hrvatske vode, VGO za slivove južnog Jadrana, Uređenje vodotoka Bašćica u Posedarju od ušća do mosta na državnoj cesti D8, https://www.zadarska-zupanija.hr/images/dokumenti/81/EZO_Bascica_200919_ae.pdf, pristup 06.07.2020.
5. Elvis Žic, Auditorne vježbe iz kolegija Vodoopskrba i kodicioniranje voda, priručnik za rješavanje programa iz kolegija Vodoopskrba i kodicioniranje voda, Građevinski fakultet Rijeka, Rijeka, 2019.godina
6. Pereša Antonela, Idejni projekt vodoopskrbnog sustava manjeg naselja s industrijom – primjena WaterCAD V8i i Urbano Hydra programa, Rijeka 2019.
7. Studio Ars d.o.o., <http://www.studioars.com/hr/>, pristup 30.08.2020.

13. GRAFIČKI PRILOZI

13.1. Posedarje stvarni prikaz vodoopskrbnog sustava-s ortofoto snimkom

**13.2. Situacijski prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje 1.dio (centar + istok)
M=1:5000**

**13.3. Situacijski prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje 1.dio(centar + istok)
M=1:5000**

**13.4. Situacijski prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje 2.dio(zapad)
M=1:4000**

13.5 Situacijski prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje 2.dio (zapad) bez ortofoto snimke M=1:4000

13.6. Situacijski prikaz vodoopskrbnog sustava Posedarje 1.dio (centar + istok) sa ucrtanom crpnom stanicom M=1:5000

13.7. Shema vodoopskrbnog sustava Posedarje 2.dio (zapad) sa ucrtanom crpnom stanicom M=1:4000

13.8. Plan iskolčenja vodoopskrbnog sustava Posedarje 1.dio (centar+istok)-od dionice vodospreme do potrošača P74

13.9. Plan iskolčenja vodoopskrbnog sustava Posedarje 2.dio (zapad)-od dionice vodospreme do potrošača P74

**13.10. Uzdužni profil cjevovoda od dionice vodosprema do potrošača P55
M=1:1000/100**

**13.11. Uzdužni profil cjevovoda od dionice vodosprema do potrošača P74
M=1:1000/100**

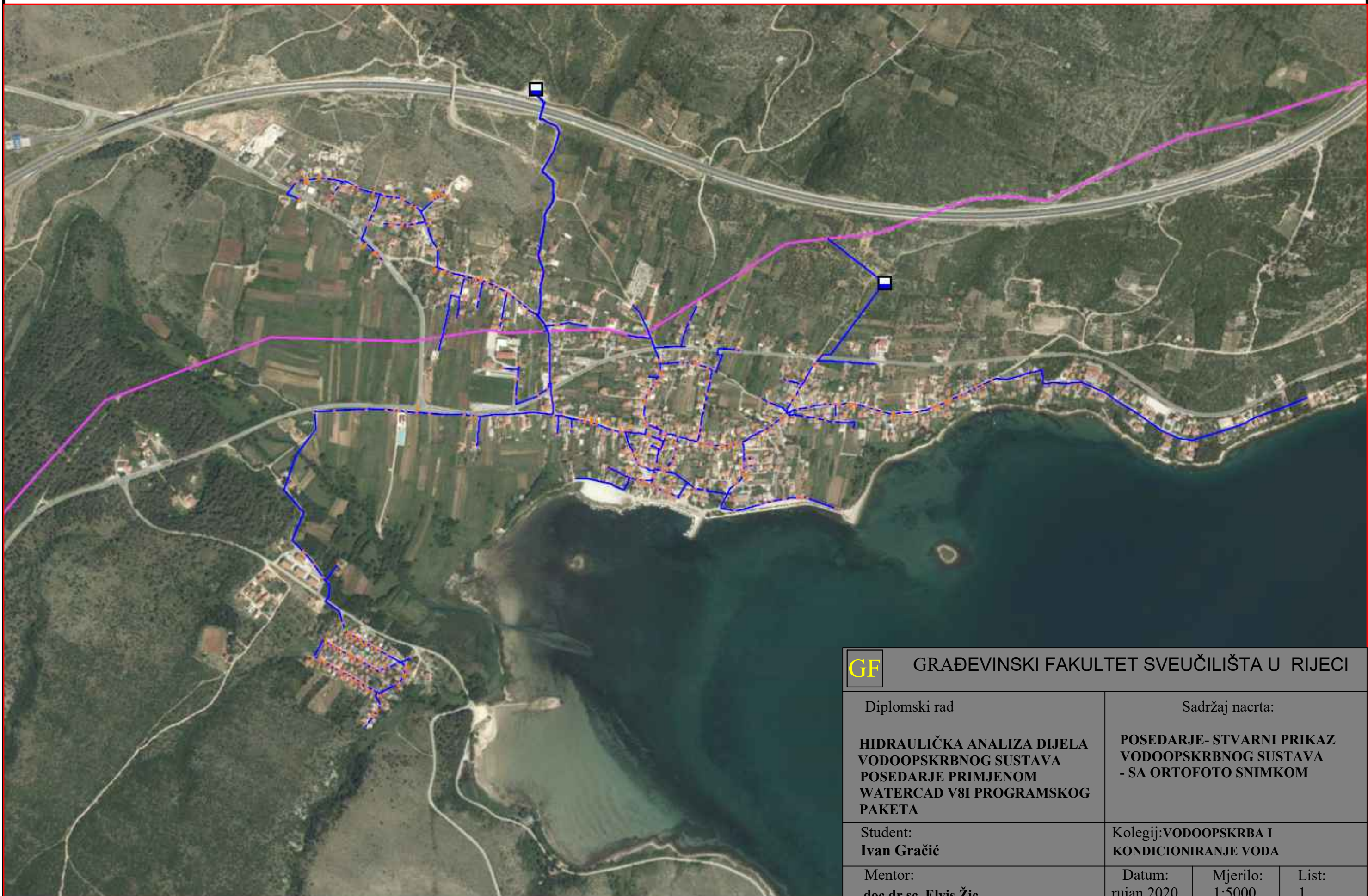
**13.12. Uzdužni profil cjevovoda od dionice vodosprema do potrošača P50
M=1:1000/100**

13.13. Karakteristični poprečni presjek rova, dionica Č7-Č8 M=1:25

13.14. Karakteristični poprečni presjek rova, dionica Č6-Č7 M=1:25

13.15. Karakteristični poprečni presjek rova, dionica Č9-Č8 M=1:25

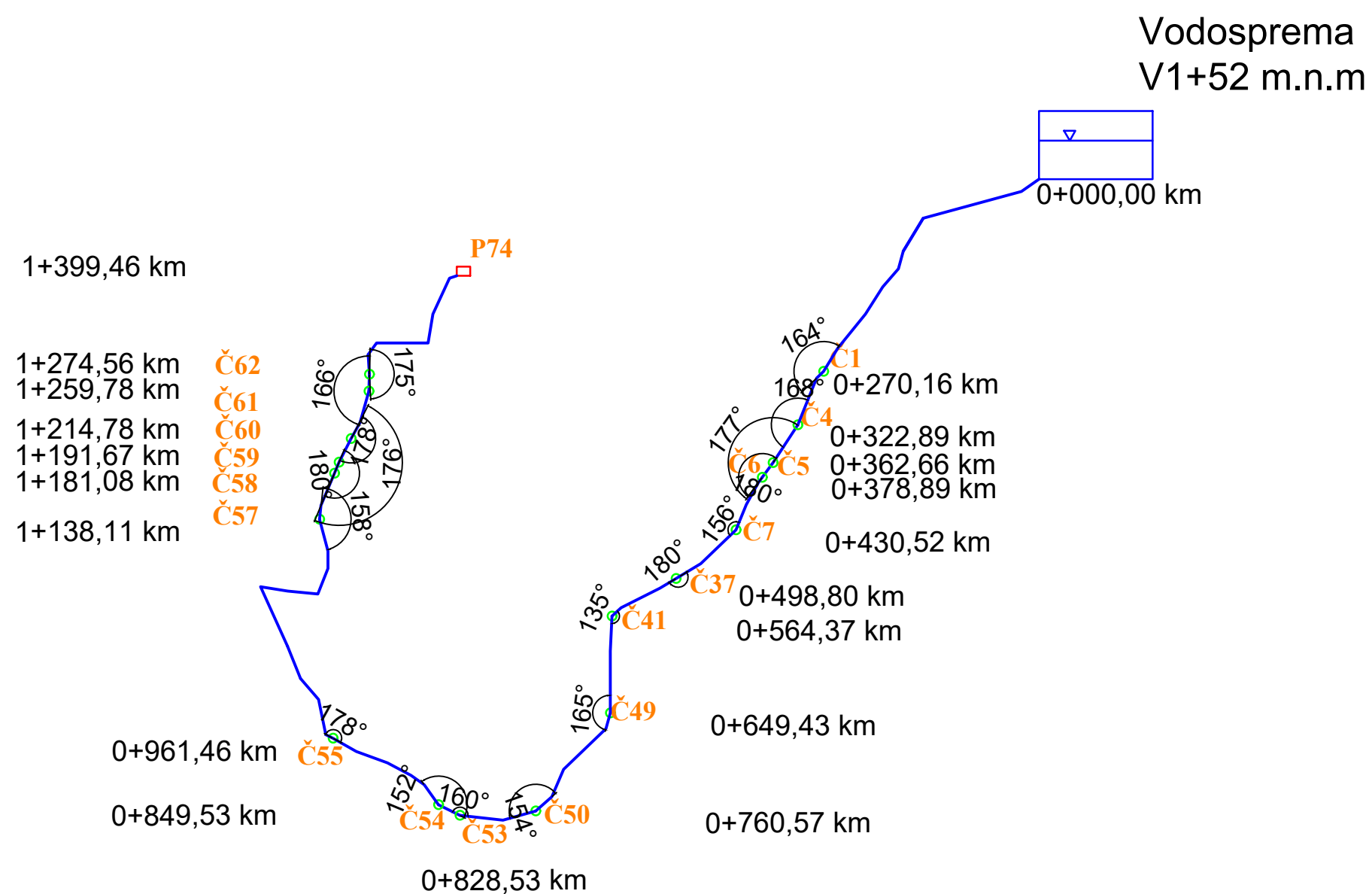
POSEDARJE- STVARNI PRIKAZ VODOOPSKRBNOG SUSTAVA



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad		Sadržaj nacрта:	
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA		POSEDARJE- STVARNI PRIKAZ VODOOPSKRBNOG SUSTAVA - SA ORTOFOTO SNIMKOM	
Student: Ivan Gračić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan, 2020.	Mjerilo: 1:5000	List: 1

Plan iskolčenja vodoopskrbnog sustava, Posedarje 1.dio- centar+istok

Dionica od vodospreme do potrošača P74

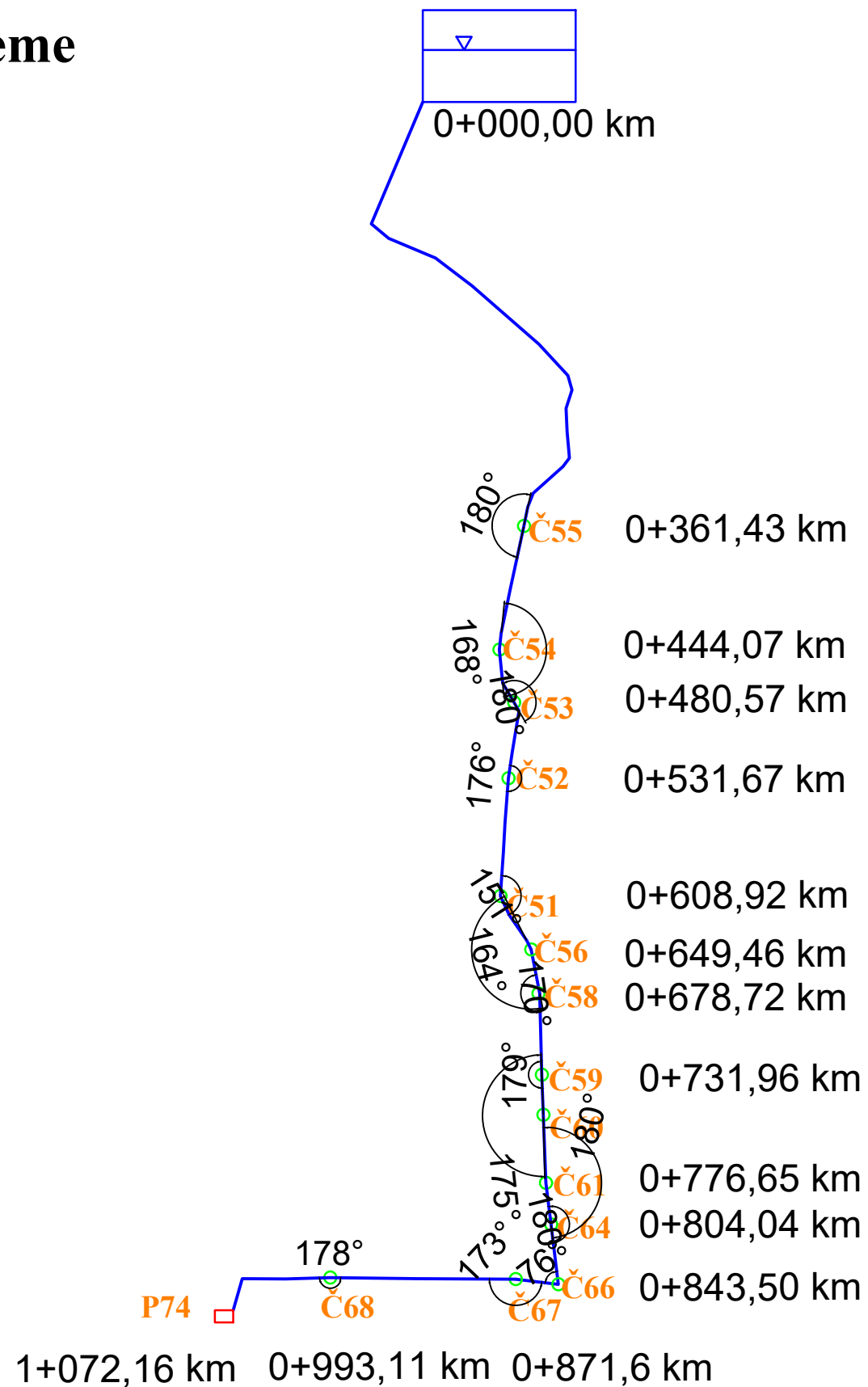


GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad		Sadržaj nacрта:	
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA		PLAN ISKOLČENJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE 1.DIO (CENTAR+ISTOK)-OD DIONICE VODOSPREME DO POTROŠAČA P74	
Student: Ivan Gračić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc Elvis Žic	Datum: rujan, 2020.	Mjerilo: 1:5000	List: 8

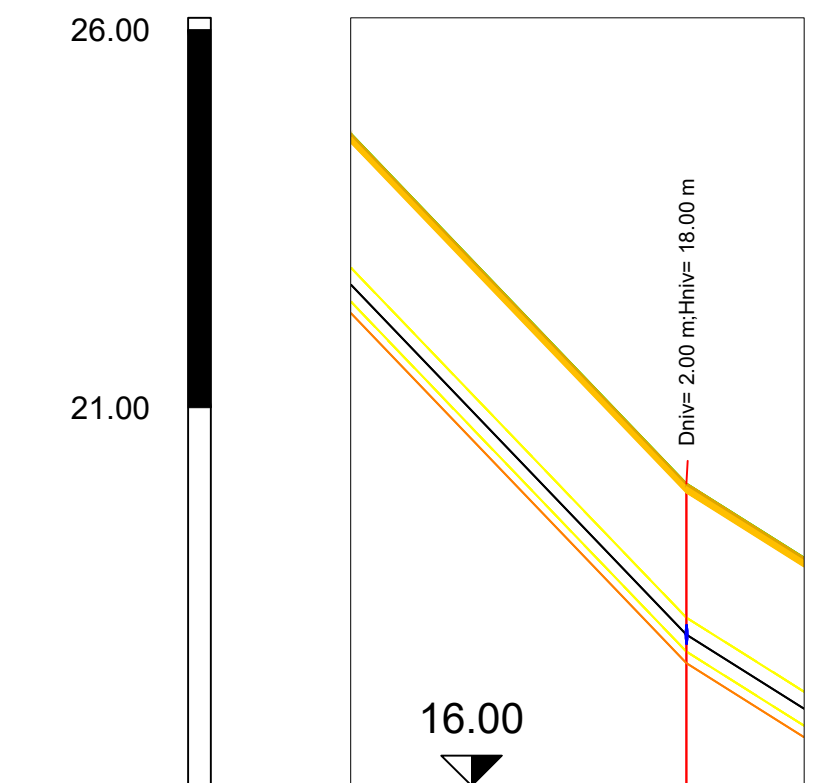
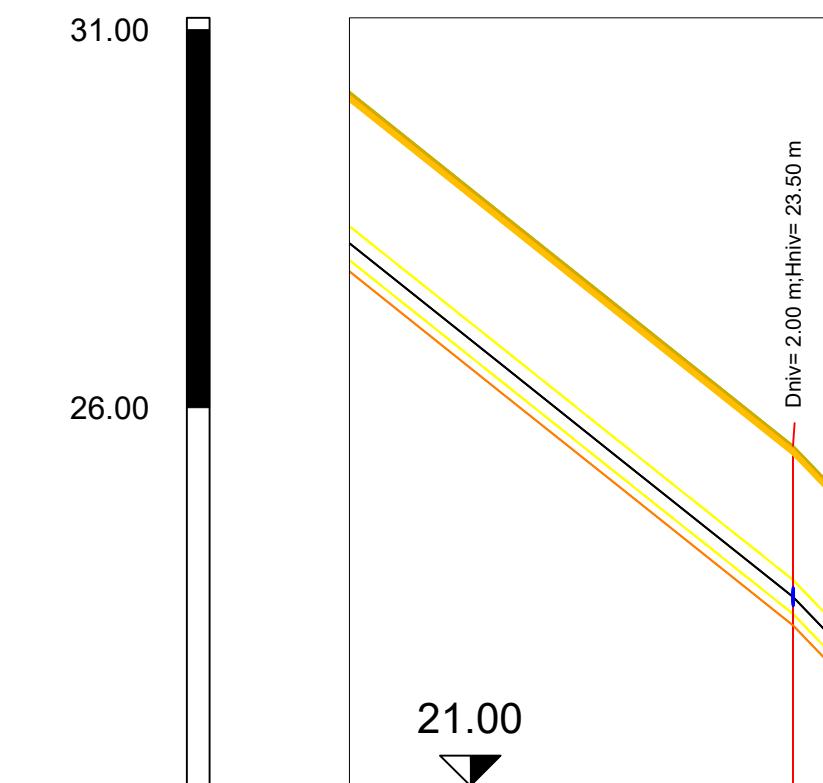
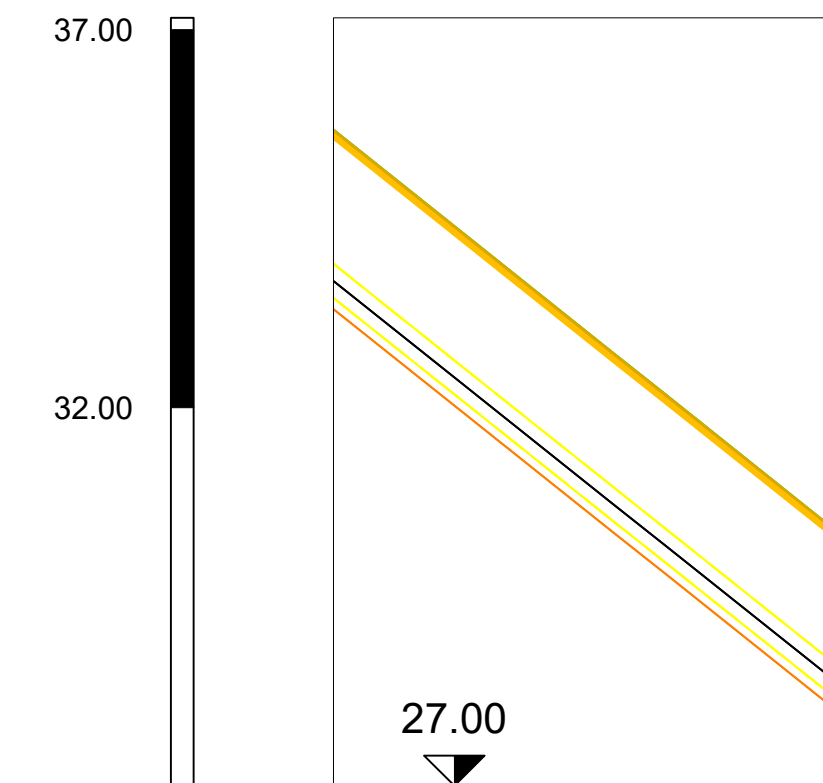
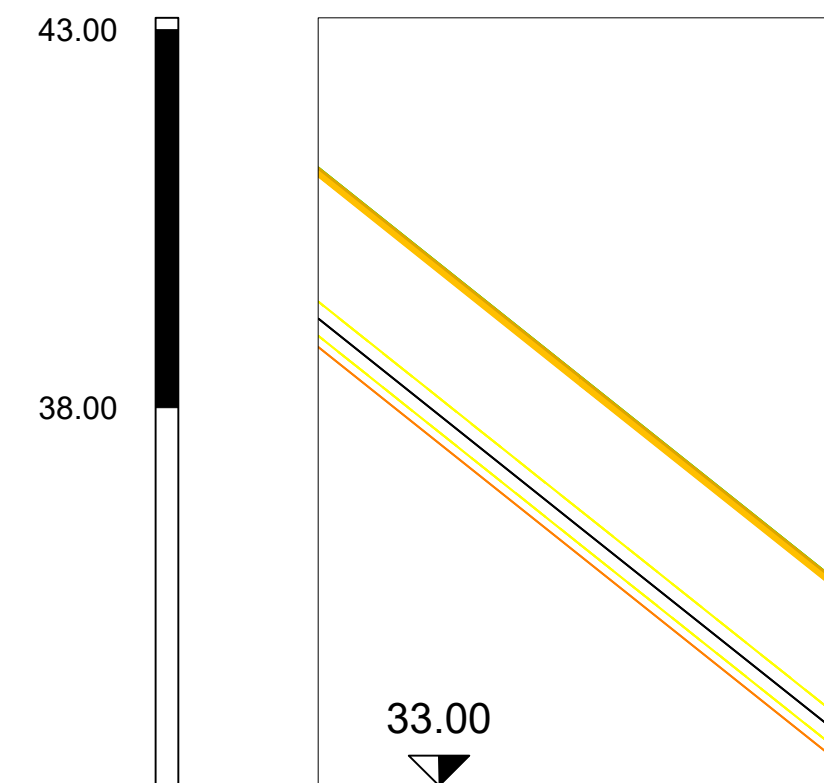
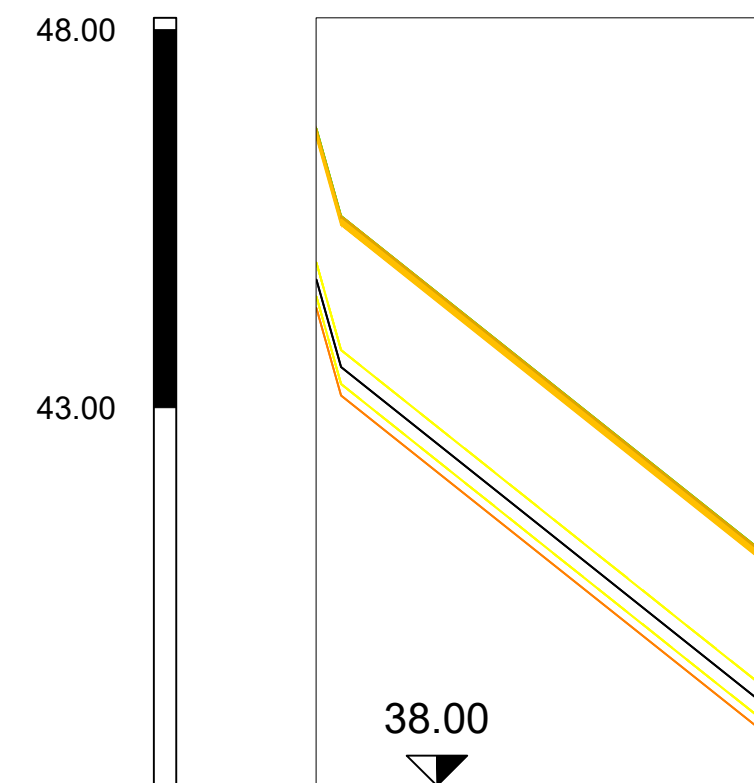
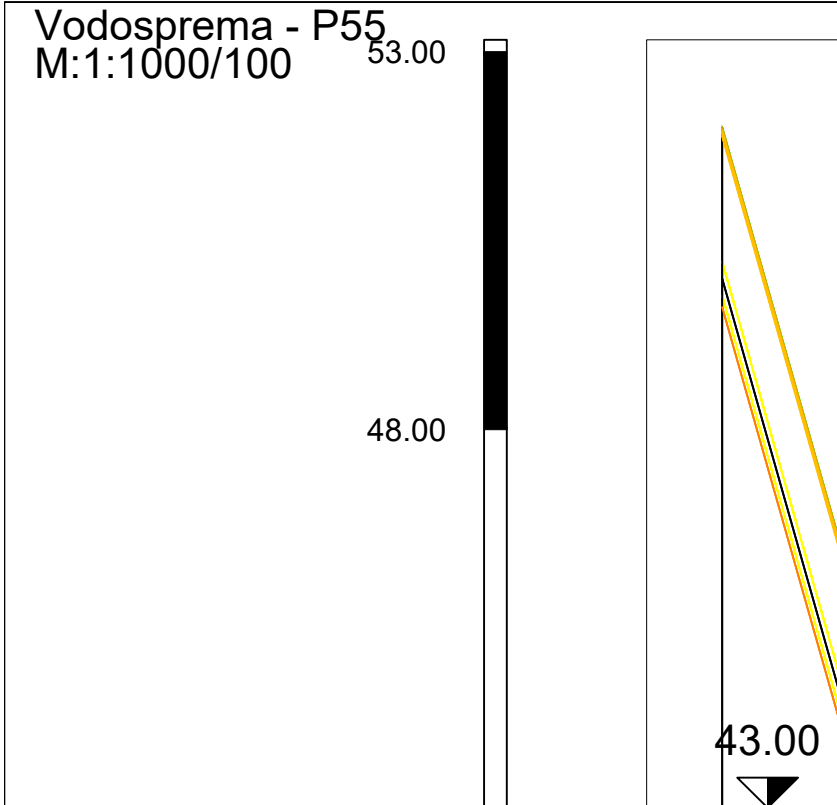
Plan iskolčenja vodoopskrbnog sustava, Posedarje 2.dio- zapad

Vodosprema
V2+70 m.n.m

Dionica od vodospreme do potrošača P74



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA		Sadržaj nacрта: PLAN ISKOLČENJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE 2.DIO (ZAPAD) -DIONICA OD VODOSPREME DO POTROŠAČA P74	
Student: Ivan Gračić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.	Mjerilo: 1:4000	List: 9



Naziv	Vodosprema
Visina terena [m n.m.]	52.00
Visina nivelete [m n.m.]	50.00
Dubina nivelete [m]	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	48.62
Dubina dna rova [m]	2.38
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	18.32 m / 35.27%
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Duljina/Pad	7.97%

Duljina dionice [m]	269.67
Pad [%]	10.70

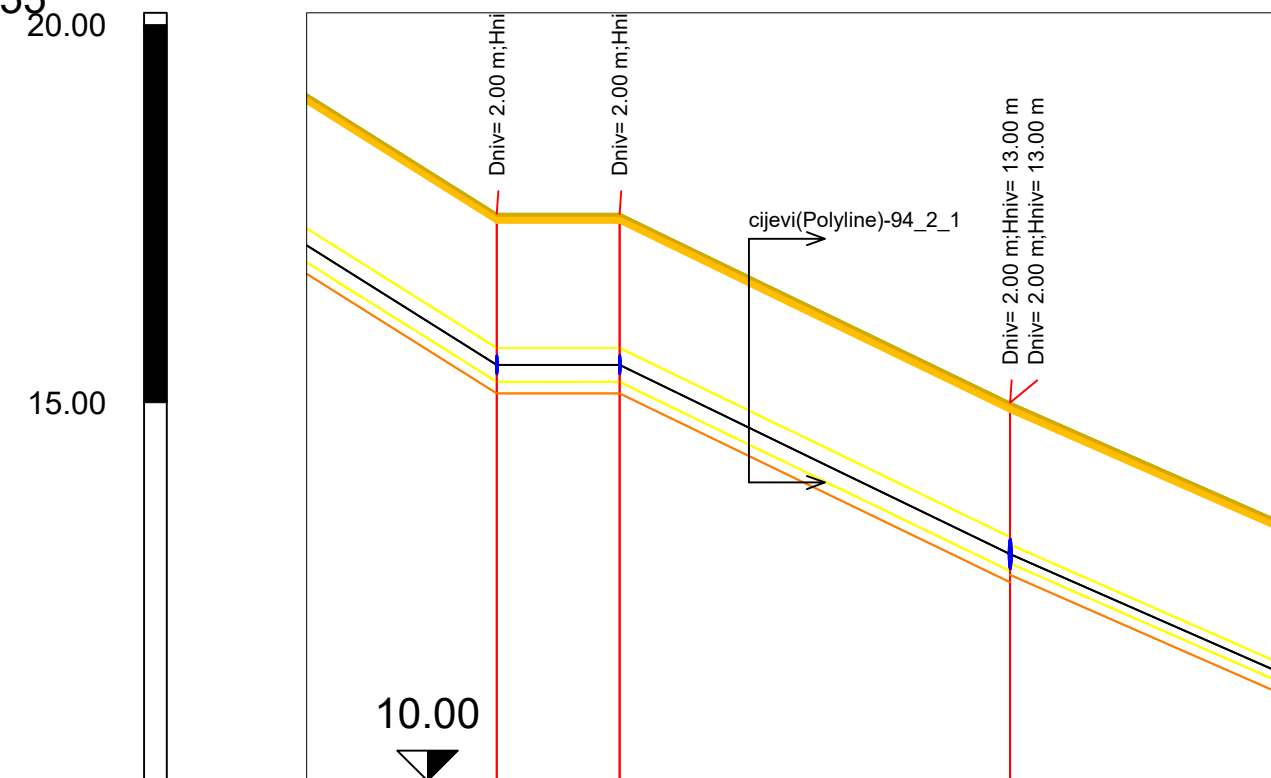
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Duljina/Pad	4

Stacionaža	C1
Visina	25.50
Visina	23.50
Dubina	2.00
Visina dna rova	23.12
Dubina dna rova [m]	2.38
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Duljina/Pad	50.00 / -15.94°
Horizontalni kut - Otklon	-1.40°
Vertikalni kut - Otklon	
Duljina/Pad	251.35 m / 10.43%

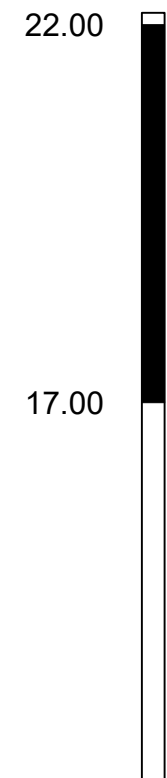
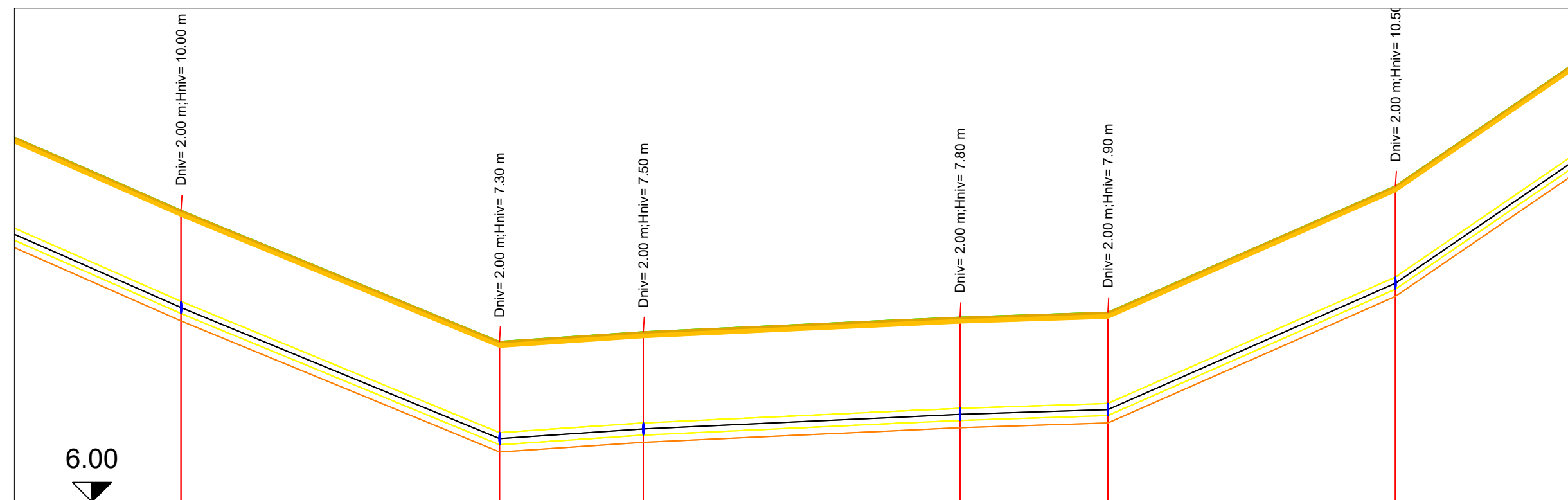
Stacionaža	C4
Visina	20.00
Visina	18.00
Dubina	2.00
Visina dna rova	17.62
Dubina dna rova [m]	2.38
Duljina dionice [m]	52.73
Pad [%]	10.43
Duljina/Pad	52.73 m / 6.29%
Horizontalni kut - Otklon	-11.51°
Vertikalni kut - Otklon	2.36°
Duljina/Pad	52.73 m / 6.29%

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI	
Diplomski rad	Sadržaj nacрта:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P55
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan, 2020.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 10

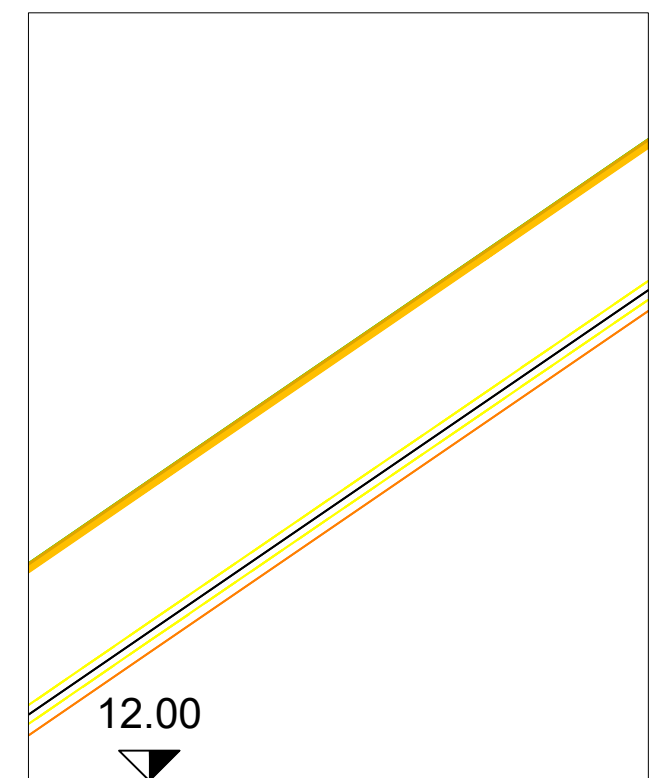
Vodosprema - P55
M:1:1000/100



Naziv	C5	C6	C7
Visina terena [m n.m.]	17.50	17.50	15.00
Visina nivelete [m n.m.]	15.50	15.50	13.00
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	15.12	15.12	12.62 / 12.72
Dubina dna rova [m]	2.38	2.38	2.38 / 2.28
Duljina dionice [m]	39.77	16.23	51.63
Pad [%]	6.29	0.00	4.84
Materijal cijevi			
Nazivni promjer cijevi [mm]			
Horizontalni kut - Otklon	-2.93°	-0.00°	-23.51°
Vertikalni kut - Otklon	3.60°	-2.77°	0.26°
Visina piezometra [m]			
Stacionaže čvorova	100+382.17	100+378.46	100+430.08
Duljina/Pad	39.77 m / 6.29%	16.23 m / 0.00%	51.63 m / 4.84%
Schema topologije čvora			

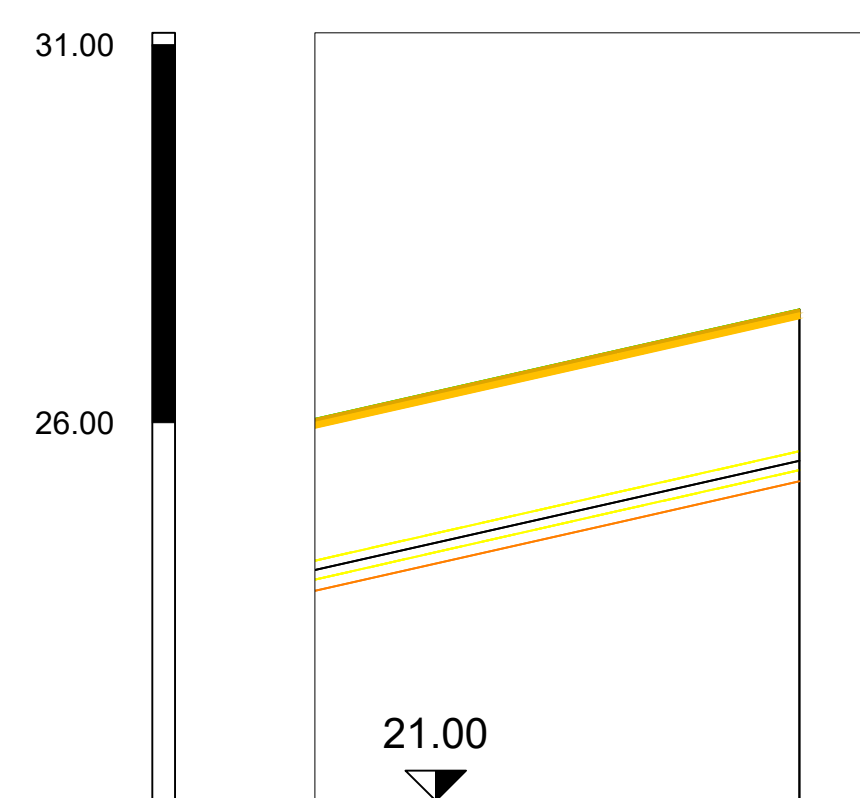
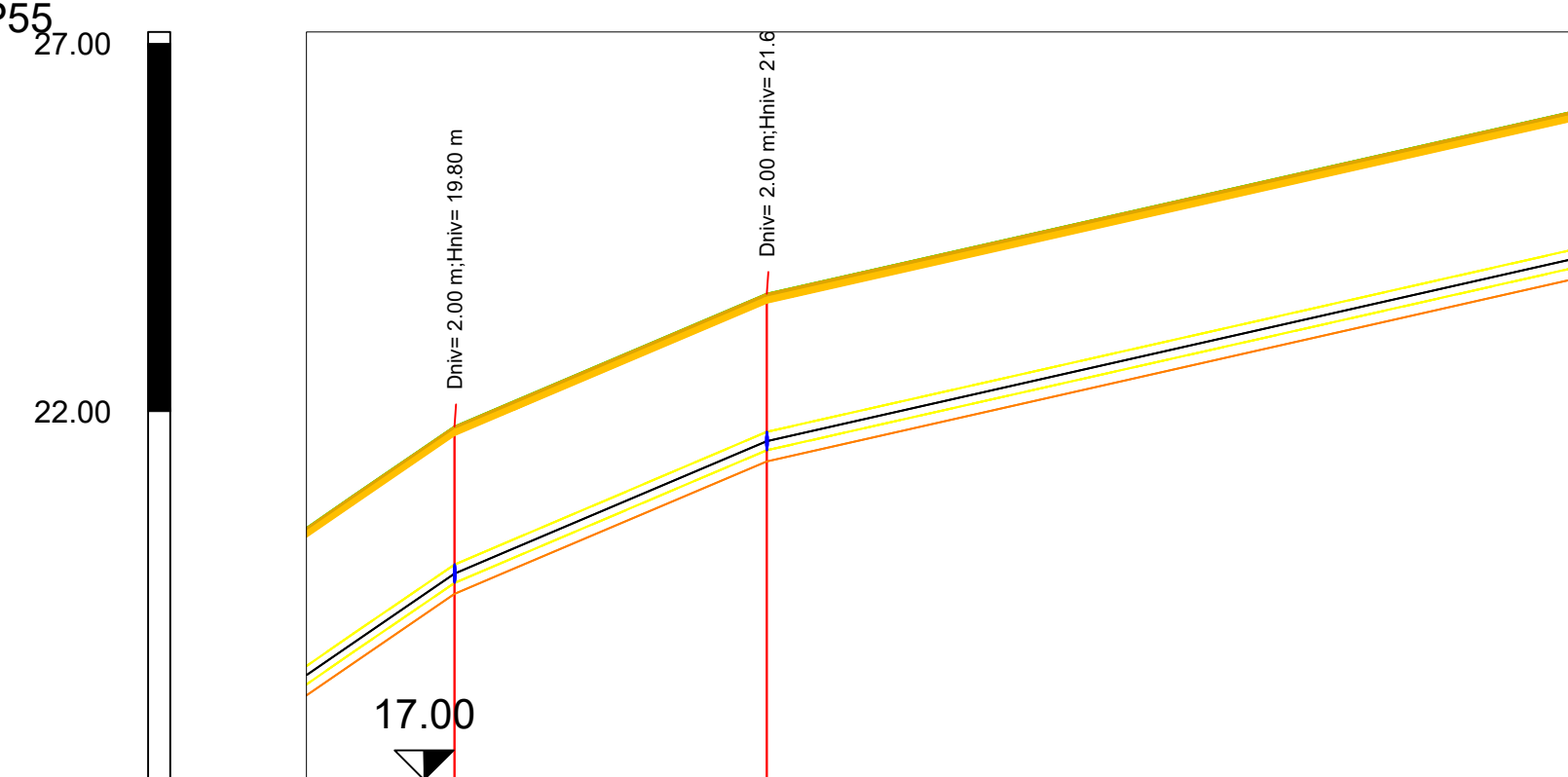


	C37	C41	C42	C43	C44	C45
Visina terena [m n.m.]	12.00	9.30	9.50	9.80	9.90	12.50
Visina nivelete [m n.m.]	10.00	7.30	7.50	7.80	7.90	10.50
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	9.72	7.03	7.22	7.53	7.62	10.22
Dubina dna rova [m]	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
Duljina dionice [m]	68.28	65.57	29.60	65.18	30.45	59.19
Pad [%]	4.12	0.68	-0.46	-0.33	4.39	
Materijal cijevi						
Nazivni promjer cijevi [mm]						
Horizontalni kut - Otklon	-0.00°	-30.98°	-2.45°	0.00°	-86.68°	-0.28°
Vertikalni kut - Otklon	0.16°	2.75°	-0.12°	-0.08°	2.33°	1.40°
Visina piezometra [m]						
Stacionaže čvorova	100+438.31	100+563.88	100+563.48	100+638.66	100+688.10	100+748.30
Duljina/Pad	68.28 m / 4.12%	65.57 m / 0.68%	29.60 m / -0.46%	65.18 m / -0.33%	30.45 m / 4.39%	59.19 m / 4.39%
Schema topologije čvora						



Diplomski rad	Sadržaj nacрта:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P55
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020. Mjerilo: 1:1000/100 List: 11

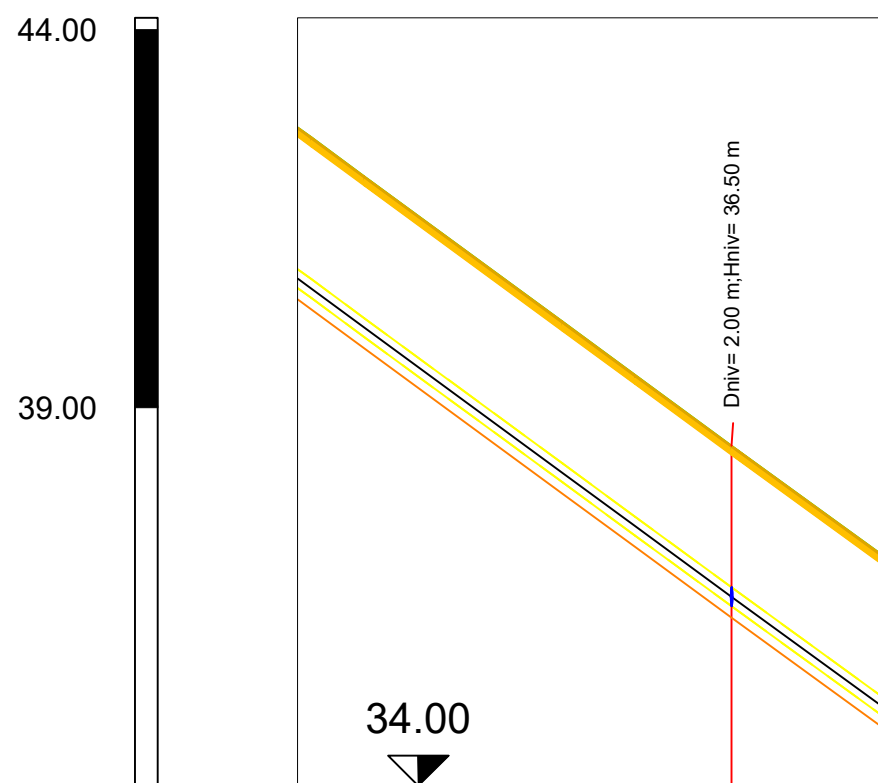
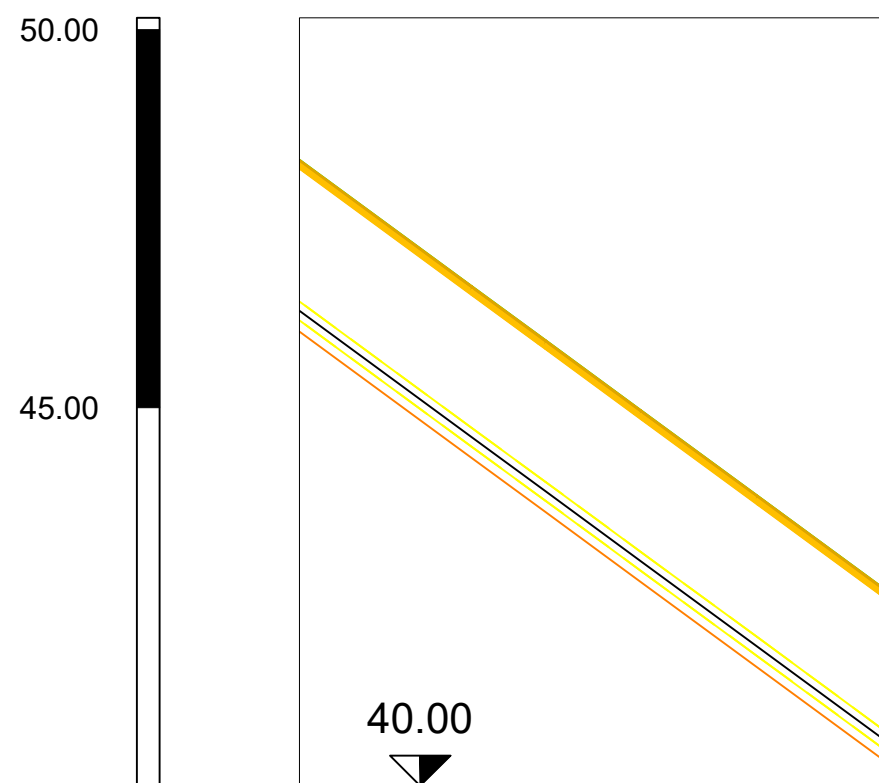
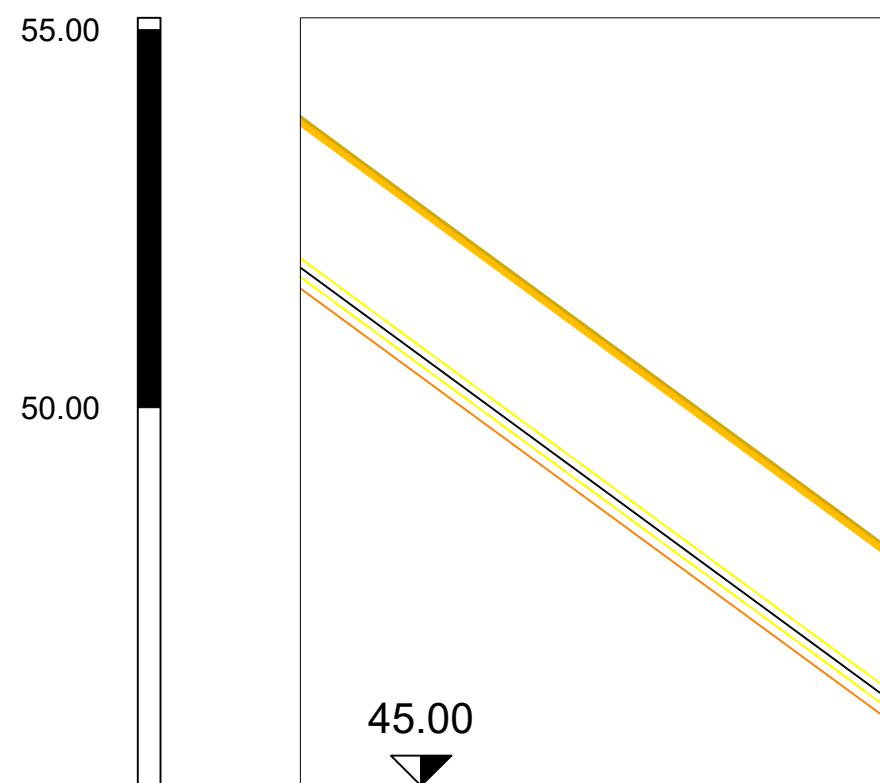
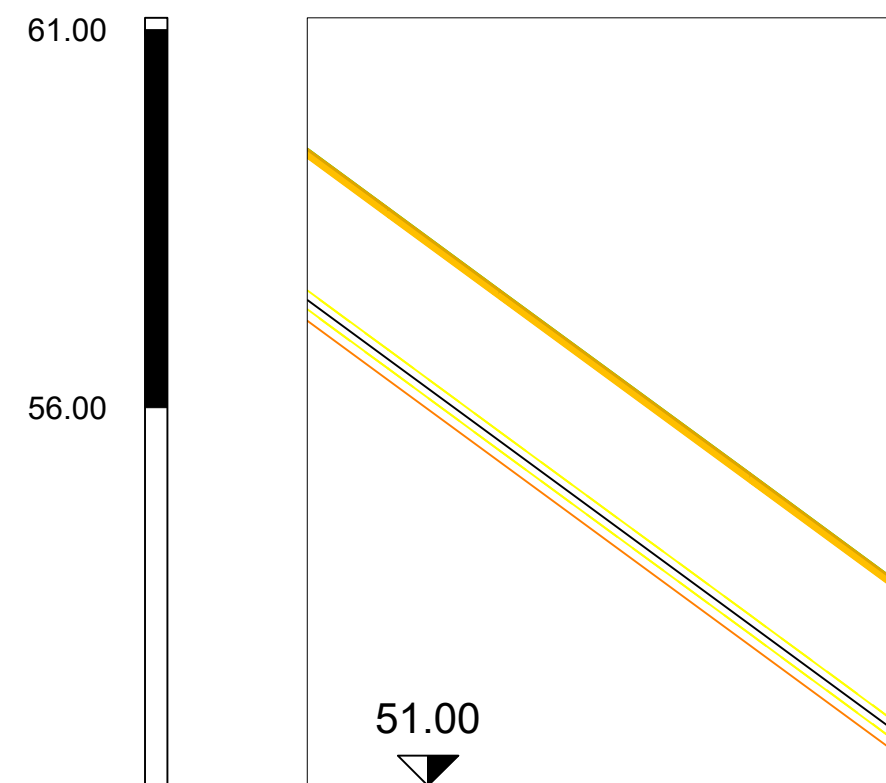
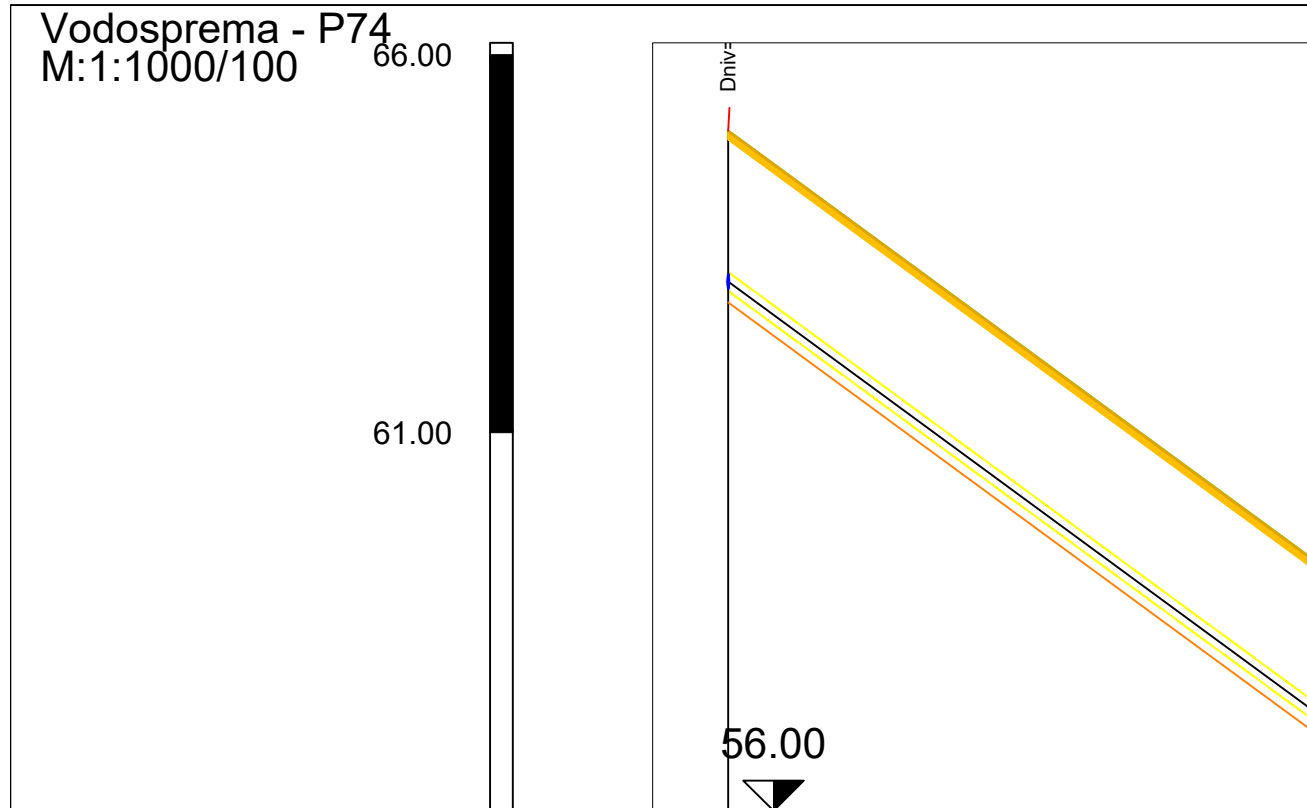
Vodosprema - P55
M:1:1000/100



Naziv	C46	C47
Visina terena [m n.m.]	21.80	23.60
Visina nivelete [m n.m.]	19.80	21.60
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	19.53	21.33
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27
Duljina dionice [m]	42.41	172.54
Pad [%]	-4.24	-2.26
Materijal cijevi		
Nazivni promjer cijevi [mm]		
Horizontalni kut - Otklon	0.00°	-81.64°
Vertikalni kut - Otklon	-1.48°	-1.14°
Visina piezometra [m]		
Stacionaže čvorova	100+084.14	100+028.58
Duljina/Pad	6.85% 42.41 m	4.24% 172.54 m
Schema topologije čvora		

Naziv	P55
Visina terena [m n.m.]	27.50
Visina nivelete [m n.m.]	25.50
Dubina nivelete [m]	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	25.23
Dubina dna rova [m]	2.27
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	100+098.08
Duljina/Pad	2.26% 172.54 m
Schema topologije čvora	

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI	
Diplomski rad	Sadržaj nacрта:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P55
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 12



Naziv	Vodosprema
Visina terena [m n.m.]	65.00
Visina nivelete [m n.m.]	63.00
Dubina nivelete [m]	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	62.73
Dubina dna rova [m]	2.27
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	Lijevano željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	7.33%
Schema topologije čvora	

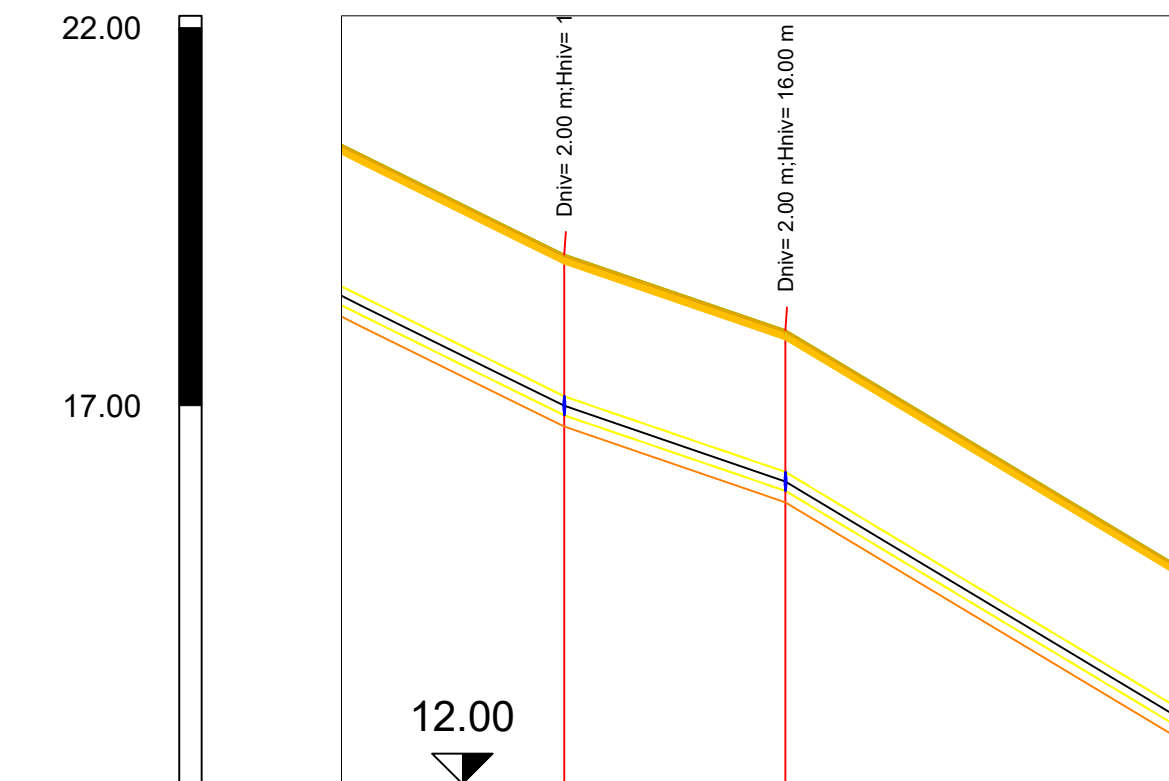
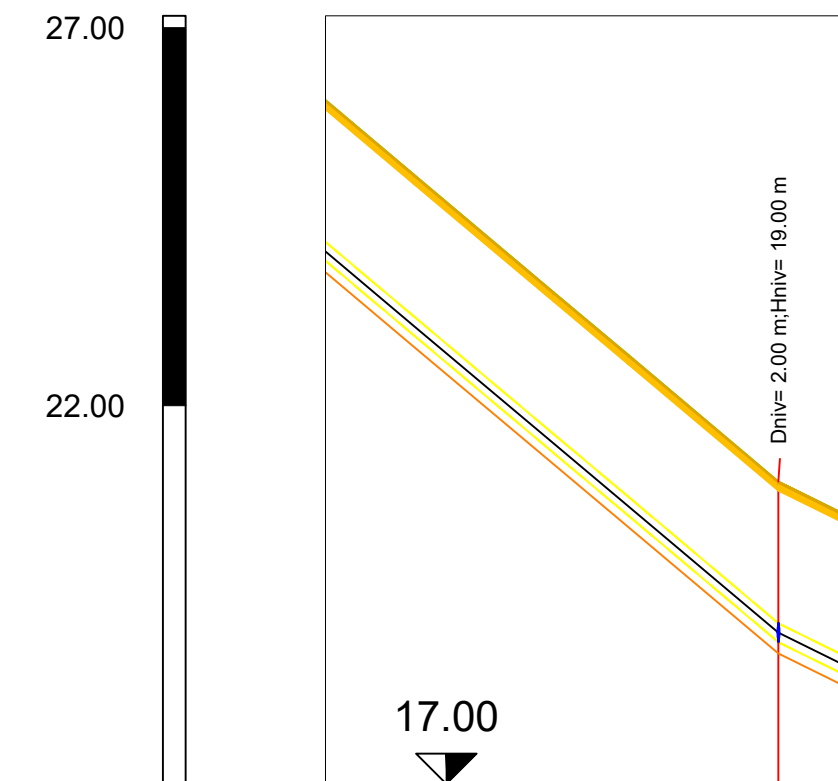
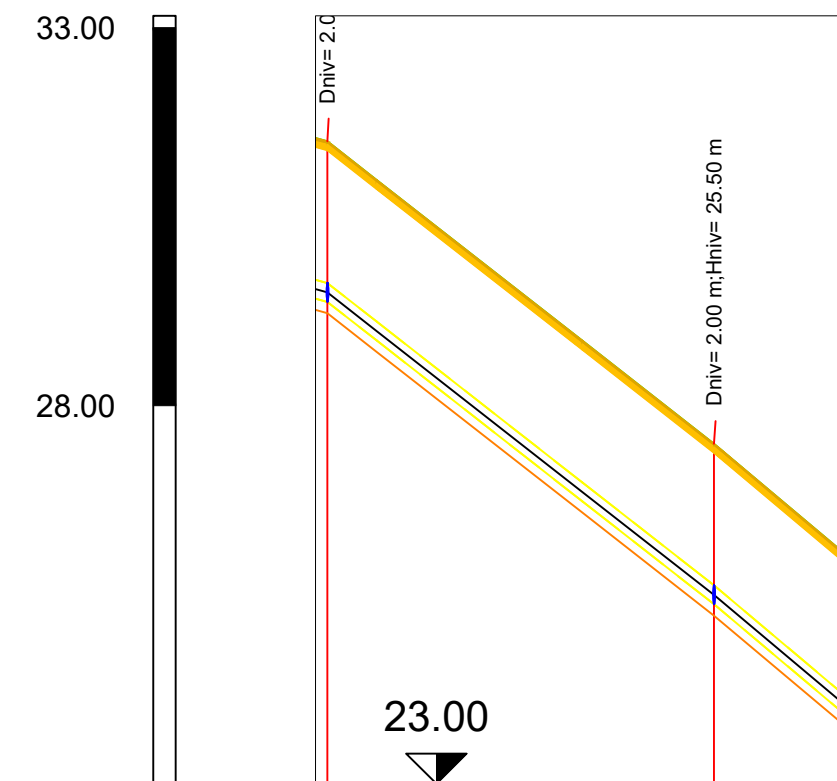
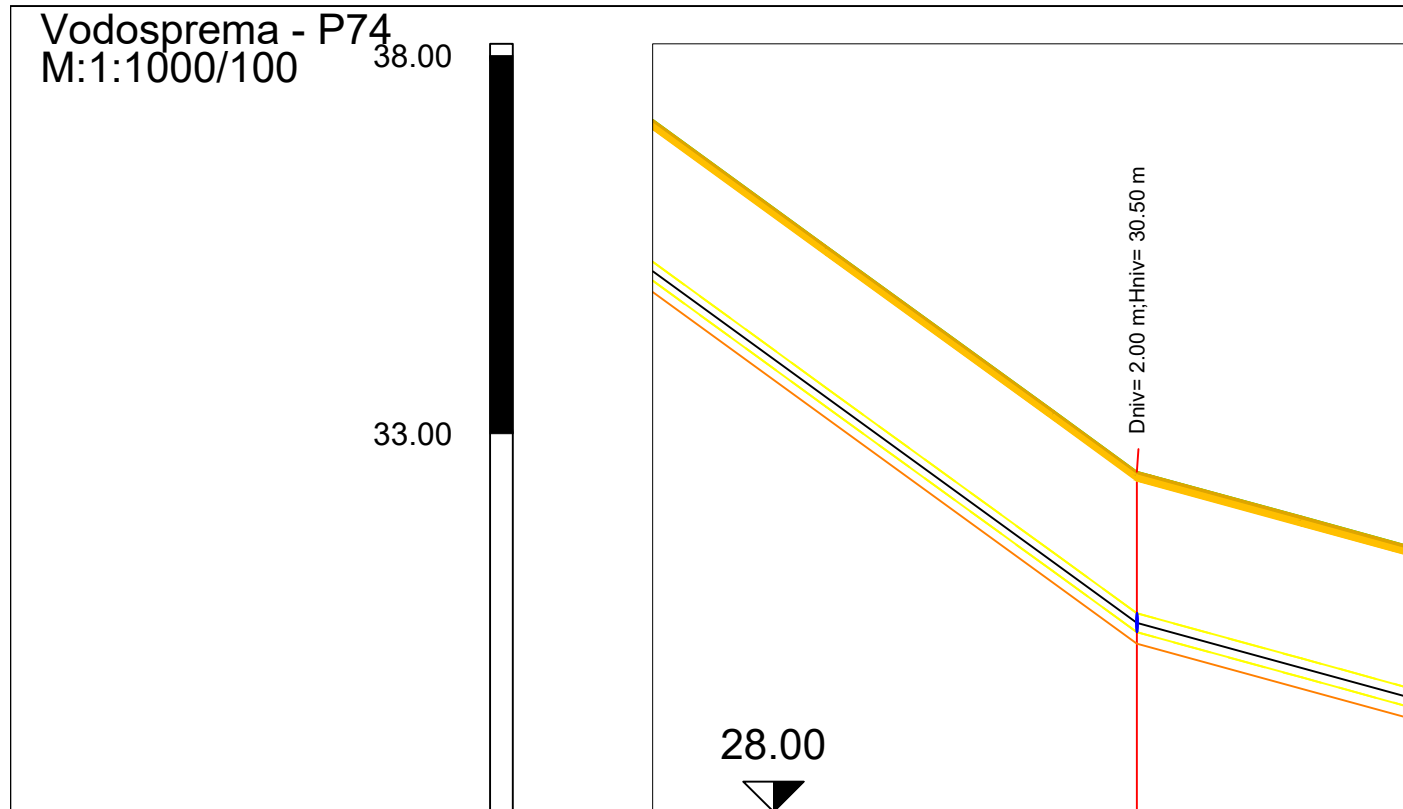
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	Lijevano željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	361.43
Pad [%]	7.33
Materijal cijevi	Lijevano željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	Lijevano željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	C55
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	-0.00°
Vertikalni kut - Otklon	0.04°
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Diplomski rad	Sadržaj nacрта:		
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEĐARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P74		
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić		
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.	Mjerilo: 1:1000/100	List: 13



Naziv	C54	
Visina terena [m n.m.]	32.50	31.50
Visina nivelete [m n.m.]	30.50	30.50
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	30.23	30.23
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27
Duljina dionice [m]	82.64	36.50
Pad [%]	7.26	2.74
Materijal cijevi	Lijevano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]	2000	
Horizontalni kut - Otklon	11.78°	
Vertikalni kut - Otklon	2.98°	
Visina piezometra [m]	30.50	
Stacionaže čvorova	100+444.07	
Duljina/Pad	82.64 m / 7.26%	36.50 m / 2.74%
Schema topologije čvora		

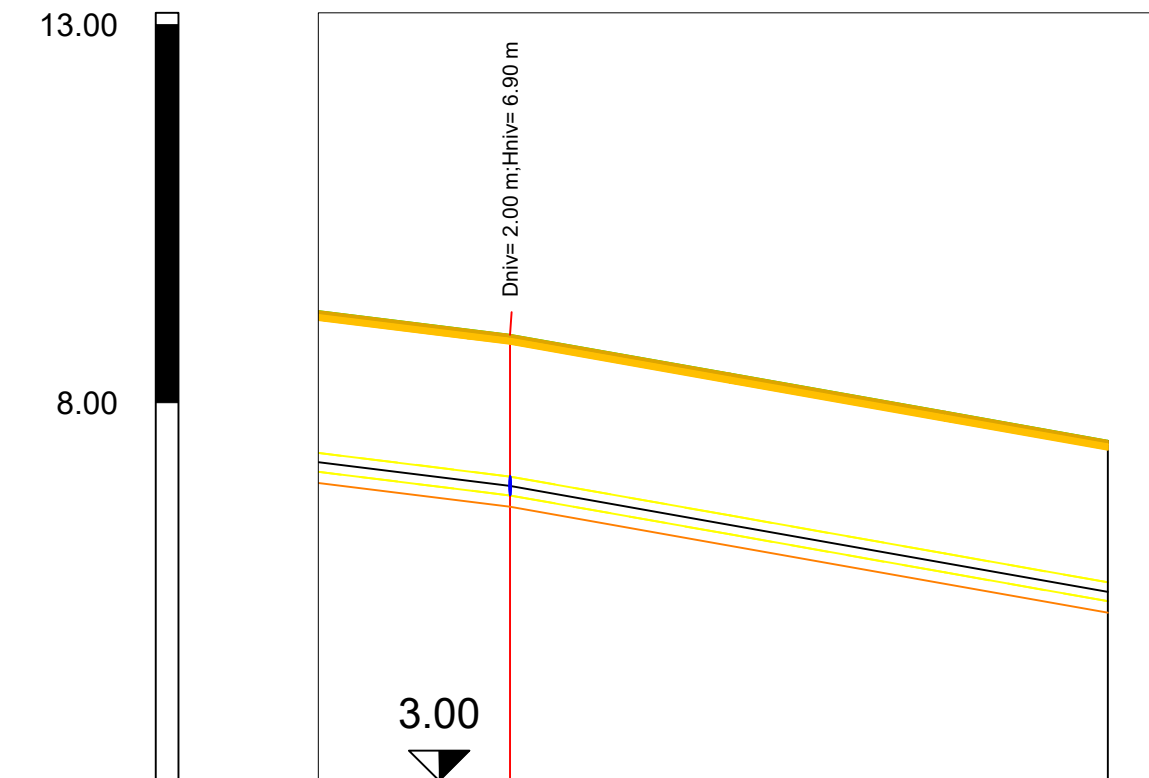
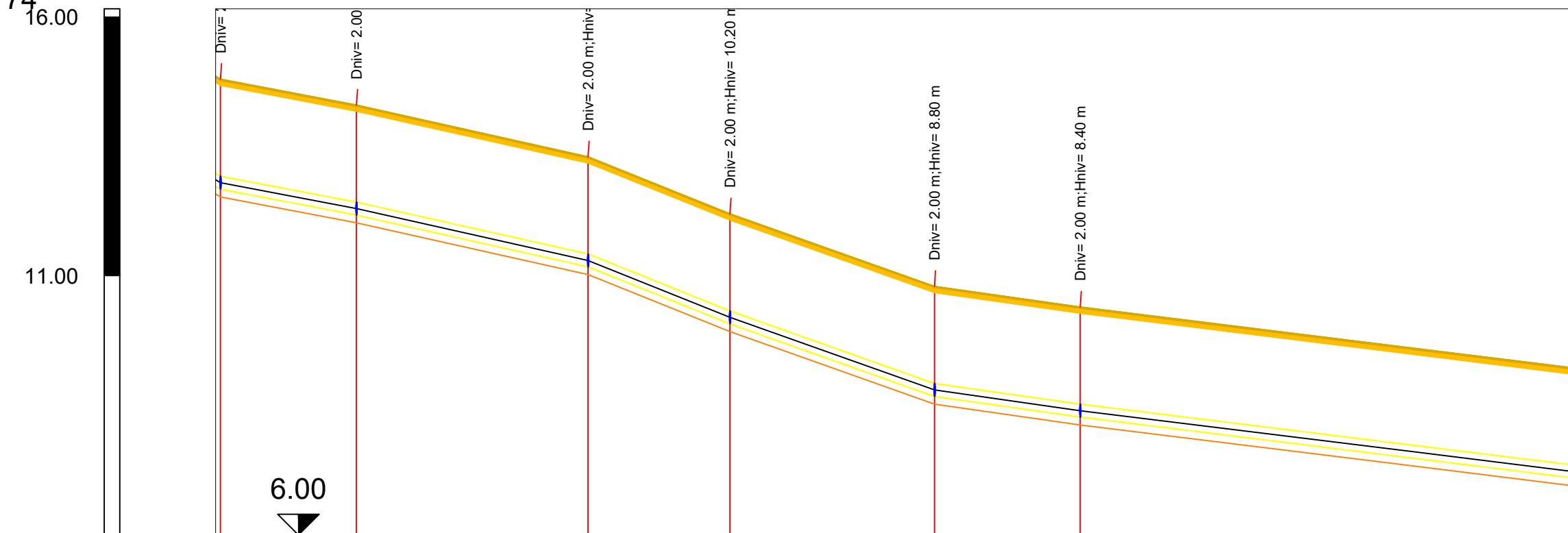
Naziv	C53	
Visina terena [m n.m.]	27.50	27.50
Visina nivelete [m n.m.]	25.50	25.50
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	25.23	25.23
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27
Duljina dionice [m]	51.10	51.10
Pad [%]	7.83	7.83
Materijal cijevi	Lijevano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]	2000	
Horizontalni kut - Otklon	4.22°	
Vertikalni kut - Otklon	-0.33°	
Visina piezometra [m]	25.50	
Stacionaže čvorova	100+531.88	
Duljina/Pad	51.10 m / 7.83%	51.10 m / 7.83%
Schema topologije čvora		

Naziv	C51	
Visina terena [m n.m.]	21.00	21.00
Visina nivelete [m n.m.]	19.00	19.00
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	18.73	18.73
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27
Duljina dionice [m]	77.25	77.25
Pad [%]	8.41	8.41
Materijal cijevi	Lijevano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]	2000	
Horizontalni kut - Otklon	28.59°	
Vertikalni kut - Otklon	1.99°	
Visina piezometra [m]	19.00	
Stacionaže čvorova	100+668.85	
Duljina/Pad	77.25 m / 8.41%	77.25 m / 8.41%
Schema topologije čvora		

Naziv	C56		
Visina terena [m n.m.]	19.00	18.00	14.00
Visina nivelete [m n.m.]	17.00	16.00	16.00
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	16.73	15.72	14.00
Dubina dna rova [m]	2.27	2.28	2.00
Duljina dionice [m]	40.54	29.26	53.24
Pad [%]	4.93	3.42	6.01
Materijal cijevi	Lijevano željezo		
Nazivni promjer cijevi [mm]	2500		
Horizontalni kut - Otklon	-15.73°		
Vertikalni kut - Otklon	0.87°		
Visina piezometra [m]	17.00		
Stacionaže čvorova	100+678.72		
Duljina/Pad	40.54 m / 4.93%	29.26 m / 3.42%	53.24 m / 6.01%
Schema topologije čvora			

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI	
Diplomski rad	Sadržaj nacрта:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P74
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan, 2020.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 14

Vodosprema - P74
M:1:1000/100

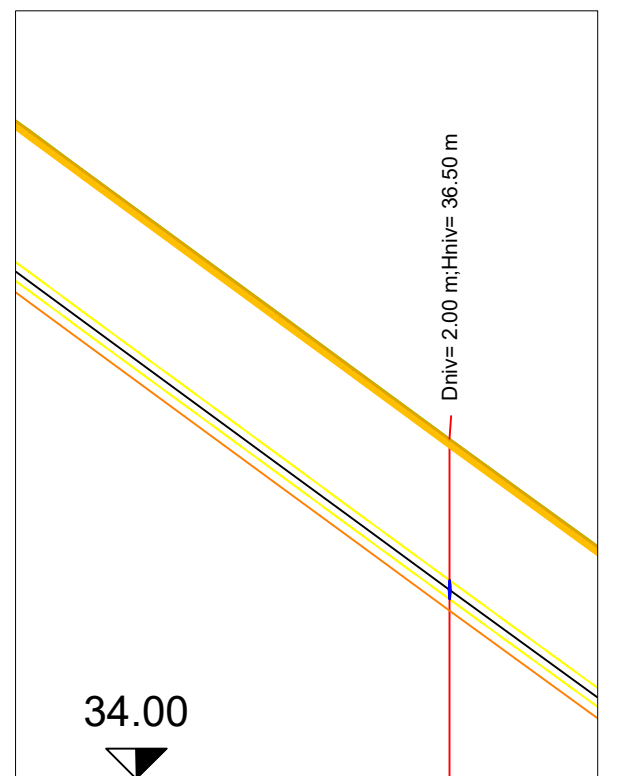
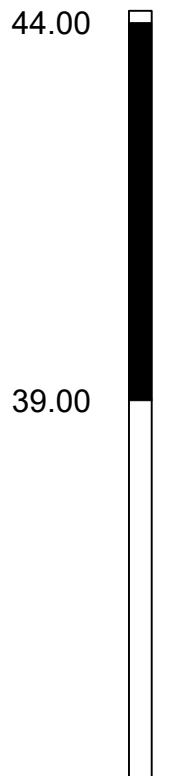
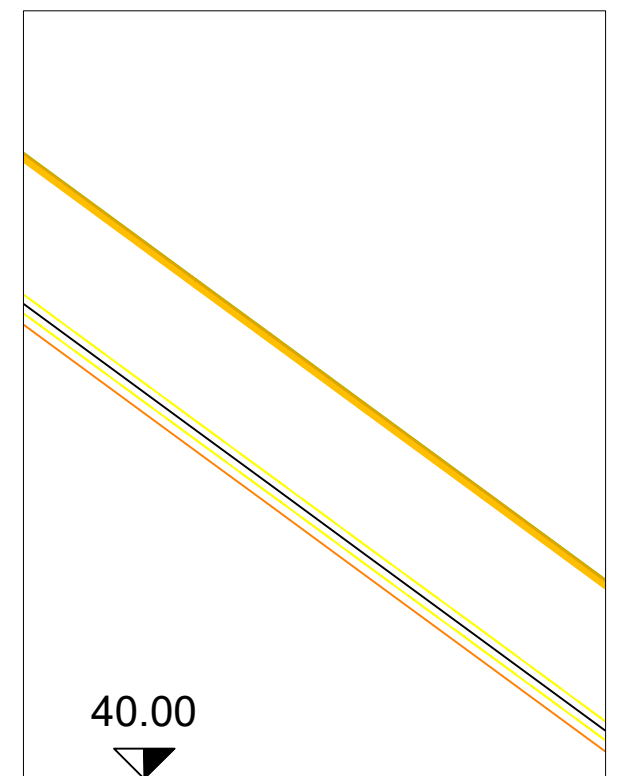
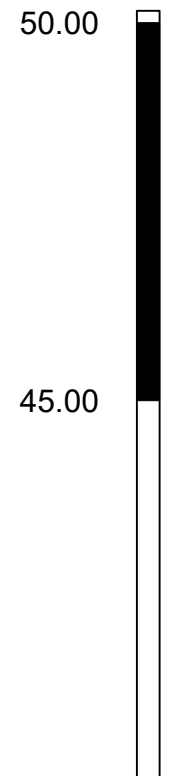
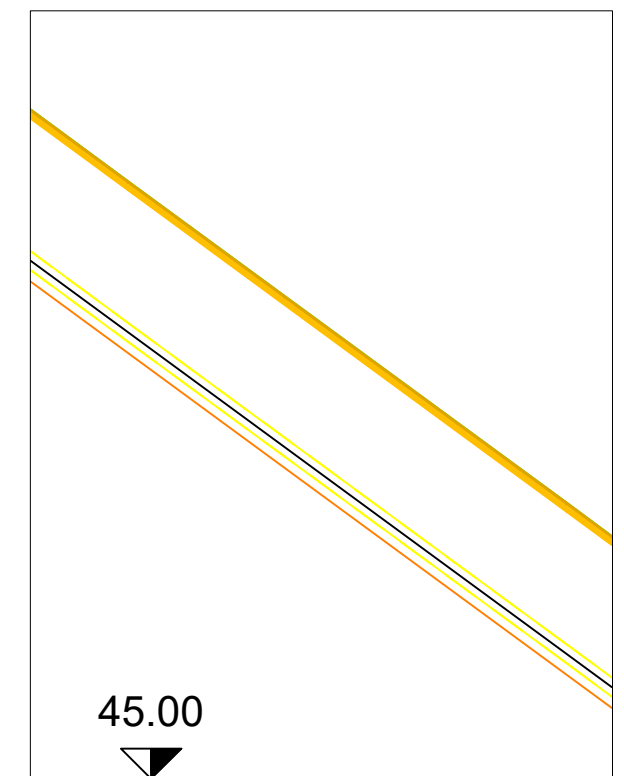
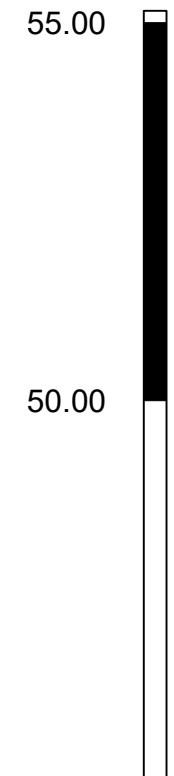
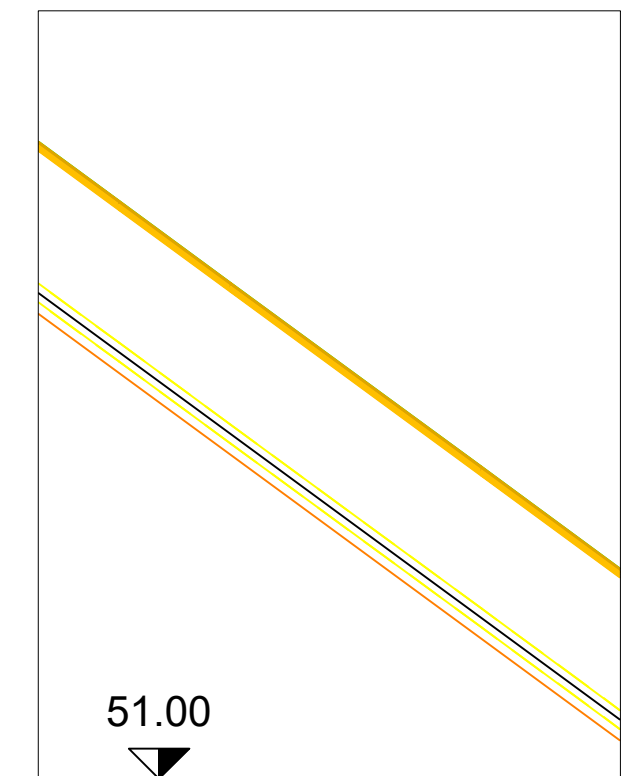
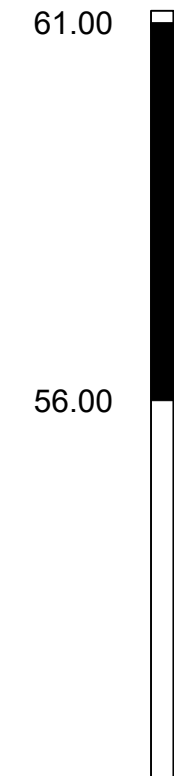
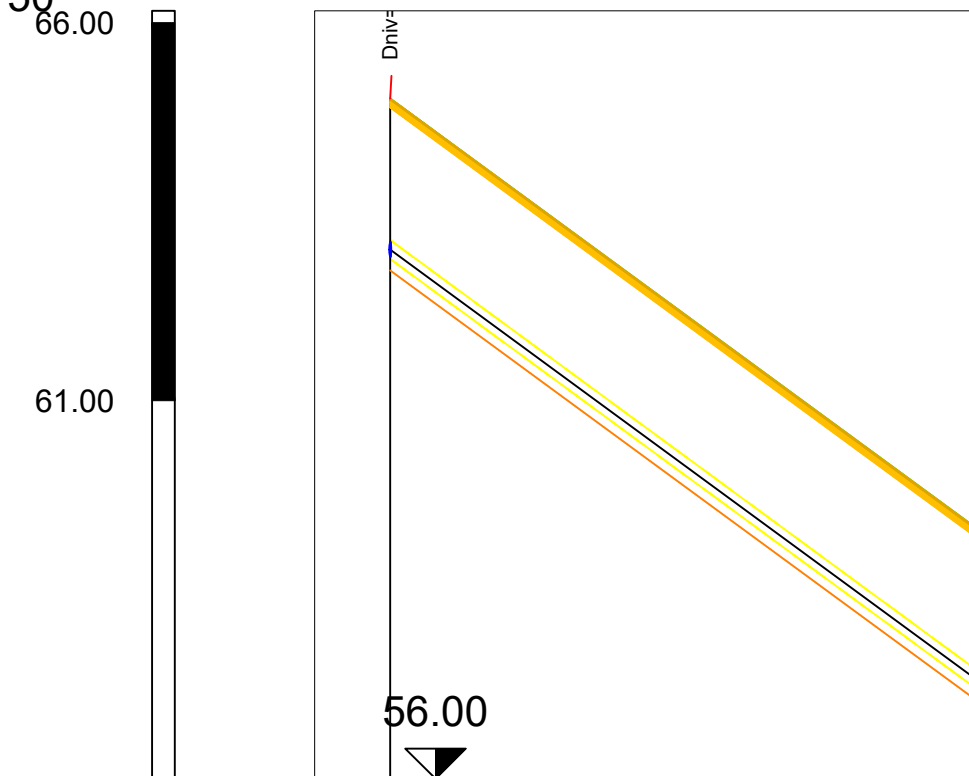


Naziv	59						C60	C61	C64	C66	C67	
Visina terena [m n.m.]	12.80						14.30	13.30	12.20	10.80	10.40	
Visina nivelete [m n.m.]	12.80						12.30	11.30	10.20	8.80	8.40	
Dubina nivelete [m]	2.00						2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Visina dna rova [m n.m.]	12.53						12.03	11.03	9.92	8.53	8.12	
Dubina dna rova [m]	2.28						2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	
Duljina dionice [m]	26.24		44.69		27.39		39.46		28.12		121.50	
Pad [%]	1.91		2.24		4.02		3.55		1.42		1.23	
Materijal cijevi	Lijeivano željezo						Lijeivano željezo				Lijeivano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]												
Horizontalni kut - Otklon	0.70°						-0.00°	4.90°	0.00°		-104.12°	6.86°
Vertikalni kut - Otklon	2.35°						-0.19°	-1.02°	0.27°	1.22°	0.11°	
Visina piezometra [m]												
Stacionaže čvorova	100+731.39	100+738.21		100+802.96		100+830.38		100+869.76		100+897.88		
Duljina/Pad	26.24 m / 1.91%		44.69 m / 2.24%		27.39 m / 4.02%		39.46 m / 3.55%		28.12 m / 1.42%		121.50 m / 1.23%	
Schema topologije čvora												

Naziv	C68	P74
Visina terena [m n.m.]	8.90	7.50
Visina nivelete [m n.m.]	6.90	5.50
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	6.62	5.22
Dubina dna rova [m]	2.28	2.28
Duljina dionice [m]	79.05	
Pad [%]	1.77	
Materijal cijevi	Lijeivano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]		
Horizontalni kut - Otklon	2.46°	
Vertikalni kut - Otklon	-0.31°	
Visina piezometra [m]		
Stacionaže čvorova	100+1019.38	100+1098.45
Duljina/Pad	121.50 m / 1.77%	79.05 m
Schema topologije čvora		

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI	
Diplomski rad	Sadržaj nacrtu:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P74
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 15

Vodosprema - P50
M:1:1000/100



Naziv	Vodosprema
Visina terena [m n.m.]	65.00
Visina nivelete [m n.m.]	63.00
Dubina nivelete [m]	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	62.73
Dubina dna rova [m]	2.27
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	Lijeveno željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	7.33%
Schema topologije čvora	

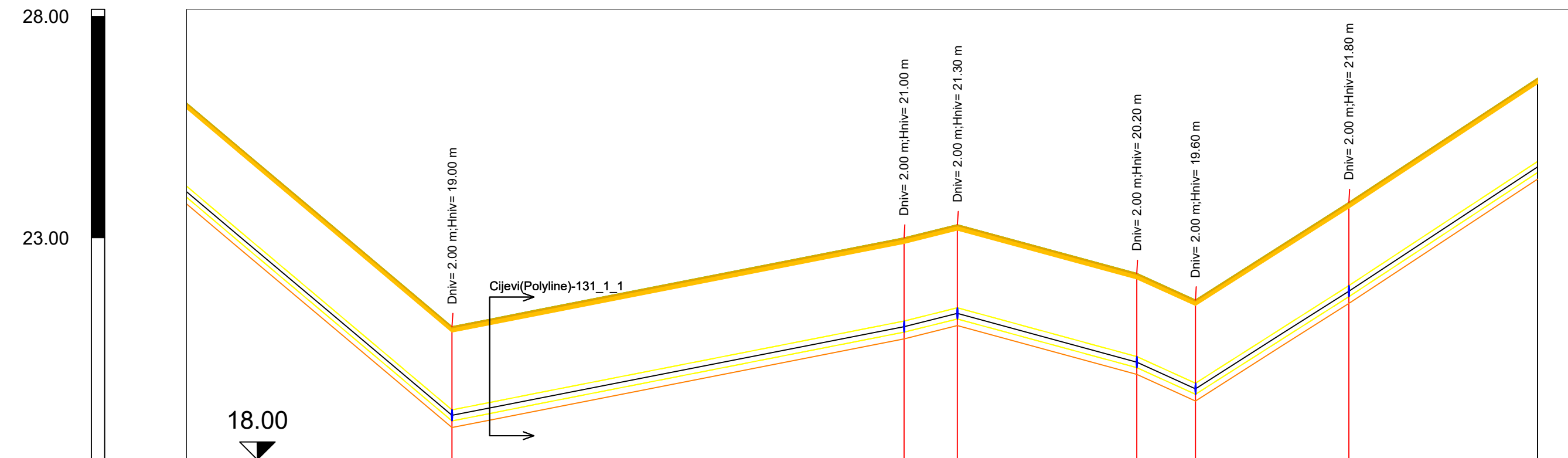
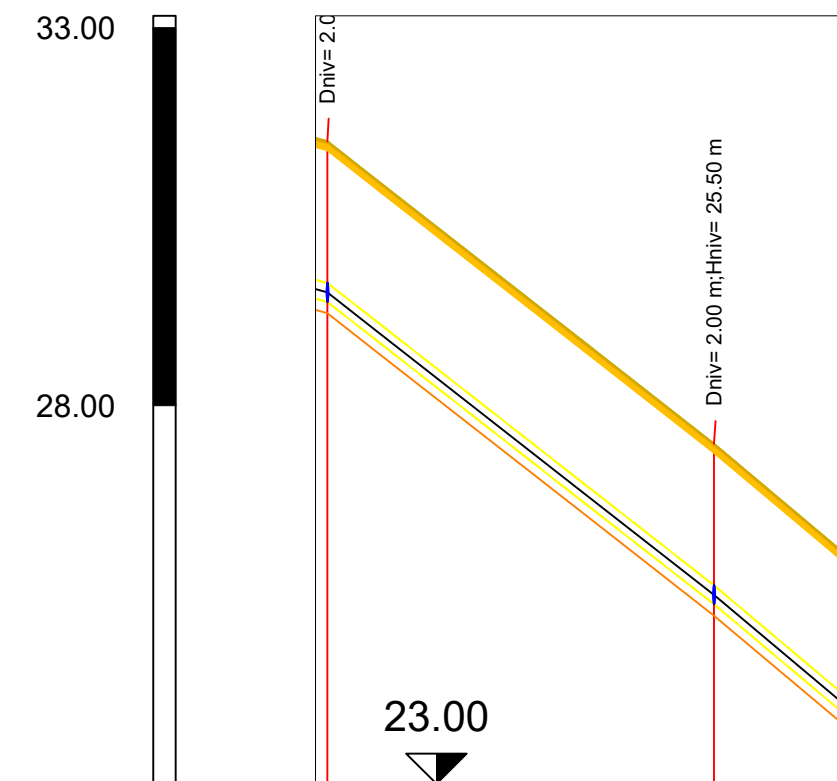
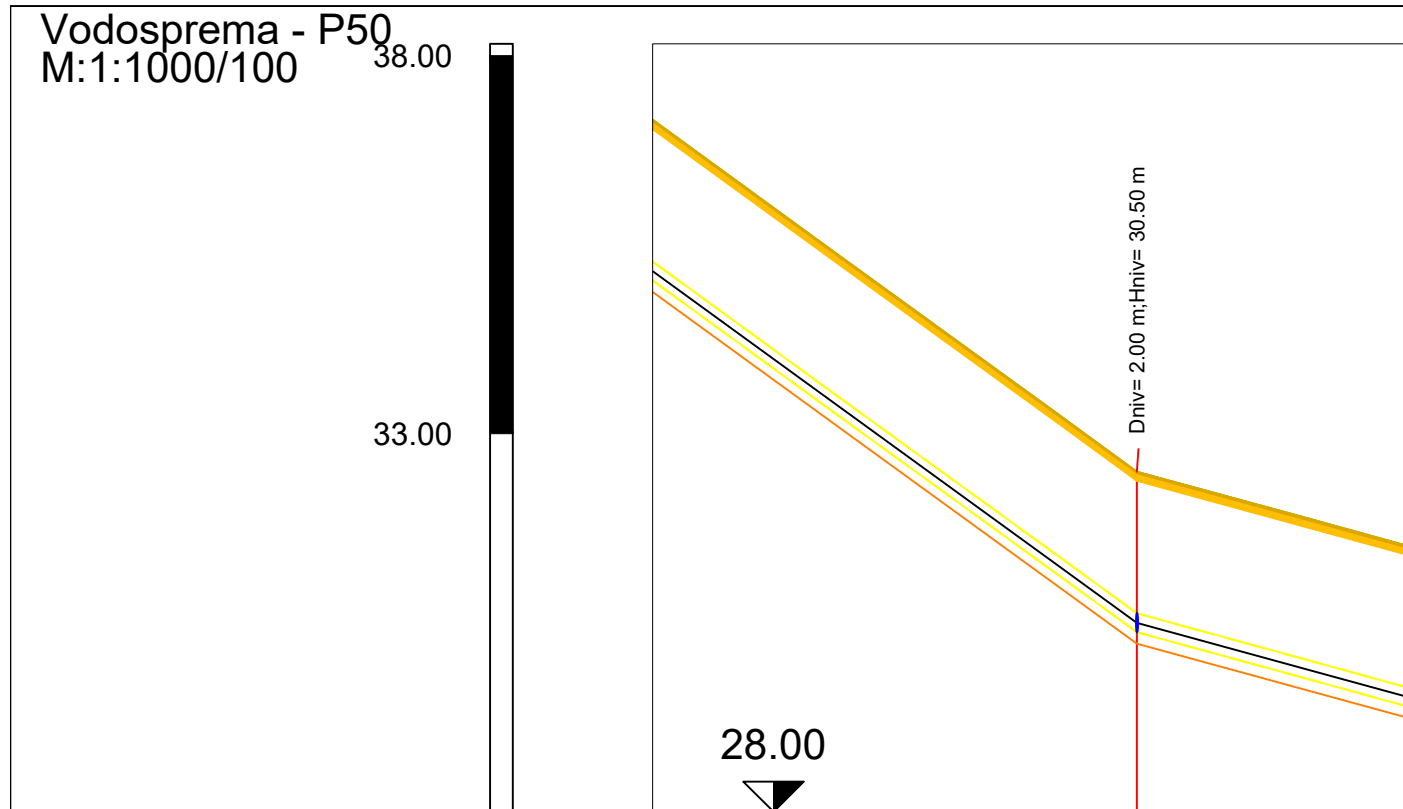
Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	361.43
Pad [%]	7.33
Materijal cijevi	
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	Lijeveno željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Duljina dionice [m]	
Pad [%]	
Materijal cijevi	Lijeveno željezo
Nazivni promjer cijevi [mm]	
Horizontalni kut - Otklon	
Vertikalni kut - Otklon	
Visina piezometra [m]	
Stacionaže čvorova	
Duljina/Pad	
Schema topologije čvora	

Diplomski rad	Sadržaj nacрта:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P50
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 16



Naziv	C54	
Visina terena [m n.m.]	32.50	31.50
Visina nivelete [m n.m.]	30.50	30.50
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	30.23	30.23
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27
Duljina dionice [m]	82.64	36.50
Pad [%]	7.26	2.74
Materijal cijevi	Lijevano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]	Lijevano	
Horizontalni kut - Otklon	11.78°	
Vertikalni kut - Otklon	2.98°	
Visina piezometra [m]		
Stacionaže čvorova	100+444.07	
Duljina/Pad	82.64 m	36.50 m
Schema topologije čvora		

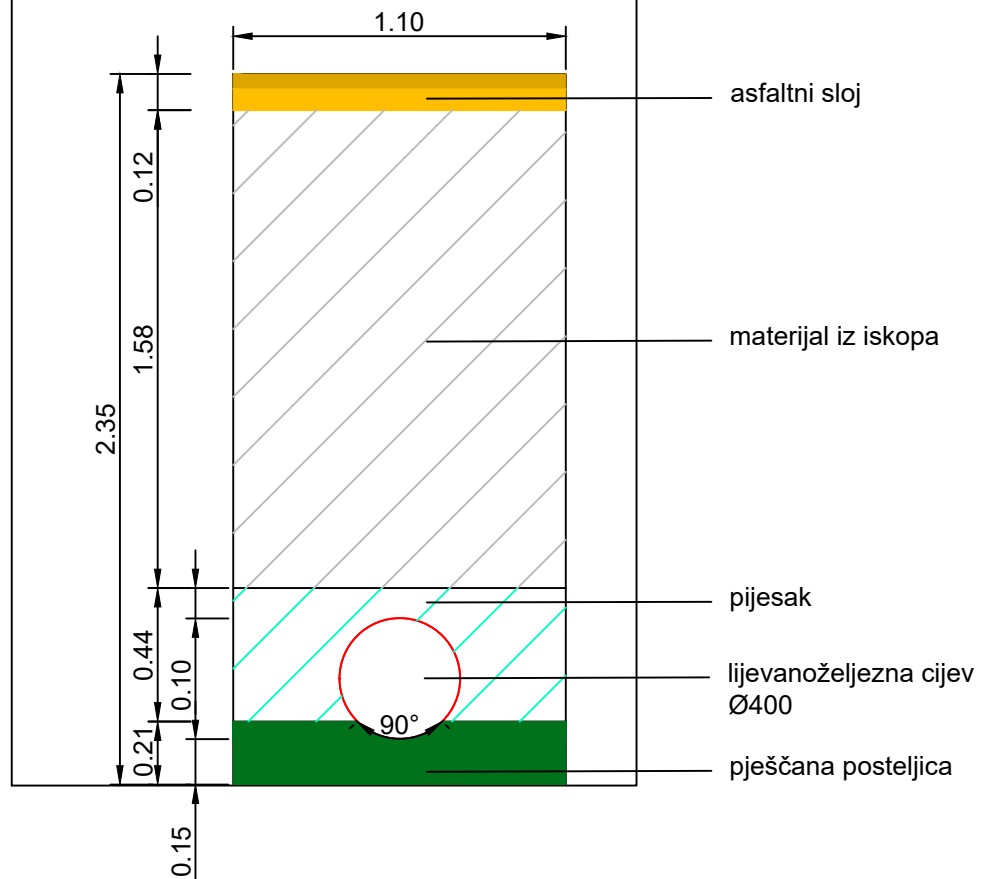
Naziv	C53	
Visina terena [m n.m.]	31.50	27.50
Visina nivelete [m n.m.]	29.50	25.50
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00
Visina dna rova [m n.m.]	29.23	25.23
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27
Duljina dionice [m]	51.10	
Pad [%]	7.83	
Materijal cijevi	Lijevano željezo	
Nazivni promjer cijevi [mm]		
Horizontalni kut - Otklon	4.22°	
Vertikalni kut - Otklon	-0.33°	
Visina piezometra [m]		
Stacionaže čvorova	100+668.88	
Duljina/Pad	51.10 m	
Schema topologije čvora		

Naziv	C51		C49		C48		C47		C45		C46		P50	
Visina terena [m n.m.]	21.00	23.00	23.30	22.20	21.60	23.80	26.60							
Visina nivelete [m n.m.]	19.00	21.00	21.30	20.20	19.60	21.60	24.60							
Dubina nivelete [m]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00							
Visina dna rova [m n.m.]	18.73	20.73	21.03	19.93	19.33	21.53	24.33							
Dubina dna rova [m]	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27							
Duljina dionice [m]	77.25	102.03	12.05	40.48	13.24	34.62	42.58							
Pad [%]	8.41	-1.96	-2.49	2.72	4.53	-6.35	-6.58							
Materijal cijevi	Lijevano željezo		Lijevano željezo		Lijevano željezo		Lijevano željezo							
Nazivni promjer cijevi [mm]	250.00													
Horizontalni kut - Otklon	5.93°		-2.04°		2.04°		3.47°		-85.88°		-0.00°			
Vertikalni kut - Otklon	-2.91°		0.30°		-2.98°		-1.04°		6.23°		0.13°			
Visina piezometra [m]	100+480.57	100+668.88	100+710.98	100+723.02	100+763.91	100+776.74	100+811.36	100+833.94						
Stacionaže čvorova	100+444.07		100+668.88		100+710.98		100+723.02		100+763.91		100+776.74		100+811.36	
Duljina/Pad	77.25 m	102.03 m	12.05 m	40.48 m	13.24 m	34.62 m	42.58 m							
Pad [%]	7.83%	-1.96%	-2.49%	2.72%	4.53%	-6.35%	-6.58%							
Schema topologije čvora														

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI	
Diplomski rad	Sadržaj nacrtu:
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	UZDUŽNI PROFIL OD VODOSPREME DO P50
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 17

Karakteristični presjek

D= 400.00 mm

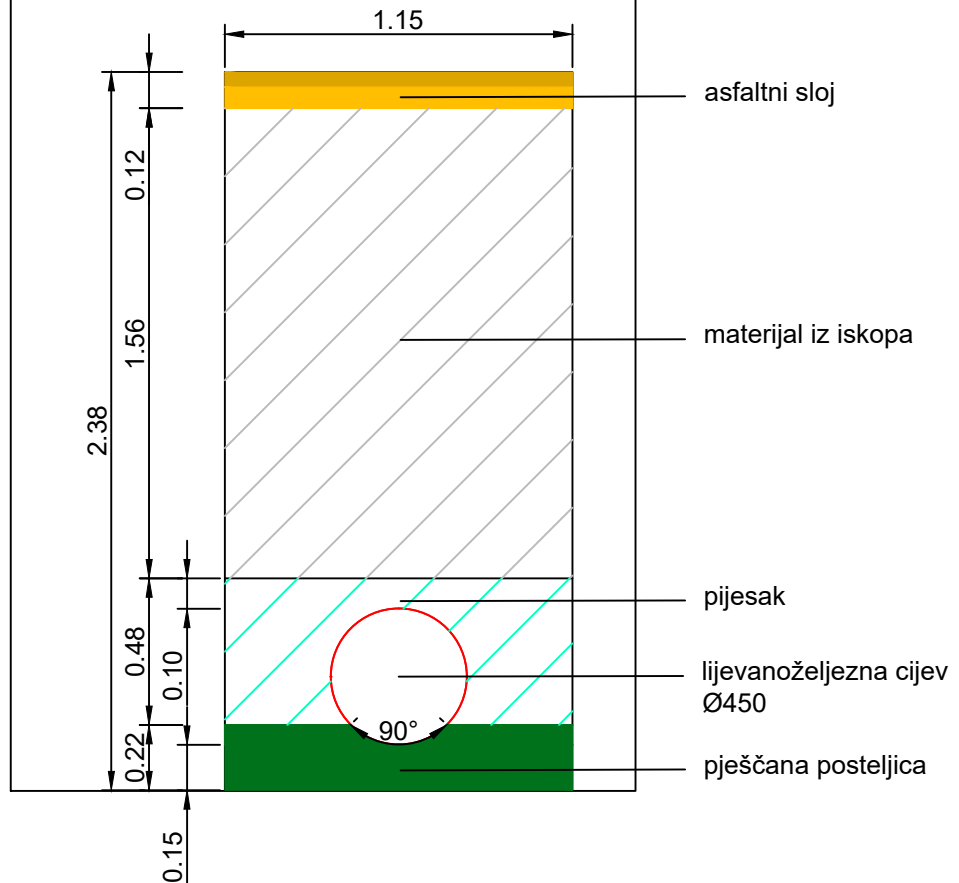


GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Diplomski rad	Sadržaj nacрта:		
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	KARAKTERISTIČNI PRESJEK LIJEVANOŽELJEZNA CIJEV Ø400		
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić		
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.	Mjerilo: 1:25	List: 18

Karakteristični presjek

D= 450.00 mm

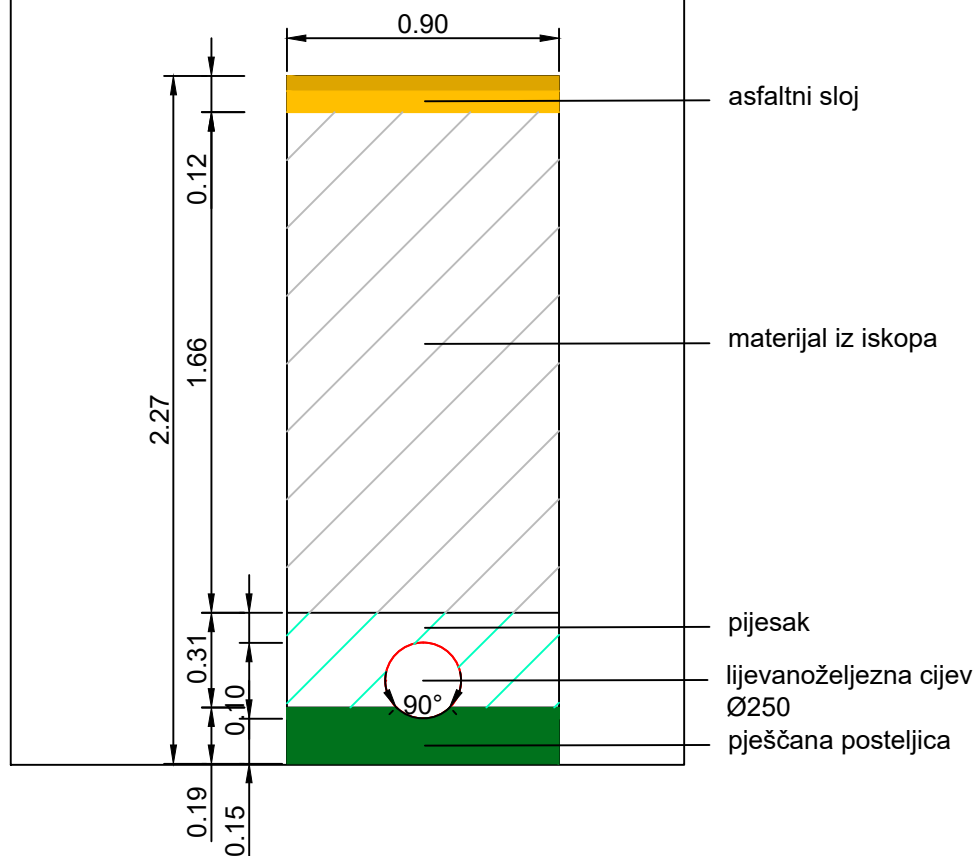


GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Diplomski rad	Sadržaj nacrt:		
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	KARAKTERISTIČNI PRESJEK LIJEVANOŽELJEZNA CIJEV Ø450		
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić		
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.	Mjerilo: 1:25	List: 19

Karakteristični presjek

D= 250.00 mm



GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Diplomski rad	Sadržaj nacрта:		
HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POSEDARJE PRIMJENOM WATERCAD V8I PROGRAMSKOG PAKETA	KARAKTERISTIČNI PRESJEK LIJEVANOŽELJEZNA CIJEV Ø250		
Student: Ivan Gračić	Student: Ivan Gračić		
Mentor: prof.dr.sc. Elvis Žic	Datum: rujan,2020.	Mjerilo: 1:25	List: 20