

Optimalizacija dijela vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara primjenom WaterCAD V8i računalnog programa

Martinčić, Denis

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:157:578799>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**

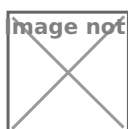


image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Denis Martinčić

**Optimalizacija dijela vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara
primjenom WaterCAD V8i računalnog programa**

Diplomski rad

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo
Hidrotehnika
Vodoopskrba i kondicioniranje voda**

**Denis Martinčić
JMBAG: 0114032832**

**Optimalizacija dijela vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara
primjenom WaterCAD V8i računalnog programa**

Diplomski rad

Rijeka, srpanj 2024.

IZJAVA

Diplomski rad izradio sam 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.

Denis Martinčić

U Rijeci, 19.06. 2024.

ZAHVALA

Želim se zahvaliti mentoru doc.dr.sc. Elvisu Žicu, dipl.ing.građ. na izdvojenom vremenu, trudu i prenesenom znanju tokom izrade diplomskog rada. Zahvaljujem Mileni Jasiki na materijalima vezanim za vodoopskrbni sustav grada Bjelovara. Hvala Karli Germanis na pomoći i stručnim savjetima vezanim za Urbano Hydru. Veliko hvala Neveni Dragičević na pomoći i edukaciji te stručnim savjetima vezanim za WaterCAD V8i.

Naslov rada: Optimalizacija dijela vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara primjenom WaterCAD V8i računalnog programa

Student: Denis Martinčić

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

Studij: Sveučilišni diplomski studij građevinarstvo

Kolegij: Vodoopskrba i kondicioniranje voda

SAŽETAK :

U ovom diplomskom radu provedena je optimalizacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara, točnije naselja Sjever. U prvom dijelu rada opisan je povijesni razvoj grada Bjelovara, te klimatske i geomorfološke značajke analiziranog područja. Zatim je detaljno opisan vodoopskrbni sustav grada odnosno cijele Bjelovarsko bilogorske županije. U drugom dijelu rada proveden je proračun mjerodavnih količina, proveden je hidraulički proračun vodoopskrbne mreže, dimenzionirana je vodosprema i odrabana je crpna stanica. Zatim slijedi optimalizacija vodoopskrbnog sustava primjenom WaterCAD V8i računalnog programa i programskog paketa Urbano Hydra.

Ključne riječi: Grad Bjelovar, naselje Sjever, vodoopskrbni sustav, hidraulički proračun, WaterCAD V8i, Urbano Hydra

Thesis title: The optimization of the water supply system part of Bjelovar City using the WaterCAD V8i computer program

Student: Denis Martinčić

Supervisor: Elvis Žic, Ph.D.C.E.

Study: Graduate study of Civil Engineering

Course: Water supply and water conditioning system

SUMMARY:

In this thesis, the optimization of the water supply system of the city of Bjelovar, specifically the Sjever settlement, was carried out. The first part of the thesis describes the historical development of the city of Bjelovar, as well as the climatic and geomorphological characteristics of the analyzed area. Then, the water supply system of the city and the entire Bjelovar-Bilogora County is described in detail. In the second part of the thesis, the calculation of relevant quantities was conducted, the hydraulic calculation of the water supply network was performed, the water tank was dimensioned, and the pumping station was selected.. This is followed by the optimization of the water supply system using the WaterCAD V8i software and the Urbano Hydra software package.

Keywords: City of Bjelovar, Sjever settlement, water supply system, hydraulic analysis, WaterCAD V8i, Urbano Hydra

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2.1. Povijesni razvoj	2
2.2. Geografske i demografske značajke	3
2.3. Klimatske značajke.....	5
2.4. Geomorfološke značajke	12
2.5. Vodoopskrbni sustav šireg područja	12
2.5.1. Povijest vodoopskrbnog sustava	12
2.5.2. Vodocrpilište i prerada vode.....	13
2.5.3. Vodoopskrbni sustav Bjelovarsko bilogorske županije.....	17
3. MJERODAVNE KOLIČINE VODA ZA POJEDINE VELIKE POTROŠAČE	20
3.1. Tipovi potrošača na danom području.....	20
3.2. Određivanje broja stanovnika.....	20
3.3. Specifična potrošnja vode	21
3.4. Srednja dnevna potrošnja vode	22
3.5. Maksimalna dnevna potrošnja vode	23
3.6. Maksimalna satna potrošnja vode	25
3.7. Potrošnja vode za industriju	26
3.8. Potrošnja vode za gašenje požara	27
3.8.1. Gašenje požara za naselja	28
3.8.2. Gašenje požara kod industrijskih objekata	29
3.9. Potrošnja vode za vlastite potrebe	29
3.10. Gubici vode u vodoopskrbnom sustavu	30
4. HIDRAULIČKI PRORAČUN VODOOPSKRBNOG SUSTAVA	31
4.1. Rezultati hidrauličkog proračuna.....	32
5. PRORAČUN VODOSPROME.....	36
5.1. Općenito o vodospremi.....	36
5.2. Gravitacijski dotok vode u vodospremu	37
5.2.1. Operativna rezerva za gravitacijski dotok vode u vodospremu	37
5.2.2. Protupožarna rezerva za gravitacijski dotok u vodospremu	40

5.2.3.	<i>Sigurnosna rezerva za gravitacijski dotok u vodospremu</i>	41
5.2.4.	<i>Ukupni volumen vodospreme za gravitacijski dotok u vodospremu</i>	42
5.3.	Dotok crpljenjem u vodospremu	42
5.3.1.	<i>Operativna rezerva za dotok vode crpljenjem u vodospremu</i>	42
5.3.2.	<i>Protupožarna rezerva za dotok vode crpljenjem u vodospremu</i>	45
5.3.3.	<i>Sigurnosna rezerva za dotok vode crpljenjem u vodospremu.....</i>	45
5.3.4.	<i>Ukupni volumen vodospreme za dotok vode crpljenjem u vodospremu</i>	46
5.4.	Ukupan volumen vodospreme.....	46
6.	PRORAČUN CRPNE STANICE.....	47
7.	TRASIRANJE CJEVOVODA	55
8.	PRIMJENA WATERCAD V8i	56
8.1.	Općenito o računalnom programu	56
8.2.	Postavljanje mreže i definiranje njezinih značajki.....	57
8.3.	Definiranje vodospreme unutar WaterCAD V8i programa	60
8.4.	Definiranje crpne stanice unutar WaterCAD V8i programa.....	60
8.5.	Postavljanje hidrantske mreže	62
9.	HIDRAULIČKA ANALIZA PODMODELA IZRAĐENIH U WATERCAD V8i RAČUNALNOM PROGRAMU	63
9.1.	Dotok vode crpljenjem.....	64
9.1.1.	Dotok vode crpljenjem - PVC cijevi.....	70
9.2.	Scenarij 1 – požar hidrant H-59	72
9.2.1.	Scenarij 2 - gašenje požara u industriji.....	75
9.3.	Gravitacijski dotok.....	79
10.	PRIMJENA URBANO HYDRA RAČUNALNOG PROGRAMA.....	81
10.1.	Općenito o Urbano Hydra računalnom programu.....	81
10.2.	Dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava u Urbano Hydra programu	81
10.3.	Definiranje rova cijevi.....	83
10.4.	Uzdužni i poprečni profili.....	84
11.	ZAKLJUČAK.....	85
12.	LITERATURA	87
13.	POPIS SLIKA I TABLICA.....	89
13.1.	Popis slika.....	89

13.2.	Popis tablica.....	91
14.	PRILOZI.....	92

1. UVOD

Voda je ključna za život svih živih organizama. Tijekom povijesti, čovjek je pronalazio načine kako bi vodu doveo od izvora do mjesta stanovanja. Ono što je danas vodoopskrbni cjevovod, nekoć su bili akvadukti kojima se voda dovodila do kuća i drugih mjesta potrošnje. U današnje vrijeme, sustav vodoopskrbe je razvijen i potpuno moderniziran kako bi svim ljudima osigurao siguran dotok pitke vode.

U ovom diplomskom radu provedena je analiza i optimizacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara. Bjelovar je središte Bjelovarsko-bilogorske županije, s površinom od 187 km² i 36.433 stanovnika. U ovom radu nije analizirana vodoopskrbna mreža cijelog grada, već samo naselja Sjever i Zvijerci. Ova naselja obuhvaćaju 2.500 stanovnika i 350 turista smještenih u privatnom smještaju. Također je obuhvaćena i industrija, Betonara Bjelovar koja se nalazi u blizini analiziranog područja.

Modeliranje vodoopskrbne mreže provedeno je u računalnim programima WaterCAD V8i i Urbano Hydra. Ovi programi omogućuju hidrauličku analizu za stacionarno tečenje na prethodno nacrtanoj vodoopskrbnoj mreži, jednostavno definiranje svih elemenata sustava te jasno prikazivanje rezultata. Računalni program WaterCAD V8i korišten je za hidrauličku analizu, dok je računalni program Urbano Hydra korišten za izradu uzdužnih i poprečnih profila cjevovoda.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE ANALIZIRANOG PODRUČJA

2.1. Povijesni razvoj

Grad Bjelovar prostire se na visoravni u podnožju jugozapadnih obronaka Bilogore i predstavlja sjedište Bjelovarsko-bilogorske županije. Prema popisu stanovništva provedenom 2021. godine na površini od 187,701 km² živi 36 433 stanovnika koji su raspodijeljeni na 31 naselje. Smatra se da povijest Bjelovara započinje 1756. godine osnivanjem grada, no na širem bjelovarskom području pronađeni su arheološki ostaci i tragovi različitih kultura koji datiraju od brončanog i željeznog doba. Intenzivan razvoj započinje 229. godine pr. Kr. dolaskom Rimljana na područje između Drave i Save Bjelovar se nalazi na mjestu križanja dviju rimskih cesta. Nakon pada Zapadnog Rimskog Carstva dolazi do propadanja antičkog Bjelovara koje u povijesnim izvorima nije zabilježeno do XIII. stoljeća.

Godine 1755. izbijanjem Severinske bune Bečki vojni stratezi donose odluku o osnivanju novog naselja koje će preuzeti ulogu sjedišta pukovnijskih uprava. Nakon što su analizirali područje zaključili su da je najpogodnija lokacija na crti razgraničenja Križevačke i Đurđevačke pukovnije. Osnivanje Bjelovara započelo je 1756. godine kupnjom zemljišta i izdavanjem dozvole za nabavu građevinskog materijala. Za izgradnju je bio odgovoran barun Philipp Lewin von Beck.

Bjelovar je 1874. godine dobio status Slobodnog kraljevskog grada i tako je postao dvanaesti grad s takvim statusom u Hrvatskoj. Podjelom i preustrojom županija 1886. godine Bjelovar postaje središte objedinjene Bjelovarsko-križevačke županije. Dolaskom željeznice u grad, 1894. godine osnovan je prvi industrijski pogon Paromlin.

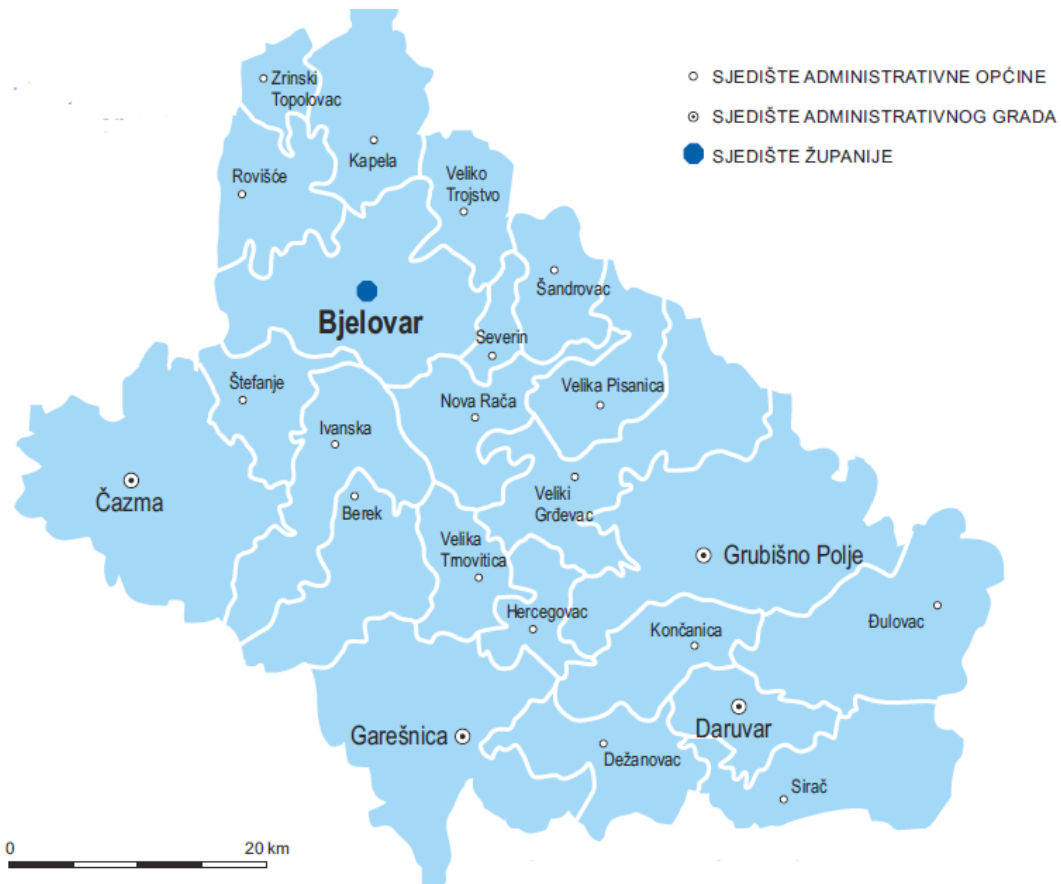
Razvoj grada zahtijeva izgradnju novih zgrada namijenjenih gospodarstvu i javnoj upotrebi. Zgrada uprave Elektre izgrađena je 1959. godine, dok je 1960. dovršen Dječji odjel bjelovarske bolnice, a 1964. nova zgrada III. osnovne škole. Tijekom tog perioda formirala

se industrijska zona koja je i danas prepoznatljiva. 1955. godine iz gradske jezgre Koestlin je preseljen u industrijsku zonu pokraj postojeće tvornice Tome Vinkovića i kasnije osnovanog pogona Česme. Gospodarskim i demografskim rastom Bjelovar postaje jednim od najznačajnijih centara sjeverozapadne Hrvatske.

Na području gdje se nekada nalazila Barutana uređeno je spomen-područje koje je posvećeno sjećanju oslobođenja Bjelovara od JNA gdje je smrtno stradalo 11 hrvatskih vojnika. 1997. godine donešena je odluka da se 29. rujna obilježava Dan Grada Bjelovara te od 2007. godine isti dan se obilježava Dan bjelovarskih branitelja [1].

2.2. Geografske i demografske značajke

Kao što je prikazano na Slici 1., Bjelovar je administrativno središte Bjelovarsko-bilogorske županije, prostire se na 187,701 km². Obuhvaća 31 naselje koja su smještena na visoravni južnog dijela Bilogore, na nadmorskoj visini od 135 m n.m. Grad ima izuzetno povoljan prometni položaj, povezan je s različitim dijelovima zemlje cestama koje vode od Zagreba prema Osijeku, iz Varaždina i Koprivnice preko Čazme do Ivanić Grada, kao i autocestom te putem koji vodi preko Daruvara prema Virovitici, te prema Pakracu i Lipiku [2].



Slika 1. Položaj Grada Bjelovara u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji [2]

Prema Popisu stanovništva iz 2011. godine, u Gradu Bjelovaru živjelo je 40 276 stanovnika, što je 39,01% manje u odnosu na 1991. godinu i 3,4% manje nego 2001. godine. U tablici 1. prema popisu stanovništva provedenom 2021. godine živi 36 433 stanovnika [4].

Tablica 1. Popis stanovništva, kućanstava i stanova u Republici Hrvatskoj 2021. [3]

	Ukupan broj stanovnika	Kućanstva		Stambene jedinice	
		ukupno	privatna kućanstva	ukupno	stanovi za stalno stanovanje
Bjelovarsko-bilogorska županija	102295	37247	37132	56439	52850
Bjelovar	36433	13103	13053	17423	16799
Kapela	2374	860	859	2150	1407
Rovišće	4179	1240	1235	1975	1952
Štefanje	1697	571	571	874	843
Veliko Trojstvo	2378	902	899	1766	1313
	47061	16676	16617	24188	22314

2.3. Klimatske značajke

Mreža raspodjele glavnih meteoroloških i klimatoloških postaja prikazana na Slici 2. ukazuje na to da se u Bjelovaru nalazi glavna meteorološka postaja koju se može vidjeti na Slici 3. [6].

Analizom prikupljenih podataka na glavnoj meteorološkoj postaji ustanovljeno je da područje Grada Bjelovara karakteriziraju topla ljeta s prosječnom srpanjskom temperaturom od 20,6 °C što se može očitati sa Slike 4., uz prisutnost toplog južnog vjetrova kojem prethodi kiša [4].

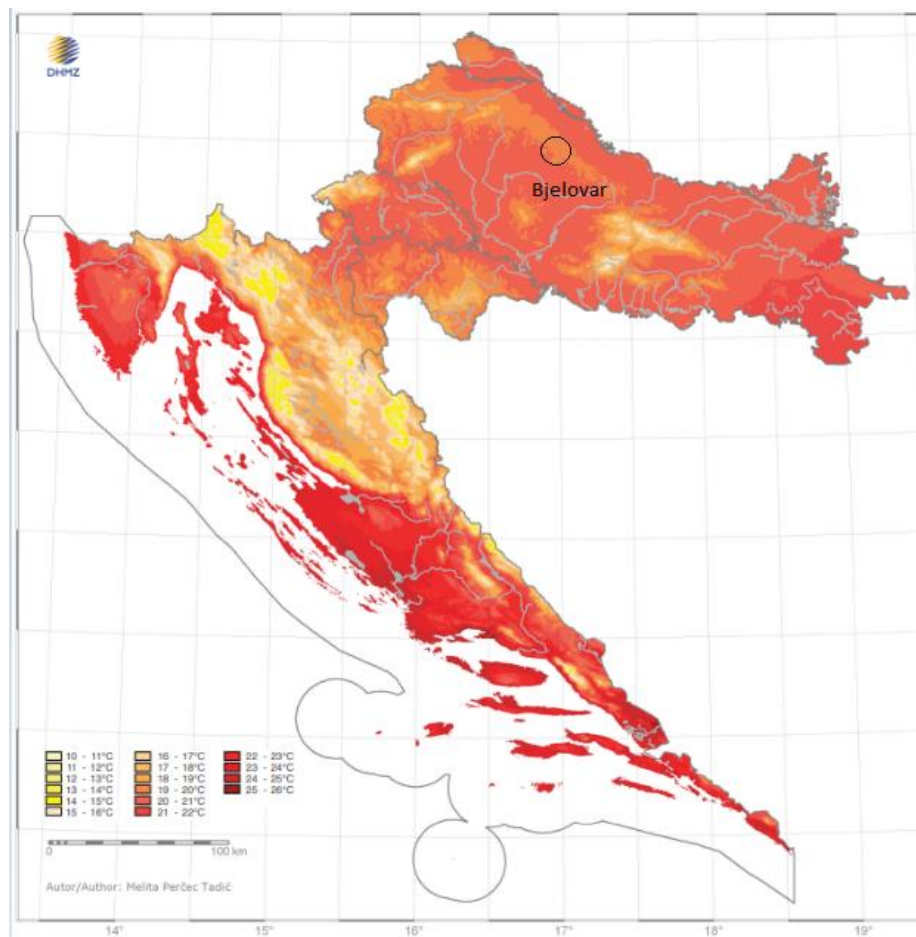
Denis Martinčić, *Optimalizacija dijela vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara primjenom WaterCAD V8i računalnog programa (2024.)*



Slika 2. Mreža glavnih meteoroloških i klimatoloških postaja u Republici Hrvatskoj [6]

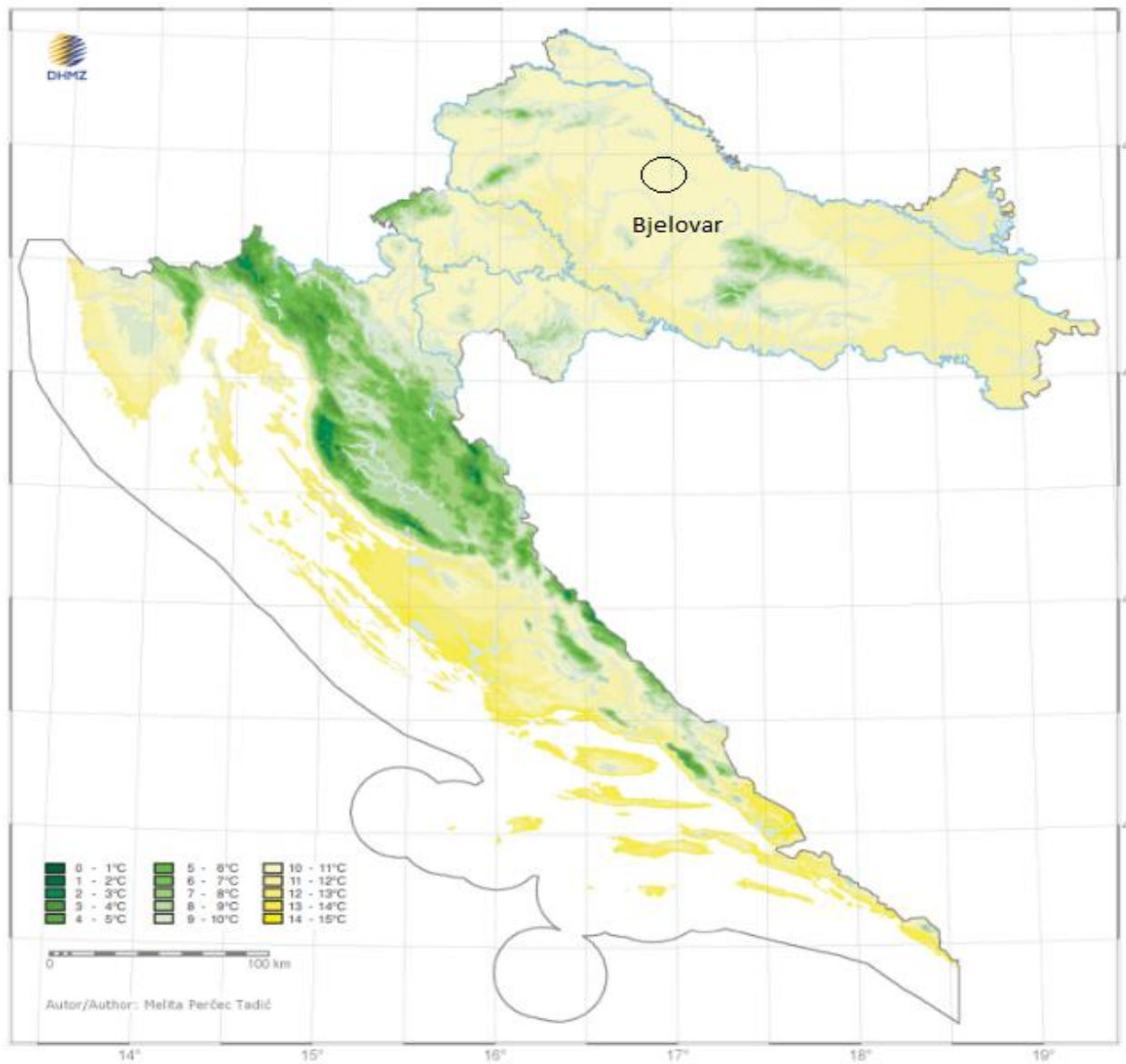


Slika 3. Glavna meteorološka postaja Bjelovar [6]

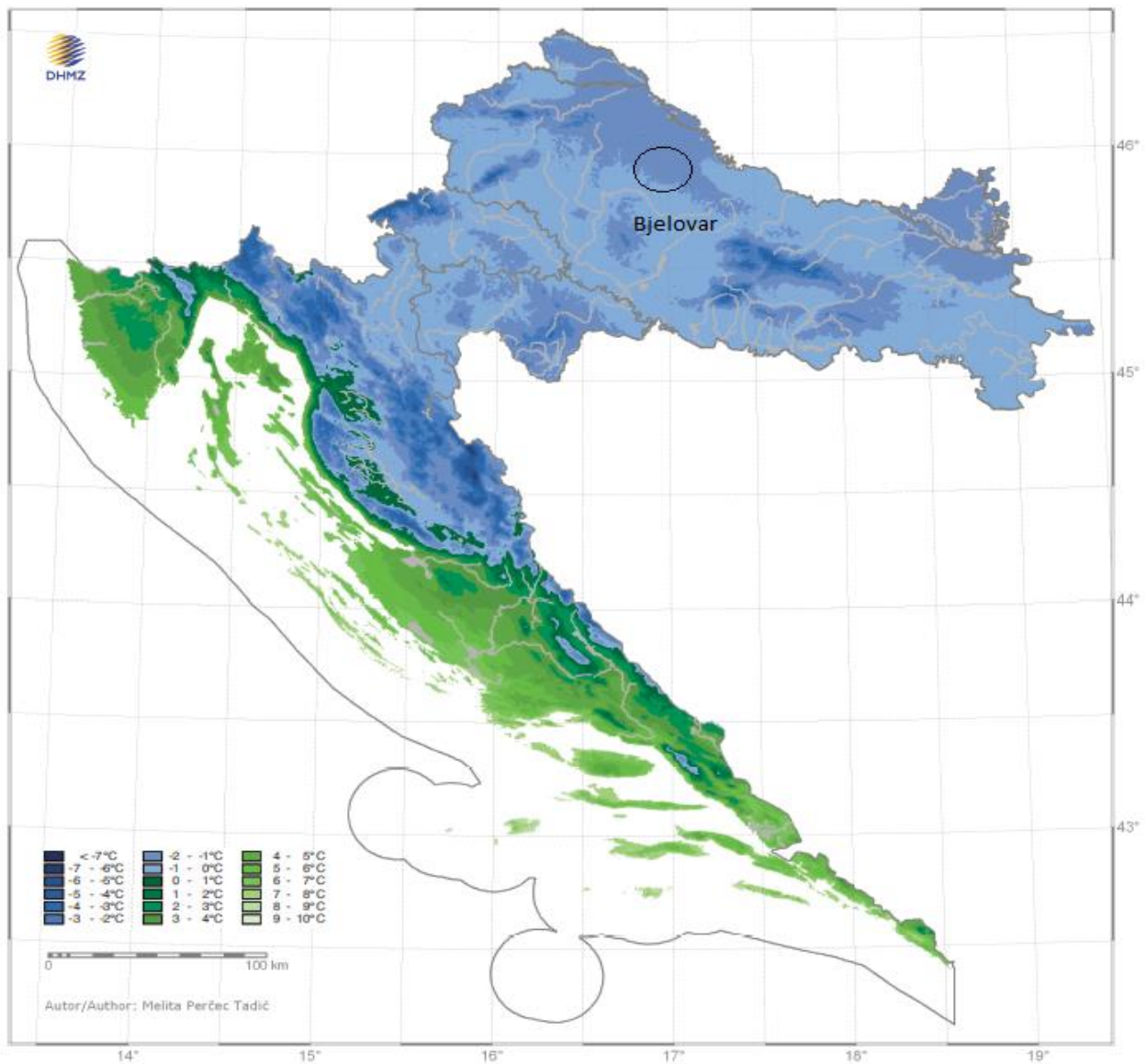


Slika 4. Srednja temperatura zraka za mjesec srpanj [6]

Proljeća su umjereno topla, na Slici 5. može vidjeti da srednja temperatura zraka iznosi 10-11 °C, dok se sa Slike 6. može očitati da su zime umjereno hladne s prosječnom siječanjskom temperaturom -0,4 °C uz utjecaj sjevernjačkog vjetra [4].

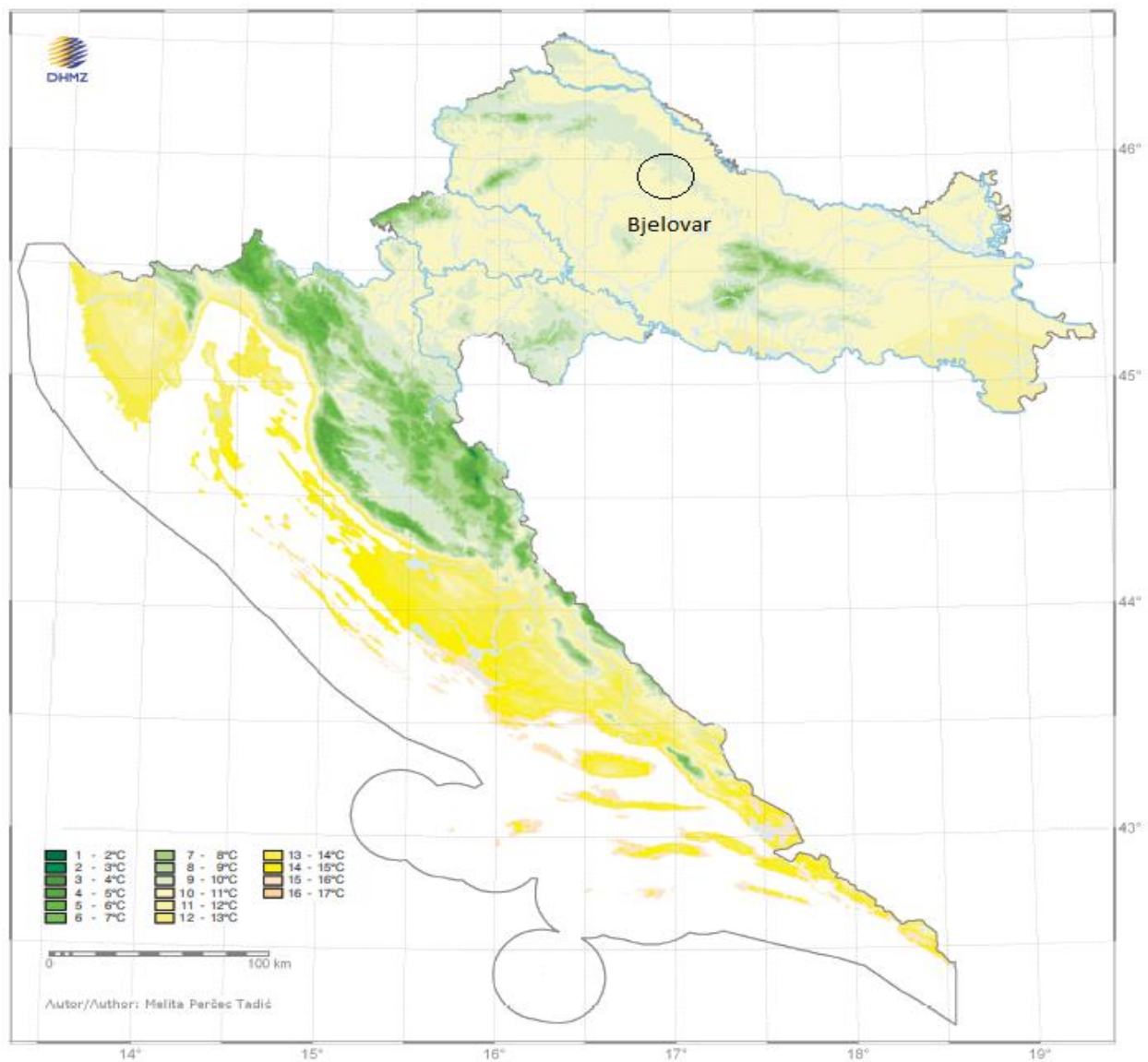


Slika 5. Srednja temperatura zraka za mjesec travanj [6]



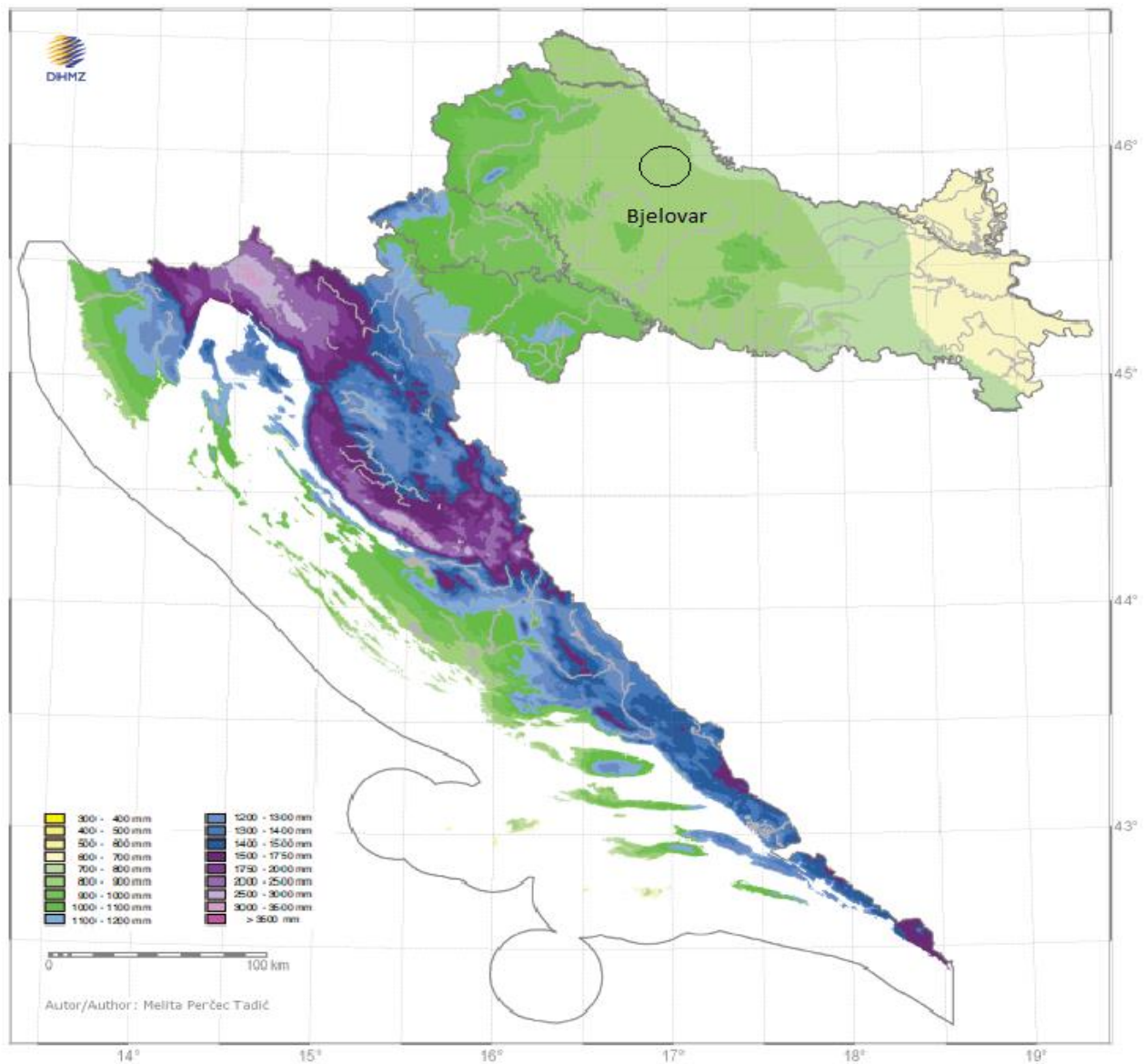
Slika 6. Srednja temperatura zraka za mjesec siječanj [6]

Na temelju prethodnih vrijednosti dobivena je prosječna godišnja temperatura od 12 °C što se vidi na Slici 7.



Slika 7. Srednja godišnja temperatura zraka za područje Republike Hrvatske [6]

Prikupljanjem meteoroloških podataka o oborinama i njihovom daljnjom obradom utvrđena je srednja godišnja količina oborina od približno 900 mm godišnje, (Slika 8.).



Slika 8. Srednja godišnja količina oborina za područje Republike Hrvatske [6]

Svi prethodno navedeni parametri ukazuju na umjerenu kontinentalnu klimu u tom području [4,6].

2.4. Geomorfološke značajke

Bjelovar je smješten na nadmorskoj visini od 135 m n.m., sa sjeveroistoka je okružen niskom i dugom visoravni zvana Bilogora. Područje oko Bjelovara oblikovano je plitkim nadsvođenjem i rasjednim procesima visine od 200 do 250 metara nadmorske visine. S jugozapadne strane nalazi se plodna lonjsko-ilovska Zavala visine koja je na od 120 do 160 metara nadmorske visine koja zbog blagog nagiba ima umjereno otjecanje vode. U okolici Grada Bjelovara nalaze rijeke Bjelovacka, Plavnica, Velika i Ciglenska koje nisu bogate riječnom faunom kao što su nekada bile, ali u njima i dalje žive određene vrste riba i žaba.

Tla u području Grada Bjelovara karakterizira glinasto-ilovasti sastav s niskim udjelom humusa. Radi očuvanja plodnosti tla neophodna je stalna gnojidba. U površinskom dijelu tlo se sastoji od kombinacije lignite, lapora i pješčanika dok se u dubljim dijelovima mogu naći kristalinske stijene. Na području Veliko Korenova provedbom specijalističkih naftogeoloških analiza, te kasnije izvedbom bušotine na dubini od 1500 m pronađena je voda temperature 70 °C. Veliki geotermalni potencijal biti će iskorišten za izgradnju Termi Bjelovar te će Grad Bjelovar u budućnosti biti energetska neovisan grad [4].

2.5. Vodoopskrbni sustav šireg područja

2.5.1. Povijest vodoopskrbnog sustava

Izgradnja centralnog vodovoda Grada Bjelovara započela je 1962. godine bušenjem tri bunara B1, B2 i B3 koji su kapaciteta 60 l/s. Bunari se nalaze u mjestu Delovi kraj Novigrada Podravskog (Koprivničko-križevačka županija) udaljeno 26 km od Bjelovara. 1963. godine počela je izgradnja cjevovoda Delovi-Bjelovar koja je trajala do 1969. godine. Uz cjevovod izrađeni su rezervoari, te popratni dijelovi potrebni za preradu sirove vode. Također, postavljeni su cjevovodi koji dovode vodu do svih velikih potrošača te je izvedena gradska vodovodna mreža. U pogon je 1975. godine puštena filter-stanica vode koja se

nalazi u Javorovcu. Izgradnjom bazena s vodom za pranje filtarskih polja i taložnika za taloženje otpadnih voda 1980. godine nastavljena je nadogradnja vodoopskrbnog sustava. Proširenje gradske mreže provodilo se u period od 1980. do 1994. godine, u tom period izgrađena je upravna zgrada u Delovima, te su dodatno izvedena još 2 bunara B4 i B5 svaki kapaciteta 90 l/s. Nakon izvedbe bunara B4 i B5 prethodna 3 bunara B1, B2 i B3 izlaze iz upotrebe zbog male izdašnosti koja se s vremenom smanjila. Kontrola protoka i tlakova putem daljinskog nadzora puštena je u pogon 1995. godine. Prva rekonstrukcija vodoopskrbnog sustava provedena je 2004./2005. godine, obuhvaćala je zamjenu hidrauličke opreme na crpilištu i u sustavu prerade vode u Javorovcu. Druga faza rekonstrukcije bila je 2009./2010. godine kada je na pojedinim objektima ugrađena oprema za daljinsko upravljanje sustavom. Sanacija tlačnog cjevovoda za dovod zahvaćene vode u Delovima do uređaja za deferizaciju u Javorovcu provedena je od 1996. do 1997. godine.

Za zadovoljenje potreba za pitkom vodom u Gradu Bjelovaru i okolici, 2003. godine je izgrađen bunar B6 kapaciteta 90 l/s. Godine 2020. u pogon je pušten bunar B5a također kapaciteta 90 l/s. Puštanjem u pogon bunara B6 i B5a Vodocrpilištem u Delovima omogućeno je potpuno zadovoljavanje potreba za vodom Grada Bjelovara i susjednih naselja. Tijekom proteklih dvadeset godina kontinuirano se provode radovi na obnovi i održavanju postrojenja za obradu vode, te na izgradnji i rekonstrukciji vodoopskrbnih mreža u gradu Bjelovaru i okolnim naseljima [5,7].

2.5.2. Vodocrpilište i prerada vode

Bjelovarsko vodocrpilište koje je prikazano na Slici 9. nalazi se 0,5 km južno od mjesta Delovi, 1 km sjeverno od mjesta Novigrad Podravski i 0,3 km zapadno od prometnice Novigrad Podravski. Vodocrpilište se sastoji od 3 bunara B4, B5a i B6 čija je ukupna izdašnost 210 l/s. Bunari B4, B5a i B6 opremljeni su potopnim crpkama, ručnim zasunima na tlačnim cjevovodima, elektromagnetskim brojačima protoka, sondama za praćenje

razine vode spojenim na nadzorni upravljački sustav, kompenzacijskim posudama radi sprječavanja hidrauličkih udara te potopnim crpkama. Na bunaru B6 motor crpke ima frekventni regulator koji omogućuje promjenu kapaciteta crpke od 80 l/s do 140 l/s. Rad crpki na bunarima B4 i B6 regulira se preko PLC uređaja prema unaprijed definiranom algoritmu, dok se crpka bunara B5 pokreće ručno. Tijekom dana koristi se bunar B4, dok se noću koristi bunar B6. U slučaju većih potreba za vodom ili u slučaju kvara na bunaru B4 i B6 koristi se bunar B5 [5,7].



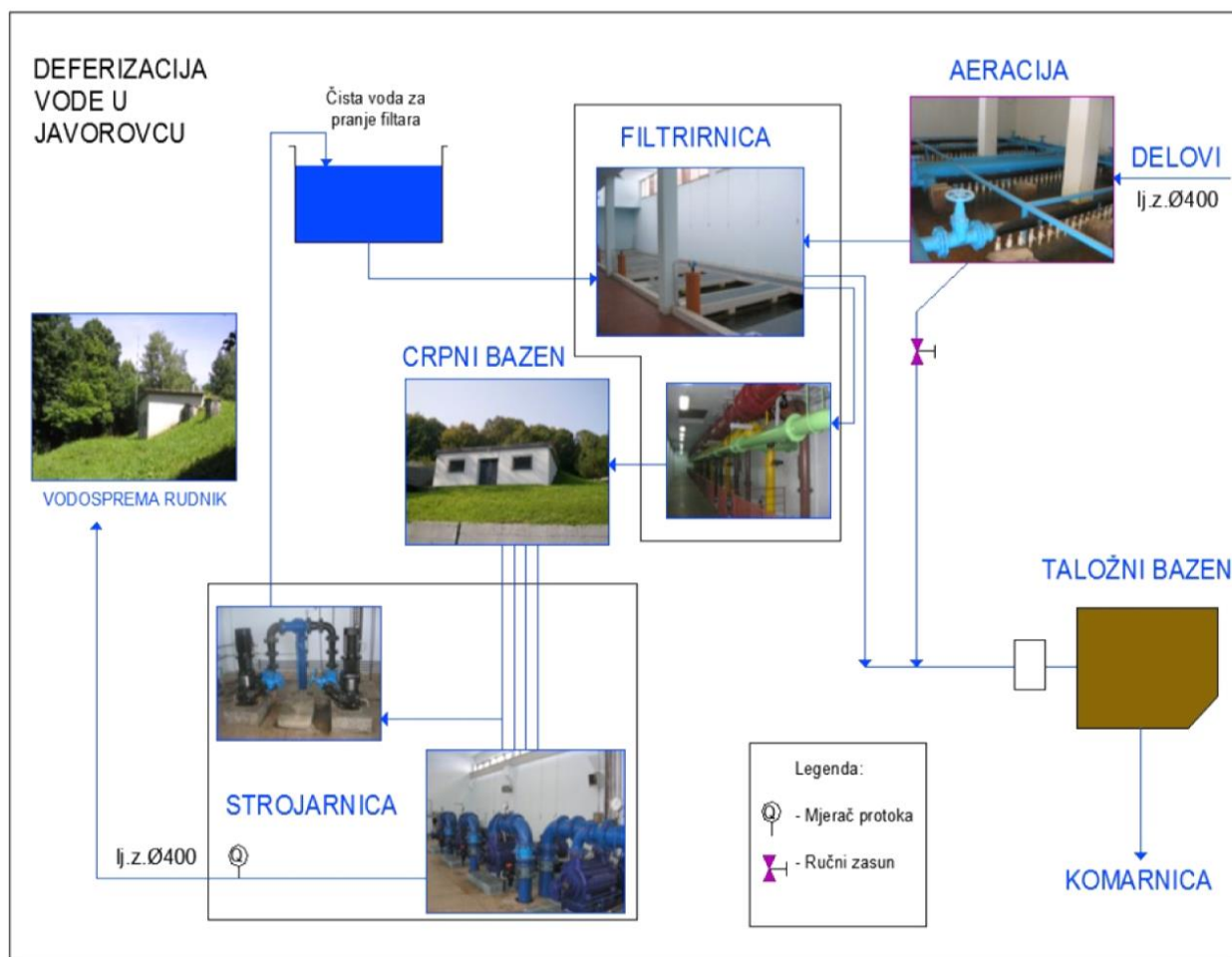
Slika 9. Vodocrpilište u Delovima [5]

Voda zahvaćena u Delovima sadrži velike količine željeza te ju je potrebno obraditi na uređaju za preradu vode koji se nalazi u Javorovcu, koje je vidljivo na Slici 10., a udaljen je 8 km od crpilišta. Sirova voda tlačnim lijevano-željeznim cjevovodom promjera 450 mm dovodi se do postrojenja za deferizaciju. Proces obrade vode prikazan na Slici 11. obuhvaća postupak deferizacije na filtarskim i aeratorskim poljima te naposljetku dezinfekciju klorom. Voda se na postupak aeracije dovodi pomoću tri ogranka sa zasunima prema dva aeratorska polja dok se treće koristi kao rezervno. U aeratorskim poljima dolazi do miješanja vode sa zrakom čime se pospješuje oksidacija željeza i njegovo taloženje na dnu predtaložnice. Aerirana voda se zatim lijevano-željeznim cjevovodom odvodi u taložni bazen.

Postupak filtracije provodi se preko sedam filtarskih polja od kojih je svako površine 25 m². Kada je dovod vode na filtarska polja maksimalnog kapaciteta koji iznosi 180 l/s tada je šest polja u radu dok je sedmo u rezervi. Cijevna galerija unutar koje su cijevi položene uzdužno u dvije etaže nalazi se ispod filtarskih polja. Radi olakšanog prepoznavanja, cjevovodi su obojeni različitim bojama ovisno o namjeni. Crvene cijevi koriste se za odvod sirove vode, dok žutim i zelenim cijevima prolazi čista voda i komprimirani zrak za pranje polja. Smeđe cijevi u vanjski taložni bazen odvede prljavu vodu, dok se čista voda gravitacijski kreće plavim cijevima u crpni bazen. Crpni bazen podijeljen je u dva dijela od kojih je svaki zapremine 200 m³ te služi za akumulaciju vode. U strojarnici su postavljene četiri horizontalne višestupanjske crpke kapaciteta 60 l/s koje tlače vodu do vodospreme u Rudniku. Voda do se do vodospreme doprema tlačnim lijevano-željeznim cjevovodom promjera 450 mm i ukupne duljine 773 m [5,7].

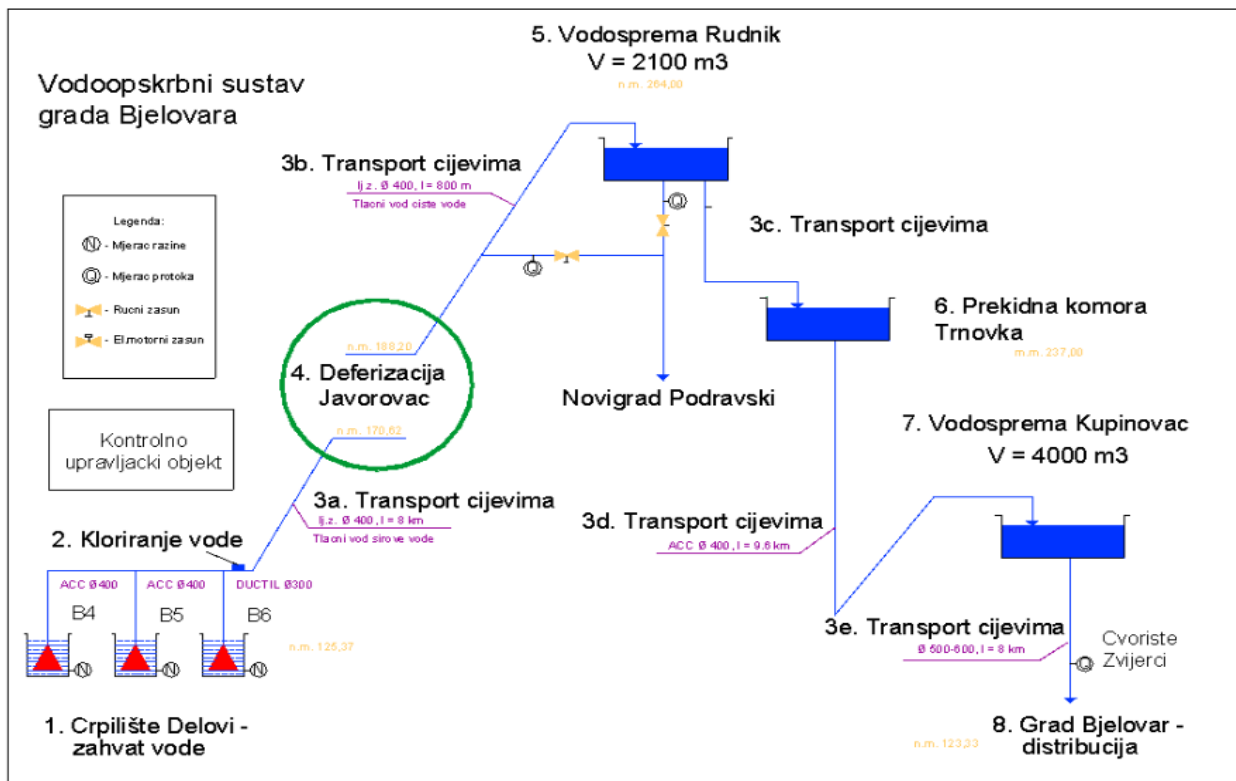


Slika 10. Pogon za preradu vode u Javorovcu [5]



Slika 11. Postupak obrade vode u Javorovcu [7]

Vodosprema u Rudniku zapremine je 2100 m^3 i nalazi se 95 m iznad razine crpne stanice. Kao što se može vidjeti na Slici 12. voda iz vodospreme u Rudniku gravitacijski teče azbestcementnim cjevovodom promjera 400 mm, duljine 9,63 km prema vodospremi u Kupinovcu zapremine 4000 m^3 . Između vodospreme Rudnik i vodospreme u Kupinovcu nalazi se prekidna komora Trnovka čija je namjena rasterećenje sustava. Od vodospreme Kupinovac do grada Bjelovara voda se gravitacijski doprema novim duktilnim cjevovodom promjera 600 mm i ukupne duljine 5740 m, dok je stari azbestcementni cjevovod promjera 500 mm zatvoren, te se može koristiti u slučaju nužde [5,7].



Slika 12. Shematski prikaz tečenja vode od crpilišta do grada Bjelovara [5]

2.5.3. Vodoopskrbni sustav Bjelovarsko bilogorske županije

Vodoopskrbni sustav grada Bjelovara pod integracijom je tvrtke Vodne usluge d.o.o. Bjelovar. Ukupna duljina vodoopskrbne mreže iznosi 269 km uz dodatnih 37 km transportnih cjevovoda što ukupno čini mrežu duljine 306 km. Vodoopskrbni sustav Bjelovara izgrađen je od azbestcementnih, lijevano-željeznih, duktilnih, PEHD i PVC cijevi raspona promjera od 80 mm do 600 mm. U Tablici 2. može se vidjeti postotak cijevi ovisno o materijalu u vodoopskrbnom sustavu [8].

Tablica 2. Duljina gradske vodoopskrbne mreže i transportnih cjevovoda po materijalima [8]

Materijal cjevovoda	Udio u ukupnoj dužini (%)	Duljina cjevovoda (km)	Dimenzije cjevovoda (mm)
AC	7,67	23	Ø 300 – Ø 500
LJ.Ž.	12,00	36	Ø 80 – Ø 450
PVC	2,67	8	Ø 90 – Ø 225
PEHD	60,00	193	Ø 90 – Ø 225
DUCTIL	17,67	53	Ø 100 – Ø 600
UKUPNO:	100	306	Ø 80 – Ø 600

Tablica 3. Starost vodoopskrbne mreže [8]

Starost mreže (godina)	Duljina mreže (km)
0 - 5	119
5-10	42
10-20	60
20 - 30	18
30 - 50	40
> 50	ostalo

Iz podataka u Tablici 3. koja prikazuje starost cijevi, vidljivo je da je više od polovice cijevi zamijenjeno u proteklih 10 godina. Gubitak vode u vodoopskrbnom sustavu naziva se još neprihodovana voda, definirana kao razlika između zahvaćene, odnosno kupljene vode i isporučene odnosno prodane vode. Gubitak vode izražava se u postotku, a tijekom 12-godišnjeg razdoblja za Bjelovar iznosi 36%. U javnim vodoopskrbnim sustavima u Hrvatskoj prosječni gubitak vode iznosi oko 40%, dok se u Europi gubitak kreće oko 30%, primarni cilj vodoopskrbnog sustava je smanjiti gubitke na 15% [8].

Priključenost na sustav vodoopskrbne mreže u gotovo svim naseljima je ispod 60%. To je prvenstveno zbog činjenice da je većina kućanstava u seoskim područjima te posjeduju vlastite izvore poput zdenaca ili bunara. Analizirajući broj priključenih stanovnika na vodoopskrbnu mrežu dolazi se do podatka da je potrošnja fakturirane vode oko 86 litara po osobi dnevno, razlog ovako niskoj potrošnji vode je upravo to što većina kućanstva koristi vlastite izvore vode. Stvarna potrošnja vode dobije se sumom fakturirane vode i vode iz vlastitih izvora. Godine 2014. pretpostavljena je specifična stvarna potrošnja vode koja iznosi 115 litara po osobi na dan [8].

3. MJERODAVNE KOLIČINE VODA ZA POJEDINE VELIKE POTROŠAČE

3.1. Tipovi potrošača na danom području

Za pravilno dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava nužno je precizno odrediti kategorije potrošača vode na promatranom području. Provedbom analize grada Bjelovara, odnosno naselja Sjever i naselja Zvijerci definirani su potrošači za promatrano područje. Među potrošače ubrajaju se lokalno stanovništvo, turisti koji nalaze u privatnom smještaju te industrija u blizini promatranog područja. Osim vode potrebne za potrošače, treba uzeti u obzir vodu potrebnu za gašenje požara, te gubitke u vodoopskrbnom sustavu.

3.2. Određivanje broja stanovnika

Potrebno je odrediti broj stanovnika na kraju projektnog razdoblja kako bi se odredila potrošnja vode, pri čemu taj broj može varirati ovisno o socioekonomskim uvjetima. Vodoopskrbni objekti se dimenzioniraju tako da zadovolje potrebe koje se očekuju na kraju projektnog razdoblja, uobičajeno u rasponu od 25 do 30 godina. Vodoopskrbni sustav za naselja Sjever i naselja Zvijerci biti dimenzionirati će se za razdoblje od 25 godina.

Broj stanovnika na kraju projektnog razdoblja računa se prema sljedećoj formulaciji:

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

gdje je:

N_0 – sadašnji broj stanovnika [stanovnici]

p – godišnji postotak stanovništva [%]

R_p – projektno razdoblje [godine], [9]

Prema rezultatima popisa stanovništva iz 2021. godine, na području naselja Sjever i naselja Zvijerci evidentirano je 2500 stanovnika. Prognozira se godišnji prirast od 0,5 % tijekom idućih 25 godina. Primjenom navedenih parametara u formulaciju (1) dobije se na kraju projektnog razdoblja na promatranom području vrijednost od 2832 stanovnika. Uz lokalno stanovištvo treba uzeti u obzir i broj turista smještenih u privatnom smještaju koji iznosi 350.

3.3. Specifična potrošnja vode

Potrošnja vode po jednom stanovniku na dan označava specifičnu potrošnju vode, koja se iskazuje l/stan/dan. Specifična potrošnja vode (q_{spec}) varira ovisno o cijeni i kvaliteti vode, uređenju naselja, postojanju kanalizacije, klimatskim uvjetima te o stupnju sanitarno-tehničke opremljenosti. Da bi se odredila specifična potrošnja potrebno je koristiti strane propise koji su samo orijentacijski, te ih je potrebno prilagoditi prije upotrebe radi mogućih odstupanja [9].

Specifična potrošnja vode ovisno o karakteru opreme zgrade sanitarno-tehničkim uređajima prikazana je u Tablici 4.

Tablica 4. Specifična potrošnja vode ovisno o karakteru opreme zgrade sanitarno-tehničkim uređajima [9]

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

Grad Bjelovar pripada posljednjoj kategoriji u tablici, odnosno zgrade naselja Sjever i naselja Zvijerci opremljene su unutarnjim vodovodom, kanalizacijom i sistemom centralne opskrbe toplom vodom, što znači da je specifična potrošnja vode od 250 do 400 l/stan/dan.

Nakon utvrđivanja specifične potrošnje za lokalno stanovništvo potrebno je odrediti potrošnju za turiste koja se može odrediti po Tablici 5.

Tablica 5. Specifična potrošnja vode za pojedine kategorije potrošača [9]

Kategorija potrošača	Specifična potrošnja q_{spec} (l/stan/dan)
Hoteli	300 do 500
Kampovi	80 do 180
Privatni smještaj	300
Odmarališta	200

Za vodoopskrbnu mrežu naselja Sjever i naselja Zvijerci usvajaju se iduće vrijednosti kao standardni parametric koji se uključuju u daljnje proračune:

- specifična potrošnja vode stanovništva (2832):
 $q_{spec.stan.} = 350$ l/stan/dan
- specifična potrošnja vode turista u privatnom smještaju (350):
 $q_{sp.ps.} = 300$ l/stan/dan

3.4. Srednja dnevna potrošnja vode

Na osnovu informacija o konačnom broju stanovnika (N_k) na kraju projektnog razdoblja od 25 godina uz broj turista i specifičnu potrošnju vode prema idućem izrazu određena je srednja dnevna potrošnja vode [9]:

$$Q_{sr.dn.} = q_{sp.} * N_k [l/dan] \quad (2)$$

- $Q_{sr.dn.stan.} = 350 * 2832 = 991\ 200 \frac{l}{dan} = 991,2 \frac{m^3}{dan} = 11,48 \ l/s$
- $Q_{sr.dn.ps.} = 300 * 350 = 105\ 000 \frac{l}{dan} = 105 \frac{m^3}{dan} = 1,22 \ l/s$

Za dobivanje ukupne srednje dnevne potrošnje zbrajaju se potrošnja vode lokalnog stanovništva i potrošnja vode za turiste:

$$Q_{uk.sr.dn.} = \sum Q_{sr.dn.} [l/dan] \quad (3)$$

- $Q_{uk.sr.dn.} = Q_{sr.dn.stan.} + Q_{sr.dn.ps.} = 1\ 096\ 000 \frac{l}{dan} = 1\ 096,2 \frac{m^3}{dan} = 12,7 \frac{l}{s}$

3.5. Maksimalna dnevna potrošnja vode

Maksimalna dnevna potrošnja vode ($Q_{max.dn.}$) [l/dan] koja se bilježi u periodu najveće potrošnje vode tijekom dana dobije se umnoškom koeficijenta neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje i prosječne dnevne potrošnje vode. Koeficijent neravnomjernosti varira o broju stanovnika u naselju te o tipu naselja. U Tablici 6. se može vidjeti da je vrijednost koeficijenta neravnomjernosti za gradove sa preko 100 000 stanovnika 1,25 dok se za seoski tip naselja uzima vrijednost 2, razlog tome je da u velikim gradovima nema velikih oscilacija u potrošnji vode. Za turiste smještene u privatnom smještaju koeficijent neravnomjernosti iznosi 1.8.

Tablica 6. Koeficijenti neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje vode [9]

Kategorija potrošača	$K_{max.dn.}$
Naselje seoskog tipa	2,0
Naselje mješovitog tipa	1,7
Naselje gradskog tipa	
do 10 000 stanovnika	1,5
10 do 15 000 stanovnika	1,4
50 do 100 000 stanovnika	1,3
preko 100 000 stanovnika	1,25
Turistički objekti	
A kategorija	1,4
Ostale kategorije	1,6
Privatni smještaj	1,8
Kampovi	2,0
Bolnice	1,5
Stoka	1,5

Maksimalnu dnevnu potrošnju potrebno je izračunati kako bi se pravilno dimenzionirao vodozahvat, crpna stanica, uređaj za kondicioniranje vode, vodopsrema te glavni dovodni cjevovod. Promatrana naselja spadaju u kategoriju “naselja gradskog tipa do 10 000 stanovnika” sa koeficijentom neravnomjernosti $K_{max.dn.} = 1,5$ [9].

Proračun maksimalne dnevne potrošnje vode dan je idućom formulacijom:

$$Q_{max.dn.} = Q_{sr.dn.} * K_{max.dn.} [l/dan] \quad (4)$$

$$- Q_{max.dn.stan.} = 991\,200 * 1,5 = 1\,486\,800 \frac{l}{dan} = 1\,486,8 \frac{m^3}{dan} = 17,22 l/s$$

$$- Q_{max.dn.ps.} = 105\,000 * 1,8 = 189\,000 \frac{l}{dan} = 189 \frac{m^3}{dan} = 2,19 l/s$$

Za dobivanje ukupne maksimalne dnevne potrošnje vode zbrajaju se potrošnja vode lokalnog stanovništva i potrošnja vode za turiste:

$$Q_{max.dn.} = \sum Q_{max.dn.} [l/dan] \quad (5)$$

$$- Q_{uk.max.dn.} = Q_{max.dn.stan.} + Q_{max.dn.ps.} = 1\,675\,800 \frac{l}{dan} = 1\,675,8 \frac{m^3}{dan} = 19,41 \frac{l}{s}$$

3.6. Maksimalna satna potrošnja vode

Maksimalnom satnom potrošnjom smatra se najviša zabilježena potrošnja u jednom satu tokom dana ($Q_{max.sat.} [l/sat]$). Množenjem koeficijenta neravnomjernosti satne potrošnje i maksimalne dnevne potrošnje vode te dijeljenjem sa 24, dobije se maksimalna satna potrošnja. Koeficijenti neravnomjernosti mogu se isčitati iz Tablice 7. [9].

Tablica 7. Koeficijenti neravnomjernosti najveće satne potrošnje vode [9]

Kategorija potrošača	$K_{max.sat.}$
Naselje seoskog tipa	3,0
Naselje mješovitog tipa	2,4
Naselje gradskog tipa	
do 10 000 stanovnika	1,8
10 do 15 000 stanovnika	1,6
50 do 100 000 stanovnika	1,5
preko 100 000 stanovnika	1,4
Turistički objekti	
A kategorija	2,5
Ostale kategorije	2,2
Privatni smještaj	2,2
Kampovi	2,3
Bolnice	2,2
Stoka	3,0

Proračun maksimalne dnevne potrošnje dan je idućom formulacijom:

$$Q_{max.sat.} = \frac{Q_{max.dn.} * K_{max.sat.}}{24} [l/sat] \quad (6)$$

$$- Q_{max.sat.stan.} = \frac{1\,486\,800 * 1,8}{24} = 111\,510 \frac{l}{sat} = 30,98 \text{ l/s}$$

$$- Q_{max.sat.ps.} = \frac{189\,000 * 2,2}{24} = 17\,325 \frac{l}{sat} = 4,8 \text{ l/s}$$

Za dobivanje ukupne maksimalne satne potrošnje vode zbrajaju se potrošnja vode lokalnog stanovništva i potrošnja vode za turiste:

$$Q_{max.sat.} = \sum Q_{max.sat.} [l/sat] \quad (7)$$

$$- Q_{uk.max.sat} = Q_{max.sat.stan.} + Q_{max.sat.ps.} = 128\,835 \frac{l}{sat} = 35,78 \frac{l}{s}$$

3.7. Potrošnja vode za industriju

Na promatranom području nalazi se betonara te se potrošnja vode za potrebe betonare izračunava neovisno o ostalim potrošačima vode. Za utvrđivanje potrebne količine vode za industriju provodi se anketa kod proizvodnih tehnologa zbog nedostatka standardiziranog postupka za definiranje potrošnje vode.

Potrebnu količinu vode za industriju moguće je odrediti tako da se jedinična potrošnja vode po gotovom proizvodu q_{jed} množi s planiranim brojem proizvoda provedenih u jednom danu n te se tako dobije količina potrebne vode za tehnološki proces Q [9]:

$$Q = q_{jed} * n \quad (8)$$

Očekuje se da će betonara raditi svakodnevno po 10 sati, od 8 do 18h. Potrebna količina vode po danu iznosi 4 l/s. Konačna količina vode potrebna za industriju dobiva se množenjem potrebne količine vode i broja radnih sati industrije:

$$- Q_{ind} = 4 * 10 * 60 * 60 = 144\,000 \frac{l}{dan} = 144 \frac{m^3}{dan}$$

Uz pretpostavku da je potrebno 1600 litara vode po toni betona, dnevna proizvodnja od 90 tona betona određena je na temelju dobivene količine vode.

3.8. Potrošnja vode za gašenje požara

Potrebna količina vode za gašenje požara određuje se pažljivo zbog njezinog značajnog utjecaja na zaštitu ljudskih života. U urbanim područjima voda za zaštitu od požara čini mali postotak od ukupne potrebe za vodom, dok u selima i ruralnim naseljima te količine utječu na odabir crpke, promjera cijevi te potrebnog radnog tlaka u cijevima. Proračun se vrši zasebno za industriju i zasebno za naselja. Godine 2006. izašao je Pravilnik od hidrantskoj mreži za gašenje požara kojim su propisani određeni zahtjevi koji se odnose na hidrantsku mrežu. Postoji unutarnja i vanjska hidrantska mreža, unutarnja mreža obuhvaća sustav hidrantskih priključaka smještenih unutar objekta koji se štiti te završava hidrantskim ormarićem, dok vanjska mreža obuhvaća sustav hidrantskih priključaka postavljenih izvan građevine koja se štiti. Za unutarnju hidrantsku mrežu potrebno je osigurati siguran izvor vode koji će omogućiti gašenje požara minimalno 60 minuta. Vanjska hidrantska mreža treba imati osiguran izvor vode za gašenje požara minimalno 120 minuta. Prema Pravilniku udaljenost između dva susjedna vanjska hidranta ne bi trebala prelaziti 150 m, dok se preporučuje osigurati minimalni tlak od 2,5 bara na svim dijelovima vodoopskrbne mreže s maksimalnim tlakom do 6,0 bara. Zaštita naselja putem vanjske hidrantske mreže zahtijeva osiguranje minimalne protočne količine vode od 10 l/s [10, 11].

3.8.1. Gašenje požara za naselja

Za gašenje požara u naselju količina vode ovisi o više faktora poput veličine naselja, karakteru izgrađenosti i otpornosti objekata od požara. Važno je utvrditi potrošnju vode za gašenje jednog požara, broj istovremenih požara u gradu ili industrijskom području i minimalno vrijeme trajanja gašenja požara. U Tablici 8. nalaze se propisane vrijednosti [9].

Tablica 8. Parametri za proračun protupožarne količine vode za potrebe naselja [9]

Veličina naselja	Broj istovremenih požara (1)	Minimalno trajanje gašenja požara (h)	Potrošnja vode po jednom požaru (l/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 50000 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

Naselje Sjever i naselje Zvijerci ukupno imaju 2500 stanovnika i 350 turista pri čemu ukupan broj iznosi 2850, s obzirom na broj stanovnika naselja Sjever i Zvijerci spadaju u kategoriju manja naselja do 5000 stanovnika uz mogućnost istovremenog pojavljivanja jednog požara s minimalnim trajanjem od dva sata, s potrošnjom vode od 10 l/s po jednom požaru. Količina vode potrebna za gašenje požara u naseljima određuje se prema sljedećem izrazu:

$$- Q_{\text{pož.naselje}} = 1 * 2 * 10 * 60 * 60 = 72\,000 \frac{l}{\text{dan}} = 72 \frac{m^3}{\text{dan}}$$

3.8.2. Gašenje požara kod industrijskih objekata

Kod industrijskih požara količina potrebne vode ovisi o vrsti industrije, odnosno tehnološkom procesu, veličini objekta te proizvodu koji se proizvodi. Prilikom gašenja požara u industriji potrebno je osigurati od 10 do 35 l/s po jednom požaru. S obzirom da se betonara nalazi na površini manjoj od 150 hektara provodi se proračun za jedan istovremeni požar s minimalnim trajanjem od dva sata, s potrošnjom vode od 15 l/s po jednom požaru. Količina vode potrebna za gašenje požara u industriji određuje se prema sljedećem izrazu [9]:

$$- Q_{pož.industrija} = 1 * 2 * 15 * 60 * 60 = 108\ 000 \frac{l}{dan} = 108 \frac{m^3}{dan}$$

Zbroj potrebne količine vode za gašenje požara u naselju i u industriji daje ukupnu količinu vode potrebnu za suzbijanje požara.

$$- Q_{pož.ukupno} = Q_{pož.naselje} + Q_{pož.industrija} = 1480\ 000 \frac{l}{dan} = 180 \frac{m^3}{dan}$$

3.9. Potrošnja vode za vlastite potrebe

Vodovodni sustav zahtijeva određene količine vode za vlastite potrebe, uključujući održavanje, izgradnju vodoopskrbnih objekata i ispiranje cjevovoda. Količine vode za te svrhe obično se određuju s obzirom na karakteristike sustava i temeljem iskustva, budući da nema standardiziranih propisa koji to reguliraju. Količina vode koja se koristi za vlastite potrebe obično iznosi između 5 do 10% srednje dnevne potrošnje ili 1 do 2% maksimalne dnevne potrošnje vode zajedno s industrijskom potrošnjom. U obzir se uzima veća od te dvije vrijednosti kao mjerodavna količina vode za vlastite potrebe.

$$1. \text{ Način: } Q_{vl.pot.} = 5 - 10 \% (Q_{uk.sr.dn.}) = 0,1 * 1\ 096,2 = 109,62 \frac{m^3}{dan}$$

$$2. \text{ Način: } Q_{vl.pot.} = 1 - 2 \% (Q_{uk.max.dn.} + Q_{ind}) = 0,02 * (1\ 675,8 + 144) = 36,39 \frac{m^3}{dan}$$

Usvaja se vrijednost od $109,62 \frac{m^3}{dan}$.

3.10. Gubici vode u vodoopskrbnom sustavu

Gubici vode su uobičajeni u svakom vodoopskrbnom sustavu, ali se dijele na stvarne i prividne gubitke. Stvarni gubici nastaju zbog curenja na spojevima i pukotinama što je posljedica starosti sustava ili loše izvedbe. S druge strane, prividni gubici proizlaze iz ilegalnih priključaka na vodovodnu mrežu, pogrešnih mjerenja potrošnje itd. Kontrola prividnih gubitaka je kompleksna, stoga se obično ne uzimaju u obzir prilikom procjene gubitaka u vodoopskrbnom sustavu [11].

Gubici vode u vodoopskrbnom sustavu variraju unutar određenih granica.

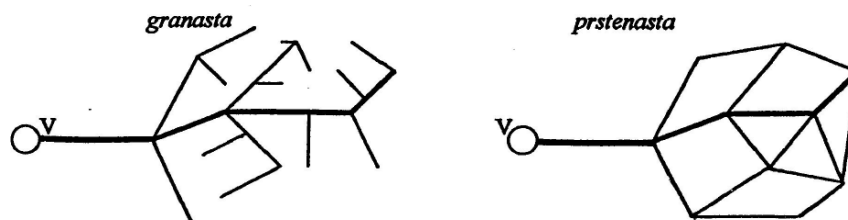
- do 20 % ($Q_{uk.max.dn.} + Q_{ind}$) – izvrstan vodovod
- 20 – 40 % ($Q_{uk.max.dn.} + Q_{ind}$) – dobar vodovod
- preko 40 % ($Q_{uk.max.dn.} + Q_{ind}$) – loš vodovod

S obzirom na projektiranje novog vodoopskrbnog sustava, pretpostavlja se da će gubici iznositi do 20% ukupne maksimalne dnevne potrošnje vode, zajedno s potrebama industrije.

$$- Q_{gub.} = 20 \% Q_{uk.max.dn.} + Q_{ind} = 20 \% (1\ 675,8 + 144) = 363,9 \frac{m^3}{dan}$$

4. HIDRAULIČKI PRORAČUN VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

Za osiguranje potrebnih količina vode i radnih tlakova nužno je provesti hidrauličko dimenzioniranje vodoopskrbne mreže. Hidrauličkim proračunom definiraju se promjeri cjevi kojima se osiguravaju brzine unutar cjevovoda i potrebni radni tlakove, te minimiziraju lokalni i linijski gubici. Proračun je moguće provesti na dva načina, pri čemu se prvi odnosi na tečenje pod tlakom koje je prisutno unutar vodoopskrbne mreže. U slučaju povoljnog terena, tečenje pod tlakom se može ostvariti gravitacijski, dok se u slučaju nepovoljnog terena primjenjuje kombinacija gravitacijskog i potisnog tečenja. Kada je prisutno tečenje sa slobodnim vodnim licem tada se primjenjuje druga varijanta proračuna koja se može primjeniti samo za dovodni cjevovod do vodospreme gdje nije nužno zadovoljiti radne tlakove. Postoje dva osnovna oblika vodoopskrbne mreže: granasta i prstenasta (Slika 13.). U granastoj mreži voda iz vodospreme prema potrošačima teče u jednom smjeru što osigurava lakše projektiranje i ekonomičniju izgradnju jer zahtjeva manju duljinu cjevovoda. Ukoliko se iz nekog razloga dotok vode zaustavi svi potrošači nizvodno od tog mjesta biti će bez vodoopskrbe. Tlačni gubitci su obično izraženiji u granastoj mreži u usporedbi s prstenastom mrežom. U prstenastoj vodoopskrbnoj mreži voda ima mogućnost kretanja u dva smjera, što je uvjetovano varijacijama u potrošnji u različitim dijelovima mreže. Ova prilagodljivost osigurava veću pouzdanost u opskrbi vodom te sprječava stagnaciju toka vode i gubitak kakvoće vode. Glavni nedostatak prstenaste mreže je zahtjev za velikom ukupnom duljinom potrebnih cjevovoda kako bi se povezali u prsten. Za hidraulički proračun prstenaste vodoopskrbne mreže često se koristi Hardy-Crossova metoda [9].



Slika 13. Osnovne sheme razdjelnih vodoopskrbnih mreža [9]

4.1. Rezultati hidrauličkog proračuna

Hidraulički proračun sustava proveden je na temelju prethodno izračunatih mjerodavnih količina vode za pojedine potrošače unutar vodoopskrbnog sustava. Rezultati proračuna ukazuju na to da je sustav gravitacijsko-potisni. Voda se tlačno dovodi to vodospreme u Kupinovcu od koje se zatim gravitacijski distribuira prema krajnjim korisnicima.

Na situacijskim prikazima u Prilozima 3, 4, 5 i 6 prikazana je shema vodoopskrbnog sustava za dano područje, s jasno definiranim elementima vodoopskrbne mreže potrošači (P1), čvorovi (Č1), dionice (Č1-P1) te vodosprema. Nakon označavanja svih elemenata vodoopskrbnog sustava i određivanja maksimalne satne potrošnje, specifična potrošnja vode po dužnom metru izračunava se koristeći sljedeću formulaciju [9]:

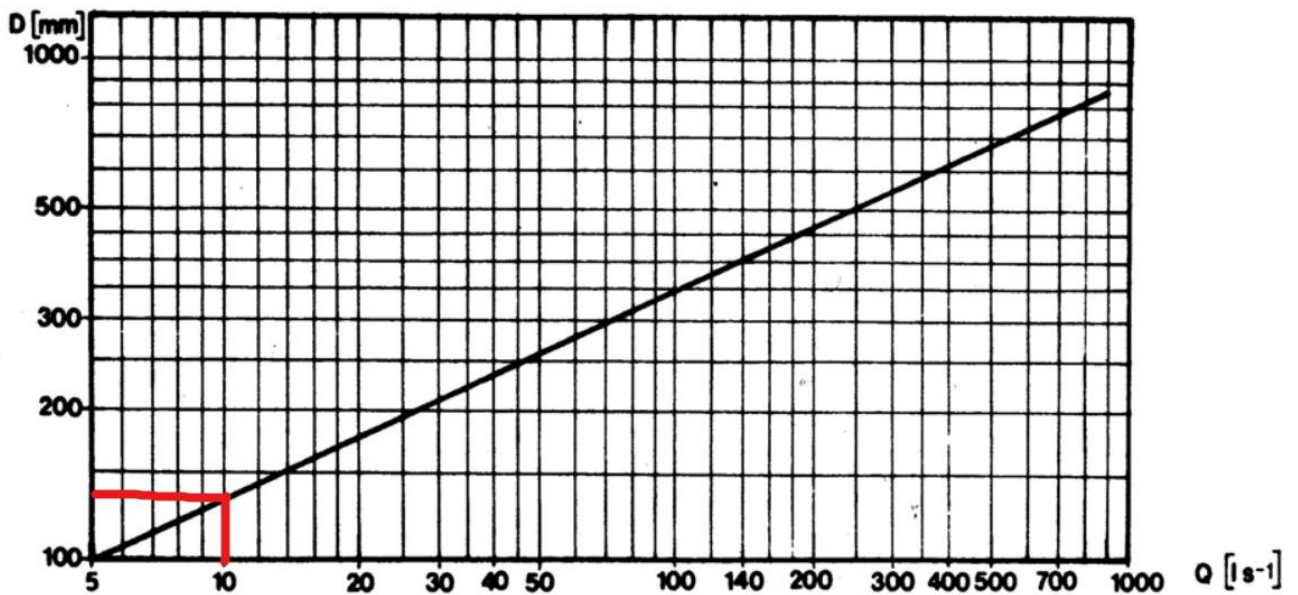
$$q_{spec} = \frac{Q_{max.sat.(stan+p.s.)}}{\Sigma L} \quad (9)$$

Opterećenost odnosno potrošnja vode na pojedinim dionicama označava se koeficijentom K , za naselja se uzima da je vrijednost $K=1$, ukoliko se očekuje dvostruko opterećenje tada se uzima $K=2$. Stvarne dužine izmjerene u AutoCad programu množe se s koeficijentom K da bi dobile virtualne dužine, s obzirom da je koeficijent $K=1$ virtualne dužine jednake su stvarnim dužinama. Vlastiti protok za pojedinu dionicu odredi se na način da se virtualna dužina dionice pomnoži sa specifičnom potrošnjom vode po dužnom metru. Dionice Č1-Č2 i Č124-V nemaju vlastite protoke, već služe isključivo za transport vode. Tranzitni protok kroz pojedinu dionicu određuje se tako da se zbroje svi vlastiti protoci do te dionice, što je potrebno kako bi se osigurala opskrba vodom za dionice nizvodno. Ukupni protok pojedine dionice dobiva se zbrojem vlastitog i tranzitnog protoka te dionice, pri čemu se kao mjerodavna vrijednost uzima veća od dvije dane vrijednosti: ukupni protok te dionice i protok potreban za gašenje požara. Protoci u promatranom vodoopskrbnom sustavu variraju između 0,03 l/s i 39,78 l/s. S obzirom na to da je ukupni protok većine dionica manji od 10 l/s, za te dionice je usvojena vrijednost od 10 l/s kao mjerodavna količina vode

potrebna za gašenje požara. Kao rezultat za 93,65% sustava odabran je promjer cijevi 150 mm (Tablica 9.). Promjeri su određeni iz dijagrama prikazanog na Slici 14.

Tablica 9. Odabrani profili cijevi

PROMJER CIJEVI	BROJ DIONICA	POSTOTAK %
150 mm	413	93,65
200 mm	24	5,44
250 mm	1	0,45



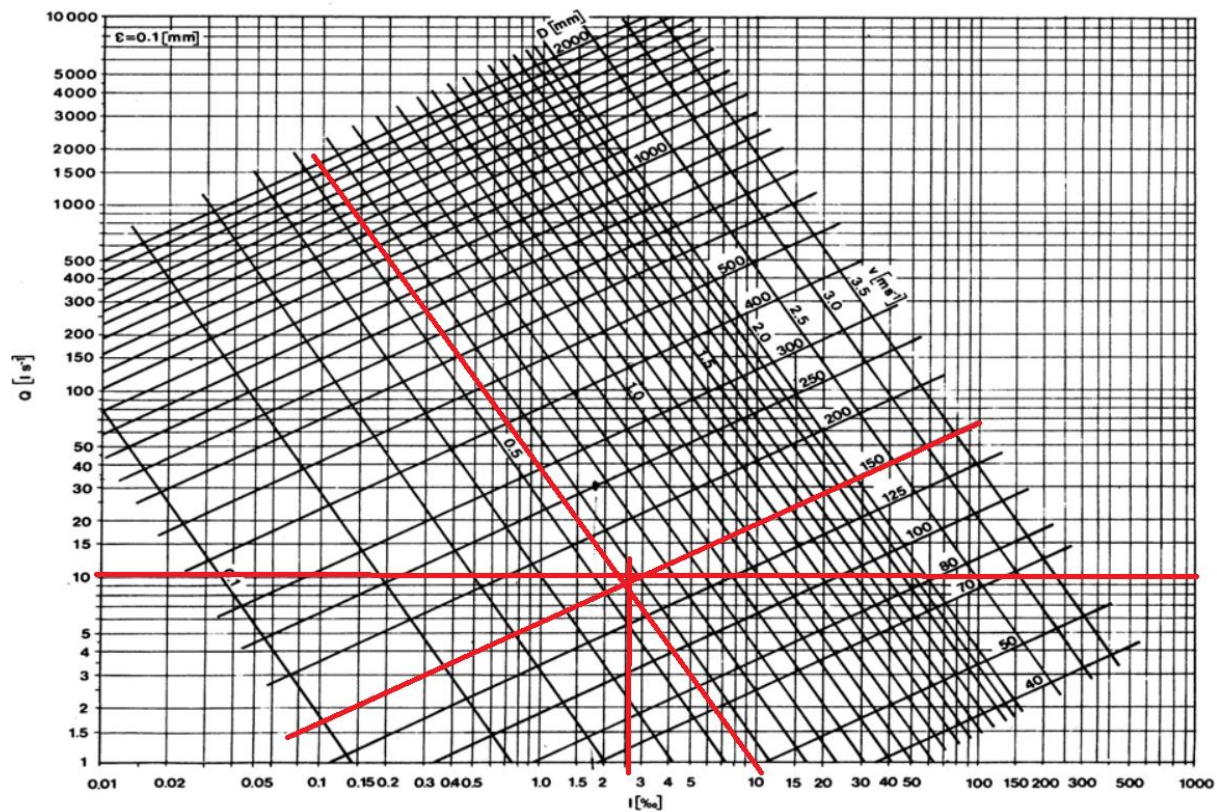
Slika 14. Dijagram ovisnosti unutarnjeg promjera D i protoka $Q_{mjer.}$ [9]

Nakon što je određen promjer cijevi, potrebno je izračunati brzinu kretanja vode unutar cijevi koja se izračunava idućom formulacijom [9]:

$$v = \frac{4 \cdot Q_{mjer.}}{D^2 \pi} \quad (10)$$

U Prilogu 1 može se vidjeti da su dobivene brzine u rasponu od 0,47 do 0,81 m/s.

Nagib cjevovoda I se utvrđuje koristeći nomograme hidrauličkih parametara specifične za okrugle cijevi u vodoopskrbnim sustavima (Slika 15.). S obzirom na to da je za većinu dionica odabran promjer cijevi od 150 mm i mjerodavni protok od 10 l/s, nagib većine dionica iznosi 2,6‰. Padovi za cjelokupni vodoopskrbni sustav u rasponu su od 1,2 do 5,2 ‰.



Slika 15. Nomogram hidrauličkih parametara za okrugle vodoopskrbne cijevi [9]

Linijski gubitci određeni su idućom formulacijom [9]:

$$\Delta h = I * L \quad (11)$$

pri čemu je I pad dna cijevi, a L duljina promatrane dionice cijevnog sustava.

Provedenim proračunom za različite dionice dobivene su različite vrijednosti linijskih gubitaka, koje variraju od 0,01 do 11,08 m. Brzinske visine određuju se jednostavnom formulom, pri čemu su vrijednosti brzinskih visina značajno manje od linijskih gubitaka, te se kreću u rasponu od 0,011 do 0,034 m [9]. Za procjenu zadovoljava li hidraulički proračun potrebno je utvrditi radne tlakove unutar vodoopskrbnog sustava. Za to je nužno poznavati nadmorske visine vodospreme, točnije razinu vode u vodospremi, čvorova i svih potrošača tog sustava. Metoda za određivanje kote piezometarske linije uključuje oduzimanje linijskih gubitaka od maksimalne razine vode u vodospremi, zajedno s brzinskom visinom na samom potrošaču. Hidrodinamički tlak na svakom potrošaču se dobiva oduzimanjem nadmorske visine piezometarskog tlaka od nadmorske visine terena na kojoj se potrošač nalazi. Ta visina predstavlja tlak ili hidrodinamički tlak izražen u metrima vodnog stupca [m V. st.]. Izračunima za navedeno područje dobivene su vrijednosti radnih tlakova koje variraju od 4,4 do 6,9 bara. Budući da minimalne dozvoljene vrijednosti za vodoopskrbni sustav iznose 2,5 bara, a maksimalne 6 bara, dobivene vrijednosti ne zadovoljavaju. Kako bi radni tlakovi bili unutar dopuštenih vrijednosti potrebno je ugraditi reducir ventil. Reducir ventil ugrađuje se na čvoru Č124, a izvedbom reducir ventila osigurani su minimalni radni tlak od 2,9 bara te maksimalni radni tlak od 5,4 bara (Prikazano u prilogu 2.).

5. PRORAČUN VODOSPHEME

5.1. Općenito o vodospredi

Vodosprema je građevina koja služi kao posrednik između stalne opskrbe vode iz izvorišta i područja s promjenjivom potrošnjom osiguravajući operativnu rezervu vode za izravnavanje oscilacija u potrošnji, sigurnosnu rezervu za vrijeme prekida dotoka vode, protupožarnu rezervu, te adekvatnu raspodjelu tlakova unutar vodovodne mreže. Vodospreme se klasificiraju prema svojoj funkciji kao sabirne ili opskrbne, a u odnosu na način rada mogu biti visoke ili niske. Visoke vodospreme koje uključuju vodotornjeve, ukopane i tunelske vodospreme, omogućuju gravitacijski prijenos vode prema potrošačima. Nasuprot tome niske vodospreme ne dostižu potrebnu visinu za takvu distribuciju, zbog čega se voda iz njih distribuira putem crpki. Osnovni elementi vodospreme uključuju funkcionalne komponente poput vodne i zasunske komore, te konstruktivne elemente kao što su vertikalni zidovi i stupovi, dno, grede te pokrovna ploča koja čini dio nosive konstrukcije. Razina vode u vodnoj komori varira ovisno o ukupnom volumenu vodospreme. Povezanost između dubine komore i ukupnog volumena vodospreme prikazana je u Tablici 10. [9].

Tablica 10. Odabrani profili cijevi [9]

Veličina vodospreme	Volumen [m ³]	Dubina vode [m]	Preporučena dubina vode [m]
vrlo male vodospreme	< 100	2,00 - 2,50	2,50
male vodospreme	100 - 200	2,75 - 3,50	3,00
srednje vodospreme	200 - 500	3,00 - 4,00	4,00
veće vodospreme	500 - 2000	5,00 - 6,50	5,00
velike vodospreme	> 2000	6,00 - 8,00	6,00

Vodonepropusnost unutarnjih stijenki vodnih komora postiže se žbukanjem cementnom žbukom ili plastičnim vodootpornim žbukama. Ova mjera je ključna kako bi se osigurala

potrebna vodonepropusnost za svaku vodospremu. Proračun volumena vodne komore ključan je za planiranje vodospreme, uzimajući u obzir varijacije u potrošnji i dotoku vode. Ukupan volumen vodospreme uključuje operativnu, protupožarnu i sigurnosnu rezervu [9].

5.2. Gravitacijski dotok vode u vodospremu

5.2.1. Operativna rezerva za gravitacijski dotok vode u vodospremu

Operativna rezerva ima za svrhu uravnoteženje fluktuacija u potrošnji vode za kućanstva i industriju. Ova rezerva vode osigurava konstantnu opskrbu, pretpostavljajući ravnomjerno korištenje tijekom dana, gdje je dotok vode u vodospremu podjednak potrošnji vode. Potrošnja vode tijekom razdoblja dana prikazuje se kao postotak maksimalne dnevne potrošnje vode u pojedinim satima [9].

Analitički proračun operativne rezerve za gravitacijski dotok vode u vodospremu prikazan je u Tablici 11. Prvi stupac prikazuje sve sate u jednom danu, dok drugi stupac prikazuje satne potrošnje vode izražene kao postotci maksimalne dnevne potrošnje. Ove vrijednosti ovise o stupnju razvijenosti naselja, a u ovom slučaju usvojene su vrijednosti za manje naselje. U trećem stupcu upisane su vrijednosti gravitacijskog satnog dotoka vode koji je tijekom cijelog dana konstantan. Stupac 4 prikazuje manjak vode, dok stupac 5 pokazuje višak vode, što predstavlja razliku između dotoka i potrošnje vode. Posljednji stupac prikazuje ukupan višak i manjak vode u vodospremi za svaki sat u danu. Za određivanje operativne rezerve potrebno je utvrditi minimalnu i maksimalnu količinu vode u vodospremi.

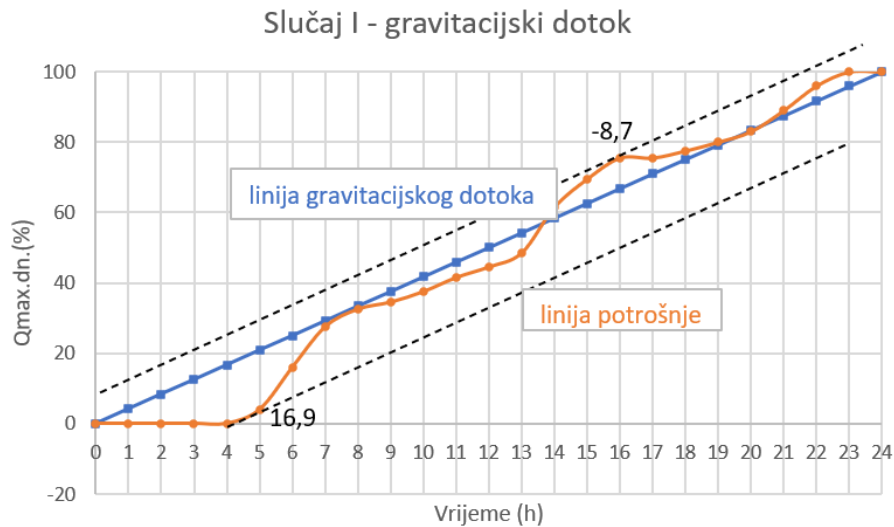
Tablica 11. Proračun operativne rezerve za gravitacijski dotok vode u vodospremu

GRAVITACIJSKI DOTOK					
Vrijeme	Satna potrošnja	Dotok	Manjak	Višak	Suma
(h)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0 1	0	4,2		4,2	4,2
1 2	0	4,2		4,2	8,4
2 3	0	4,1		4,1	12,5
3 4	0	4,2		4,2	16,7
4 5	4	4,2		0,2	16,9
5 6	12	4,1	7,9		9
6 7	11,5	4,2	7,3		1,7
7 8	5	4,2	0,8		0,9
8 9	2	4,1		2,1	3
9 10	3	4,2		1,2	4,2
10 11	4	4,2		0,2	4,4
11 12	3	4,1		1,1	5,5
12 13	4	4,2		0,2	5,7
13 14	13	4,2	8,8		-3,1
14 15	8	4,2	3,8		-6,9
15 16	6	4,2	1,8		-8,7
16 17	0	4,2		4,2	-4,5
17 18	2	4,1		2,1	-2,4
18 19	2,5	4,1		1,6	-0,8
19 20	3	4,2		1,2	0,4
20 21	6	4,1	1,9		-1,5
21 22	7	4,2	2,8		-4,3
22 23	4	4,2		0,2	-4,1
23 24	0	4,1		4,1	0
24	100	100	35,1	35,1	

MAX

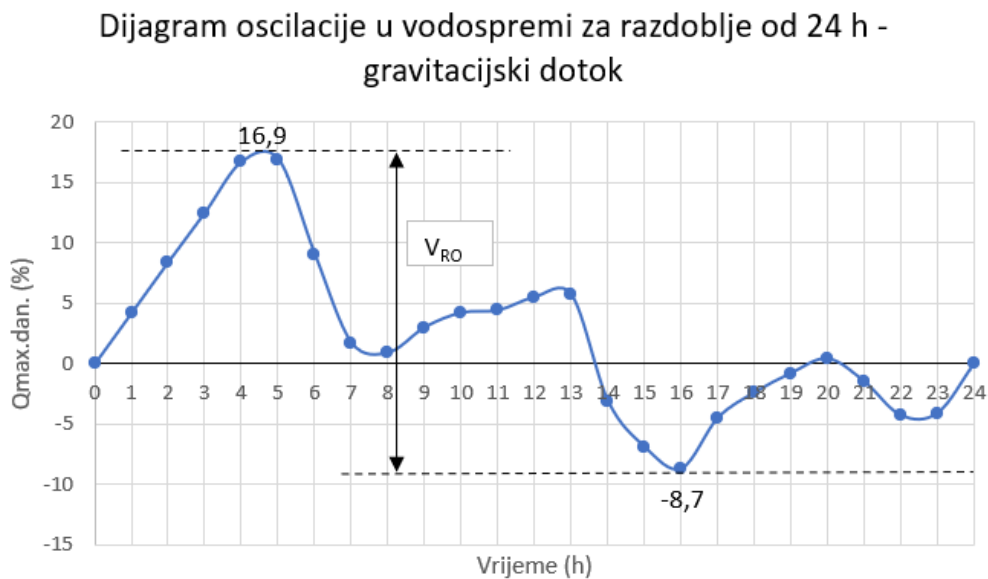
MIN

Na Slici 16. prikazana je potrošnja vode i gravitacijski dotok vode u vodospremu. Iz grafikona je vidljivo da je dotok vode konstantan dok potrošnja vode oscilira.



Slika 16. Grafoanalitičko rješenje gravitacijskog dotoka vode u vodospremu

Dijagram oscilacija vode u vodospremi za razdoblje od 24 sata prikazan je na Slici 17. Iz dijagrama se može očitati da se najveći manjak vode od $-8,7\%$ pojavljuje u 16 h, dok se najveći višak zabilježuje u 5 h s vrijednošću od $16,9\%$.



Slika 17. Dijagram oscilacija vode u vodospremi – gravitacijski dotok

Operativna rezerva vode se izračunava množenjem maksimalne dnevne potrošnje vode s zbrojem apsolutnih vrijednosti minimalnih i maksimalnih vrijednosti $Q_{max.dan}$:

$$V_{RO} = \frac{max.\%Q_{max.dan} + |min.\%Q_{max.dan}|}{100} Q_{max.dan} [m^3] \quad (12)$$

$$V_{RO} = \frac{16,9+8,7}{100} * 1\ 819,8 = 465,87\ m^3$$

5.2.2. Protupožarna rezerva za gravitacijski dotok u vodospremu

Prema "Pravilniku o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara, Narodne novine RH, broj 08/2006", količina vode potrebna za protupožarnu rezervu regulira se na dva načina: s neutralizacijom ili bez neutralizacije požara, s posebnim obzirom na potrebe stanovništva i industrije.

Protupožarna rezerva bez neutralizacije požara:

$$V_{RP} = V_{RP,naselja} + V_{RP,industrije} = \text{broj istovremenih požara stan.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,stan.} + \text{broj istovremenih požara ind.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,ind.} \quad (13)$$

$$V_{RP} = 1 * 2 * 3600 * 10 + 1 * 2 * 3600 * 15 = 180\ m^3$$

Protupožarna rezerva sa neutralizacijom požara:

$$V_{RP} = V_{RP,naselja} + V_{RP,industrije} = \text{broj istovremenih požara stan.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,stan.} + \text{broj istovremenih požara stan.} * 2 \text{ sata} * 3600 * \frac{q_{p,stan.}}{2} + \text{broj istovremenih požara ind.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,ind.} + \text{broj istovremenih požara ind.} * 2 \text{ sata} * 3600 * \frac{q_{p,ind.}}{2} \quad (14)$$

$$V_{RP} = 1 * 2 * 3600 * 10 + 1 * 2 * 3600 * \frac{10}{2} + 1 * 2 * 3600 * 15 + 1 * 2 * 3600 * \frac{15}{2} = 270 \text{ m}^3$$

5.2.3. Sigurnosna rezerva za gravitacijski dotok u vodospremu

Dodatna opskrba vode u vodospremi poznata kao sigurnosna rezerva, osigurava se za vrijeme prekida dotoka vode dok se uzrok prekida ne otkloni.

Sigurnosna rezerva može se dobiti na dva načina. Prvi način uključuje 25% od ukupne operativne i protupožarne rezerve bez neutralizacije požara:

$$V_{RP} = 0,25 * (V_{RO} + V_{RP} (\text{bez neutralizacije požara})) \quad (15)$$

$$V_{RP} = 0,25 * (465,87 + 180) = 161,47 \text{ m}^3$$

Drugi način podrazumijeva 10% od zbroja operativne i protupožarne rezerve vodospreme s neutralizacijom požara:

$$V_{RP} = 0,10 * (V_{RO} + V_{RP} (\text{sa neutralizacijom požara})) \quad (16)$$

$$V_{RP} = 0,10 * (465,87 + 270) = 73,59 \text{ m}^3$$

Usvaja se veća vrijednost volumena, konkretno 161,47 m³.

5.2.4. Ukupni volumen vodospreme za gravitacijski dotok u vodospremu

Računanje ukupnog volumena vodne komore vodospreme odvija se na dva načina, i to prema sljedećim izrazima:

$$V_{RP} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 1,25 * (V_{RO} + V_{RP} (bez neutralizacije požara)) \quad (17)$$

$$V_{RP} = 1,25 * (465,87 + 180) = 807,34 \text{ m}^3$$

$$V_{RP} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 1,10 * (V_{RO} + V_{RP} (sa neutralizacijom požara)) \quad (18)$$

$$V_{RP} = 1,10 * (465,87 + 270) = 809,46 \text{ m}^3$$

5.3. Dotok crpljenjem u vodospremu

Proračun dotoka vode crpljenjem provodi se na isti način kao i za gravitacijski dotok, prvo analitički pa zatim grafoanalitički. Crpljenje će se provoditi tijekom 8 sati, raspoređeno tijekom razdoblja najveće potrošnje vode.

5.3.1. Operativna rezerva za dotok vode crpljenjem u vodospremu

Operativna rezerva dotoka vode u vodospremu je izračunata analitički i prikazana je u Tablici 12. Ona je slična Tablici 11., ali se razlikuje u trećem stupcu koji pokazuje način dotoka vode u vodospremu. Kod crpljenja voda se u vodospremu dovodi tijekom osam sati raspoređenih u periode najveće potrošnje vode, dok je kod gravitacijskog dotoka vode ta opskrba kontinuirana.

Tablica 12. Proračun operativne rezerve za dotok vode crpljenjem u vodospremu

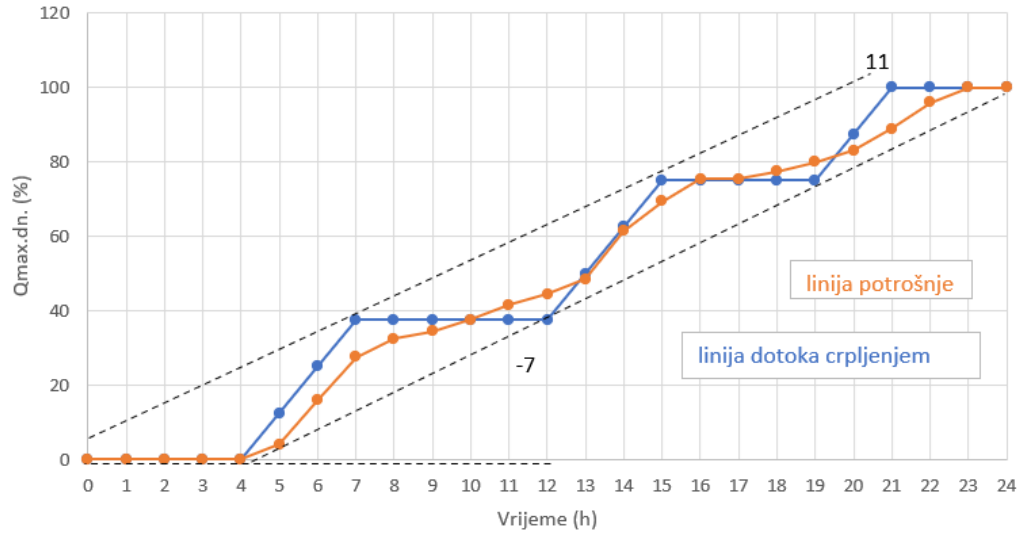
DOTOK CRPLJENJEM					
Vrijeme	Satna potrošnja	Dotok	Manjak	Višak	Suma
(h)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0 1	0	0	0		0
1 2	0	0	0		0
2 3	0	0	0		0
3 4	0	0	0		0
4 5	4	12,5		8,5	8,5
5 6	12	12,5		0,5	9
6 7	11,5	12,5		1	10
7 8	5	0	5		5
8 9	2	0	2		3
9 10	3	0	3		0
10 11	4	0	4		-4
11 12	3	0	3		-7
12 13	4	12,5		8,5	1,5
13 14	13	12,5	0,5		1
14 15	8	12,5		4,5	5,5
15 16	6	0	6		-0,5
16 17	0	0	0		-0,5
17 18	2	0	2		-2,5
18 19	2,5	0	2,5		-5
19 20	3	12,5		9,5	4,5
20 21	6	12,5		6,5	11
21 22	7	0	7		4
22 23	4	0	4		0
23 24	0	0	0		0
24	100	100	39	39	

MIN

MAX

Na Slici 18. prikazana je potrošnja vode i dotok vode crpljenjem u vodospremu. Grafikon jasno pokazuje da se crpljenje vode događa u intervalima od 4 do 7 sati, od 12 do 15 sati te od 19 do 22 sata.

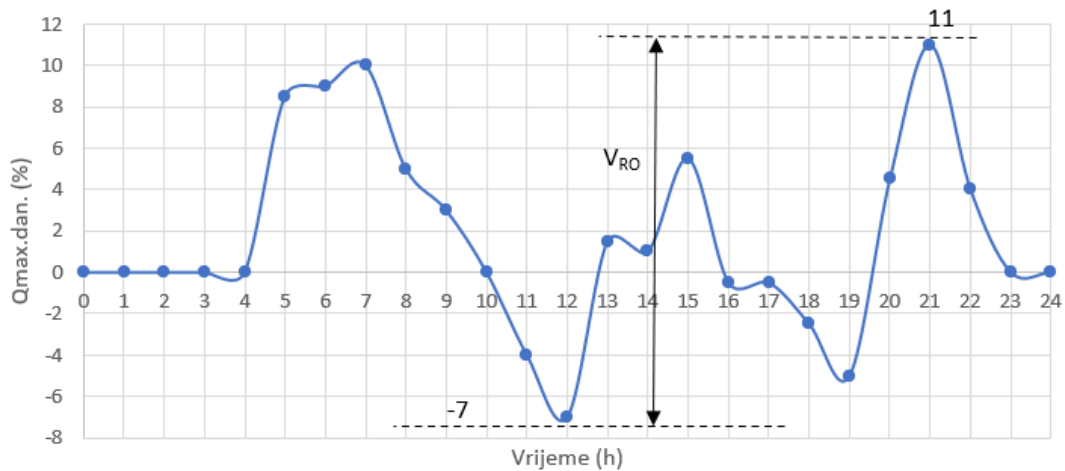
Slučaj II - dotok crpljenjem



Slika 18. Grafoanalitičko rješenje dotoka vode crpljenjem u vodospremu

Na Slici 19. prikazan je dijagram oscilacija razine vode u vodospremi tijekom 24 sata. Vidljivo je da se najveći deficit vode od -7% događa u 12 sati, dok je najveći višak vode zabilježen u 21 sat s vrijednošću od 11%.

Dijagram oscilacije u vodospremi za razdoblje od 24 h -dotok crpljenjem



Slika 19. Dijagram oscilacija vode u vodospremi – dotok crpljenjem

Operativna rezerva vode se izračunava prema izrazu (12):

$$V_{RO} = \frac{\max.\%Q_{\max.dan} + |\min.\%Q_{\max.dan}|}{100} Q_{\max.dan} [m^3] \quad (12)$$

$$V_{RO} = \frac{11+7}{100} * 1\,819,8 = 327,56 \text{ m}^3$$

5.3.2. Protupožarna rezerva za dotok vode crpljenjem u vodospremu

Određivanje protupožarne rezerve za crpljenje vode u vodospremu izvodi se na identičan način kao i za gravitacijski dotok vode u vodospremu.

Protupožarna rezerva bez neutralizacije požara:

$$V_{RP} = V_{RP,naselja} + V_{RP,industrije} = \text{broj istovremenih požara stan.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,stan.} + \text{broj istovremenih požara ind.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,ind.} \quad (13)$$

$$V_{RP} = 1 * 2 * 3600 * 10 + 1 * 2 * 3600 * 15 = 180 \text{ m}^3$$

Protupožarna rezerva sa neutralizacijom požara:

$$V_{RP} = V_{RP,naselja} + V_{RP,industrije} = \text{broj istovremenih požara stan.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,stan.} + \text{broj istovremenih požara stan.} * 2 \text{ sata} * 3600 * \frac{q_{p,stan.}}{2} + \text{broj istovremenih požara ind.} * 2 \text{ sata} * 3600 * q_{p,ind.} + \text{broj istovremenih požara ind.} * 2 \text{ sata} * 3600 * \frac{q_{p,ind.}}{2} \quad (14)$$

$$V_{RP} = 1 * 2 * 3600 * 10 + 1 * 2 * 3600 * \frac{10}{2} + 1 * 2 * 3600 * 15 + 1 * 2 * 3600 * \frac{15}{2} = 270 \text{ m}^3$$

5.3.3. Sigurnosna rezerva za dotok vode crpljenjem u vodospremu

Određivanje sigurnosne rezerve za crpljenje vode u vodospremu izvodi se na jednak način kao i za gravitacijski dotok vode u vodospremu, prema izrazima (15) i (16):

$$V_{RP} = 0,25 * (V_{RO} + V_{RP} (bez\ neutralizacije\ požara)) \quad (15)$$

$$V_{RP} = 0,25 * (327,56 + 180) = 126,89 \text{ m}^3$$

$$V_{RP} = 0,10 * (V_{RO} + V_{RP} (sa\ neutralizacijom\ požara)) \quad (16)$$

$$V_{RP} = 0,10 * (327,56 + 270) = 59,76 \text{ m}^3$$

Usvaja se veća vrijednost volumena vodne komore vodospreme od 126,89 m³.

5.3.4. Ukupni volumen vodospreme za dotok vode crpljenjem u vodospremu

Računanje ukupnog volumena vodospreme izvodi se prema izrazima (17) i (18):

$$V_{RP} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 1,25 * (V_{RO} + V_{RP} (bez\ neutralizacije\ požara)) \quad (17)$$

$$V_{RP} = 1,25 * (327,56 + 180) = 634,45 \text{ m}^3$$

$$V_{RP} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 1,10 * (V_{RO} + V_{RP} (sa\ neutralizacijom\ požara)) \quad (18)$$

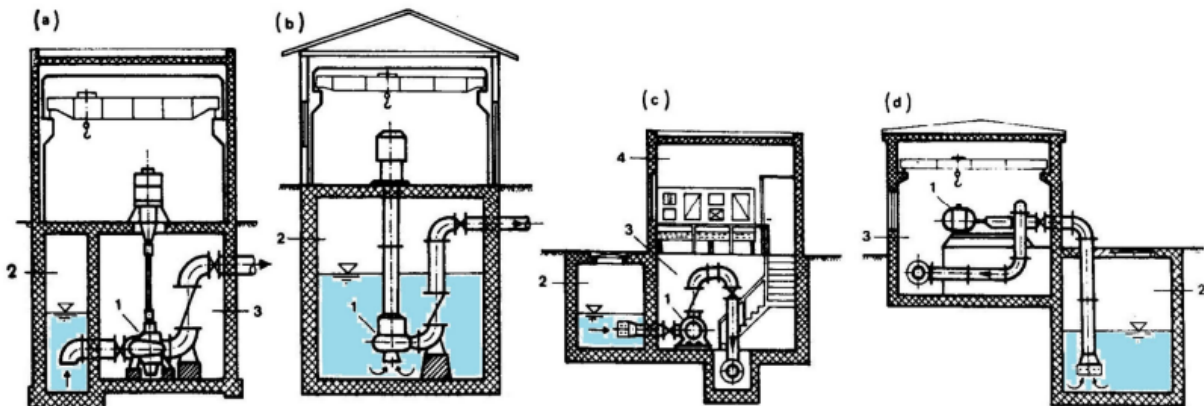
$$V_{RP} = 1,10 * (327,56 + 270) = 657,32 \text{ m}^3$$

5.4. Ukupan volumen vodospreme

Prilikom odabira veličine vodospreme prioritet se daje većoj vrijednosti dobivenoj u prethodnim proračunima (gravitacijskom dotoku vode u vodnu komoru vodospreme). To znači da će biti odabrana vodosprema zapremine od 809,46 m³ što će rezultirati izgradnjom vodospreme ukupnog zapreminskog volumena od 1000 m³.

6. PRORAČUN CRPNE STANICE

Uloga crpne stanice je da crpi vodu s izvora i tlačnim cjevovodom dovodi je do vodospreme. U praksi se najčešće koriste centrifugalne crpke koje s obzirom na broj okretnih kola mogu biti višestepene i jednostepene, a prema priključku usisne cijevi dijele se na radijalne, mješovite i aksijalne. Ovisno o položaju elektromotora crpke mogu biti u suhom i mokrom. S obzirom na položaj osi mogu biti vertikalne i horizontalne, dok ovisno o visini dizanja mogu biti visokotlačne, srednjetačne i niskotlačne. Na Slici 20. prikazani su dijelovi crpne stanice [9].

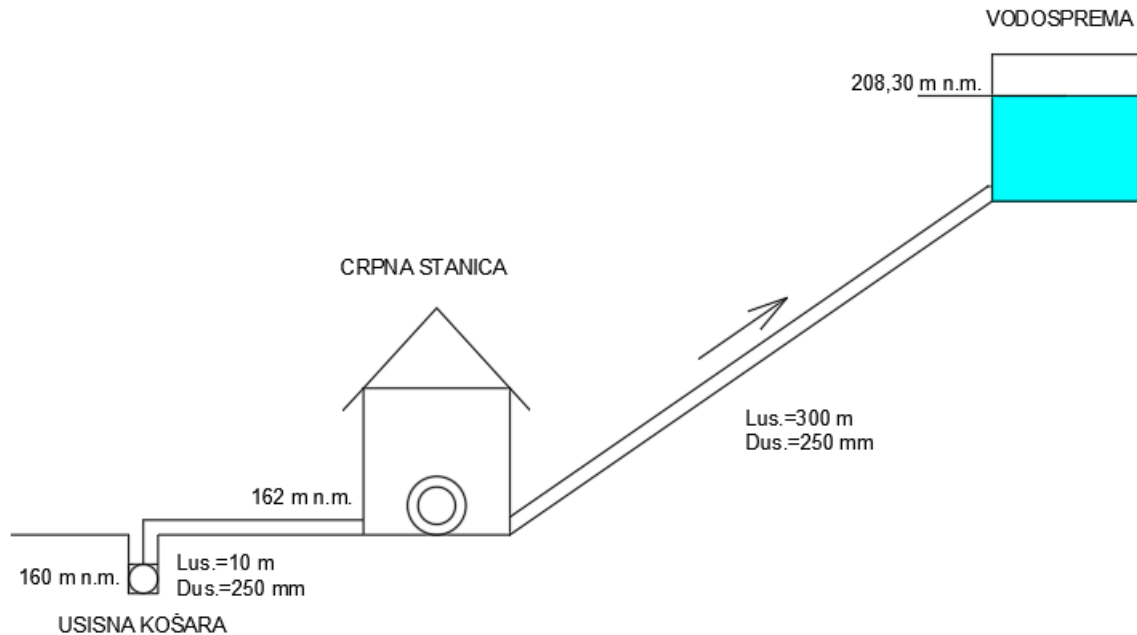


Dijelovi crpne stanice s vrstama centrifugalnih crpki i načinima ugradnje

(a) vertikalna crpka suhe izvedbe; (b) vertikalna crpka mokre izvedbe; (c) horizontalna radijalna crpka suhe izvedbe;
(d) horizontalna aksijalna crpka suhe izvedbe;
1 - crpka; 2 - crpni spremnik; 3 - strojarnica; 4 - komandna prostorija

Slika 20. Dijelovi crpne stanice s vrstama centrifugalnih crpki i načinima ugradnje [15]

Iz usisne košare voda se usisnim cjevovodom dovodi do crpne stanice iz koje se zatim tlačnom dionicom dovodi do vodospreme (Slika 21.).



Slika 21. Shematski prikaz tlačne dionice od crpne stanice do vodospreme

Potrebno je provesti proračun na temelju kojeg će se dimenzionirati crpna stanica, odnosno definirati snaga elektromotora. Crpka se nalazi na koti od 162 m n.m. i tlači vodu do vodospreme koja se nalazi na koti 208,3 m n.m. Vrijeme crpljenja $T_{crp.}$ usvojeno je iz poglavlja 5. Protok potreban za dimenzioniranje crpne stanice određen je idućom formulacijom [9]:

$$Q_{crp.} = \frac{Q_{max.dn.}}{T_{crp.}} \quad (19)$$

$$Q_{crp.} = \frac{1\,819\,800 \frac{l}{dan}}{8 \cdot 3600} = 63,19 \text{ l/s} = 0,063 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nakon izračunatog mjerodavnog protoka potrebno je odrediti manometarsku visinu dizanja vode H_{man} koja se određuje idućom fomulacijom [9]:

$$H_{man} = H_{st.us.} + H_{st.tl.} + \Delta H_{us.} + \Delta H_{tl.} + \frac{v_{tl.}^2}{2g} \quad (20)$$

- $\Delta H_{tl.}$ – gubitak energije u tlačnom cjevovodu, odnosno zbroj linijskih i lokalnih gubitaka [m]

- $v_{tl.}$ – brzina vode u tlačnom cjevovodu [m/s]
- g – ubrzanje sile teže [m/s²] [9].

Usisna statička visina predstavlja visinu između razine vode u izvorištu i osi crpke:

$$H_{st.us.} = 162 - 160 = 2 \text{ m}$$

Razlika visine između crpne stanice i vodospreme označava tlačnu visinu dizanja:

$$H_{st.tl.} = 208,3 - 162 = 46,3 \text{ m}$$

Hidraulički gubici u usisnoj cijevi određeni su idućim izrazom:

$$\Delta H_{us} = \lambda_{us} \frac{L_{us} v_{us}^2}{D_{us} 2g} + \xi_{uk} \frac{v_{us}^2}{2g} + \xi_{zk} \frac{v_{us}^2}{2g} = \frac{v_{us}^2}{2g} * \left(\lambda_{us} * \frac{L_{us}}{D_{us}} + \xi_{uk} + \xi_{zk} \right) \quad (21)$$

gdje je:

- $\lambda_{us.}$ – koeficijent otpora trenja u usisnoj cijevi [/]
- $L_{us.}$ – duljina usisnog cjevovoda [m]
- $D_{us.}$ – promjer usisnog cjevovoda [m]
- $v_{us.}$ – brzina vode u usisnom cjevovodu [m/s]
- $\xi_{uk.}$ – koeficijent lokalnog gubitka usisne košare, $\xi_{uk.} = 3,0$ [/]
- $\xi_{zk.}$ – koeficijent lokalnog gubitka koljena pod 90°, $\xi_{zk.} = 0,2$ [/]

Brzina vode u usisnoj cijevi:

$$V_{us} = \frac{Q_{max.dn.}}{A_{us}} \quad (22)$$
$$V_{us} = \frac{4 * 0,063}{0,25^2 \pi} = 1,28 \text{ m/s}$$

Promjer usisne i tlačne cijevi:

$$D_{tl} = D_{us} = 0,25 \text{ m}$$

Otpor trenja u usisnoj cijevi:

$$\lambda_{us} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D_{us}} + \frac{5,74}{(Re)^{0,9}} \right) \right)^2} \quad (23)$$

Reynoldsov broj:

$$Re = \frac{v_{us} \cdot D_{us}}{\nu} \quad (24)$$

ν – kinematički koeficijent viskoznosti tekućine pri 10°C, $\nu = 1,308 \cdot 10^{-6}$ [m²/s]

$$Re = \frac{1,28 \cdot 0,25}{1,308 \cdot 10^{-6}} = 244648,32$$

Apsolutna hrapavost ovisi o materijalu cijevi, u ovom slučaju korištene su ljevanoželjezne cijevi, te se iz Tablice 13. usvaja vrijednost $\varepsilon = 0,1$.

Tablica 13. Apsolutna hrapavost s obzirom na vrstu cijevi [15]

Vrsta cijevi	Apsolutna hrapavost ε [mm]
Ljevanoželjezne	0,1 do 0,4
Čelične	0,04 do 0,05
Azbestcementne	0,03 do 0,05
Armiranobetonske	0,04 do 0,25
Plastične	0,007 do 0,1

Uvrštavanjem u izraz (23) dobije se vrijednost otpora trenja u usisnoj cijevi:

$$\lambda_{us} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{(Re)^{0,9}} \right) \right)^2} = \frac{1,325}{\left(\ln \left(\frac{0,1}{3,7 \cdot 250} + \frac{5,74}{244648,32^{0,9}} \right) \right)^2} = 0,018$$

S obzirom da je $D_{us} = D_{tl}$ vrijedi:

$$v_{tl} = v_{us} = 1,28 \text{ m/s}$$

$$\lambda_{tl} = \lambda_{us} = 0,018$$

Duljina usisne i tlačne cijevi:

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

$$L_{tl} = 300 \text{ m}$$

Uvrštavanjem u izraz (21) dobiju se hidraulički gubici u usisnoj cijevi:

$$\Delta H_{us} = \frac{1,28^2}{2 \cdot 9,81} \left(0,018 \cdot \frac{10}{0,25} + 3 + 0,2 \right) = 0,327 \text{ m}$$

Usisna manometarska visina dobivena je zbrojem $H_{st.us}$ i ΔH_{us} :

$$H_{man.us} = H_{st.us} + \Delta H_{us} = 2 + 0,327 = 2,327 \text{ m}$$

Ukupna tlačna visina dizanja dobivena je idućom formulacijom:

$$H_{man.tl} = H_{st.tl} + \Delta H_{tl} + \frac{v_{tl}^2}{2g} \quad (25)$$

$$H_{st.tl} = 46,3 \text{ m}$$

Hidraulički gubici u tlačnoj cijevi:

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

$$\Delta H_{tl} = 0,018 \cdot \frac{300}{0,25} \cdot \frac{1,28^2}{2 \cdot 9,81} = 1,8 \text{ m}$$

Ukupna tlačna visina dizanja:

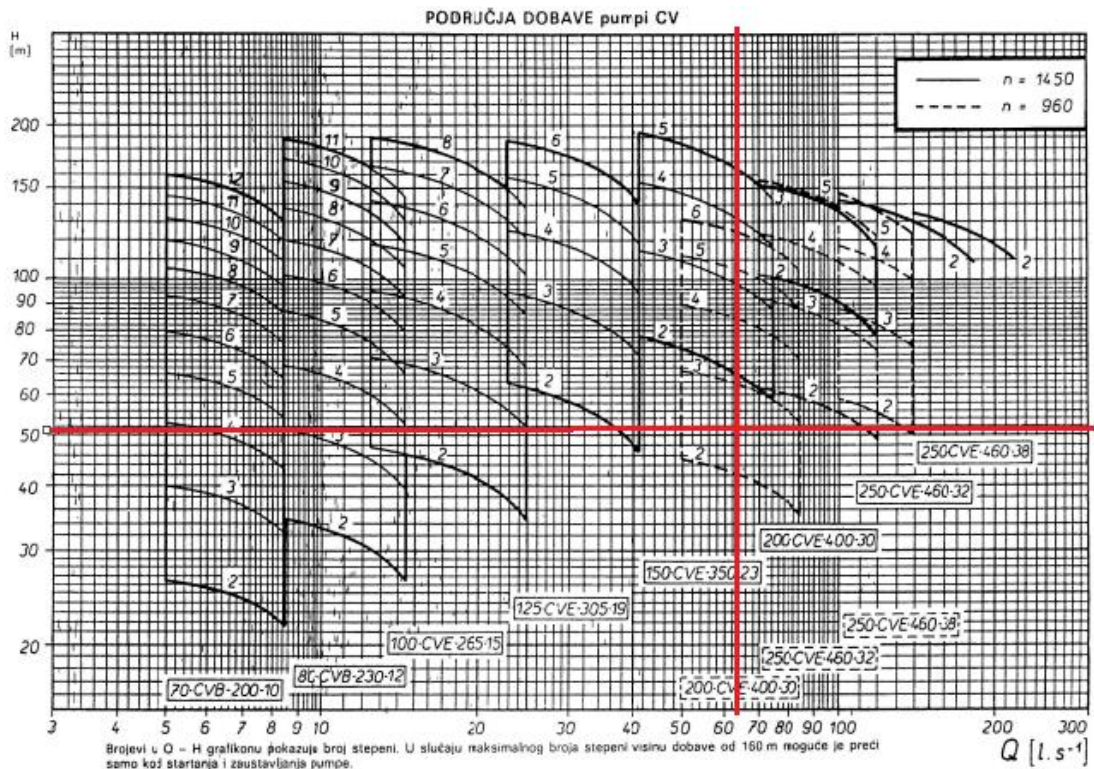
$$H_{man.tl} = 46,3 + 1,8 = 48,1 \text{ m}$$

Ubacivanjem dobivenih podataka u formulaciju (20) dobivena je ukupna manometarska visina:

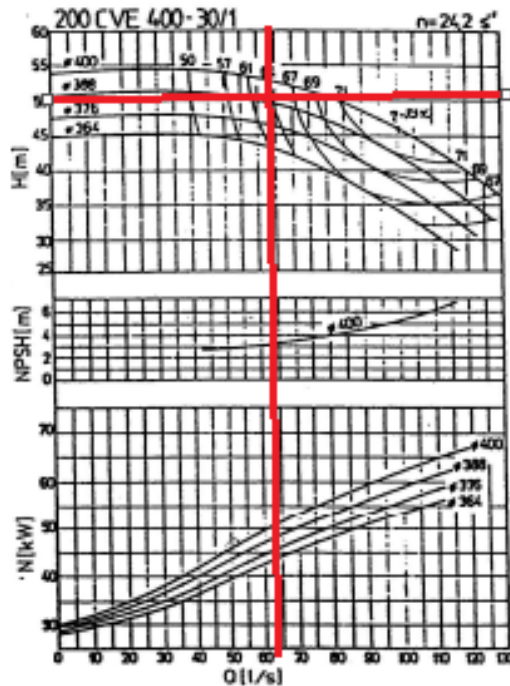
$$H_{man} = 2,327 + 48,1 = 50,43 \text{ m} \approx 51 \text{ m}$$

Prema dobivenim podacima protoka $Q=63,19$ l/s i manometarske visine $H_{man} = 51$ m pomoću dijagrama sa Slike 22. odabire se crpka 200-CVE-400-30/1 s promjerom rotora

400 mm i brojem okretaja $24,2 \text{ s}^{-1}$ (Slika 23.). Maksimalni protok crpke je 130 l/s dok je maksimalna visina dizanja 55 m . Iskoristivost odabrane crpke je 64% s obzirom na dobivene parameter, dok je maksimalna iskoristivost crpke 75% . Budući da je maksimalni protok crpke 130 l/s , a zadani protok je $63,19 \text{ l/s}$, a maksimalna visina dizanja 55 m , dok je manometarska visina 51 m i dovoljna je jedna crpka. Kako bi bili na strani sigurnosti postaviti će se dvije paralelne crpke gdje će jedna biti aktivna, a druga u rezervi.



Slika 22. Dijagram područja dobave pumpi CVE [9]



Slika 23. Nomogram crpke 200 CV 400-30/1 [9]

Slijedi izračun potrebne snage crpke i elektromotora:

Instalirana snaga crpke uz 15% rezerve:

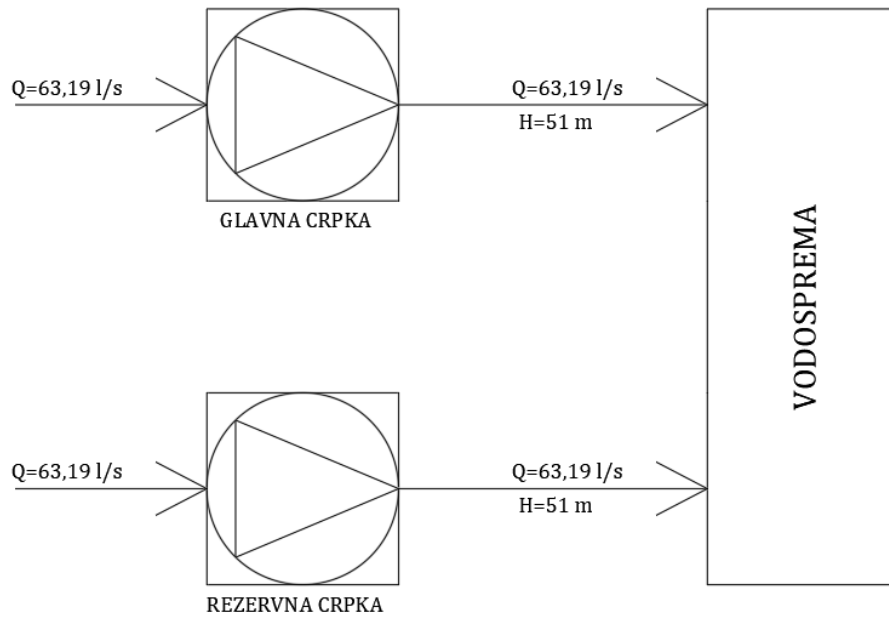
$$P_{i, \text{crpke}} = 1,15 * P = 1,15 * \frac{9,81 * Q_{\text{crp}} * H_{\text{man}}}{\eta} \quad (26)$$

$$P_{i, \text{crpke}} = 1,15 * \frac{9,81 * 0,063 * 51}{0,65} = 55,77 \text{ kW}$$

Instalirana snaga elektromotora uz 15% rezerve:

$$P_{i, \text{elektromotora}} = \frac{P_{i, \text{crpke}}}{\eta_{\text{el.mot.}}} = 1,15 * \frac{9,81 * Q_{\text{crp}} * H_{\text{man}}}{\eta_{\text{crpke}} * \eta_{\text{el.mot.}}} \quad (26)$$

$$P_{i, \text{elektromotora}} = 1,15 * \frac{9,81 * 0,063 * 51}{0,65 * 0,85} = 65,61 \text{ kW}$$



Slika 24. Shematski prikaz glavne i rezervne crpke

7. TRASIRANJE CJEVOVODA

Trasiranje cjevovoda ključno je za planiranje vodoopskrbnog sustava jer se mora pažljivo odrediti trasa cjevovoda uzimajući u obzir potrebe potrošača, ekonomičnost izgradnje i održavanja. Prilikom postavljanja cjevovoda važno je minimizirati troškove i smanjiti duljinu vodoopskrbne mreže, ali istovremeno osigurati priključak svim potrošačima. Odabir najoptimalnijeg tlocrtnog položaja nije jednostavan, a iskustvo i primjeri iz prakse znatno olakšavaju ovaj proces. Nužno je da vodoopskrbna mreža bude na javnim prometnicama, postavljanje mreže na privatne površine može izazvati pravne probleme koje je onda potrebno rješavati. Trebalo bi također obratiti pažnju na niveliranje cjevovoda, osiguravajući da vodoopskrbna mreža bude postavljena iznad kanalizacionih cijevi kako bi se spriječila kontaminacija vode. Također je važno da cjevovod bude položen ispod električnih instalacija kako bi se izbjegla mogućnost oštećenja instalacija u slučaju curenja vode.

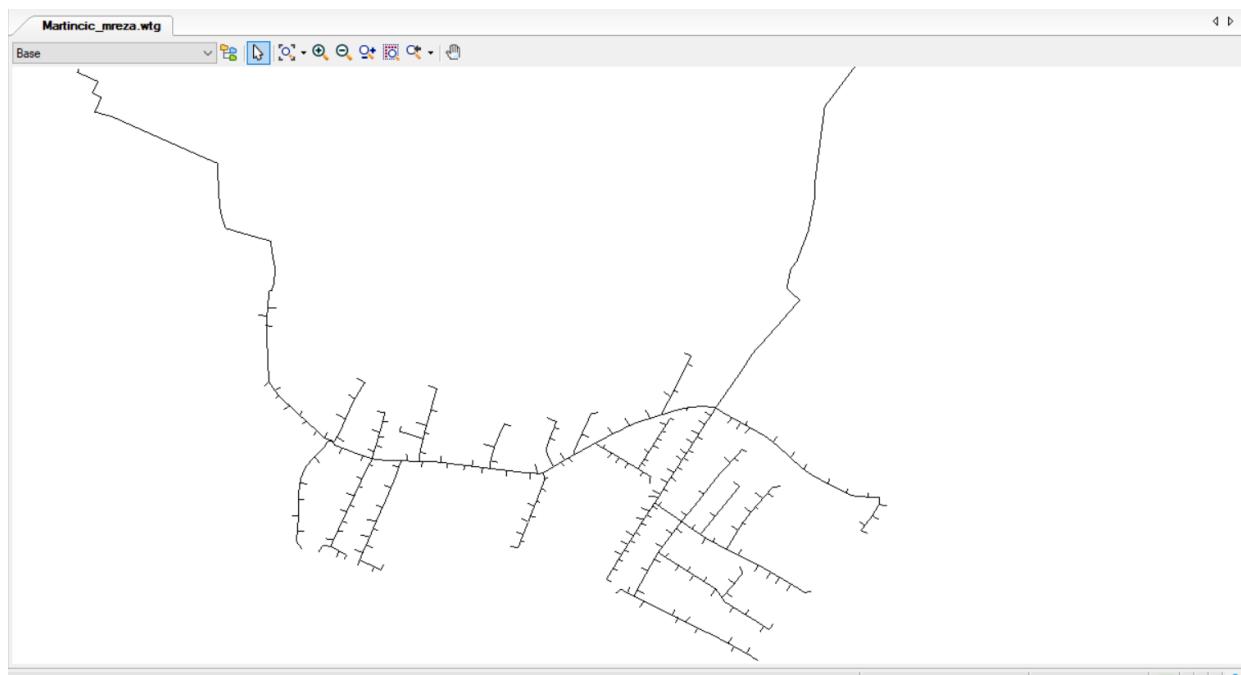
Za projektiranje cjevovoda nužno je osigurati kontinuiranu opskrbu vode vodoopskrbnog sustava. Važno je također osigurati mogućnost ugradnje dodatne opreme poput hidranata i armatura duž cjevovoda. Važno je pridržavati se propisanih standarda koji obuhvaćaju brzinu protoka vode, niveletu, izbor materijala cijevi te ostale zakonske regulative i smjernice.

U prilogima 3, 4, 5 i 6 prikazana je situacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara.

8. PRIMJENA WATERCAD V8i

8.1. Općenito o računalnom programu

WaterCAD V8i je računalni program razvijen od strane američke tvrtke Bentley, čije usluge su u uporabi kod komunalnih i inženjerskih tvrtki diljem svijeta [12]. Program je jednostavan za korištenje, a nudi širok spektar mogućnosti za projektiranje, analizu i optimizaciju vodoopskrbnih sustava. Mogućnosti programa uključuje projektiranje i upravljanje sustavima bez obzira na njihovu topologiju, optimizaciju sustava kroz različite parametre, analizu kvalitete vode, upravljanje potrošnjom energije, proračun protupožarnih rezervi, analizu gubitaka vode, analizu sloma cijevi, analizu ispiranja sustava te simulaciju tečenja vode u stacionarnom ili dinamičkom režimu. WaterCAD V8i omogućuje uvoz geoprostornih podataka radi preciznog definiranja nadmorskih visina čvorova i potrošnje vode. Također, program sadrži alate za analizu kvalitete vode, uključujući simulaciju kontaminacije, poboljšanje mutnoće, okusa i mirisa vode. Pomoću alata za analizu kritičnih dijelova sustava mogu se identificirati potencijalni rizici u slučaju kvara, dok se kroz energetska analiza troškova može optimizirati učinkovitost sustava. WaterCAD V8i omogućuje analizu, usporedbu i vizualizaciju neograničenog broja scenarija vodoopskrbnih sustava, čime pruža korisnicima svestran alat za efikasno upravljanje vodoopskrbnim sustavima [12]. Na Slici 25. prikazano je sučelje programa WaterCAD V8i.



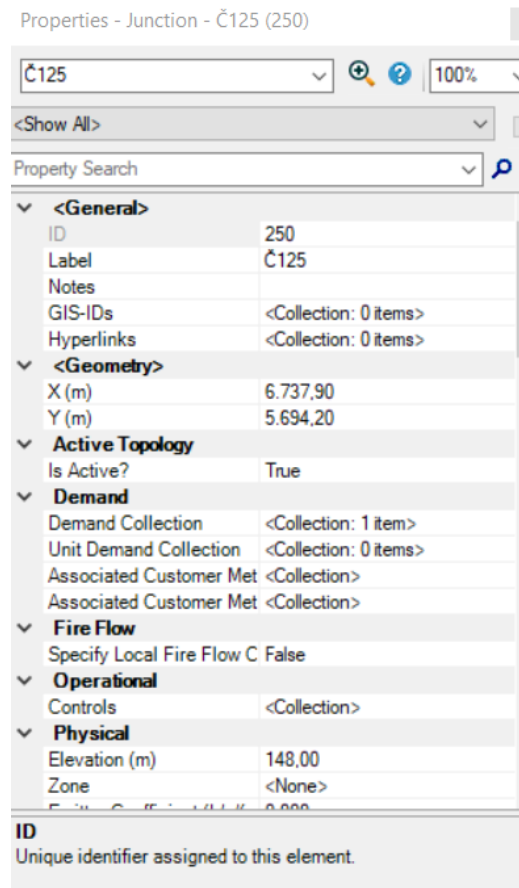
Slika 25. Sučelje WaterCAD V8i računalnog programa sa prikazom dijela VS grada Bjelovara

8.2. Postavljanje mreže i definiranje njezinih značajki

Prilikom početka rada u programu WaterCAD V8i prvi korak je postavljanje mreže i određivanje njezinih karakteristika. Važno je prvo definirati sustav mjernih jedinica u izborniku "Tools" gdje se odabere "More" zatim "Options" i unutar opcije "Units" se odabire SI sustav jedinica. Vodoopskrbnu mrežu moguće je definirati na dva načina: prvi je uvoz prethodno izrađene mreže iz drugog programa poput AutoCAD-a ili crtanje unutar samo programa WaterCAD V8i. Za ovaj rad odabrana je prva metoda, odnosno uvozi se mreža u .dxf formatu putem opcije "Model Builder".

Nakon postavljanja mreže slijedi definiranje karakteristika sustava. To se može obaviti putem alata poput "Properties Editor" (Slika 26.) ili "Flex Table" (Slika 27.) omogućavajući pojedinačno ili grupno uređivanje tih karakteristika. Bitno je definirati visine čvorova i potrošača, što se može izvršiti dvostrukim klikom na elemente ili putem tabličnog prikaza.

Unos podataka uključuje definiranje nadmorskih visina, potrošnje vode, te pripadnosti zonama danog grada (zbog mogućeg definiranja koeficijenta gustoće stanovanja), što osigurava preciznost modela i određivanje potrošnje vode za različite kategorije potrošača.



Slika 26. Definiranje značajki preko opcije „Properties Editor“

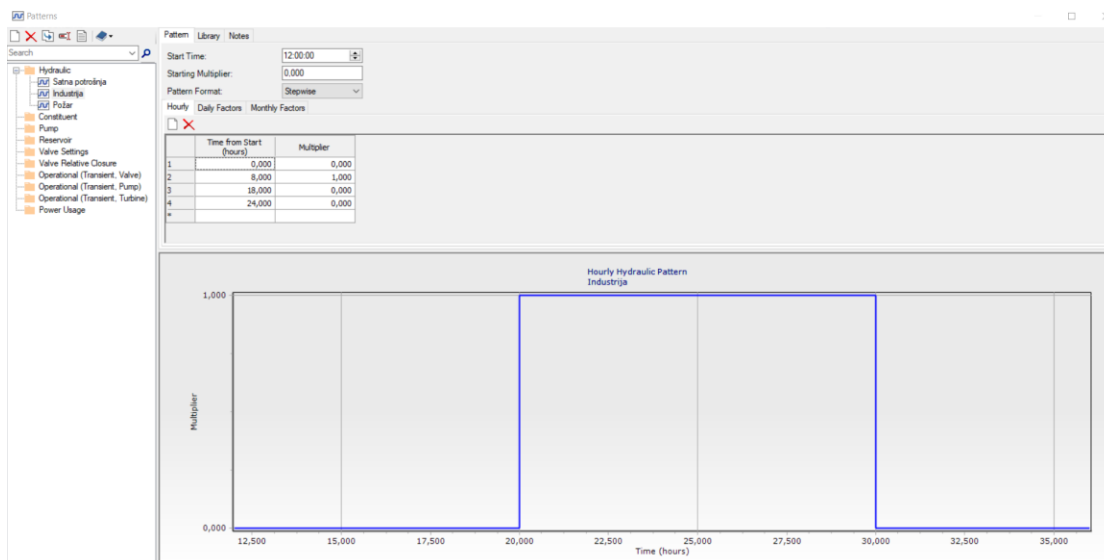
FlexTable: Junction Table (Current Time: 13,000 hours) (Crpljenje Var 1.wtg)

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (kPa)
118: Č134	118 Č134	141,28	<None>	<Collection:>	0,000	180,40	383
119: Č136	119 Č136	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	180,35	365
120: Č137	120 Č137	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	180,17	364
121: Č138	121 Č138	142,12	<None>	<Collection:>	0,000	180,13	372
122: Č139	122 Č139	136,20	<None>	<Collection:>	0,000	180,13	430
123: Č135	123 Č135	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,94	361
124: Č123	124 Č123	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,90	361
125: Č122	125 Č122	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,89	361
126: Č121	126 Č121	142,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,89	371
127: Č120	127 Č120	141,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,64	378
128: Č221	128 Č221	141,64	<None>	<Collection:>	0,000	179,62	372
129: Č119	129 Č119	142,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,62	368
130: Č118	130 Č118	142,49	<None>	<Collection:>	0,000	179,63	363
131: Č117	131 Č117	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,61	358
132: Č116	132 Č116	143,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,43	356
133: Č115	133 Č115	142,00	<None>	<Collection:>	0,000	179,40	366

522 of 522 elements displayed

Slika 27. Definiranje značajki vodoopskrbnog sustava preko opcije „Flex Table“

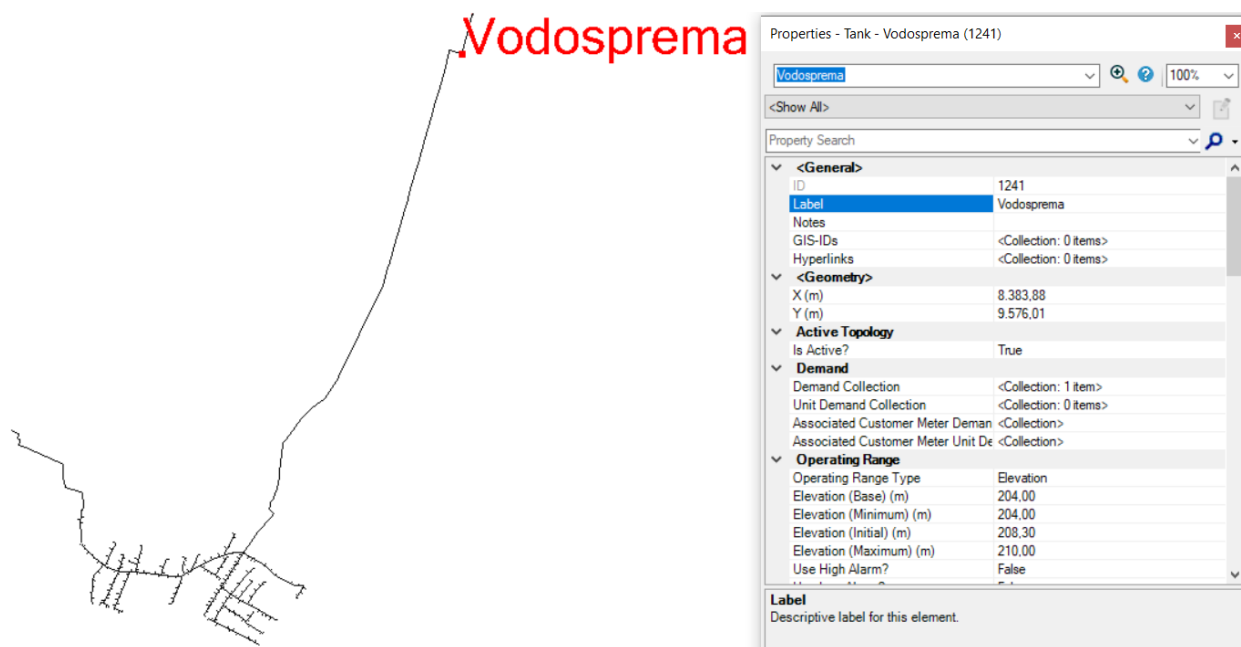
Potrošnja vode (uzorci) definira se putem opcije “Patterns Demands” unutar koje se u mapi “Hydraulic” definiraju satna potrošnja vode, potrošnja vode u industriji te satna potrošnja vode za požar (Slika 28.).



Slika 28. Definiranje potrošnje vode za industriju preko opcije „Patterns Demands“

8.3. Definiranje vodospreme unutar WaterCAD V8i programa

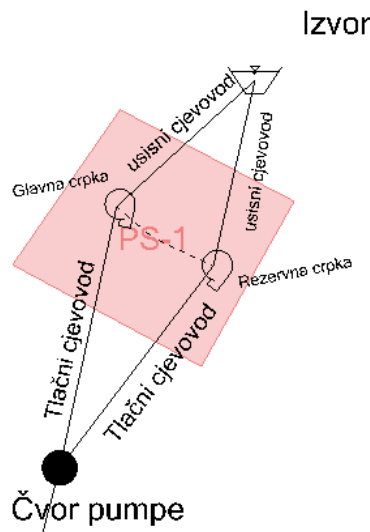
Da bi se uspostavio dovod vode kroz vodoopskrbnu mrežu do potrošača potrebno je osigurati potrebne količine vode, iz tog razloga postavlja se vodosprema koja će omogućiti kontinuiranu opskrbu vodom. Proračun vodospreme proveden je u Poglavlju 5. Unutar WaterCAD V8i programa vodosprema se definira preko opcije "Tank" gdje se pomoću "Properties" određuje nadmorska visina i promjer. Vodosprema je cilindričnog oblika, te se preko inicijalnog volumena od 1000 m³ i visine 6 metara odredio promjer od 14,56 m.



Slika 29. Definiranje vodospreme unutar vodoopskrbnog sustava pomoću „Properties“ opcije

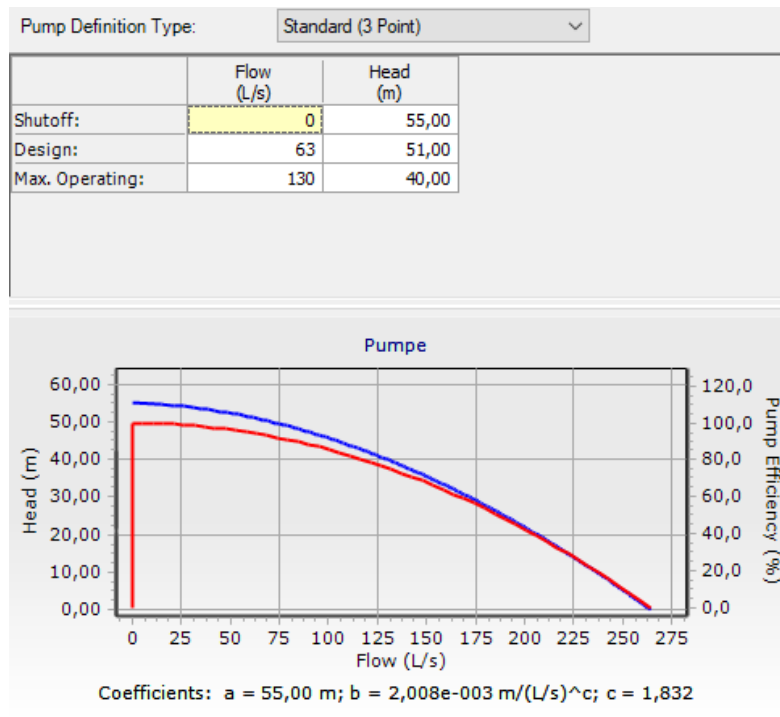
8.4. Definiranje crpne stanice unutar WaterCAD V8i programa

U Poglavlju 6. dimenzionirana je crpna stanica koja će se importirati u računalni program WaterCAD V8i. Ugrađene su dvije crpke od kojih je jedna glavna a druga rezervna. Svaka crpka mora protok od 63,19 l/s podići na visinu od 51 m. Crpka se u WaterCAD V8i program označuje s "Pump", te je uz crpku potrebno definirati izvor koji je označen sa "Reservoir" (Slika 30.). Izvoru i crpnoj stanici definirane su nadmorske visine.



Slika 30. Definiranje crpne stanice i izvora unutar WaterCAD V8i programa

Na Slici 31. plavom linijom prikazana je Q-H krivulja rada crpke, dok je crvenom linijom označena iskoristivost crpke.



Slika 31. Definiranje Q-H krivulje crpke unutar WaterCAD V8i programa

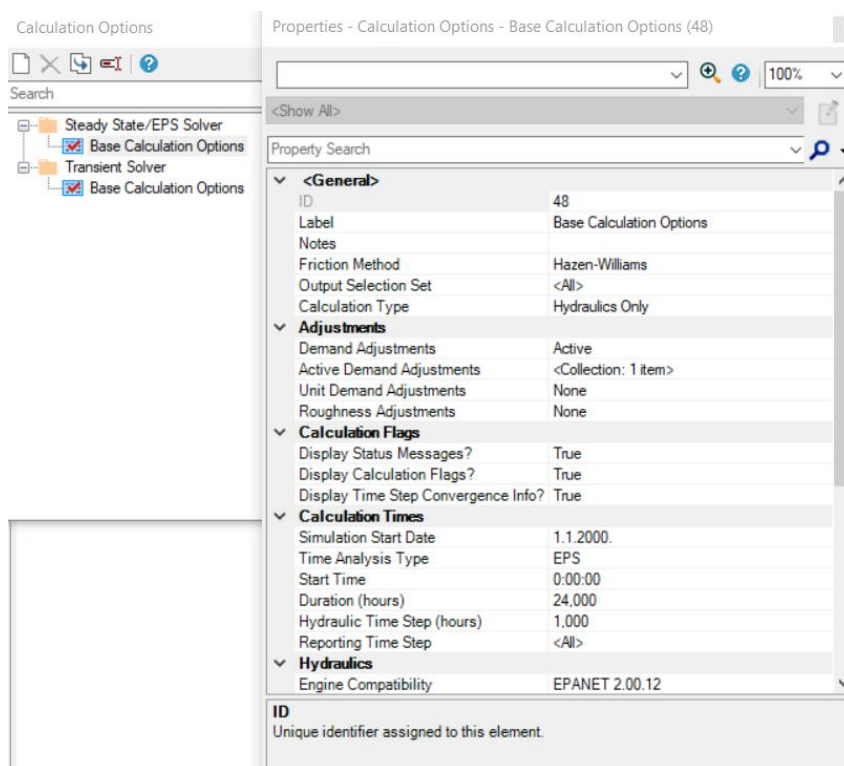
8.5. Postavljanje hidrantske mreže

Postavljanje hidrantske mreže definirano je u skladu s *Pravilnikom o gašenju požara (NN 8/06)* unutar kojeg je određena maksimalna udaljenost između dva hidranta koja iznosi 150 m, odnosno 300 m ukoliko je riječ o naseljima s pojedinačnim obiteljskim kućama. Hidranti trebaju biti udaljeni od građevina najmanje 5 m, ali ne više od 80 m. Svaki hidrant predstavlja vodovodnu armaturu koja omogućuje vatrogascima potrebnu količinu vode za gašenje požara, uz minimalni radni tlak od 2,5 bara. Za ovaj diplomski rad određena je minimalna količina vode koja iznosi 10 l/s za gašenje požara u naselju, dok je za gašenje požara u industriji potrebno 15 l/s.

Hidrantska mreža postavlja se unutar WaterCAD V8i programa preko izbornika "*Layout*" odabirom "*Hydrant*" pazeći pritom na dozvoljene udaljenosti koje su propisane Pravilnikom. Ugrađeno je ukupno 79 hidranata unutar vodoopskrbnog sustava.

9. HIDRAULIČKA ANALIZA PODMODELA IZRAĐENIH U WATERCAD V8i RAČUNALNOM PROGRAMU

Nakon što se u WaterCAD V8i zadaju svi ulazni parametri za vodoopskrbni sustav provodi se naredba “*Validate*” i kada se pojavi “*no problems were found*” znači da je mreža izbalansirana i da su svi podaci pravilno zadani. Zatim slijedi naredba “*Compute*” kojom se provodi simulacija odnosno vodoopskrbni sustav opskrbljuje se vodom nakon čega je moguće provesti daljnje analize i prikazati rješenja. U ovom radu provesti će se simulacija opskrbe potrošača vodom za 5 različitih varijanti. Prije nego se simulacija provede potrebno je definirati vremensko razdoblje za koje će se proračun provoditi. Na Slici 32. prikazano je da se unutar opcije “*Calculation options*” za “*Time analysis type*” odabere “*EPS*” (Prošireno simulacijsko razdoblje/period), a za vrijeme trajanja odabire se 24 h.



Slika 32. Odabir vrste hidrauličke analize (ESP) u WaterCAD V8i programu

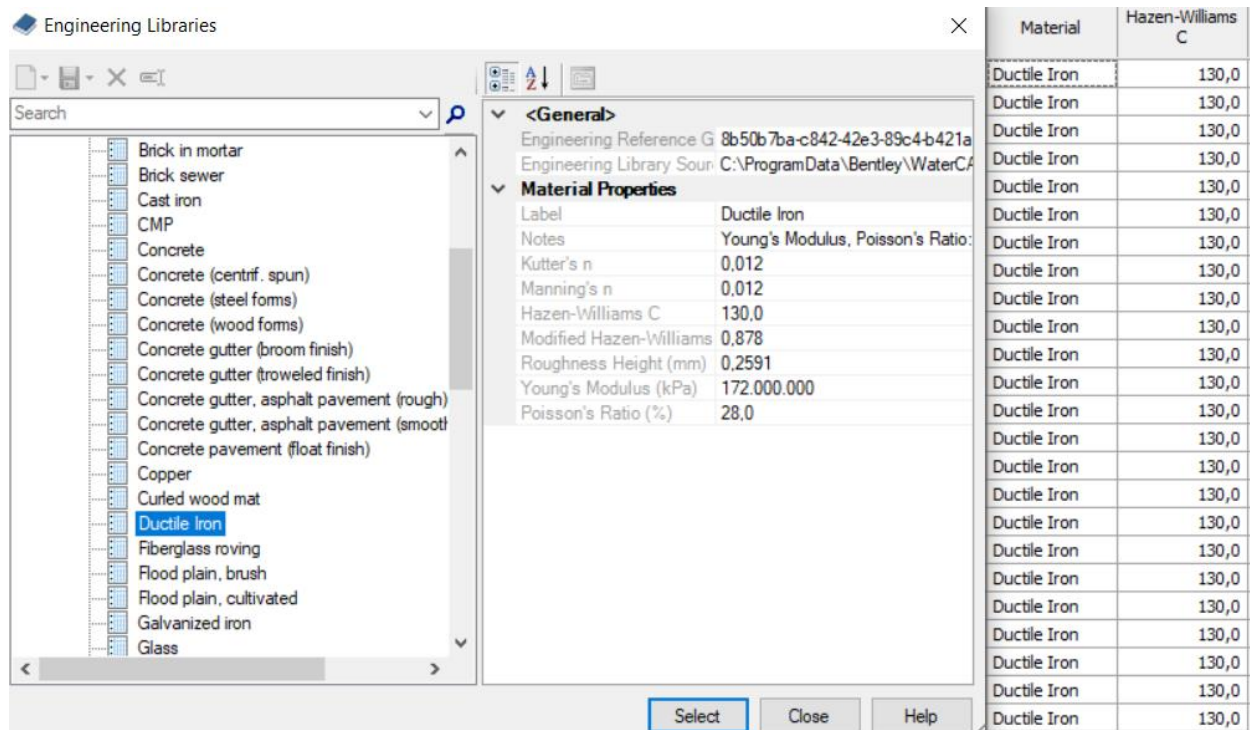
9.1. Dotok vode crpljenjem

Prva varijanta koja se provela unutar ovog modela je vezana za dotok crpljenjem. Mreža je postavljena na način da se voda od izvora dovodi putem tlačnog cjevovoda pomoću crpke koja je opisana u poglavlju 8.4. Da bi se uravnotežio dotok vode u vodospremu potrebno je zadati pravila rada crpke kojima se određuje granične vrijednosti. Na Slici 33. može se vidjeti da se crpka pali kada razina vode u vodospremi padne ispod 3 m te da kad voda u vodospremi dođe na visinu od 4,29 m crpka prestaje pumpati vodu. Granične vrijednosti rada crpke unutar WaterCAD V8i programa zadaju se pod opcijom "Components-Controls". Razlog zašto je odabrana vrijednost od 3 m je zato što se vodosprema nalazi na koti od 204 m n.m. i ukoliko je zadano da se crpka pali kada vrijednost vode u vodospremi padne ispod kote 207 m n.m. osiguravamo da vodosprema nikada ne ostane bez vode, odnosno da će za opertivnu, sigurnosnu i protupožarnu rezervu u vodospremi uvijek biti dovoljno vode. Budući da je za opskrbu vodoopsrbnog sustava potrebna razina vode u vodospremi na koti od 208,30 m n.m. postavlja se granica od 4,29 kako nebi došlo do prepumpavanja vodospreme, a zadržati će se potrebna razina vode.

In Active Control Set	Control Type	Priority	If Composite	If	If Type	If Element ID	If Element	If Setting	If Operator	Value
<input checked="" type="checkbox"/>	Simple		<input type="checkbox"/>	If	System			Time From Start (hours)	=	0,000
<input checked="" type="checkbox"/>	Logical	<default>	<input type="checkbox"/>	If	Tank	587	589	Level (m)	<	3,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Logical	<default>	<input type="checkbox"/>	If	Tank	587	589	Level (m)	>=	4,29

Slika 33. Odabir vrste hidrauličke analize u WaterCAD V8i za rad crpki u sustavu

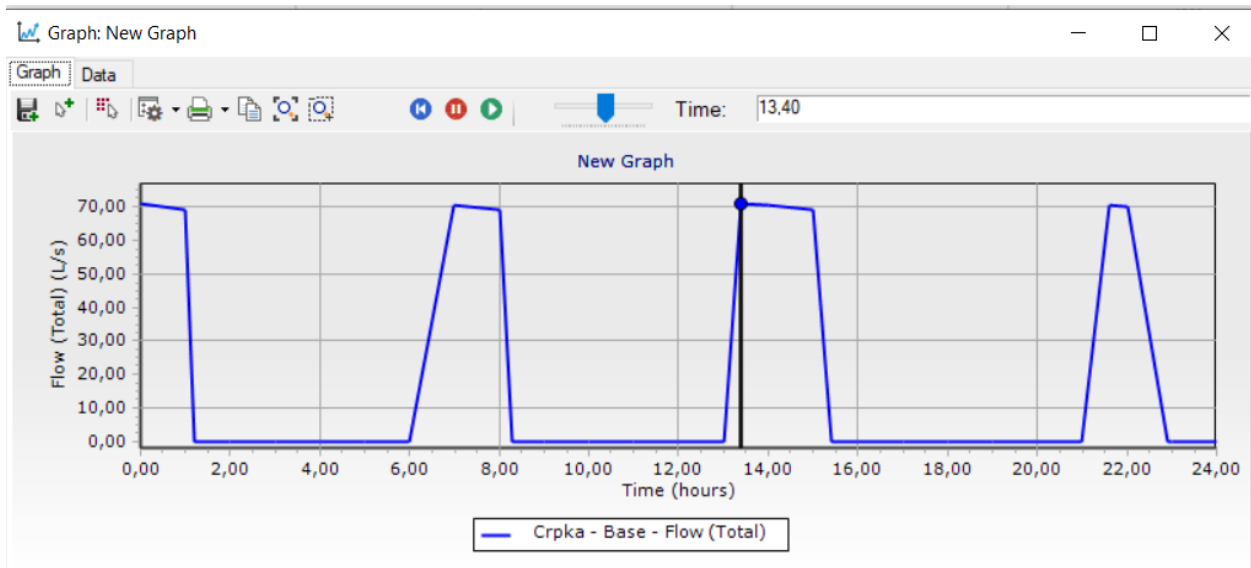
U ovoj varijanti odabrane su lijevano-željezne cijevi za koje se usvaja hidraulička hrapavost od $C=130$ prema kriteriju od Hazen-Williamsu. Odabir vrste cijevi vrši se unutar opcije "Flex-Tables" (prikazano na Slici 34.).



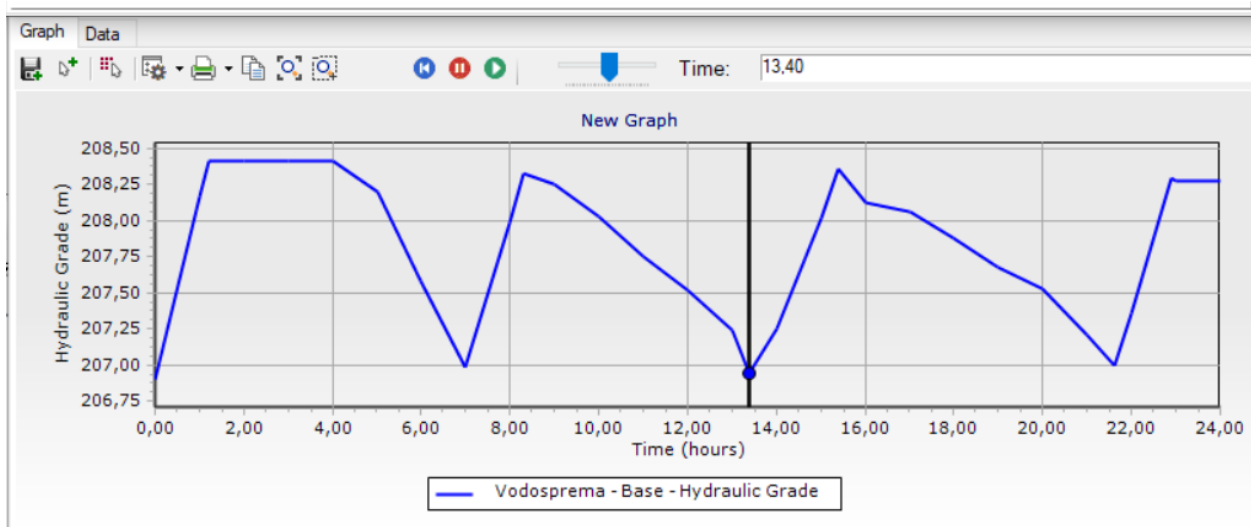
Slika 34. Odabir vrste cijevi za dani vodoopskrbni sustav

Na Slikama 35. i 36. grafički je prikazana usporedba rada crpke i razine vode u vodospremi za period od 24 h. Na gornjem dijelu slike grafikon prikazuje rad crpke iz čega se može uočiti da se crpka uključuje u periodima kada se u vodospremi pojavi pražnjenje. Donji dio slike prikazuje razinu vode u vodospremi i može se vidjeti da se u 13:40 h pojavljuje najveća potrošnja vode, to je period za koji ćemo nadalje prikazati dobivene vrijednosti protoka i tlakove. Koristeći opciju "Color coding" moguće je prikazati protoke po dionicama. Kako je ranije navedeno prikaz rezultata vrši se u period maksimalne potrošnje vode. Slika 37. prikazuje vrijednosti protoka po dionicama, promatrajući boje na dionicama i zadane granice za svaku boju može se uočiti da je većina sustava u zelenom, odnosno da su protoci manji od 7,5 l/s. Par glavnih dionica ima protok između 15 i 25 l/s. Na dovodnom cjevovodu od vodospreme do vodoopskrbnog sustava protok iznosi 41,73 l/s, dok je na tlačnoj dionici između crpke i vodospreme vrijednost od 70,67 l/s. Usporedbe radi, na Slici 38. prikazane su vrijednosti protoka u 24:00 h, gdje se može vidjeti da je na cijelom sustavu

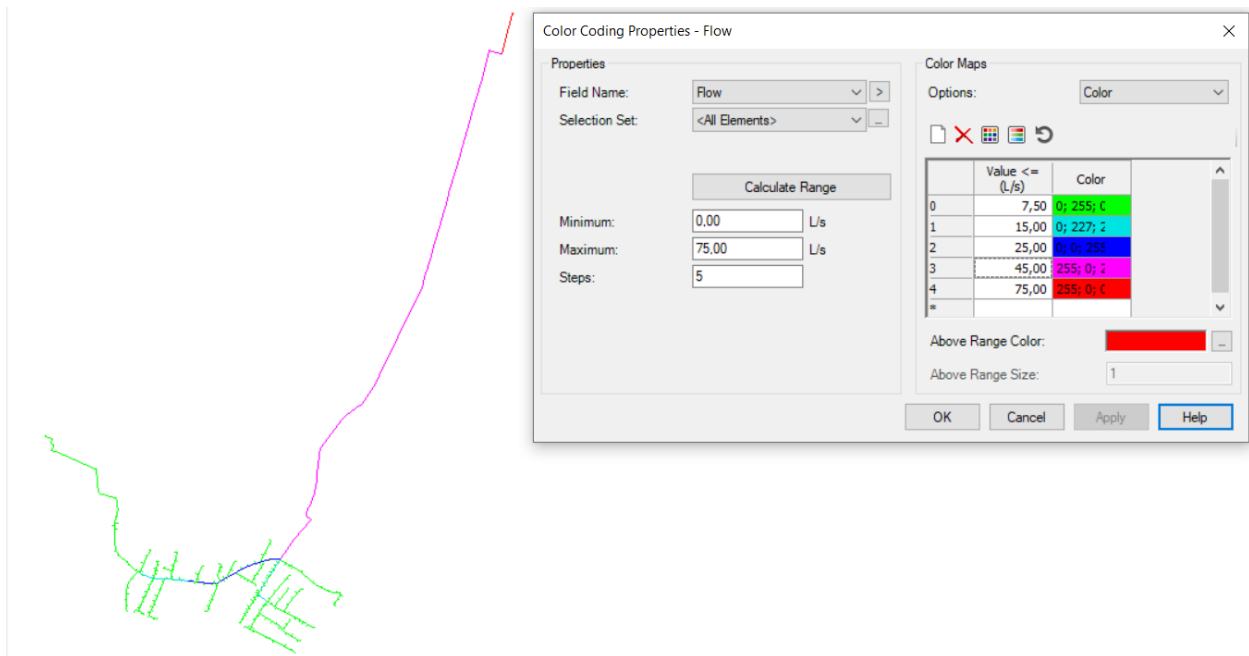
vrijednost protoka 0 l/s. Također u prilogu 7 može se vidjeti prikaz vodoopskrbnog sustava pomoću opcije "Color Coding". Razlog tome je što u tom periodu nije definirana potrošnja vode, a crpka ne radi jer je vodosprema puna.



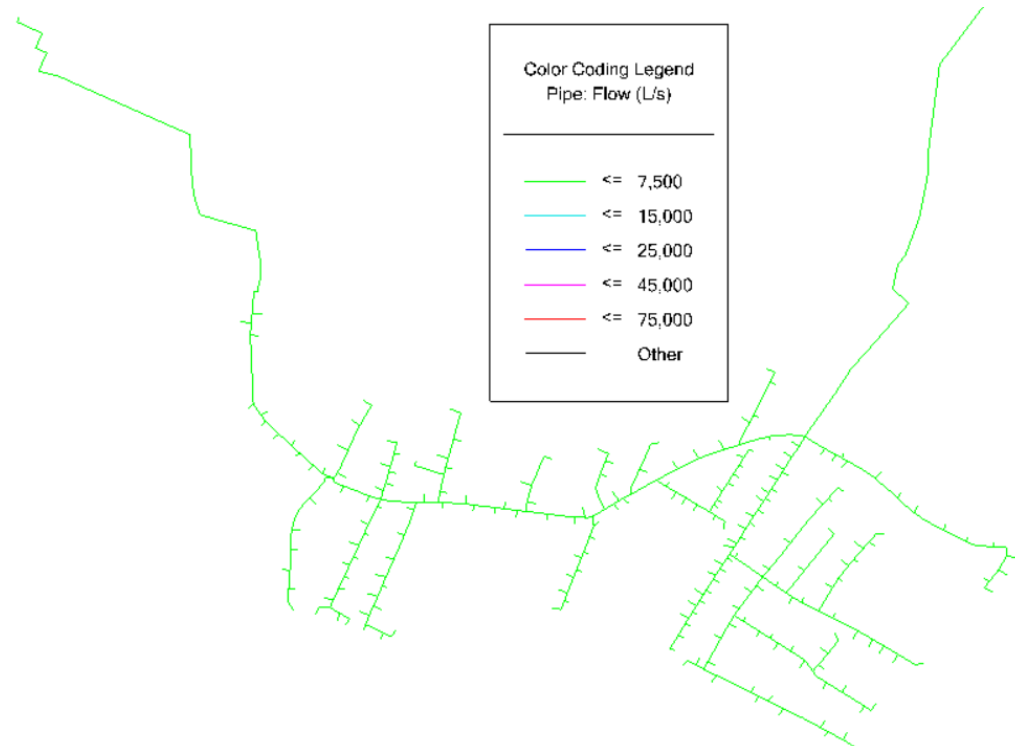
Slika 35. Grafički prikaz rada crpke u periodu od 24 h



Slika 36. Grafički prikaz rada vodospreme u periodu od 24 h



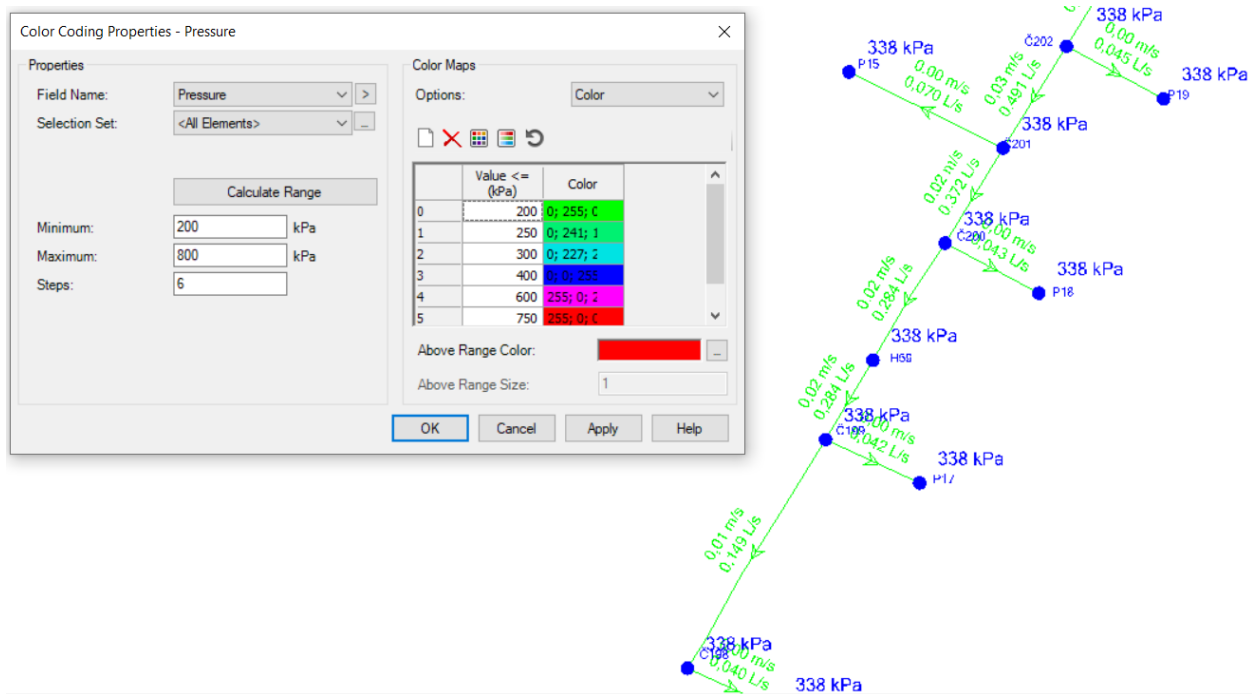
Slika 37. Prikaz protoka pomoću "Color Coding" opcije za 13:40 h



Slika 38. Prikaz protoka pomoću "Color Coding" za 24:00 h

Za regulaciju radnih tlakova na ulazu u naselje ispred čvora Č-124 ugrađen reducer ventil (PRV-1) na kojem je definiran izlazni radni tlak od 3,4 bara.

Za analizu radnih tlakova odabran je rubni dio sustava od čvora Č202 do čvora Č198. Kao i za prikazivanje vrijednosti protoka korištena je opcija "Color Coding" za prikaz radnih tlakova. Postavljene su rubne granice od 200 i 700 kPa odnosno 2,0 i 7,5 bara. Optimalno bi bilo da je tlak u interval od 3 do 5 bara. Na promatranoj dionici tlakovi zadovoljavaju (Slika 39.). Na Slici 40. pomoću "Flex Table" opcije prikazani su radni tlakovi za ostatak sustava i može se uočiti da radni tlakovi zadovoljavaju u cijelom sustavu.



Slika 39. Prikaz radnih tlakova pomoću "Color Coding" opcije

FlexTable: Junction Table (Current Time: 13,400 hours) (Crpljenje Var 1.wtg)

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (kPa)
124: Č123	124	Č123	143,00	<None>	<Collection:	0,00	179,90	361
125: Č122	125	Č122	143,00	<None>	<Collection:	0,00	179,89	361
126: Č121	126	Č121	142,00	<None>	<Collection:	0,00	179,89	371
127: Č120	127	Č120	141,00	<None>	<Collection:	0,00	179,64	378
128: Č221	128	Č221	141,64	<None>	<Collection:	0,00	179,62	372
129: Č119	129	Č119	142,00	<None>	<Collection:	0,00	179,62	368
130: Č118	130	Č118	142,49	<None>	<Collection:	0,00	179,63	363
131: Č117	131	Č117	143,00	<None>	<Collection:	0,00	179,61	358
132: Č116	132	Č116	143,00	<None>	<Collection:	0,00	179,43	356
133: Č115	133	Č115	142,00	<None>	<Collection:	0,00	179,40	366
134: Č114	134	Č114	139,61	<None>	<Collection:	0,00	179,40	389
135: Č113	135	Č113	142,33	<None>	<Collection:	0,00	179,40	363
136: Č112	136	Č112	141,55	<None>	<Collection:	0,00	179,40	370
137: Č111	137	Č111	141,00	<None>	<Collection:	0,00	179,39	376
138: Č108	138	Č108	142,00	<None>	<Collection:	0,00	179,36	365
139: Č220	139	Č220	141,00	<None>	<Collection:	0,00	179,27	374
140: Č109	140	Č109	138,34	<None>	<Collection:	0,00	179,19	400
141: Č110	141	Č110	126,65	<None>	<Collection:	0,00	179,09	513
142: Č107	142	Č107	124,61	<None>	<Collection:	0,00	179,03	532
143: Č106	143	Č106	126,59	<None>	<Collection:	0,00	178,97	512
144: Č105	144	Č105	128,60	<None>	<Collection:	0,00	178,90	492
145: Č104	145	Č104	130,73	<None>	<Collection:	0,00	178,83	470
146: Č103	146	Č103	133,12	<None>	<Collection:	0,00	178,76	446
147: Č102	147	Č102	146,00	<None>	<Collection:	0,06	180,18	334
148: Č101	148	Č101	148,00	<None>	<Collection:	0,04	181,25	325
149: Č100	149	Č100	150,00	<None>	<Collection:	0,20	182,07	314
150: Č219	150	Č219	148,00	<None>	<Collection:	0,06	182,06	333
151: Č99	151	Č99	148,00	<None>	<Collection:	0,11	182,06	333
152: Č98	152	Č98	148,00	<None>	<Collection:	0,10	182,06	333
153: Č97	153	Č97	148,00	<None>	<Collection:	0,05	182,06	333
154: Č96	154	Č96	149,00	<None>	<Collection:	0,09	182,06	323
155: Č95	155	Č95	148,00	<None>	<Collection:	0,24	181,86	331
156: Č94	156	Č94	147,00	<None>	<Collection:	0,07	181,63	339
157: Č93	157	Č93	147,00	<None>	<Collection:	0,26	181,63	339
158: Č92	158	Č92	147,00	<None>	<Collection:	0,06	181,63	339
159: Č91	159	Č91	148,00	<None>	<Collection:	0,03	181,20	325
160: Č90	160	Č90	147,00	<None>	<Collection:	0,17	181,63	339
161: Č218	161	Č218	147,00	<None>	<Collection:	0,22	181,63	339
162: Č89	162	Č89	147,00	<None>	<Collection:	0,11	181,51	338

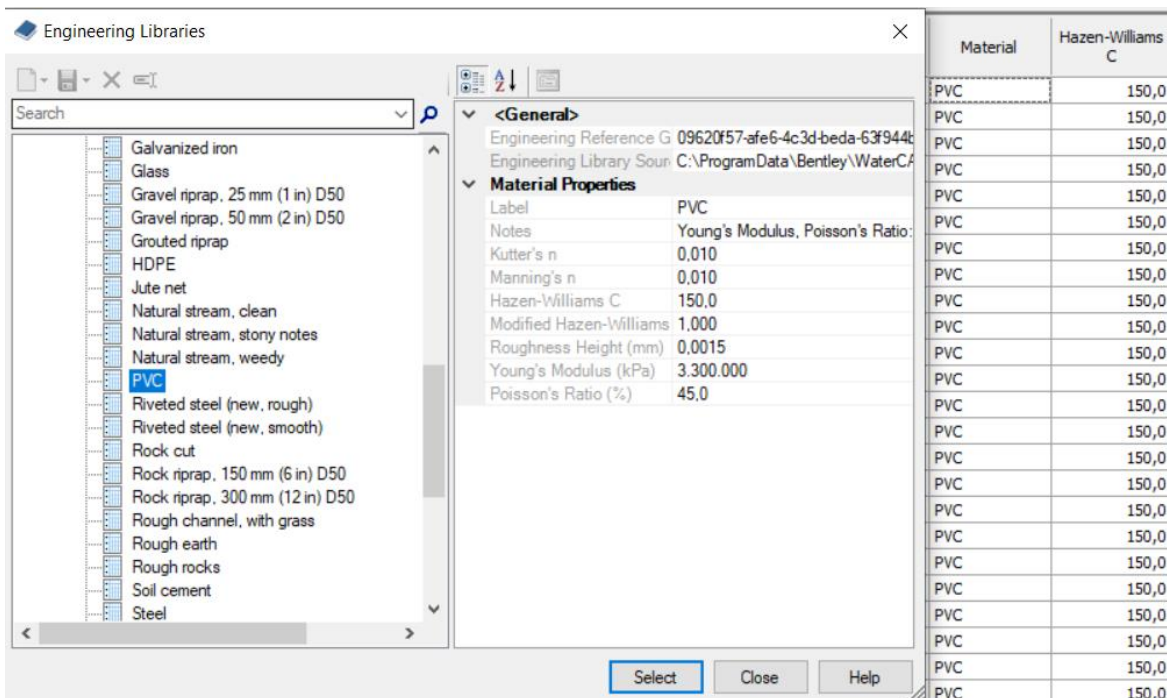
Slika 40. Prikaz tlakova pomoću "Flex Table" opcije na danom vodoopskrbnom sustavu

9.1.1. Dotok vode crpljenjem - PVC cijevi

U ovom poglavlju obrađena je varijanta dotoka crpljenjem, ali umjesto lijevano-željeznih cijevi korištene su PVC cijevi. Prema Tablici 14. odabrana je hidraulička hrapavost od $C=150$ po Hazen Williamsu za PVC cijevi. Na Slici 41. Prikazana je "Flex Table" sa usvojenim promjenama.

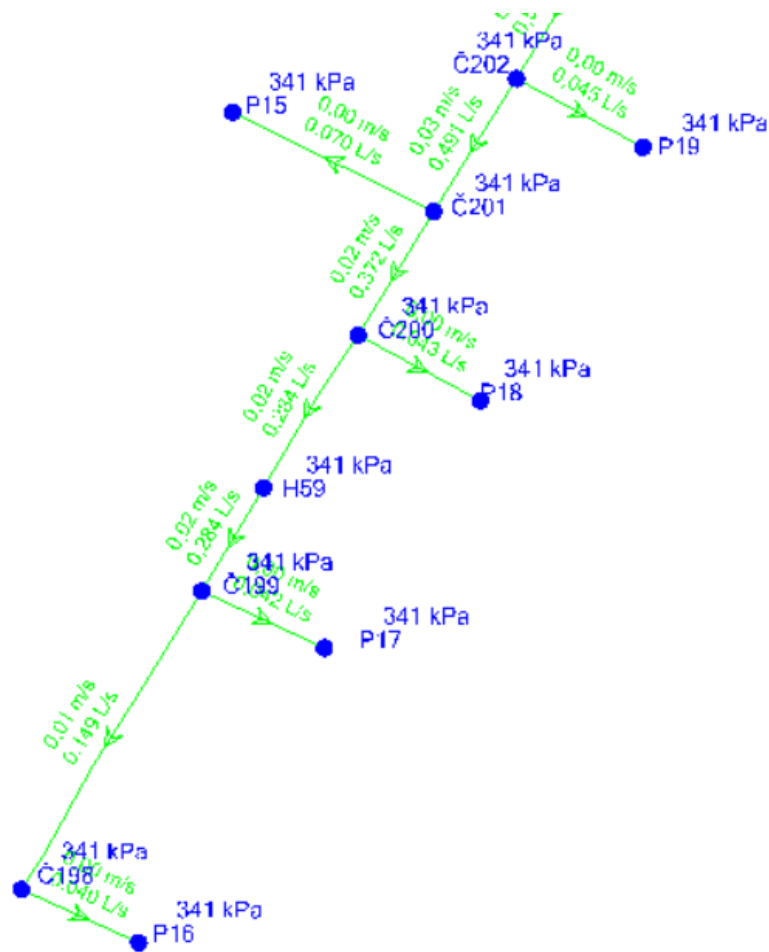
Tablica 14. Hidraulička hrapavosti s obzirom na vrstu cijevi [13]

Materijal cijevi	Koeficijent hrapavosti po Hazen-Williamsu [C]	Koeficijent hrapavosti po Darcy-Weibach [v]	Manningovs koeficijent hrapavosti [n]
Lijevano željezne	130-140	0,85	0,012-0,015
Betonske	120-140	1,0-10	0,012-0,017
Pocinčane	120	0,5	0,015-0,017
PVC	140-150	0,005	0,011-0,015
Čelične	140-150	0,15	0,015-0,017



Slika 41. Odabir PVC cijevi u novom hidrauličkom modelu unutar WaterCAD V8i programa

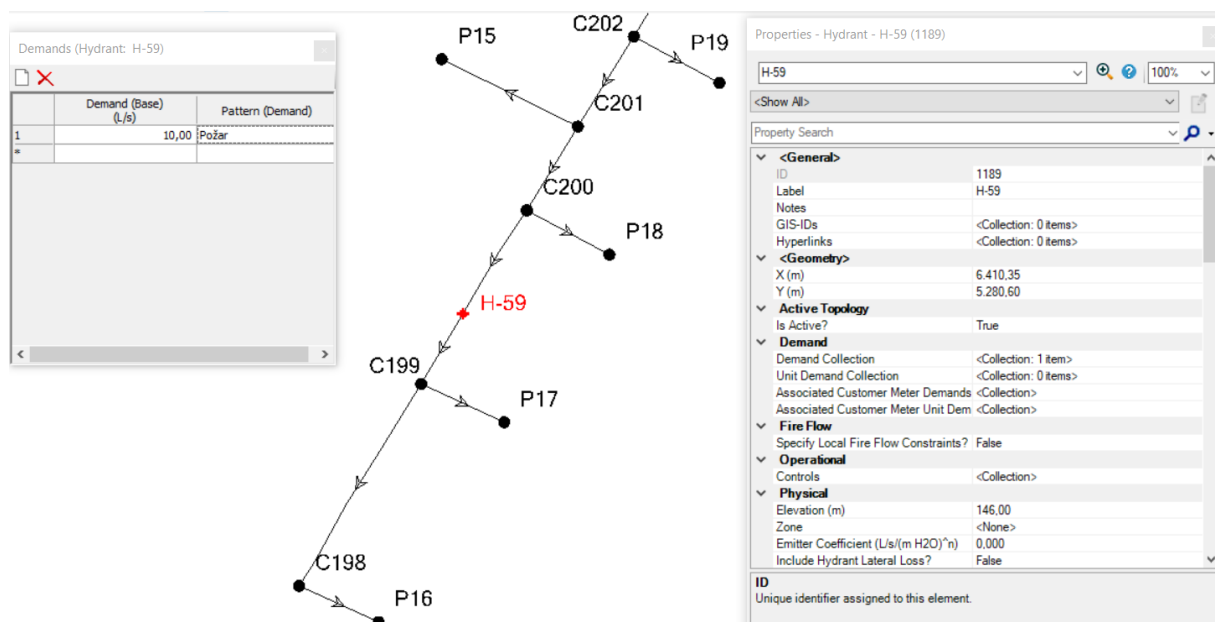
Promatrajući dobivene vrijednosti na slikama 39. i 42. može se uočiti da nije došlo do promjene protoka i brzine strujanja u cijevima. Uočena je promjena radnih tlakova, konkretno ako se promatra čvor Č199 na Slici 39. kada su korištene lijevano-željezne cijevi tlak iznosi 338 kPa (3,38 bara) dok na Slici 42. kod korištenja PVC cijevi tlak na čvoru Č199 iznosi 341 kPa (3,41 bara). Dolazi se do zaključka da promjena hrapavosti cijevi ne utječe značajno na promjenu protoka i brzine, ali dovodi do promjene radnih tlakova.



Slika 42. Prikaz radnih tlakova, brzine i protoka na promatranoj dionici Č202-Č198

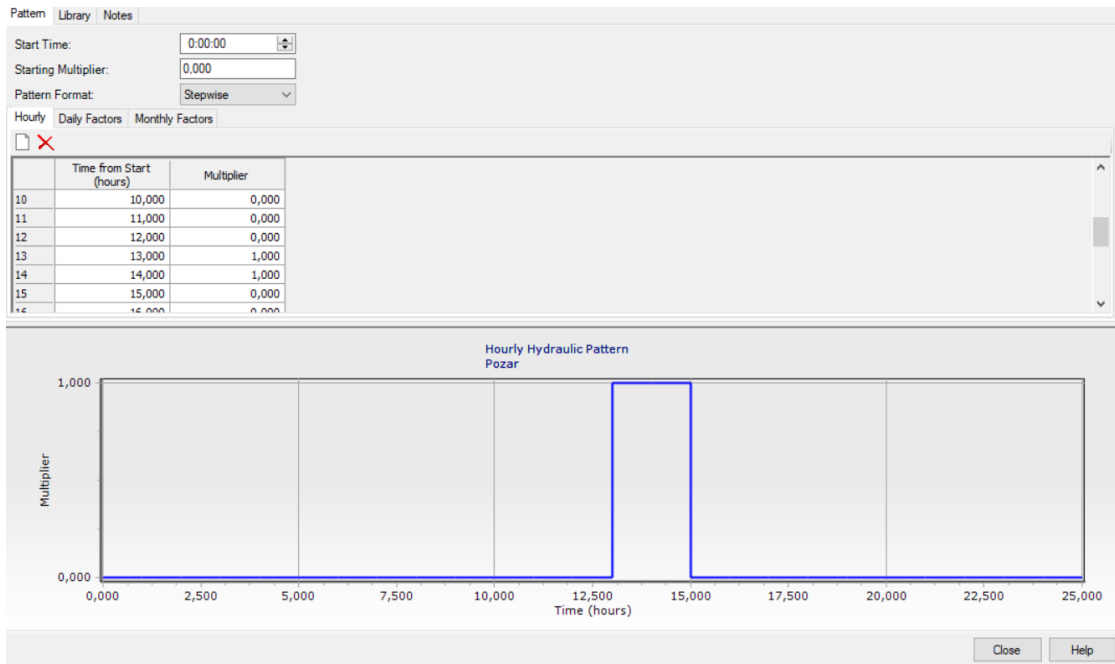
9.2. Scenarij 1 – požar hidrant H-59

Prema pravilniku za gašenje požara u poglavlju 3.8. za promatrano područje usvojeno je da se u naselju javlja 1 istovremeni požar s trajanjem od 2 h i potrebnim protokom za gašenje požara od 10 l/s. Radi usporedbe rezultata odabire se već analizirana dionica u prethodnim poglavljima. Na toj dionici nalazi se hidrant H-59 čije je postavljanje opisano u poglavlju 8.5. Položaj hidranta kao i zadani protok prikazani su na Slici 43. Putem opcije "Pattern Demand" požar je zadan u periodu kada se tijekom dana javlja najveća potrošnja vode kako bi se dobio najnepovoljniji slučaj (prikazano na Slici 44.).

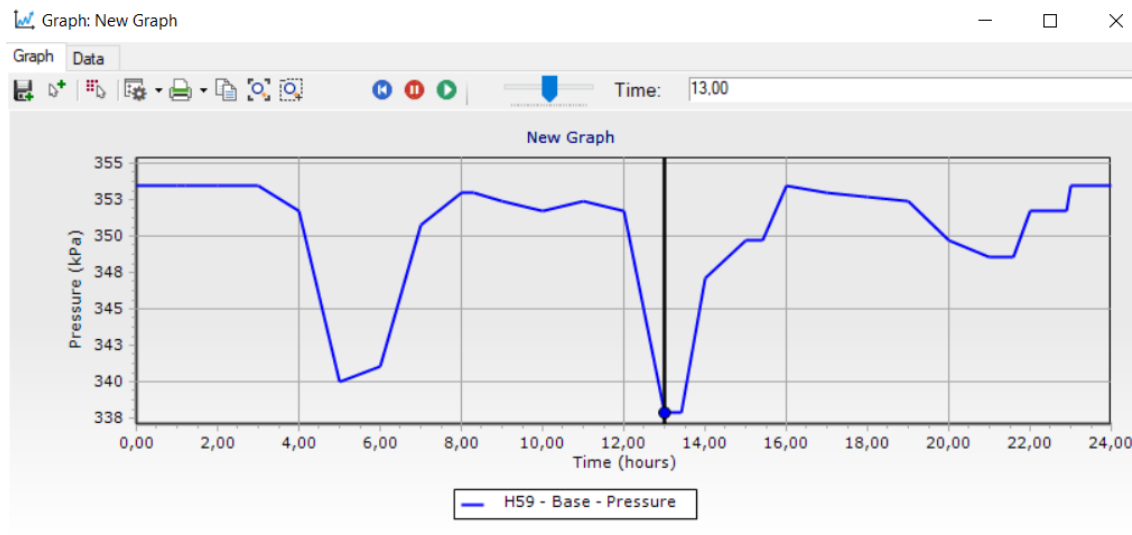


Slika 43. Zadavanje hidranta H-59 unutar vodoopskrbnog sustava

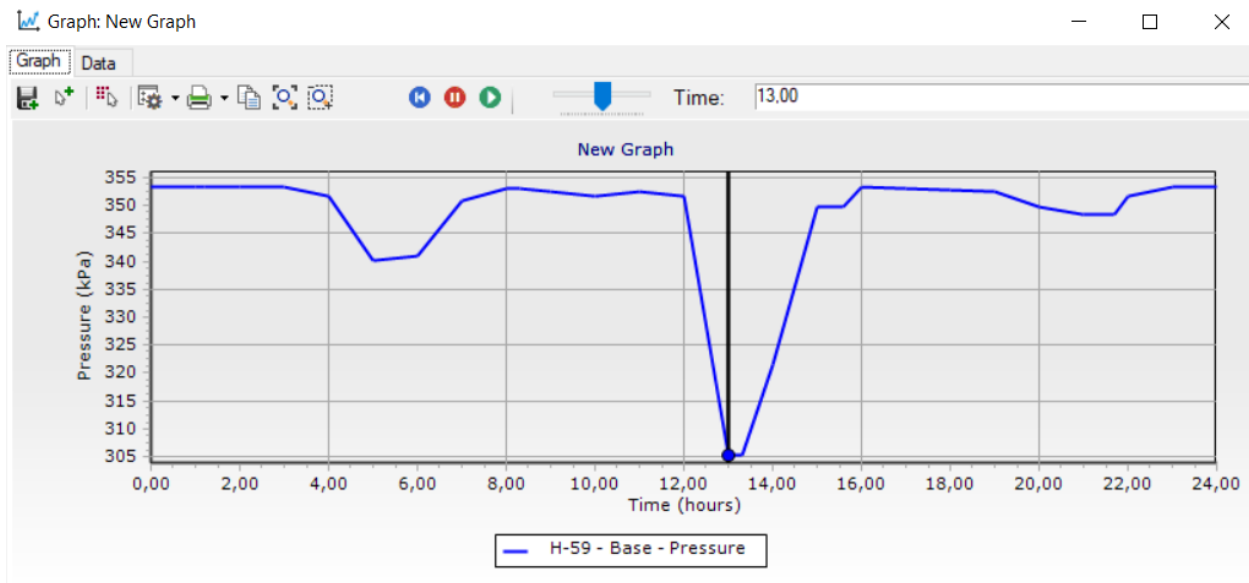
Na Slici 45. prikazan je tlak u hidrantu H-59 za varijantu iz poglavlja 9.1., odnosno kada nema požara u sustavu. Sa grafikona se može vidjeti da su radni tlakovi u dozvoljenim granicama. Nakon simulacije požara na hidrantu H-59 dolazi do promjene radnog tlaka koja je prikazana na Slici 46.



Slika 44. Zadavanje perioda požara putem opcije "Pattern"

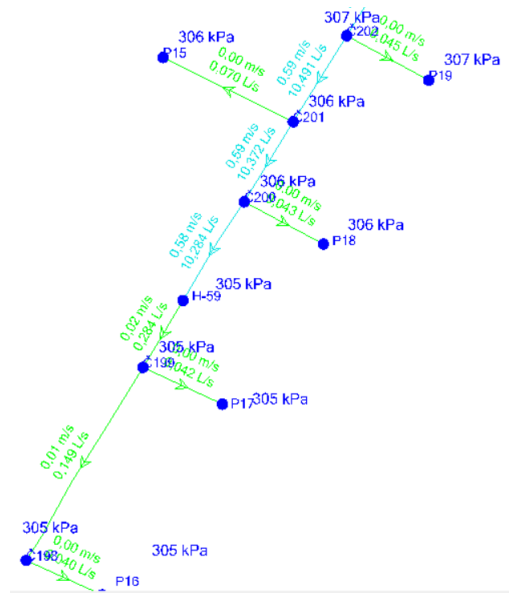


Slika 45. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-59 bez požara



Slika 46. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-59 sa uključenom količinom vode za gašenje požara

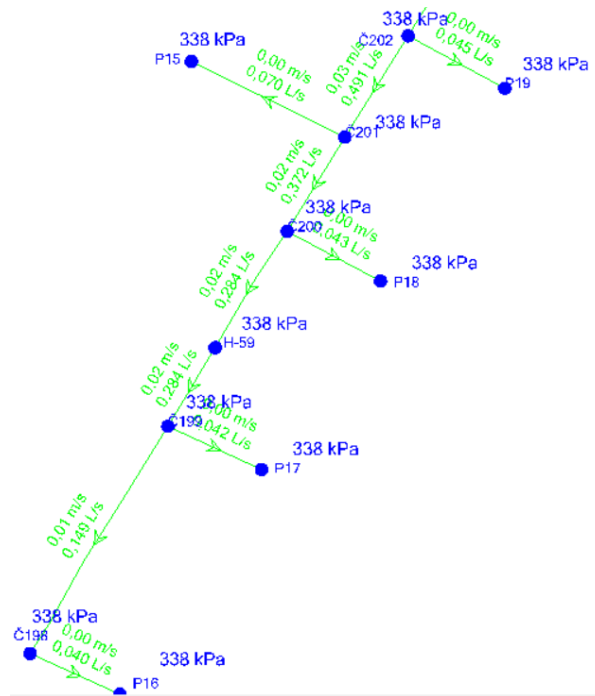
Promjena brzine, protoka i radnih tlakova na promatranoj dionici prikazana je na Slici 47. Sa slike se može uočiti da je došlo do promjene u odnosu na varijantu bez požara. Radni tlakovi su na promatranoj dionici kao i na cijelom sustavu ostali u dozvoljenim vrijednostima što znači da vodoopskrbni sustav funkcioniра i da jedan požar u trajanju od 2 h neće ugroziti distribuciju vode do potrošača. Prilog 10. pomoću opcije "Color Coding" prikazuje protoke na cjelokupnom sustvu za vrijeme požara, te se može uočiti povećanje protoka za vrijednost od 10 l/s na dionici od vodospreme do hidranta H-57 u odnosu na protok za istu dionicu u periodu bez požara (Slika 37.).



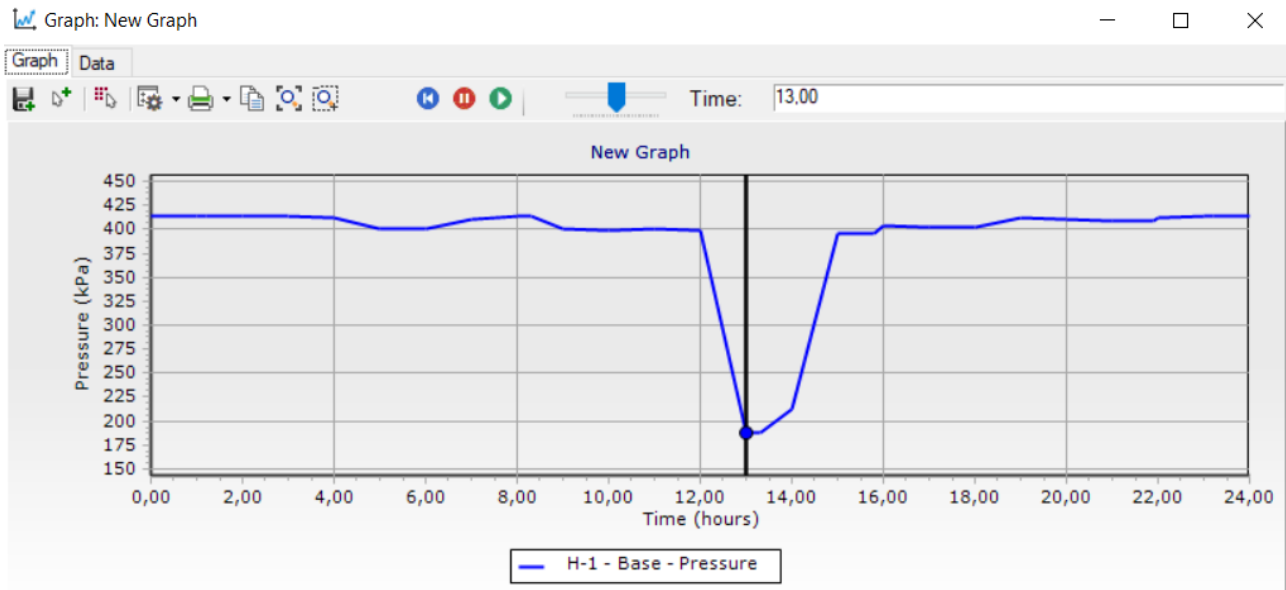
Slika 47. Prikaz radnih tlakova, brzine i protoka na promatranoj dionici Č202-Č198 za vrijeme požara

9.2.1. Scenarij 2 - gašenje požara u industriji

U ovom poglavlju simulira se potrebna količina vode za gašenje požara u industriji. Prema pravilniku odabire se jedan požar u trajanju od 2 sata za čije gašenje je potrebno osigurati 15 l/s vode. Požar se postavlja u periodu dana kada je u sustavu najveća potrošnja vode od od 13 do 15 h. Najprije je potrebno pogledati kako požar utječe na cjelokupni sustav. Na Slici 48. može se vidjeti da na promatranoj dionici u usporedbi sa Slikom 39. nije došlo do promjene brzine, protoka i radnih tlakova što znači da sustav dalje nesmetano funkcioniра. Prilog 11. prikazuje cjelokupni sustav u periodu kada se u industriji javlja požar, može se uočiti da su tlakovi na cjelokupnom sustavu zadovoljavajući osim na hidrantu H-1 koji se koristi za gašenje požara kao i u samoj industriji. Radni tlakovi su ispod dozvoljene minimalne vrijednosti od 2,5 bara. Da bi se radni tlak na hidrantu doveo unutar dozvoljenih granica treba paziti da radni tlak na čvoru Č2 ne bude iznad maksimalne dozvoljene granice.

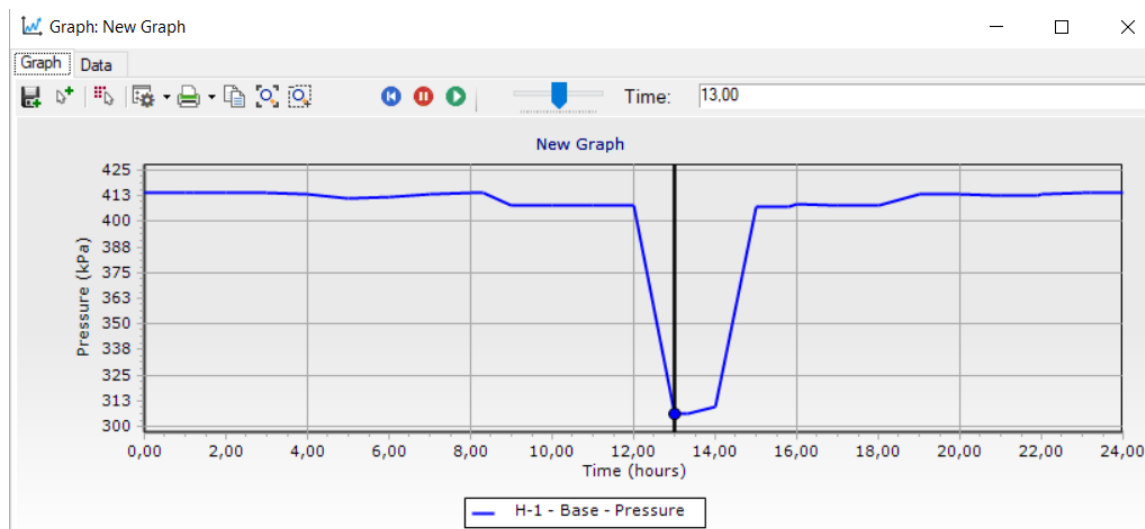


Slika 48. Prikaz protoka, brzine i radnih tlakova na promatranoj dionici Č202-Č198 za vrijeme gašenja požara u industriji



Slika 49. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-1 uslijed gašenja požara

Radni tlak na hidrantu H-1 grafički je prikazan na Slici 49. i može se vidjeti da je tlak tokom dana u dozvoljenim granicama, ali za vrijeme požara padne ispod dopuštenih 2,5 bara. Da bi se radni tlak na hidrantu održao u dopuštenim granicama, a radni tlak na čvoru Č2 ne premaši dozvoljenu maksimalnu vrijednost odabire se druga varijanta. Na dionicama od vodospreme do čvora Č-5 promjer cijevi se povećava na 300 mm. Povećanjem promjera cijevi za isti protok smanjuju se gubici po metru dužnom cjevovoda. Promjena promjera cijevi rezultirala je povećanjem radnog tlaka na hidrantu H-1. Na Slici 50. može se vidjeti da je radni tlak za vrijeme požara iznad minimalne vrijednosti.

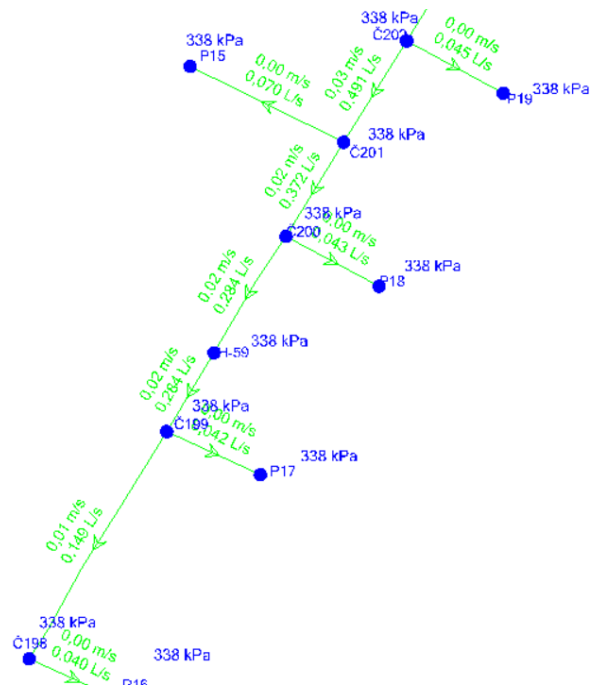


Slika 50. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-1 uslijed gašenja požara

Sada kada radni tlak na hidrantu zadovoljava potrebno je provjeriti radne tlakove na ostatku vodoopskrbnog sustava. Na Slici 51. prikazani su tlakovi na čvoru Č2, industriji i čvoru Č5 te se može uočiti da su vrijednosti u dopuštenim granicama. Na kraju provedena je usporedba sa promatranom dionicom koja je analizirana u ostalim varijantama, te se sa Slike 52. može uočiti da promjena promjera cijevi na dionicama od vodospreme do čvora Č5 i primjena gašenja požara u industriji nisu uzrokovali promjene na analiziranoj dionici.



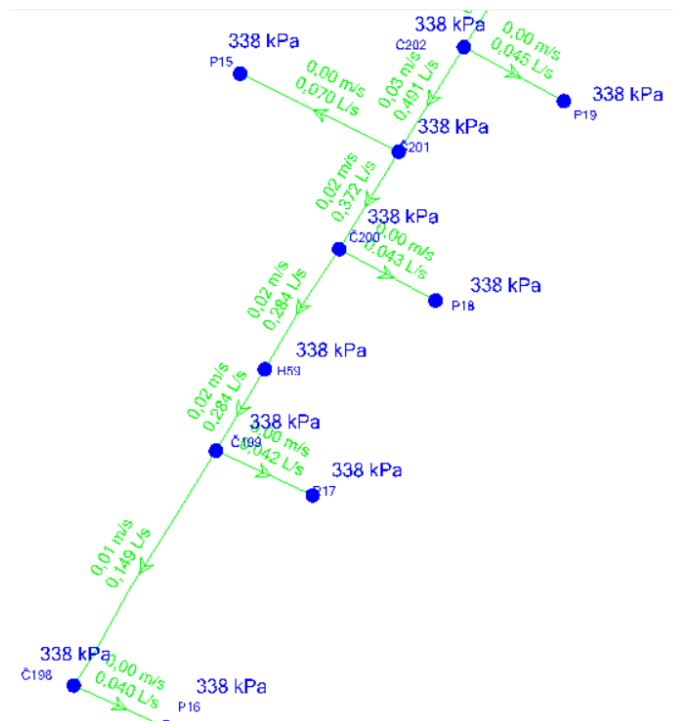
Slika 51. Prikaz radnih tlakova na sustavu za vrijeme gašenja požara u industriji



Slika 52. Prikaz protoka, brzine i radnih tlakova na promatranoj dionici Č202-Č198 za vrijeme gašenja požara u industriji

9.3. Gravitacijski dotok

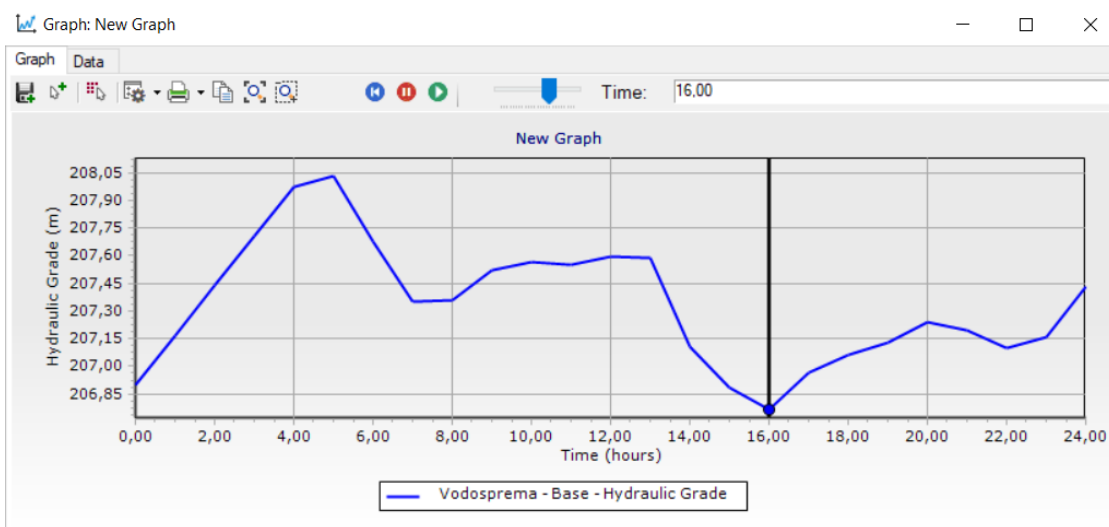
U ovom poglavlju odabrana je varijanta dotoka vode u vodospremu gravitacijskim dotokom što znači da je crpka iz Poglavlja 9.1 maknuta iz sustava, dok je izvor pomaknut na visinu od 250 m n.m. Na slici 53. nalazi se promatrana dionica Č202-Č198, te u uspoređi sa slikom 39. iz Poglavlja 9.1. "Dotok crpljenjem" nisu uočene promjene na protocima, brzinama i radnim tlakovima. Razlog tome je što se promjena u sustavu dogodila samo na dovodnom cjevovodu u vodospremu, dok je ostatak sustava nakon vodospreme ostao nepromijenjen te slika 53. potvrđuje da nije došlo do značajnih promjena.



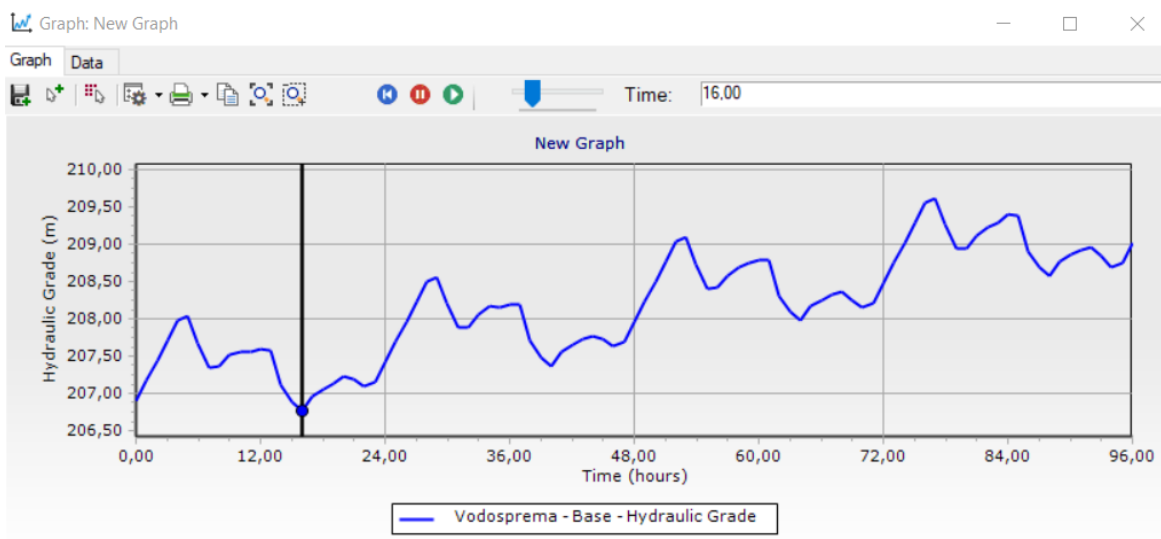
Slika 53. Prikaz radnih tlakova, brzine i protoka na promatranoj dionici Č202-Č198

Budući da vodocrpilište koje opskrbljuje Bjelovar vodom ima izdašnost od 210 l/s, što je za analizirano područje previše, na dovodni cjevovod ugrađen je FCV ventil koji regulira protok na zadanu vrijednost. Analizom vodoopskrbnog sustava utvrđeno je da je dovoljno 15 l/s. Na dionici od vodospreme do opskrbnog područja protok je 41,73 l/s što iznosi jednako kao i poglavlju 9.1., to nam ukazuje da promjena dotoka vode u vodospremu bilo

da se radi o dotoku crpljenjem ili gravitacijskom dotoku ne utječe na potrošače. Grafikon na Slici 54. prikazuje razinu vode u vodospremi u periodu od 24 h. S grafikona se može uočiti niska razina vode u 16 h. Da bi bili sigurni da neće doći do pražnjenja vodospreme provedena je simulacija za 96 h razdoblje koja je grafički prikazana na Slici 55. sa koje se može vidjeti da neće doći do nestanka (manjka) vode u vodospremi i da je protok od 15 l/s na FCV ventilu dovoljan za normalno funkcioniranje sustava.



Slika 54. Grafički prikaz razine vode u vodospremi za 24 h



Slika 55. Grafički prikaz razine vode u vodospremi za 96 h

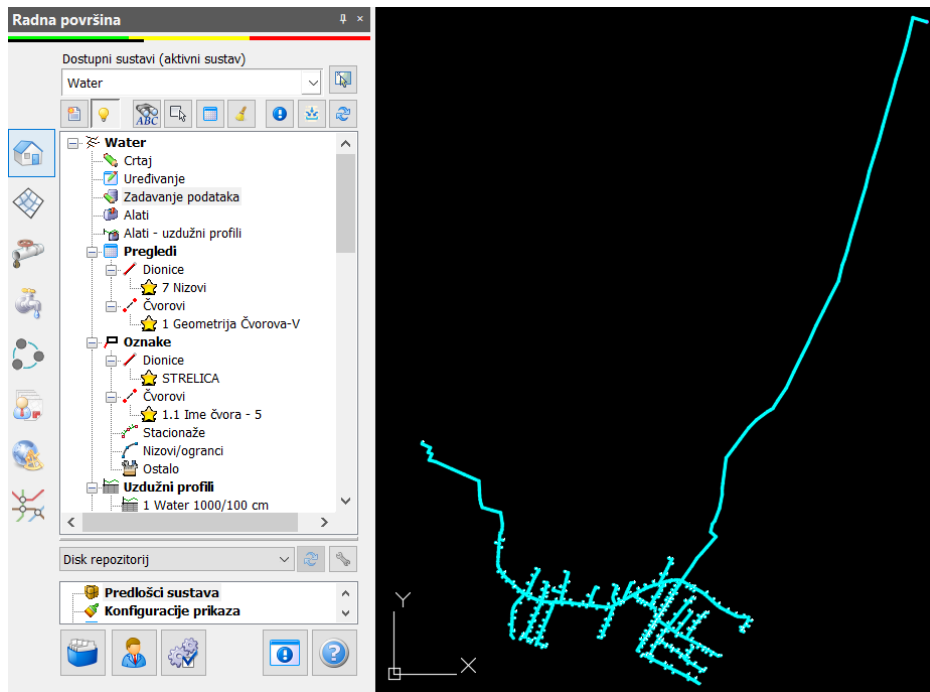
10. PRIMJENA URBANO HYDRA RAČUNALNOG PROGRAMA

10.1. Općenito o Urbano Hydra računalnom programu

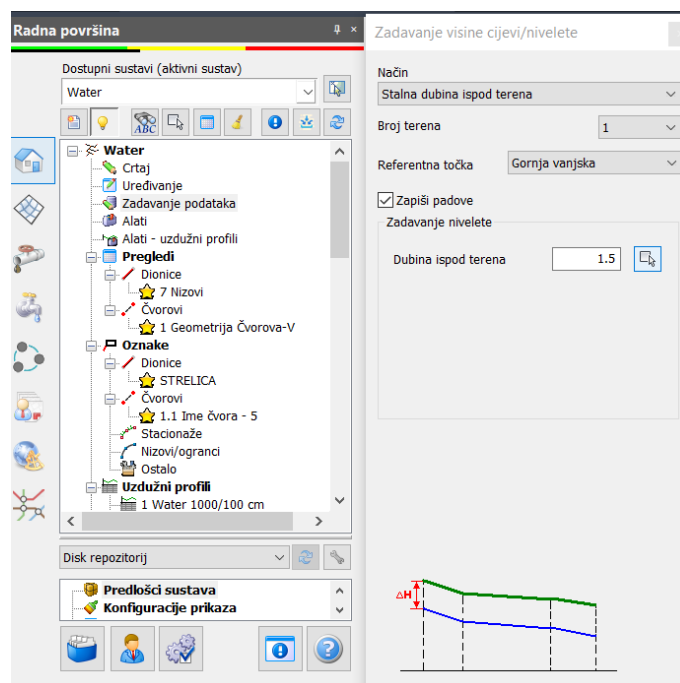
Programski paket Urbano Hydra razvijen je od strane tvrtke StudioArs d.o.o. iz Matulja. Koristi se u projektiranju vodoopskrbnih sustava i moguće ga je koristiti u svim fazama projekta. Program pruža mogućnost jednostavnog unosa hidrogeoloških podataka, trase cjevovoda se jednostavno postavljaju kao i zadavanje nivelete. Pomoću programa moguće je vršiti hidrauličke proračune i otpimalizaciju vodoopskrbnih sustava. Program je jednostavan za korištenje i svi elementi mreže se vrlo lako definiraju. Kroz par poteza moguće je dobiti uzdužne i poprečne presjeke dionica. Urbano Hydra i WaterCAD V8i temelje se na EPANET-u za svoje hidrauličke proračune. EPANET je osnova za modeliranje protoka vode, tlaka i distribucije kemijskih spojeva unutar vodoopskrbnih sustava. Korištenjem EPANET-ovih algoritama, Urbano Hydra i WaterCAD V8i programa nadograđuju te funkcionalnosti s dodatnim značajkama i alatima koji omogućuju napredno projektiranje, analizu i optimizaciju vodoopskrbnih mreža. Zbog toga je mrežu na kojoj je u WaterCADu provedena optimalizacija vrlo lako prebaciti u Urbano Hydru i dobiti uzdužne i poprečne presjeke cjevovoda [14].

10.2. Dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava u Urbano Hydra programu

Vodoopskrbna mreža iz WaterCAD V8i računalnog programa se eksportira u inp. dokument zatim se importira u Urbano Hydra računalni program. Svi elementi mreže su zadržani u izvornom obliku stoga nema potrebe za ponovnim definiranjem elemenata vodoopskrbnog sustava. Slika 56. prikazuje vodoopskrbnu mrežu ubačenu iz WaterCAD V8i računalnog programa. Na postojećoj vodovodnoj mreži potrebno je definirati niveletu čije se visina zadaje preko izbornika "Vodovod" kao što je prikazano na Slici 57. Cijevi se polažu na dubini od 1,5 m ispod gornje površine terena.



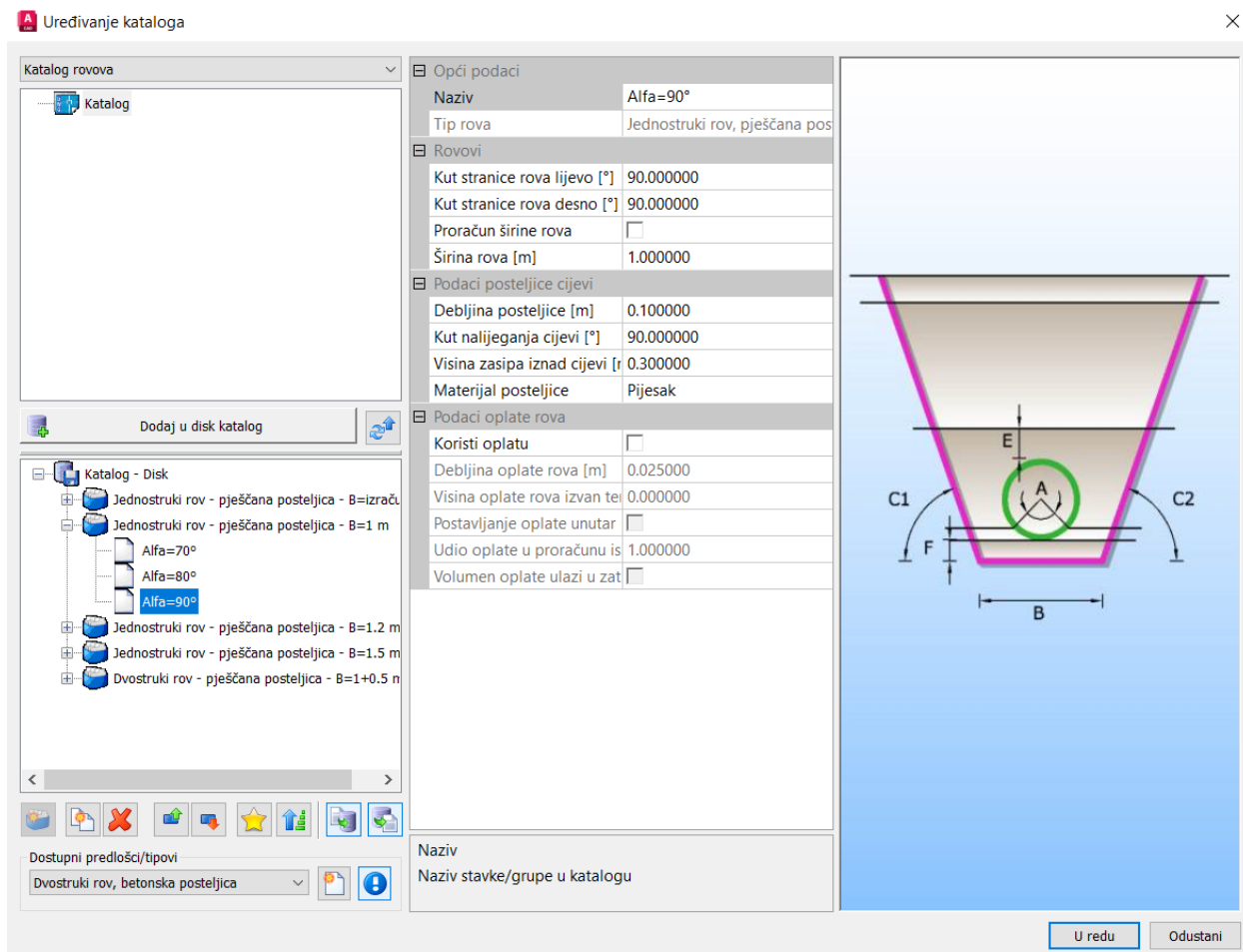
Slika 56. Prikaz vodoopskrbnog sustava u Urbano Hydra programskom paketu



Slika 57. Zadavanje nivelete cijevi u Urbano Hydra programskom paketu

10.3. Definiranje rova cijevi

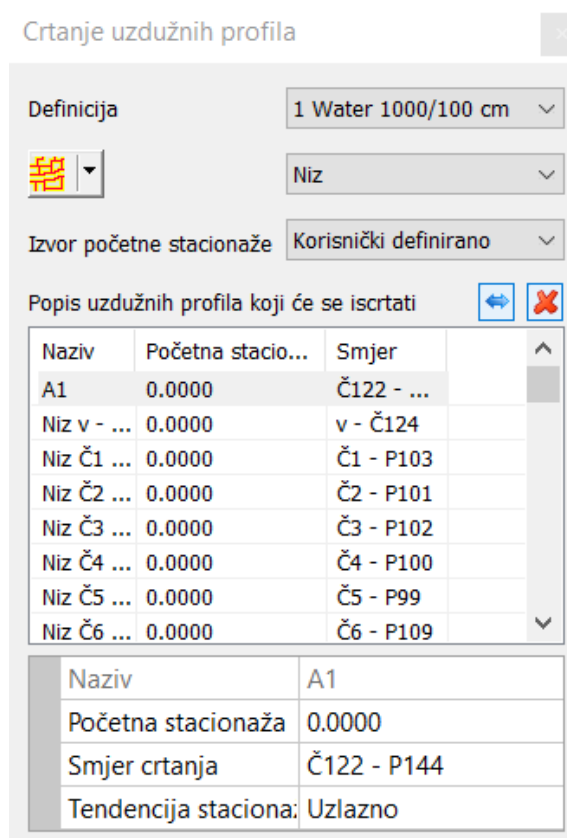
Rov cijevi unutar Ubrnao Hydra računalnog programa zadaje se preko “Kataloga rovova” koji je prikazan na Slici 58. Odabran je jednostruki rov s pješčanom posteljicom širine 1m, stranice iskopa su pod 90° u odnosu na površinu terena. Nakon odabira rova potrebno je pod opcijom “Rovovi” spremite promjene na aktivni sustav. Zatim je potrebno zadati gornje slojeve koji se definiraju unutar “Katalog gornjih slojeva”. U ovom radu definira se sloj humusa debljine 20 cm i sloj asfalta debljine 12 cm.



Slika 58. Definiranje rova cijevi u Urbano Hydra programskom paketu

10.4. Uzdužni i poprečni profili

Računalni program Urbano Hydra pruža mogućnost jednostavnog i brzog crtanja poprečnih i uzdužnih profila. Putem opcije "Crtanje uzdužnih profila" otvara se izbornik na kojem se odabere aktivni sustav te kao što je prikazano na Slici 59. Odabire se dionica za koju se želi izraditi uzdužni profil. U ovom radu izrađena su 3 uzdužna profila (koji se mogu vidjeti u prilogima 12, 13 i 14), prvi za dionicu Č124-Č139, drugi za dionicu Č99-Č100 i treći za dionicu Č213-Č140. Izrađeni je i karakteristični poprečni presjek rova koji se u računalnom programu Urbano Hydra radi pomoću opcije "Poprečni presjeci" te ga je moguće prikazati u mjerilu 1:25 ili 1:50 (prilog 15).



Slika 59. Crtanje uzdužnog profila u Urbano Hydra programskom paketu

11. ZAKLJUČAK

Za izradu diplomskog rada korišteni su računalni program WaterCAD V8i i Urbano Hydra. Proračun mjerodavnih količina vode proveden je u Excel tabličnom programu kako bi se dobile vrijednosti protoka za pojedine čvorove, te je proveden hidraulički proračun putem kojeg su dobiveni ukupni protoci na dionicama i radni tlakovi na pojedinim čvorovima. Vodoopskrbna mreža prvo je nacrtana u AutoCadu program u kojem su označeni potrošači i čvorovi. Zatim je mreža ubačena u WaterCAD V8i računalni program gdje su zadane sve vrijednosti i provedena je simulacija opskrbe vodom promatranog naselja grada Bjelovara. Za simulaciju je odabrano 5 varijanti. Prvo je prikazan dotok vode u vodospremu crpljenjem koristeći lijevano-željezne cijevi. Druga varijanta je bila ista kao i prva, ali je materijal cijevi zamijenjen u PVC cijevi što je rezultiralo manjim promjenama radnih tlakova, dok su protoci ostali nepromijenjeni. Zatim su izrađena dva scenarija za gašenje požara gdje se u prvoj varijanti javlja jedan istovremeni požar u trajanju od 2 sata za potrebe gašenja u naselju. Za vrijeme požara zabilježena je promjena radnih tlakova na promatranj dionici, ali su svi radni tlakovi ostali u dozvoljenim granicama. Drugi scenarij bio je vezan za upotrebu količine vode za gašenje požara u industriji i dobivanje numeričke simulacije za dani slučaj gdje se javlja jedan istovremeni požar u trajanju od 2 sata sa potrebom za gašenje požara od 15 l/s. U drugom scenariju došlo je do disbalansa u radnim tlakovima, te su tlakovi na hidrantu H-1 i na dispoziciji industrije bili ispod dozvoljene granice od 2,5 bara zbog čega se je moralo pronaći adekvatno rješenje. Promjena promjera cijevi sa 150 i 200 mm na 300 mm na dionicama od vodospreme do čvora Č5 rezultirala je da radni tlakovi u trenutku požara u industriji budu u dopuštenim vrijednostima od 2,5 do 6 bara. Zadnja varijanta koja je provedena u diplomskom radu je vezana za gravitacijski dotok vode u vodospremu. Prilikom simulacije nije došlo do promjene radnih tlakova, protoka i brzine strujanja na vodoopskrbnom sustavu zbog toga što se nizvodno od vodospreme nije ništa mijenjalo. Jedina promjena je na dovodnom cjevovodu na koji je ugrađen FCV ventil koji ograničava dotok vode u vodospremu na protok od 15 l/s.

Programski paket Urbano Hydra korišten je za izradu uzdužnih presjeka glavnih cjevovoda, poprečnih presjeka cjevovoda, te za izradu montažnih planova čvorišta.

Ovim diplomskim radom utvrđeno je da je pomoću WaterCAD V8i programa moguće sprovesti numeričke simulacije i pronaći najoptimalnija rješenja za bilo koji scenarij unutar vodoopskrbene mreže. Za potrebe detaljnije analize na vodoopskrbnom sustavu mogu se provesti i dodatni scenariji vezani za promjene ostalih vrsta cijevi, promjenu dispozicija vodosprema ili ugradnju vodotornjeva, scenarij potrošnje vode tijekom godine u zimskom i ljetnom period eksploatacije, analiza kvalitete vode tijekom godine, cost-benefit analize vodoopskrbene mreže i mnoge druge primjene.

12. LITERATURA

- [1] Povijest Bjelovara, Link na stranicu Grada Bjelovara :
<https://www.bjelovar.hr/o-bjelovaru/povijest-bjelovara/>, pristup 11.03.2024.
- [2] Provedbeni program Grada Bjelovara za razdoblje 2021. - 2025. godine,
Link: <https://www.bjelovar.hr/wp-content/uploads/2021/12/Provedbeni-program-Grada-Bjelovar-za-razdoblje-2021.-2025.-godine.pdf> , pristup 12.03.2024.
- [3] Strategija razvoja Većeg urbanog područja Bjelovar za financijsko razdoblje 2021.-2027., Link: www.bjelovar.hr/wp-content/uploads/2024/01/Strategija-razvoja-Veceg-urbanog-podrucja-Bjelovar-za-razdoblje-2021.-2027.-godine.pdf , pristup 12.03.2024.
- [4] Plan razvoja turizma Grada Bjelovara od 2022. do 2027. godine,
Link: www.bjelovar.hr/wp-content/uploads/2022/06/Plan-razvoja-turizma-Grada-Bjelovara-od-2022.-do-2027.-godine.pdf , pristup 12.03.2024.
- [5] Vodne usluge d.o.o. Bjelovar,
Link: <http://vodneusluge-bj.hr/vodoopskrba/> , pristup 14.03.2024.
- [6] Klimatski atlas Hrvatske
Link: https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf ,
pristup 15.03.2024.
- [7] HACCP studija, opis sustava, Vodne usluge d.o.o. Bjelovar 2017. , pristup 18.03.2024.
- [8] Pобољшanje vodnokomunalne infrastrukture aglomeracije Bjelovar, za sufinanciranje iz EU fondova, Izrada studijske i projektne dokumentacije za nadmetanje za prijavu ,Vodne usluge d.o.o. Bjelovar , pristup 18.03.2024.
- [9] Žic, E., Vodoopskrba i kondicioniranje voda, radna kopija materijala za rješavanje programa, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2023.
- [10] Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara NN 8/2006
Link: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_01_8_180.html
pristup 03.04.2024.
- [11] Margeta, J.: Vodoopskrba naselja: planiranje, projektiranje, upravljanje i obrada vode, Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2010.
- [12] Water distribution modeling and management, promidžbeni materijal tvrtke Bentley
<https://www.bentley.com/wp-content/uploads/PDS-WaterCAD-LTR-EN-HR.pdf>
pristup 02.05.2024.

[13] Roughness Coefficient for new pipe,

https://www.researchgate.net/figure/Roughness-Coefficient-for-new-pipe_tbl1_308160941

pristup 30.05.2024.

[14] StudioArs, <https://www.studioars.com/hr/urbano/hydra/>, priručni materijali za rješavanje problema,

pristup 31.05.2024.

[15] Vuković, Živko Osnove hidrotehnike, prvi dio, druga knjiga. Zagreb: Akvamarine, 1995

13. POPIS SLIKA I TABLICA

13.1. Popis slika

Slika 1. Položaj Grada Bjelovara u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji [2]	4
Slika 2. Mreža glavnih meteoroloških i klimatoloških postaja u Republici Hrvatskoj [6]	6
Slika 3. Glavna meteorološka postaja Bjelovar [6]	7
Slika 4. Srednja temperatura zraka za mjesec srpanj [6]	7
Slika 5. Srednja temperatura zraka za mjesec travanj [6]	8
Slika 6. Srednja temperatura zraka za mjesec siječanj [6]	9
Slika 7. Srednja godišnja temperatura zraka za područje Republike Hrvatske [6]	10
Slika 8. Srednja godišnja količina oborina za područje Republike Hrvatske [6]	11
Slika 9. Vodocrpilište u Delovima [5]	14
Slika 10. Pogon za preradu vode u Javorovcu [5]	15
Slika 11. Postupak obrade vode u Javorovcu [7]	16
Slika 12. Shematski prikaz tečenja vode od crpilišta do grada Bjelovara [5]	17
Slika 13. Osnovne sheme razdjelnih vodoopskrbnih mreža [9]	31
Slika 14. Dijagram ovisnosti unutarnjeg promjera D i protoka Q_{mjer} . [9]	33
Slika 15. Nomogram hidrauličkih parametara za okrugle vodoopskrbne cijevi [9]	34
Slika 16. Grafoanalitičko rješenje gravitacijskog dotoka vode u vodospremu	39
Slika 17. Dijagram oscilacija vode u vodospremi – gravitacijski dotok	39
Slika 18. Grafoanalitičko rješenje dotoka vode crpljenjem u vodospremu	44
Slika 19. Dijagram oscilacija vode u vodospremi – dotok crpljenjem	44
Slika 20. Dijelovi crpne stanice s vrstama centrifugalnih crpki i načinima ugradnje [15]	47
Slika 21. Shematski prikaz tlačne dionice od crpne stanice do vodospreme	48
Slika 22. Dijagram područja dobave pumpi CVE [9]	52
Slika 23. Nomogram crpke 200 CV 400-30/1 [9]	53
Slika 24. Shematski prikaz glavne i rezervne crpke	54
Slika 25. Sučelje WaterCAD V8i računalnog programa sa prikazom dijela VS grada Bjelovara	57
Slika 26. Definiranje značajki preko opcije „ <i>Properties Editor</i> “	58
Slika 27. Definiranje značajki vodoopskrbnog sustava preko opcije „ <i>Flex Table</i> “	59
Slika 28. Definiranje potrošnje vode za industriju preko opcije „ <i>Patterns Demands</i> “	59
Slika 29. Definiranje vodospreme unutar vodoopskrbnog sustava pomoću „ <i>Properties</i> “ opcije	60
Slika 30. Definiranje crpne stanice i izvora unutar WaterCAD V8i programa	61
Slika 31. Definiranje <i>Q-H</i> krivulje crpke unutar WaterCAD V8i programa	61
Slika 32. Odabir vrste hidrauličke analize (ESP) u WaterCAD V8i programu	63
Slika 33. Odabir vrste hidrauličke analize u WaterCAD V8i za rad crpki u sustavu	64

Slika 34. Odabir vrste cijevi za dani vodoopskrbni sustav.....	65
Slika 35. Grafički prikaz rada crpke u periodu od 24 h.....	66
Slika 36. Grafički prikaz rada vodospreme u periodu od 24 h.....	66
Slika 37. Prikaz protoka pomoću "Color Coding" opcije za 13:40 h.....	67
Slika 38. Prikaz protoka pomoću "Color Coding" za 24:00 h.....	67
Slika 39. Prikaz radnih tlakova pomoću "Color Coding" opcije.....	68
Slika 40. Prikaz tlakova pomoću "Flex Table" opcije na danom vodoopskrbnom sustavu....	69
Slika 41. Odabir PVC cijevi u novom hidrauličkom modelu unutar WaterCAD V8i programa	70
Slika 42. Prikaz radnih tlakova, brzine i protoka na promatranj dionici Č202-Č198.....	71
Slika 43. Zadavanje hidranta H-59 unutar vodoopskrbnog sustava.....	72
Slika 44. Zadavanje perioda požara putem opcije "Pattern".....	73
Slika 45. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-59 bez požara.....	73
Slika 46. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-59 sa uključenom količinom vode za gašenje požara.....	74
Slika 47. Prikaz radnih tlakova, brzine i protoka na promatranj dionici Č202-Č198 za vrijeme požara.....	75
Slika 48. Prikaz protoka, brzine i radnih tlakova na promatranj dionici Č202-Č198 za vrijeme gašenja požara u industriji.....	76
Slika 49. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-1 uslijed gašenja požara.....	76
Slika 50. Prikaz radnog tlaka na hidrantu H-1 uslijed gašenja požara.....	77
Slika 51. Prikaz radnih tlakova na sustavu za vrijeme gašenja požara u industriji.....	78
Slika 52. Prikaz protoka, brzine i radnih tlakova na promatranj dionici Č202-Č198 za vrijeme gašenja požara u industriji.....	78
Slika 53. Prikaz radnih tlakova, brzine i protoka na promatranj dionici Č202-Č198.....	79
Slika 54. Grafički prikaz razine vode u vodospremi za 24 h.....	80
Slika 55. Grafički prikaz razine vode u vodospremi za 96 h.....	80
Slika 56. Prikaz vodoopskrbnog sustava u Urbano Hydra programskom paketu.....	82
Slika 57. Zadavanje nivelete cijevi u Urbano Hydra programskom paketu.....	82
Slika 58. Definiranje rova cijevi u Urbano Hydra programskom paketu.....	83
Slika 59. Crtanje uzdužnog profila u Urbano Hydra programskom paketu.....	84

13.2. Popis tablica

Tablica 1. Popis stanovništva, kućanstava i stanova u Republici Hrvatskoj 2021. [3]	5
Tablica 2. Duljina gradske vodoopskrbne mreže i transportnih cjevovoda po materijalima [8]	18
Tablica 3. Starost vodoopskrbne mreže [8]	18
Tablica 4. Specifična potrošnja vode ovisno o karakteru opreme zgrade sanitarno-tehničkim uređajima [9]	21
Tablica 5. Specifična potrošnja vode za pojedine kategorije potrošača [9]	22
Tablica 6. Koeficijenti neravnomjernosti najveće dnevne potrošnje vode [9]	24
Tablica 7. Koeficijenti neravnomjernosti najveće satne potrošnje vode [9]	25
Tablica 8. Parametri za proračun protupožarne količine vode za potrebe naselja [9]	28
Tablica 9. Odabrani profili cijevi	33
Tablica 10. Odabrani profili cijevi [9]	36
Tablica 11. Proračun operativne rezerve za gravitacijski dotok vode u vodospremu	38
Tablica 12. Proračun operativne rezerve za dotok vode crpljenjem u vodospremu	43
Tablica 13. Apsolutna hrapavost s obzirom na vrstu cijevi [15]	50
Tablica 14. Hidraulička hrapavosti s obzirom na vrstu cijevi [13]	70

14. PRILOZI

Prilog 1. Hidraulički proračun vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara

Prilog 2. Radni tlakovi vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara

Prilog 3. Pregledna situacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara M 1:25 000

Prilog 4. Situacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara na digitalnom orto-foto snimku M 1:10 000

Prilog 5. Situacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara na digitalnom orto-foto snimku M 1:10 000

Prilog 6. Situacija vodoopskrbnog sustava grada Bjelovara na digitalnom orto-foto snimku M 1:10 000

Prilog 7. Prikaz promjene protoka pomoću „Color coding“ za varijantu dotoka crpljenjem, M1: 25 000

Prilog 8. Prikaz promjene brzine pomoću „Color coding“ za varijantu dotoka crpljenjem, M1: 10 000

Prilog 9. Prikaz promjene radnih tlakova pomoću „Color coding“ za varijantu dotoka crpljenjem, M1: 10 000

Prilog 10. Prikaz promjene protoka pomoću „Color coding“ za varijantu požara u naselju, M1: 10 000

Prilog 11. Prikaz promjene protoka pomoću „Color coding“ za varijantu požara u industriji, M1: 10 000

Prilog 12. Uzdužni presjek dionice Č124-Č139 M 1:1000/100

Prilog 13. Uzdužni presjek dionice Č99-Č100 M 1:1000/100

Prilog 14. Uzdužni presjek dionice Č213-Č140 M 1:1000/100

Prilog 15. Karakteristični poprečni presjek rova M 1:25

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspec [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [°]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č1-P103	12,04	0	4		12,04	0,00	4,000	0,00	4,00	15	15,00	200	0,478	1,400	0,017	0,012
Č1-Č2	1060,06	0			1060,06	0,00	0,000	4,00	4,00	10	10,00	150	0,566	2,600	2,756	0,016
Č2-P101	26,04	0,003035		1	26,04	0,08	0,079	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,068	0,016
Č2-Č3	23,00	0,003035		1	23,00	0,07	0,070	4,08	4,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,060	0,016
Č3-P102	25,06	0,003035		1	25,06	0,08	0,076	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,065	0,016
Č3-Č4	25,49	0,003035		1	25,49	0,08	0,077	4,22	4,30	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č4-P100	19,24	0,003035		1	19,24	0,06	0,058	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č4-Č5	159,35	0,003035		1	159,35	0,48	0,484	4,36	4,84	10	10,00	150	0,566	2,600	0,414	0,016
Č5-P99	18,66	0,003035		1	18,66	0,06	0,057	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č5-Č6	31,12	0,003035		1	31,12	0,09	0,094	4,90	5,00	10	10,00	150	0,566	2,600	0,081	0,016
Č6-P109	17,51	0,003035		1	17,51	0,05	0,053	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,046	0,016
Č6-Č7	16,48	0,003035		1	16,48	0,05	0,050	5,05	5,10	10	10,00	150	0,566	2,600	0,043	0,016
Č7-P98	15,41	0,003035		1	15,41	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č7-Č8	43,35	0,003035		1	43,35	0,13	0,132	5,15	5,28	10	10,00	150	0,566	2,600	0,113	0,016
Č8-P97	16,94	0,003035		1	16,94	0,05	0,051	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č8-Č9	39,44	0,003035		1	39,44	0,12	0,120	5,33	5,45	10	10,00	150	0,566	2,600	0,103	0,016
Č9-P108	14,96	0,003035		1	14,96	0,05	0,045	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č9-Č10	25,69	0,003035		1	25,69	0,08	0,078	5,49	5,57	10	10,00	150	0,566	2,600	0,067	0,016
Č10-P96	14,28	0,003035		1	14,28	0,04	0,043	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č10-Č11	40,17	0,003035		1	40,17	0,12	0,122	5,61	5,74	10	10,00	150	0,566	2,600	0,104	0,016
Č11-P95	15,50	0,003035		1	15,50	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č11-Č12	27,80	0,003035		1	27,80	0,08	0,084	5,78	5,87	10	10,00	150	0,566	2,600	0,072	0,016
Č12-P107	17,37	0,003035		1	17,37	0,05	0,053	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č12-Č18	28,34	0,003035		1	28,34	0,09	0,086	5,92	6,01	10	10,00	150	0,566	2,600	0,074	0,016
Č13-P77	55,42	0,003035		1	55,42	0,17	0,168	0,00	0,17	10	10,00	150	0,566	2,600	0,144	0,016
Č13-P89	17,27	0,003035		1	17,27	0,05	0,052	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č13-Č14	42,80	0,003035		1	42,80	0,13	0,130	0,22	0,35	10	10,00	150	0,566	2,600	0,111	0,016
Č14-P90	18,48	0,003035		1	18,48	0,06	0,056	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č14-Č15	46,34	0,003035		1	46,34	0,14	0,141	0,41	0,55	10	10,00	150	0,566	2,600	0,120	0,016
Č15-P91	17,94	0,003035		1	17,94	0,05	0,054	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č15-Č16	47,08	0,003035		1	47,08	0,14	0,143	0,60	0,74	10	10,00	150	0,566	2,600	0,122	0,016
Č16-P92	20,55	0,003035		1	20,55	0,06	0,062	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č16-Č17	84,59	0,003035		1	84,59	0,26	0,257	0,81	1,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,220	0,016
Č17-P93	21,31	0,003035		1	21,31	0,06	0,065	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,055	0,016
Č17-Č18	74,88	0,003035		1	74,88	0,23	0,227	1,13	1,36	10	10,00	150	0,566	2,600	0,195	0,016
Č22-P104	25,11	0,003035		1	25,11	0,08	0,076	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,065	0,016
Č22-Č21	53,63	0,003035		1	53,63	0,16	0,163	0,08	0,24	10	10,00	150	0,566	2,600	0,139	0,016
Č21-P105	23,30	0,003035		1	23,30	0,07	0,071	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č21-Č20	62,58	0,003035		1	62,58	0,19	0,190	0,31	0,50	10	10,00	150	0,566	2,600	0,163	0,016
Č20-P106	29,66	0,003035		1	29,66	0,09	0,090	0,00	0,09	10	10,00	150	0,566	2,600	0,077	0,016
Č20-Č19	55,71	0,003035		1	55,71	0,17	0,169	0,59	0,76	10	10,00	150	0,566	2,600	0,145	0,016
Č19-P110	25,54	0,003035		1	25,54	0,08	0,078	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č19-Č18	16,23	0,003035		1	16,23	0,05	0,049	0,84	0,89	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č18-Č23	32,18	0,003035		1	32,18	0,10	0,098	8,25	8,34	10	10,00	150	0,566	2,600	0,084	0,016
Č23-P94	16,58	0,003035		1	16,58	0,05	0,050	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,043	0,016
Č23-Č24	62,47	0,003035		1	62,47	0,19	0,190	8,40	8,58	10	10,00	150	0,566	2,600	0,162	0,016
Č24-P84	14,98	0,003035		1	14,98	0,05	0,045	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspec [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [°]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č24-Č25	27,23	0,003035	1	1	27,23	0,08	0,083	8,63	8,71	10	10,00	150	0,566	2,600	0,071	0,016
Č31-P113	23,80	0,003035	1	1	23,80	0,07	0,072	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č31-Č30	25,43	0,003035	1	1	25,43	0,08	0,077	0,07	0,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č30-P114	14,44	0,003035	1	1	14,44	0,04	0,044	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č30-Č29	30,46	0,003035	1	1	30,46	0,09	0,092	0,19	0,29	10	10,00	150	0,566	2,600	0,079	0,016
Č29-P112	23,33	0,003035	1	1	23,33	0,07	0,071	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č29-Č28	12,77	0,003035	1	1	12,77	0,04	0,039	0,36	0,40	10	10,00	150	0,566	2,600	0,033	0,016
Č28-P115	18,21	0,003035	1	1	18,21	0,06	0,055	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č28-Č27	26,09	0,003035	1	1	26,09	0,08	0,079	0,45	0,53	10	10,00	150	0,566	2,600	0,068	0,016
Č27-P116	18,52	0,003035	1	1	18,52	0,06	0,056	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č27-Č26	18,87	0,003035	1	1	18,87	0,06	0,057	0,59	0,64	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č26-P111	21,66	0,003035	1	1	21,66	0,07	0,066	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,056	0,016
Č26-Č25	20,27	0,003035	1	1	20,27	0,06	0,062	0,71	0,77	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č44-P78	16,10	0,003035	1	1	16,10	0,05	0,049	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č44-Č43	25,46	0,003035	1	1	25,46	0,08	0,077	0,05	0,13	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č43-P75	17,97	0,003035	1	1	17,97	0,05	0,055	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č43-Č41	26,60	0,003035	1	1	26,60	0,08	0,081	0,18	0,26	10	10,00	150	0,566	2,600	0,069	0,016
Č42-P76	19,19	0,003035	1	1	19,19	0,06	0,058	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č42-Č41	23,14	0,003035	1	1	23,14	0,07	0,070	0,06	0,13	10	10,00	150	0,566	2,600	0,060	0,016
Č41-Č40	20,22	0,003035	1	1	20,22	0,06	0,061	0,39	0,45	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č40-P88	22,29	0,003035	1	1	22,29	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č40-Č39	27,83	0,003035	1	1	27,83	0,08	0,084	0,52	0,60	10	10,00	150	0,566	2,600	0,072	0,016
Č39-P79	15,38	0,003035	1	1	15,38	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č39-Č38	29,57	0,003035	1	1	29,57	0,09	0,090	0,65	0,74	10	10,00	150	0,566	2,600	0,077	0,016
Č38-P80	13,98	0,003035	1	1	13,98	0,04	0,042	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,036	0,016
Č38-Č37	29,18	0,003035	1	1	29,18	0,09	0,089	0,78	0,87	10	10,00	150	0,566	2,600	0,076	0,016
Č37-P87	18,30	0,003035	1	1	18,30	0,06	0,056	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č37-Č36	20,40	0,003035	1	1	20,40	0,06	0,062	0,93	0,99	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č36-P81	12,98	0,003035	1	1	12,98	0,04	0,039	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,034	0,016
Č36-Č35	30,13	0,003035	1	1	30,13	0,09	0,091	1,03	1,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,078	0,016
Č35-P86	23,45	0,003035	1	1	23,45	0,07	0,071	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č35-Č34	28,22	0,003035	1	1	28,22	0,09	0,086	1,19	1,28	10	10,00	150	0,566	2,600	0,073	0,016
Č34-P82	11,07	0,003035	1	1	11,07	0,03	0,034	0,00	0,03	10	10,00	150	0,566	2,600	0,029	0,016
Č34-Č33	21,55	0,003035	1	1	21,55	0,07	0,065	1,31	1,37	10	10,00	150	0,566	2,600	0,056	0,016
Č33-P85	20,01	0,003035	1	1	20,01	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č33-Č32	46,90	0,003035	1	1	46,90	0,14	0,142	1,44	1,58	10	10,00	150	0,566	2,600	0,122	0,016
Č32-P83	11,91	0,003035	1	1	11,91	0,04	0,036	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,031	0,016
Č32-Č25	18,37	0,003035	1	1	18,37	0,06	0,056	1,61	1,67	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č25-Č56	81,55	0,003035	1	1	81,55	0,25	0,247	11,15	11,40	10	11,40	150	0,645	3,000	0,245	0,021
Č45-P72	18,81	0,003035	1	1	18,81	0,06	0,057	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č45-Č46	20,89	0,003035	1	1	20,89	0,06	0,063	0,06	0,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č46-P73	16,14	0,003035	1	1	16,14	0,05	0,049	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č46-Č47	44,42	0,003035	1	1	44,42	0,13	0,135	0,17	0,30	10	10,00	150	0,566	2,600	0,115	0,016
Č47-P74	17,11	0,003035	1	1	17,11	0,05	0,052	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č47-Č48	22,14	0,003035	1	1	22,14	0,07	0,067	0,36	0,42	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č48-P69	23,93	0,003035	1	1	23,93	0,07	0,073	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspec [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [°]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č48-Č49	23,69	0,003035	1	1	23,69	0,07	0,072	0,50	0,57	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č49-P71	19,18	0,003035	1	1	19,18	0,06	0,058	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č49-Č50	23,97	0,003035	1	1	23,97	0,07	0,073	0,63	0,70	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č50-P68	25,43	0,003035	1	1	25,43	0,08	0,077	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č50-Č51	26,39	0,003035	1	1	26,39	0,08	0,080	0,78	0,86	10	10,00	150	0,566	2,600	0,069	0,016
Č51-P70	12,59	0,003035	1	1	12,59	0,04	0,038	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,033	0,016
Č51-Č52	21,84	0,003035	1	1	21,84	0,07	0,066	0,89	0,96	10	10,00	150	0,566	2,600	0,057	0,016
Č52-P67	27,19	0,003035	1	1	27,19	0,08	0,083	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,071	0,016
Č52-Č53	42,44	0,003035	1	1	42,44	0,13	0,129	1,04	1,17	10	10,00	150	0,566	2,600	0,110	0,016
Č53-P66	19,67	0,003035	1	1	19,67	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č53-Č54	59,91	0,003035	1	1	59,91	0,18	0,182	1,23	1,41	10	10,00	150	0,566	2,600	0,156	0,016
Č54-P65	18,15	0,003035	1	1	18,15	0,06	0,055	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č54-Č55	63,20	0,003035	1	1	63,20	0,19	0,192	1,47	1,66	10	10,00	150	0,566	2,600	0,164	0,016
Č55-P64	19,01	0,003035	1	1	19,01	0,06	0,058	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č55-Č56	17,98	0,003035	1	1	17,98	0,05	0,055	1,72	1,77	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č56-Č57	18,44	0,003035	1	1	18,44	0,06	0,056	13,17	13,23	10	13,23	150	0,749	5,000	0,092	0,029
Č57-P117	20,52	0,003035	1	1	20,52	0,06	0,062	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č57-Č58	32,18	0,003035	1	1	32,18	0,10	0,098	13,29	13,39	10	13,39	150	0,758	5,000	0,161	0,029
Č65-P120	25,87	0,003035	1	1	25,87	0,08	0,079	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,067	0,016
Č65-Č64	62,00	0,003035	1	1	62,00	0,19	0,188	0,08	0,27	10	10,00	150	0,566	2,600	0,161	0,016
Č64-P121	17,94	0,003035	1	1	17,94	0,05	0,054	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č64-Č63	45,29	0,003035	1	1	45,29	0,14	0,137	0,32	0,46	10	10,00	150	0,566	2,600	0,118	0,016
Č63-P119	28,89	0,003035	1	1	28,89	0,09	0,088	0,00	0,09	10	10,00	150	0,566	2,600	0,075	0,016
Č63-Č62	20,64	0,003035	1	1	20,64	0,06	0,063	0,55	0,61	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č62-P122	15,45	0,003035	1	1	15,45	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č62-Č60	17,16	0,003035	1	1	17,16	0,05	0,052	0,66	0,71	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č61-P118	13,06	0,003035	1	1	13,06	0,04	0,040	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,034	0,016
Č61-Č60	70,18	0,003035	1	1	70,18	0,21	0,213	0,04	0,25	10	10,00	150	0,566	2,600	0,182	0,016
Č60-Č59	37,92	0,003035	1	1	37,92	0,12	0,115	0,96	1,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,099	0,016
Č59-P123	16,50	0,003035	1	1	16,50	0,05	0,050	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,043	0,016
Č59-Č58	26,34	0,003035	1	1	26,34	0,08	0,080	1,13	1,21	10	10,00	150	0,566	2,600	0,068	0,016
Č58-Č66	9,80	0,003035	1	1	9,80	0,03	0,030	14,59	14,62	10	14,62	200	0,466	1,200	0,012	0,011
Č66-P63	14,96	0,003035	1	1	14,96	0,05	0,045	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č66-Č67	50,74	0,003035	1	1	50,74	0,15	0,154	14,67	14,82	10	14,82	200	0,472	1,500	0,076	0,011
Č67-P124	19,23	0,003035	1	1	19,23	0,06	0,058	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č67-68	20,38	0,003035	1	1	20,38	0,06	0,062	14,88	14,94	10	14,94	200	0,476	1,500	0,031	0,012
Č68-P62	12,99	0,003035	1	1	12,99	0,04	0,039	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,034	0,016
Č68-Č69	48,35	0,003035	1	1	48,35	0,15	0,147	14,98	15,13	10	15,13	200	0,482	1,500	0,073	0,012
Č69-P61	12,87	0,003035	1	1	12,87	0,04	0,039	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,033	0,016
Č69-Č70	20,23	0,003035	1	1	20,23	0,06	0,061	15,17	15,23	10	15,23	200	0,485	1,500	0,030	0,012
Č70-P125	17,74	0,003035	1	1	17,74	0,05	0,054	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,046	0,016
Č70-Č71	30,82	0,003035	1	1	30,82	0,09	0,094	15,28	15,38	10	15,38	200	0,490	1,500	0,046	0,012
Č71-P60	15,15	0,003035	1	1	15,15	0,05	0,046	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	1,500	0,023	0,016
Č71-Č72	18,87	0,003035	1	1	18,87	0,06	0,057	15,42	15,48	10	15,48	200	0,493	1,510	0,028	0,012
Č75-P127	17,59	0,003035	1	1	17,59	0,05	0,053	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,046	0,016
Č75-Č74	71,89	0,003035	1	1	71,89	0,22	0,218	0,05	0,27	10	10,00	150	0,566	2,600	0,187	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspec [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [°]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č74-P126	29,52	0,003035		1	29,52	0,09	0,090	0,00	0,09	10	10,00	150	0,566	2,600	0,077	0,016
Č74-Č73	39,44	0,003035		1	39,44	0,12	0,120	0,36	0,48	10	10,00	150	0,566	2,600	0,103	0,016
Č73-P131	20,91	0,003035		1	20,91	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č73-Č72	21,95	0,003035		1	21,95	0,07	0,067	0,54	0,61	10	10,00	150	0,566	2,600	0,057	0,016
Č72-Č76	48,55	0,003035		1	48,55	0,15	0,147	16,09	16,24	10	16,24	200	0,517	1,550	0,075	0,014
Č76-P59	15,49	0,003035		1	15,49	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č76-Č77	64,42	0,003035		1	64,42	0,20	0,195	16,29	16,48	10	16,48	200	0,525	1,550	0,100	0,014
Č77-P58	17,38	0,003035		1	17,38	0,05	0,053	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č77-Č78	22,09	0,003035		1	22,09	0,07	0,067	16,53	16,60	10	16,60	200	0,529	1,550	0,034	0,014
Č78-P132	25,29	0,003035		1	25,29	0,08	0,077	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č78-Č79	17,03	0,003035		1	17,03	0,05	0,052	16,68	16,73	10	16,73	200	0,533	1,550	0,026	0,014
Č88-P54	22,61	0,003035		1	22,61	0,07	0,069	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,059	0,016
Č88-Č87	21,17	0,003035		1	21,17	0,06	0,064	0,07	0,13	10	10,00	150	0,566	2,600	0,055	0,016
Č87-P53	12,24	0,003035		1	12,24	0,04	0,037	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,032	0,016
Č87-Č86	18,43	0,003035		1	18,43	0,06	0,056	0,17	0,23	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č86-P55	21,55	0,003035		1	21,55	0,07	0,065	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,056	0,016
Č86-Č85	38,15	0,003035		1	38,15	0,12	0,116	0,29	0,41	10	10,00	150	0,566	2,600	0,099	0,016
Č85-P56	20,30	0,003035		1	20,30	0,06	0,062	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č85-Č84	18,08	0,003035		1	18,08	0,05	0,055	0,47	0,52	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č84-P52	15,94	0,003035		1	15,94	0,05	0,048	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,041	0,016
Č84-Č83	30,35	0,003035		1	30,35	0,09	0,092	0,57	0,66	10	10,00	150	0,566	2,600	0,079	0,016
Č83-P57	20,24	0,003035		1	20,24	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č83-Č82	15,45	0,003035		1	15,45	0,05	0,047	0,73	0,77	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č82-P51	12,47	0,003035		1	12,47	0,04	0,038	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,032	0,016
Č82-Č81	37,23	0,003035		1	37,23	0,11	0,113	0,81	0,92	10	10,00	150	0,566	2,600	0,097	0,016
Č81-P50	14,50	0,003035		1	14,50	0,04	0,044	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č81-Č80	25,26	0,003035		1	25,26	0,08	0,077	0,97	1,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,066	0,016
Č80-P49	14,42	0,003035		1	14,42	0,04	0,044	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č80-Č79	21,58	0,003035		1	21,58	0,07	0,065	1,09	1,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,056	0,016
Č79-Č89	32,51	0,003035		1	32,51	0,10	0,099	17,88	17,98	10	17,98	200	0,573	1,750	0,057	0,017
Č92-P128	26,69	0,003035		1	26,69	0,08	0,081	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,069	0,016
Č92-Č91	18,14	0,003035		1	18,14	0,06	0,055	0,08	0,14	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č91-P129	16,27	0,003035		1	16,27	0,05	0,049	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č91-Č90	31,37	0,003035		1	31,37	0,10	0,095	0,19	0,28	10	10,00	150	0,566	2,600	0,082	0,016
Č90-P130	16,14	0,003035		1	16,14	0,05	0,049	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č90-Č89	86,31	0,003035		1	86,31	0,26	0,262	0,33	0,59	10	10,00	150	0,566	2,600	0,224	0,016
Č89-Č93	24,38	0,003035		1	24,38	0,07	0,074	18,57	18,65	10	18,65	200	0,594	1,850	0,045	0,018
Č93-P48	14,74	0,003035		1	14,74	0,04	0,045	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č93-Č94	13,13	0,003035		1	13,13	0,04	0,040	18,69	18,73	10	18,73	200	0,597	1,900	0,025	0,018
Č94-P133	24,04	0,003035		1	24,04	0,07	0,073	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,063	0,016
Č94-Č95	11,01	0,003035		1	11,01	0,03	0,033	18,80	18,84	10	18,84	200	0,600	1,900	0,021	0,018
Č95-P47	14,41	0,003035		1	14,41	0,04	0,044	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č95-Č96	19,83	0,003035		1	19,83	0,06	0,060	18,88	18,94	10	18,94	200	0,603	1,950	0,039	0,019
Č98-P134	21,04	0,003035		1	21,04	0,06	0,064	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,055	0,016
Č98-Č97	62,98	0,003035		1	62,98	0,19	0,191	0,06	0,25	10	10,00	150	0,566	2,600	0,164	0,016
Č97-P135	20,09	0,003035		1	20,09	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspecc [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [°]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č97-Č96	61,03	0,003035	1	1	61,03	0,19	0,185	0,32	0,50	10	10,00	150	0,566	2,600	0,159	0,016
Č96-Č99	67,17	0,003035	1	1	67,17	0,20	0,204	19,44	19,65	10	19,65	200	0,626	2,200	0,148	0,020
Č100-P36	12,17	0,003035	1	1	12,17	0,04	0,037	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,032	0,016
Č100-Č101	22,46	0,003035	1	1	22,46	0,07	0,068	0,04	0,11	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č101-P142	20,08	0,003035	1	1	20,08	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č101-Č102	20,70	0,003035	1	1	20,70	0,06	0,063	0,17	0,23	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č102-P37	11,80	0,003035	1	1	11,80	0,04	0,036	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,031	0,016
Č102-Č103	24,05	0,003035	1	1	24,05	0,07	0,073	0,26	0,34	10	10,00	150	0,566	2,600	0,063	0,016
Č103-P38	14,43	0,003035	1	1	14,43	0,04	0,044	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č103-Č104	23,36	0,003035	1	1	23,36	0,07	0,071	0,38	0,45	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č104-P39	15,62	0,003035	1	1	15,62	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,041	0,016
Č104-Č105	24,01	0,003035	1	1	24,01	0,07	0,073	0,50	0,57	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č105-P141	18,57	0,003035	1	1	18,57	0,06	0,056	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č105-Č106	21,65	0,003035	1	1	21,65	0,07	0,066	0,63	0,69	10	10,00	150	0,566	2,600	0,056	0,016
Č106-P40	12,10	0,003035	1	1	12,10	0,04	0,037	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,031	0,016
Č106-Č107	13,60	0,003035	1	1	13,60	0,04	0,041	0,73	0,77	10	10,00	150	0,566	2,600	0,035	0,016
Č107-P41	13,99	0,003035	1	1	13,99	0,04	0,042	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,036	0,016
Č107-Č108	18,81	0,003035	1	1	18,81	0,06	0,057	0,82	0,87	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č110-P42	18,71	0,003035	1	1	18,71	0,06	0,057	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č110-Č109	23,90	0,003035	1	1	23,90	0,07	0,073	0,06	0,13	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č109-P43	14,64	0,003035	1	1	14,64	0,04	0,044	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č109-Č108	17,26	0,003035	1	1	17,26	0,05	0,052	0,17	0,23	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č108-Č111	32,46	0,003035	1	1	32,46	0,10	0,099	1,10	1,20	10	10,00	150	0,566	2,600	0,084	0,016
Č111-P44	17,23	0,003035	1	1	17,23	0,05	0,052	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č111-Č112	29,68	0,003035	1	1	29,68	0,09	0,090	1,25	1,34	10	10,00	150	0,566	2,600	0,077	0,016
Č112-P45	18,06	0,003035	1	1	18,06	0,05	0,055	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č112-113	25,00	0,003035	1	1	25,00	0,08	0,076	1,39	1,47	10	10,00	150	0,566	2,600	0,065	0,016
Č113-P46	19,45	0,003035	1	1	19,45	0,06	0,059	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č113-Č114	28,44	0,003035	1	1	28,44	0,09	0,086	1,53	1,62	10	10,00	150	0,566	2,600	0,074	0,016
Č114-P139	14,75	0,003035	1	1	14,75	0,04	0,045	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č114-Č99	24,70	0,003035	1	1	24,70	0,07	0,075	1,66	1,73	10	10,00	150	0,566	2,600	0,064	0,016
Č99-Č115	55,30	0,003035	1	1	55,30	0,17	0,168	21,38	21,55	10	21,55	200	0,686	3,000	0,166	0,024
Č115-P136	23,10	0,003035	1	1	23,10	0,07	0,070	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,060	0,016
Č115-Č116	53,38	0,003035	1	1	53,38	0,16	0,162	21,62	21,78	10	21,78	200	0,694	3,050	0,163	0,025
Č116-P137	24,04	0,003035	1	1	24,04	0,07	0,073	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,063	0,016
Č116-Č117	60,28	0,003035	1	1	60,28	0,18	0,183	21,85	22,04	10	22,04	200	0,702	3,150	0,190	0,025
Č117-P138	26,39	0,003035	1	1	26,39	0,08	0,080	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,069	0,016
Č117-Č118	37,90	0,003035	1	1	37,90	0,12	0,115	22,12	22,23	10	22,23	200	0,708	3,200	0,121	0,026
Č122-P144	22,50	0,003035	1	1	22,50	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,059	0,016
Č122-Č121	24,21	0,003035	1	1	24,21	0,07	0,073	0,07	0,14	10	10,00	150	0,566	2,600	0,063	0,016
Č121-P145	15,45	0,003035	1	1	15,45	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č121-Č120	85,97	0,003035	1	1	85,97	0,26	0,261	0,19	0,45	10	10,00	150	0,566	2,600	0,224	0,016
Č120-P146	12,83	0,003035	1	1	12,83	0,04	0,039	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,033	0,016
Č120-Č119	19,06	0,003035	1	1	19,06	0,06	0,058	0,49	0,55	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č119-P143	23,67	0,003035	1	1	23,67	0,07	0,072	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č119-Č118	55,25	0,003035	1	1	55,25	0,17	0,168	0,62	0,79	10	10,00	150	0,566	2,600	0,144	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspecc [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [']	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č118-Č123	72,56	0,003035		1	72,56	0,22	0,220	23,02	23,24	10	23,24	200	0,740	3,300	0,239	0,028
Č123-P35	10,20	0,003035		1	10,20	0,03	0,031	0,00	0,03	10	10,00	150	0,566	2,600	0,027	0,016
Č123-Č124	78,45	0,003035		1	78,45	0,24	0,238	23,27	23,51	10	23,51	200	0,749	3,350	0,263	0,029
Č139-P156	20,83	0,003035		1	20,83	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č139-Č138	17,27	0,003035		1	17,27	0,05	0,052	0,06	0,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č138-P157	16,88	0,003035		1	16,88	0,05	0,051	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č138-Č137	34,46	0,003035		1	34,46	0,10	0,105	0,17	0,27	10	10,00	150	0,566	2,600	0,090	0,016
Č137-P155	23,58	0,003035		1	23,58	0,07	0,072	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č137-Č136	36,77	0,003035		1	36,77	0,11	0,112	0,34	0,45	10	10,00	150	0,566	2,600	0,096	0,016
Č136-P154	22,23	0,003035		1	22,23	0,07	0,067	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č136-Č135	18,99	0,003035		1	18,99	0,06	0,058	0,52	0,58	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č135-Č134	31,36	0,003035		1	31,36	0,10	0,095	0,58	0,67	10	10,00	150	0,566	2,600	0,082	0,016
Č134-P153	12,36	0,003035		1	12,36	0,04	0,038	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,032	0,016
Č134-Č133	64,79	0,003035		1	64,79	0,20	0,197	0,71	0,91	10	10,00	150	0,566	2,600	0,168	0,016
Č133-P152	13,76	0,003035		1	13,76	0,04	0,042	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,036	0,016
Č133-Č132	55,77	0,003035		1	55,77	0,17	0,169	0,95	1,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,145	0,016
Č132-P151	15,06	0,003035		1	15,06	0,05	0,046	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č132-Č131	79,45	0,003035		1	79,45	0,24	0,241	1,17	1,41	10	10,00	150	0,566	2,600	0,207	0,016
Č131-P150	17,84	0,003035		1	17,84	0,05	0,054	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,046	0,016
Č131-Č130	51,05	0,003035		1	51,05	0,15	0,155	1,46	1,62	10	10,00	150	0,566	2,600	0,133	0,016
Č130-P149	17,56	0,003035		1	17,56	0,05	0,053	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,046	0,016
Č130-Č129	66,16	0,003035		1	66,16	0,20	0,201	1,67	1,87	10	10,00	150	0,566	2,600	0,172	0,016
Č129-P148	20,67	0,003035		1	20,67	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č129-Č128	75,04	0,003035		1	75,04	0,23	0,228	1,93	2,16	10	10,00	150	0,566	2,600	0,195	0,016
Č128-P34	22,44	0,003035		1	22,44	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č128-Č127	14,80	0,003035		1	14,80	0,04	0,045	2,23	2,27	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č127-P147	12,84	0,003035		1	12,84	0,04	0,039	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,033	0,016
Č127-Č126	15,12	0,003035		1	15,12	0,05	0,046	2,31	2,36	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č126-P33	19,77	0,003035		1	19,77	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č126-Č125	28,62	0,003035		1	28,62	0,09	0,087	2,42	2,51	10	10,00	150	0,566	2,600	0,074	0,016
Č125-P32	20,19	0,003035		1	20,19	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č125-Č124	53,53	0,003035		1	53,53	0,16	0,162	2,57	2,73	10	10,00	150	0,566	2,600	0,139	0,016
Č140-P158	20,17	0,003035		1	20,17	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č140-Č141	44,86	0,003035		1	44,86	0,14	0,136	0,06	0,20	10	10,00	150	0,566	2,600	0,117	0,016
Č141-P159	23,50	0,003035		1	23,50	0,07	0,071	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č141-Č142	37,55	0,003035		1	37,55	0,11	0,114	0,27	0,38	10	10,00	150	0,566	2,600	0,098	0,016
Č142-P191	22,63	0,003035		1	22,63	0,07	0,069	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,059	0,016
Č142-Č143	29,39	0,003035		1	29,39	0,09	0,089	0,45	0,54	10	10,00	150	0,566	2,600	0,076	0,016
Č143-P192	20,68	0,003035		1	20,68	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č143-Č144	39,38	0,003035		1	39,38	0,12	0,120	0,60	0,72	10	10,00	150	0,566	2,600	0,102	0,016
Č144-P190	23,32	0,003035		1	23,32	0,07	0,071	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č144-Č145	64,12	0,003035		1	64,12	0,19	0,195	0,79	0,99	10	10,00	150	0,566	2,600	0,167	0,016
Č145-P179	16,87	0,003035		1	16,87	0,05	0,051	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č145-Č146	35,72	0,003035		1	35,72	0,11	0,108	1,04	1,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,093	0,016
Č153-P175	19,49	0,003035		1	19,49	0,06	0,059	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č153-Č152	24,13	0,003035		1	24,13	0,07	0,073	0,06	0,13	10	10,00	150	0,566	2,600	0,063	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspec [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [°]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č152-P176	18,37	0,003035		1	18,37	0,06	0,056	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č152-Č151	20,11	0,003035		1	20,11	0,06	0,061	0,19	0,25	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č151-P184	25,89	0,003035		1	25,89	0,08	0,079	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,067	0,016
Č151-Č150	31,35	0,003035		1	31,35	0,10	0,095	0,33	0,42	10	10,00	150	0,566	2,600	0,082	0,016
Č150-P177	11,54	0,003035		1	11,54	0,04	0,035	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,030	0,016
Č150-Č149	20,04	0,003035		1	20,04	0,06	0,061	0,46	0,52	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č149-P185	21,76	0,003035		1	21,76	0,07	0,066	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,057	0,016
Č149-Č148	36,67	0,003035		1	36,67	0,11	0,111	0,58	0,70	10	10,00	150	0,566	2,600	0,095	0,016
Č148-P178	11,90	0,003035		1	11,90	0,04	0,036	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,031	0,016
Č148-Č147	24,50	0,003035		1	24,50	0,07	0,074	0,73	0,81	10	10,00	150	0,566	2,600	0,064	0,016
Č147-P186	21,94	0,003035		1	21,94	0,07	0,067	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,057	0,016
Č147-Č146	62,84	0,003035		1	62,84	0,19	0,191	0,87	1,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,163	0,016
Č146-Č154	42,89	0,003035		1	42,89	0,13	0,130	2,21	2,34	10	10,00	150	0,566	2,600	0,112	0,016
Č154-P180	13,92	0,003035		1	13,92	0,04	0,042	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,036	0,016
Č154-Č155	24,45	0,003035		1	24,45	0,07	0,074	2,38	2,46	10	10,00	150	0,566	2,600	0,064	0,016
Č155-P188	20,77	0,003035		1	20,77	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č155-Č156	17,24	0,003035		1	17,24	0,05	0,052	2,52	2,57	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č158-P183	21,18	0,003035		1	21,18	0,06	0,064	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,055	0,016
Č158-Č157	107,86	0,003035		1	107,86	0,33	0,327	0,06	0,39	10	10,00	150	0,566	2,600	0,280	0,016
Č157-P182	18,50	0,003035		1	18,50	0,06	0,056	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č157-Č156	65,83	0,003035		1	65,83	0,20	0,200	0,45	0,65	10	10,00	150	0,566	2,600	0,171	0,016
Č156-Č159	28,49	0,003035		1	28,49	0,09	0,086	3,22	3,31	10	10,00	150	0,566	2,600	0,074	0,016
Č159-P181	13,36	0,003035		1	13,36	0,04	0,041	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,035	0,016
Č159-Č160	36,42	0,003035		1	36,42	0,11	0,111	3,35	3,46	10	10,00	150	0,566	2,600	0,095	0,016
Č165-P173	15,00	0,003035		1	15,00	0,05	0,046	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č165-Č164	33,06	0,003035		1	33,06	0,10	0,100	0,05	0,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,086	0,016
Č164-P174	14,04	0,003035		1	14,04	0,04	0,043	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č164-Č163	18,57	0,003035		1	18,57	0,06	0,056	0,19	0,24	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č163-P172	23,49	0,003035		1	23,49	0,07	0,071	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,061	0,016
Č163-Č162	113,93	0,003035		1	113,93	0,35	0,346	0,32	0,66	10	10,00	150	0,566	2,600	0,296	0,016
Č162-P171	18,27	0,003035		1	18,27	0,06	0,055	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č162-Č161	77,42	0,003035		1	77,42	0,23	0,235	0,72	0,95	10	10,00	150	0,566	2,600	0,201	0,016
Č161-P170	18,05	0,003035		1	18,05	0,05	0,055	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č161-Č160	22,31	0,003035		1	22,31	0,07	0,068	1,01	1,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č184-P160	39,17	0,003035		1	39,17	0,12	0,119	0,00	0,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,102	0,016
Č184-P196	19,52	0,003035		1	19,52	0,06	0,059	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č184-Č185	39,32	0,003035		1	39,32	0,12	0,119	0,18	0,30	10	10,00	150	0,566	2,600	0,102	0,016
Č185-P161	13,72	0,003035		1	13,72	0,04	0,042	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,036	0,016
Č185-Č186	19,27	0,003035		1	19,27	0,06	0,058	0,34	0,40	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č186-P197	19,56	0,003035		1	19,56	0,06	0,059	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č186-Č187	94,80	0,003035		1	94,80	0,29	0,288	0,46	0,74	10	10,00	150	0,566	2,600	0,246	0,016
Č187-P162	20,02	0,003035		1	20,02	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č187-Č188	40,00	0,003035		1	40,00	0,12	0,121	0,81	0,93	10	10,00	150	0,566	2,600	0,104	0,016
Č188-P198	19,72	0,003035		1	19,72	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č188-Č189	23,69	0,003035		1	23,69	0,07	0,072	0,99	1,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č189-P163	15,88	0,003035		1	15,88	0,05	0,048	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,041	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspecc [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [']	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č189-Č190	18,55	0,003035		1	18,55	0,06	0,056	1,11	1,16	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č190-P199	15,11	0,003035		1	15,11	0,05	0,046	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č190-Č191	86,95	0,003035		1	86,95	0,26	0,264	1,21	1,47	10	10,00	150	0,566	2,600	0,226	0,016
Č191-P164	20,30	0,003035		1	20,30	0,06	0,062	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č191-Č192	32,65	0,003035		1	32,65	0,10	0,099	1,53	1,63	10	10,00	150	0,566	2,600	0,085	0,016
Č194-P165	16,91	0,003035		1	16,91	0,05	0,051	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č194-Č193	21,42	0,003035		1	21,42	0,07	0,065	0,05	0,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,056	0,016
Č193-P166	19,68	0,003035		1	19,68	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č193-Č192	20,43	0,003035		1	20,43	0,06	0,062	0,18	0,24	10	10,00	150	0,566	2,600	0,053	0,016
Č192-Č195	19,84	0,003035		1	19,84	0,06	0,060	1,87	1,93	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č195-P200	22,15	0,003035		1	22,15	0,07	0,067	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č195-Č196	61,15	0,003035		1	61,15	0,19	0,186	2,00	2,18	10	10,00	150	0,566	2,600	0,159	0,016
Č196-P167	19,94	0,003035		1	19,94	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č196-Č197	37,26	0,003035		1	37,26	0,11	0,113	2,24	2,36	10	10,00	150	0,566	2,600	0,097	0,016
Č197-P201	19,63	0,003035		1	19,63	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č197-Č169	22,20	0,003035		1	22,20	0,07	0,067	2,42	2,48	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č183-P193	22,24	0,003035		1	22,24	0,07	0,067	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č183-Č182	17,55	0,003035		1	17,55	0,05	0,053	0,07	0,12	10	10,00	150	0,566	2,600	0,046	0,016
Č182-P206	17,20	0,003035		1	17,20	0,05	0,052	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,045	0,016
Č182-Č181	60,10	0,003035		1	60,10	0,18	0,182	0,17	0,36	10	10,00	150	0,566	2,600	0,156	0,016
Č181-P194	18,13	0,003035		1	18,13	0,06	0,055	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,047	0,016
Č181-Č180	41,13	0,003035		1	41,13	0,12	0,125	0,41	0,54	10	10,00	150	0,566	2,600	0,107	0,016
Č180-P205	16,46	0,003035		1	16,46	0,05	0,050	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,043	0,016
Č180-Č176	41,52	0,003035		1	41,52	0,13	0,126	0,59	0,71	10	10,00	150	0,566	2,600	0,108	0,016
Č179-P189	20,74	0,003035		1	20,74	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č179-Č178	37,00	0,003035		1	37,00	0,11	0,112	0,06	0,18	10	10,00	150	0,566	2,600	0,096	0,016
Č178-P207	22,30	0,003035		1	22,30	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č178-Č177	34,10	0,003035		1	34,10	0,10	0,103	0,24	0,35	10	10,00	150	0,566	2,600	0,089	0,016
Č177-P195	19,57	0,003035		1	19,57	0,06	0,059	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č177-Č176	19,40	0,003035		1	19,40	0,06	0,059	0,41	0,46	10	10,00	150	0,566	2,600	0,050	0,016
Č176-Č175	30,86	0,003035		1	30,86	0,09	0,094	1,18	1,27	10	10,00	150	0,566	2,600	0,080	0,016
Č175-P204	22,41	0,003035		1	22,41	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č175-Č174	38,81	0,003035		1	38,81	0,12	0,118	1,34	1,46	10	10,00	150	0,566	2,600	0,101	0,016
Č174-P208	15,21	0,003035		1	15,21	0,05	0,046	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č174-Č173	33,77	0,003035		1	33,77	0,10	0,102	1,50	1,60	10	10,00	150	0,566	2,600	0,088	0,016
Č173-P203	19,00	0,003035		1	19,00	0,06	0,058	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č173-Č172	20,64	0,003035		1	20,64	0,06	0,063	1,66	1,72	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č172-P209	14,32	0,003035		1	14,32	0,04	0,043	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č172-Č171	28,77	0,003035		1	28,77	0,09	0,087	1,77	1,85	10	10,00	150	0,566	2,600	0,075	0,016
Č171-P202	15,53	0,003035		1	15,53	0,05	0,047	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č171-Č170	44,63	0,003035		1	44,63	0,14	0,135	1,90	2,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,116	0,016
Č170-P210	13,17	0,003035		1	13,17	0,04	0,040	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,034	0,016
Č170-Č169	23,92	0,003035		1	23,92	0,07	0,073	2,08	2,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,062	0,016
Č169-Č168	18,92	0,003035		1	18,92	0,06	0,057	4,63	4,69	10	10,00	150	0,566	2,600	0,049	0,016
Č168-P168	19,81	0,003035		1	19,81	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č168-Č167	46,97	0,003035		1	46,97	0,14	0,143	4,75	4,89	10	10,00	150	0,566	2,600	0,122	0,016

Dionica od do	Dužina dionice [L]	qspec [l/s/m']	IND(l/s)	KOE.F.K [/]	Vir duž.(m)	ST.+P.S. [l/s]	PROTOK			Qpož(l/s)	Qmjer.(l/s)	Dimenzioniranje				
							VLAS(l/s)	TRANZ(l/s)	UK.(l/s)			D(mm)	v(m/s)	l(‰)	Δhtr(m)	v2/2g(m)
Č167-P169	19,74	0,003035		1	19,74	0,06	0,060	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,051	0,016
Č167-Č166	18,44	0,003035		1	18,44	0,06	0,056	4,95	5,01	10	10,00	150	0,566	2,600	0,048	0,016
Č166-P187	20,15	0,003035		1	20,15	0,06	0,061	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,052	0,016
Č166-Č160	24,86	0,003035		1	24,86	0,08	0,075	5,07	5,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,065	0,016
Č160-Č212	77,11	0,003035		1	77,11	0,23	0,234	9,68	9,91	10	10,00	150	0,566	2,600	0,200	0,016
Č212-P25	12,45	0,003035		1	12,45	0,04	0,038	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,032	0,016
Č212-Č213	14,08	0,003035		1	14,08	0,04	0,043	9,95	9,99	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č198-P16	13,24	0,003035		1	13,24	0,04	0,040	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,034	0,016
Č198-Č199	35,77	0,003035		1	35,77	0,11	0,109	0,04	0,15	10	10,00	150	0,566	2,600	0,093	0,016
Č199-P17	13,86	0,003035		1	13,86	0,04	0,042	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,036	0,016
Č199-Č200	30,77	0,003035		1	30,77	0,09	0,093	0,19	0,28	10	10,00	150	0,566	2,600	0,080	0,016
Č200-P18	14,21	0,003035		1	14,21	0,04	0,043	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č200-Č201	14,87	0,003035		1	14,87	0,05	0,045	0,33	0,37	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č201-P15	23,00	0,003035		1	23,00	0,07	0,070	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,060	0,016
Č201-Č202	16,05	0,003035		1	16,05	0,05	0,049	0,44	0,49	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č202-P19	14,77	0,003035		1	14,77	0,04	0,045	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č202-Č203	16,78	0,003035		1	16,78	0,05	0,051	0,54	0,59	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č203-P14	22,40	0,003035		1	22,40	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č203-Č204	14,52	0,003035		1	14,52	0,04	0,044	0,65	0,70	10	10,00	150	0,566	2,600	0,038	0,016
Č204-P20	15,26	0,003035		1	15,26	0,05	0,046	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č204-Č205	15,29	0,003035		1	15,29	0,05	0,046	0,75	0,79	10	10,00	150	0,566	2,600	0,040	0,016
Č205-P13	24,63	0,003035		1	24,63	0,07	0,075	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,064	0,016
Č205-Č206	12,06	0,003035		1	12,06	0,04	0,037	0,87	0,90	10	10,00	150	0,566	2,600	0,031	0,016
Č206-P21	16,65	0,003035		1	16,65	0,05	0,051	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,043	0,016
Č206-Č207	29,49	0,003035		1	29,49	0,09	0,089	0,95	1,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,077	0,016
Č207-P22	14,98	0,003035		1	14,98	0,05	0,045	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č207-Č208	12,47	0,003035		1	12,47	0,04	0,038	1,09	1,13	10	10,00	150	0,566	2,600	0,032	0,016
Č208-P12	21,80	0,003035		1	21,80	0,07	0,066	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,057	0,016
Č208-Č209	15,01	0,003035		1	15,01	0,05	0,046	1,19	1,24	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č209-P23	16,30	0,003035		1	16,30	0,05	0,049	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č209-Č210	13,03	0,003035		1	13,03	0,04	0,040	1,29	1,33	10	10,00	150	0,566	2,600	0,034	0,016
Č210-P11	22,40	0,003035		1	22,40	0,07	0,068	0,00	0,07	10	10,00	150	0,566	2,600	0,058	0,016
Č210-Č211	16,89	0,003035		1	16,89	0,05	0,051	1,39	1,45	10	10,00	150	0,566	2,600	0,044	0,016
Č211-P24	14,82	0,003035		1	14,82	0,04	0,045	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,039	0,016
Č211-Č213	11,02	0,003035		1	11,02	0,03	0,033	1,49	1,52	10	10,00	150	0,566	2,600	0,029	0,016
Č213-Č214	19,16	0,003035		1	19,16	0,06	0,058	11,52	11,58	10	11,58	150	0,655	3,100	0,059	0,022
Č214-P10	27,83	0,003035		1	27,83	0,08	0,084	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,072	0,016
Č214-Č215	10,64	0,003035		1	10,64	0,03	0,032	11,66	11,69	10	11,69	150	0,662	3,200	0,034	0,022
Č215-P9	26,85	0,003035		1	26,85	0,08	0,081	0,00	0,08	10	10,00	150	0,566	2,600	0,070	0,016
Č215-Č216	16,03	0,003035		1	16,03	0,05	0,049	11,78	11,82	10	11,82	150	0,669	3,500	0,056	0,023
Č216-P26	14,31	0,003035		1	14,31	0,04	0,043	0,00	0,04	10	10,00	150	0,566	2,600	0,037	0,016
Č216-Č217	22,53	0,003035		1	22,53	0,07	0,068	11,87	11,94	10	11,94	150	0,676	3,800	0,086	0,023
Č217-P8	20,77	0,003035		1	20,77	0,06	0,063	0,00	0,06	10	10,00	150	0,566	2,600	0,054	0,016
Č217-Č218	16,83	0,003035		1	16,83	0,05	0,051	12,00	12,05	10	12,05	150	0,682	4,000	0,067	0,024
Č218-P27	16,14	0,003035		1	16,14	0,05	0,049	0,00	0,05	10	10,00	150	0,566	2,600	0,042	0,016
Č218-Č219	16,33	0,003035		1	16,33	0,05	0,050	12,10	12,15	10	12,15	150	0,688	4,100	0,067	0,024

ČVOROVI	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
v	208,30	208,30	0,00
Č124	148	197,23	49,23
Č124*	148	182,00	34,00
Č125	148	181,88	33,88
P32	148	181,83	33,83
Č126	148	181,80	33,80
P33	148	181,75	33,75
Č127	148	181,76	33,76
P147	148	181,73	33,73
Č128	148	181,73	33,73
P34	148	181,67	33,67
Č129	149	181,53	32,53
P148	149	181,48	32,48
Č130	149	181,36	32,36
P149	149	181,31	32,31
Č131	148	181,15	33,15
P150	148	181,11	33,11
Č132	149	180,95	31,95
P151	149	180,91	31,91
Č133	150	180,80	30,80
P152	150	180,76	30,76
Č134	150	180,63	30,63
P153	150	180,60	30,60
Č135	149	180,55	31,55
Č136	148	180,50	32,50
P154	148	180,44	32,44
Č137	148	180,41	32,41
P155	148	180,34	32,34
Č138	148	180,32	32,32
P157	148	180,27	32,27
Č139	148	180,27	32,27
P156	148	180,22	32,22
Č229	148	181,87	33,87
P1	148	181,83	33,83
Č228	148	181,72	33,72
P2	148	181,67	33,67
Č227	148	181,55	33,55
P3	148	181,51	33,51
Č226	148	181,51	33,51
P31	148	181,48	33,48
Č225	148	181,41	33,41
P4	148	181,36	33,36
Č224	148	181,29	33,29
P30	148	181,27	33,27
Č223	148	181,24	33,24
P5	148	181,19	33,19

REDUCIR VENTIL (- 1,5 bara)

ČVOROVI	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č222	148	181,20	33,20
P29	148	181,17	33,17
Č221	148	181,16	33,16
P6	148	181,11	33,11
Č220	148	180,93	32,93
P28	148	180,90	32,90
Č219	148	180,85	32,85
P7	148	180,80	32,80
Č218	148	180,79	32,79
P27	148	180,75	32,75
Č217	148	180,72	32,72
P8	148	180,67	32,67
Č216	148	180,63	32,63
P26	148	180,60	32,60
Č215	148	180,58	32,58
P9	148	180,51	32,51
Č214	148	180,48	32,48
P10	148	180,42	32,42
Č213	148	180,42	32,42
Č211	148	180,40	32,40
P24	148	180,36	32,36
Č210	147	180,36	33,36
P11	147	180,30	33,30
Č209	147	180,32	33,32
P23	147	180,28	33,28
Č208	147	180,28	33,28
P12	147	180,23	33,23
Č207	146	180,25	34,25
P22	146	180,21	34,21
Č206	146	180,17	34,17
P21	146	180,13	34,13
Č205	146	180,10	34,10
P13	146	180,03	34,03
Č204	146	180,06	34,06
P20	146	180,02	34,02
Č203	146	180,02	34,02
P14	146	179,96	33,96
Č202	146	179,98	33,98
P19	146	179,94	33,94
Č201	146	179,94	33,94
P15	146	180,00	34,00
Č200	146	179,90	33,90
P18	146	179,86	33,86
Č199	146	179,82	33,82
P17	146	179,78	33,78

ČVOROVÍ	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č198	146	179,72	33,72
P16	146	179,69	33,69
Č212	148	180,39	32,39
P25	148	180,36	32,36
Č160	148	180,19	32,19
Č161	148	180,13	32,13
P170	148	180,09	32,09
Č162	148	179,93	31,93
P171	148	179,88	31,88
Č163	149	179,64	30,64
P172	149	179,57	30,57
Č164	149	179,59	30,59
P174	149	179,55	30,55
Č165	149	179,50	30,50
P173	149	179,46	30,46
Č159	148	180,10	32,10
P181	148	180,06	32,06
Č156	148	180,02	32,02
Č155	148	179,98	31,98
P188	148	179,92	31,92
Č154	149	179,91	30,91
P180	149	179,88	30,88
Č146	149	179,80	30,80
Č145	149	179,71	30,71
P179	149	179,67	30,67
Č144	147	179,54	32,54
P190	147	179,48	32,48
Č143	147	179,44	32,44
P192	147	179,39	32,39
Č142	147	179,36	32,36
P191	147	179,30	32,30
Č141	147	179,27	32,27
P159	147	179,21	32,21
Č140	146	179,15	33,15
P158	146	179,10	33,10
Č157	149	179,85	30,85
P182	149	179,80	30,80
Č158	150	179,57	29,57
P183	150	179,52	29,52
Č147	149	179,64	30,64
P186	149	179,58	30,58
Č148	149	179,58	30,58
P178	149	179,54	30,54
Č149	149	179,48	30,48
P185	149	179,42	30,42

ČVOROVÍ	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č150	149	179,43	30,43
P177	149	179,40	30,40
Č151	149	179,35	30,35
P184	149	179,28	30,28
Č152	149	179,29	30,29
P176	149	179,25	30,25
Č153	150	179,23	29,23
P175	150	179,18	29,18
Č166	148	180,13	32,13
P187	148	180,07	32,07
Č167	148	180,08	32,08
P169	148	180,03	32,03
Č168	147	179,96	32,96
P168	147	179,90	32,90
Č169	147	179,91	32,91
Č170	147	179,84	32,84
P210	147	179,81	32,81
Č171	148	179,73	31,73
P202	148	179,69	31,69
Č172	148	179,65	31,65
P209	148	179,62	31,62
Č173	148	179,57	31,57
P203	148	179,52	31,52
Č174	149	179,48	30,48
P208	149	179,44	30,44
Č175	149	179,38	30,38
P204	149	179,32	30,32
Č176	149	179,30	30,30
Č177	149	179,25	30,25
P195	149	179,20	30,20
Č178	149	179,16	30,16
P207	149	179,10	30,10
Č179	149	179,06	30,06
P189	149	179,01	30,01
Č180	148	179,19	31,19
P205	148	179,15	31,15
Č181	147	179,08	32,08
P194	147	179,04	32,04
Č182	145	178,93	33,93
P206	145	178,88	33,88
Č183	144	178,88	34,88
P193	144	178,82	34,82
Č197	147	179,97	32,97
P201	147	179,92	32,92
Č196	147	179,87	32,87

ČVOROVÍ	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
P167	147	179,82	32,82
Č195	147	179,71	32,71
P200	147	179,66	32,66
Č192	146	179,66	33,66
Č193	146	179,61	33,61
P166	146	179,56	33,56
Č194	146	179,55	33,55
P165	146	179,51	33,51
Č191	146	179,58	33,58
P164	146	179,52	33,52
Č190	147	179,35	32,35
P199	147	179,31	32,31
Č189	147	179,30	32,30
P163	147	179,26	32,26
Č188	147	179,24	32,24
P198	147	179,19	32,19
Č187	147	179,14	32,14
P162	147	179,08	32,08
Č186	146	178,89	32,89
P197	146	178,84	32,84
Č185	145	178,84	33,84
P161	145	178,80	33,80
Č184	144	178,74	34,74
P196	144	178,69	34,69
P160	143	178,64	35,64
Č123	148	181,74	33,74
P35	148	181,73	33,73
Č118	147	181,50	34,50
Č119	147	181,37	34,37
P143	147	181,31	34,31
Č120	147	181,32	34,32
P146	147	181,29	34,29
Č121	147	181,10	34,10
P145	147	181,06	34,06
Č122	147	181,04	34,04
P144	147	181,02	34,02
Č117	147	181,38	34,38
P138	147	181,33	34,33
Č116	146	181,32	35,32
P137	146	181,26	35,26
Č115	145	181,16	36,16
P136	145	181,12	36,12
Č99	145	180,99	35,99
Č114	146	180,94	34,94
P139	146	180,90	34,90

ČVOROVI	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č113	146	180,86	34,86
P46	146	180,81	34,81
Č112	147	180,80	33,80
P45	147	180,75	33,75
Č111	147	180,72	33,72
P44	147	180,68	33,68
Č108	147	180,64	33,64
Č109	147	180,59	33,59
P43	147	180,55	33,55
Č110	147	180,53	33,53
P42	147	180,48	33,48
Č107	146	180,59	34,59
P41	146	180,55	34,55
Č106	146	180,55	34,55
P40	146	180,52	34,52
Č105	146	180,50	34,50
P141	146	180,45	34,45
Č104	146	180,43	34,43
P39	146	180,39	34,39
Č103	147	180,37	33,37
P38	147	180,34	33,34
Č102	147	180,31	33,31
P37	147	180,28	33,28
Č101	148	180,26	32,26
P142	148	180,20	32,20
Č100	148	180,20	32,20
P36	148	180,17	32,17
Č96	145	180,85	35,85
Č97	144	180,69	36,69
P135	144	180,64	36,64
Č98	144	180,53	36,53
P134	144	180,48	36,48
Č95	145	180,81	35,81
P47	145	180,78	35,78
Č94	146	180,79	34,79
P133	146	180,73	34,73
Č93	146	180,77	34,77
P48	146	180,73	34,73
Č89	146	180,72	34,72
Č90	145	180,50	35,50
P130	145	180,46	35,46
Č91	144	180,42	36,42
P129	144	180,38	36,38
Č92	144	180,37	36,37
P128	144	180,30	36,30

ČVOROVI	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č79	146	180,67	34,67
Č80	146	180,61	34,61
P49	146	180,57	34,57
Č81	146	180,55	34,55
P50	146	180,51	34,51
Č82	146	180,45	34,45
P51	146	180,42	34,42
Č83	145	180,41	35,41
P57	145	180,36	35,36
Č84	145	180,33	35,33
P52	145	180,29	35,29
Č85	144	180,28	36,28
P56	144	180,23	36,23
Č86	144	180,18	36,18
P55	144	180,13	36,13
Č87	144	180,14	36,14
P53	144	180,10	36,10
Č88	144	180,08	36,08
P54	144	180,02	36,02
Č78	146	180,64	34,64
P132	146	180,57	34,57
Č77	145	180,61	35,61
P58	145	180,56	35,56
Č76	143	180,51	37,51
P59	143	180,47	37,47
Č72	142	180,43	38,43
Č73	142	180,37	38,37
P131	142	180,32	38,32
Č74	142	180,27	38,27
P126	142	180,19	38,19
Č75	140	180,08	40,08
P127	140	180,04	40,04
Č71	143	180,41	37,41
P60	143	180,38	37,38
Č70	143	180,36	37,36
P125	143	180,31	37,31
Č69	143	180,33	37,33
P61	143	180,29	37,29
Č68	143	180,26	37,26
P62	143	180,22	37,22
Č67	143	180,23	37,23
P124	143	180,17	37,17
Č66	143	180,15	37,15
P63	143	180,11	37,11
Č58	143	180,14	37,14

ČVOROVI	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č59	143	180,06	37,06
P123	143	180,02	37,02
Č60	142	179,97	37,97
Č62	140	179,92	39,92
P122	140	179,88	39,88
Č63	138	179,87	41,87
P119	138	179,79	41,79
Č64	137	179,75	42,75
P121	137	179,70	42,70
Č65	135	179,59	44,59
P120	135	179,52	44,52
Č61	143	179,78	36,78
P118	143	179,75	36,75
Č57	143	179,96	36,96
P117	143	179,92	36,92
Č56	143	179,87	36,87
Č55	143	179,83	36,83
P64	143	179,78	36,78
Č54	143	179,67	36,67
P65	143	179,62	36,62
Č53	143	179,51	36,51
P66	143	179,46	36,46
Č52	143	179,40	36,40
P67	143	179,33	36,33
Č51	143	179,35	36,35
P70	143	179,31	36,31
Č50	143	179,28	36,28
P68	143	179,21	36,21
Č49	143	179,21	36,21
P71	143	179,16	36,16
Č48	142	179,15	37,15
P69	142	179,09	37,09
Č47	142	179,10	37,10
P74	142	179,05	37,05
Č46	142	178,98	36,98
P73	142	178,94	36,94
Č45	142	178,93	36,93
P72	142	178,88	36,88
Č25	143	179,63	36,63
Č26	142	179,58	37,58
P111	142	179,53	37,53
Č27	142	179,53	37,53
P116	142	179,48	37,48
Č28	142	179,47	37,47
P115	141	179,42	38,42

ČVOROVÍ	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
Č29	141	179,43	38,43
P112	141	179,37	38,37
Č30	141	179,35	38,35
P114	141	179,32	38,32
Č31	140	179,29	39,29
P113	140	179,22	39,22
Č32	143	179,58	36,58
P83	143	179,55	36,55
Č33	143	179,46	36,46
P85	143	179,41	36,41
Č34	143	179,40	36,40
P82	143	179,38	36,38
Č35	142	179,33	37,33
P86	142	179,27	37,27
Č36	142	179,25	37,25
P81	142	179,22	37,22
Č37	142	179,20	37,20
P87	142	179,15	37,15
Č38	142	179,12	37,12
P80	142	179,09	37,09
Č39	142	179,05	37,05
P79	142	179,01	37,01
Č40	142	178,97	36,97
P88	142	178,92	36,92
Č41	142	178,92	36,92
Č43	141	178,85	37,85
P75	141	178,81	37,81
Č44	141	178,79	37,79
P78	141	178,74	37,74
Č42	141	178,86	37,86
P76	141	178,81	37,81
Č24	143	179,56	36,56
P84	143	179,52	36,52
Č23	143	179,40	36,40
P94	143	179,36	36,36
Č18	143	179,32	36,32
Č19	142	179,28	37,28
P110	142	179,21	37,21
Č20	142	179,13	37,13
P106	142	179,05	37,05
Č21	140	178,97	38,97
P105	140	178,91	38,91
Č22	139	178,83	39,83
P104	139	178,76	39,76
Č17	142	179,12	37,12

ČVOROVÍ	KOTA TERENA [m.n.m]	KOTA PIEZ. LINIJE [m.n.m]	TLAK [m V.st.]
P93	142	179,07	37,07
Č16	142	179,07	37,07
P92	142	179,01	37,01
Č15	141	178,95	37,95
P91	141	178,90	37,90
Č14	141	178,82	37,82
P90	141	178,78	37,78
Č13	141	178,71	37,71
P89	141	178,67	37,67
P77	141	178,57	37,57
Č12	142	179,24	37,24
P107	142	179,29	37,29
Č11	142	179,17	37,17
P95	142	179,13	37,13
Č10	141	179,07	38,07
P96	141	179,03	38,03
Č9	141	179,00	38,00
P108	141	178,96	37,96
Č8	141	178,90	37,90
P97	141	178,85	37,85
Č7	139	178,79	39,79
P98	139	178,75	39,75
Č6	139	178,74	39,74
P109	139	178,70	39,70
Č5	138	178,66	40,66
P99	138	178,61	40,61
Č4	125	178,25	53,25
P100	125	178,20	53,20
Č3	125	178,18	53,18
P102	125	178,12	53,12
Č2	124	178,12	54,12
P101	124	178,05	54,05
Č1	140	175,37	35,37
P103	140	175,35	35,35
		MAX	54,12
		MIN	29,18

PREGLEDNA SITUACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
GRADA BJELOVARA
M 1:25 000



LEGENDA:

- Vodoopskrbna mreža
- ▨ Vodosprema

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad:
OPTIMALIZACIJA
VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
GRADA BJELOVARA PRIMJENOM
WATER CAD V8I

Sadržaj nacрта:
PREGLEDNA SITUACIJA
VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
GRADA BJELOVARA

Student:
Denis Martinčić

Kolegij:
VODOOPSKRBA I
KONDICIONIRANJE VODA

Mentor:
doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.

Datum: 05.06.2024.	Mjerilo: 1:25 000	List: 1
-----------------------	----------------------	------------



SITUACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
GRADA BJELOVARA NA DIGITALNOM
ORTO-FOTO SNIMKU
M 1:10 000

LEGENDA:

— Vodoopskrbna mreža

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacрта: SITUACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA NA DIGITALNOM ORTO-FOTO SNIMKU	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 05.06.2024.	Mjerilo: 1:10 000	List: 2

SITUACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
GRADA BJELOVARA NA DIGITALNOM
ORTO-FOTO SNIMKU
M 1:5 000



LEGENDA:

- Vodoopskrbna mreža
- Potrošači
- Čvorovi

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad:
OPTIMALIZACIJA
VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
GRADA BJELOVARA PRIMJENOM
WATER CAD V8I

Sadržaj nacрта:
SITUACIJA VODOOPSKRBNOG
SUSTAVA GRADA BJELOVARA
NA DIGITALNOM ORTO-FOTO
SNIMKU

Student:
Denis Martinčić

Kolegij:
VODOOPSKRBA I
KONDICIONIRANJE VODA

Mentor:
doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.

Datum: 05.06.2024.	Mjerilo: 1:5 000	List: 3
-----------------------	---------------------	------------



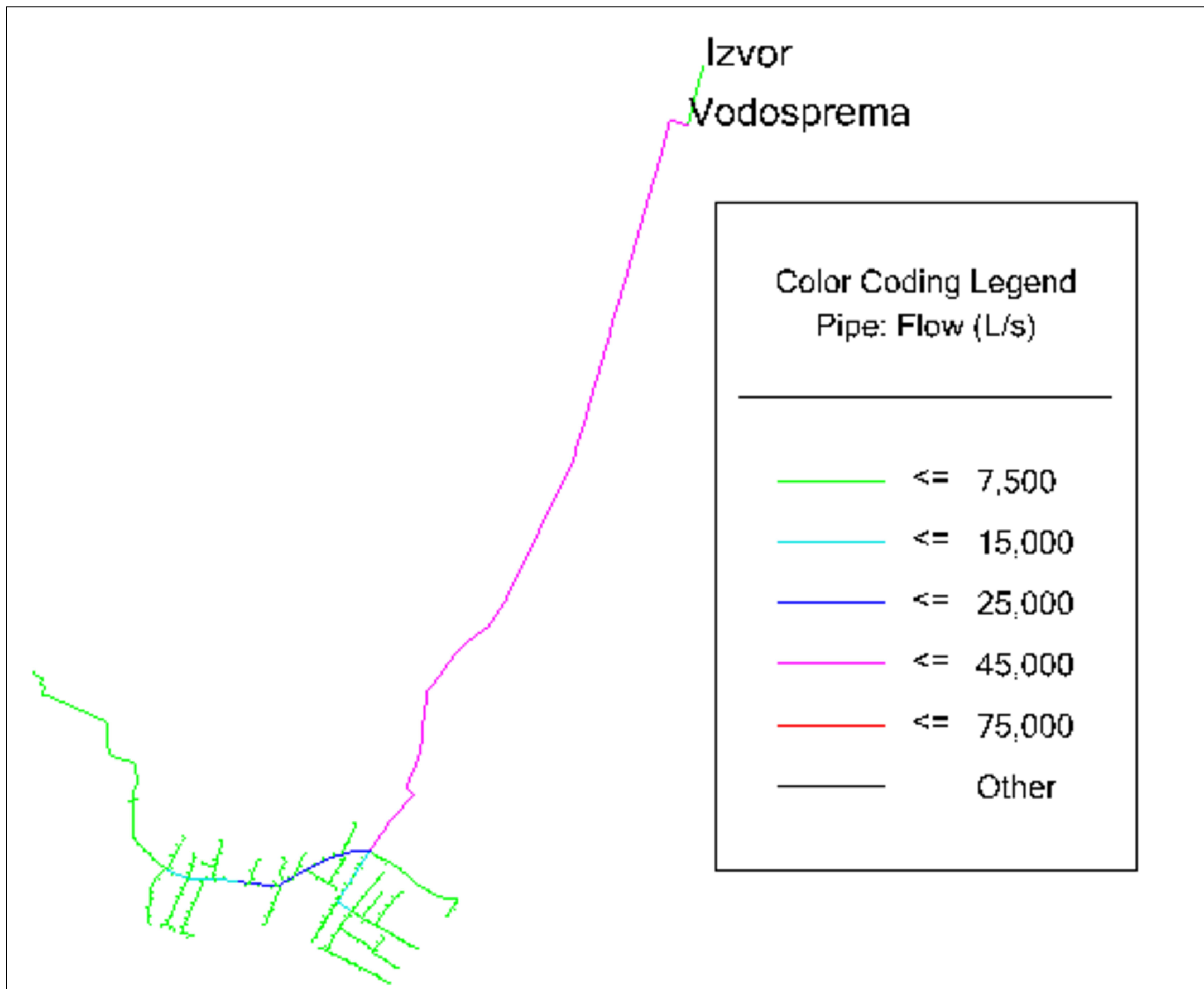
SITUACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
 GRADA BJELOVARA NA DIGITALNOM
 ORTO-FOTO SNIMKU
 M 1:5 000

LEGENDA:

- Vodoopskrbna mreža
- Potrošači
- Čvorovi

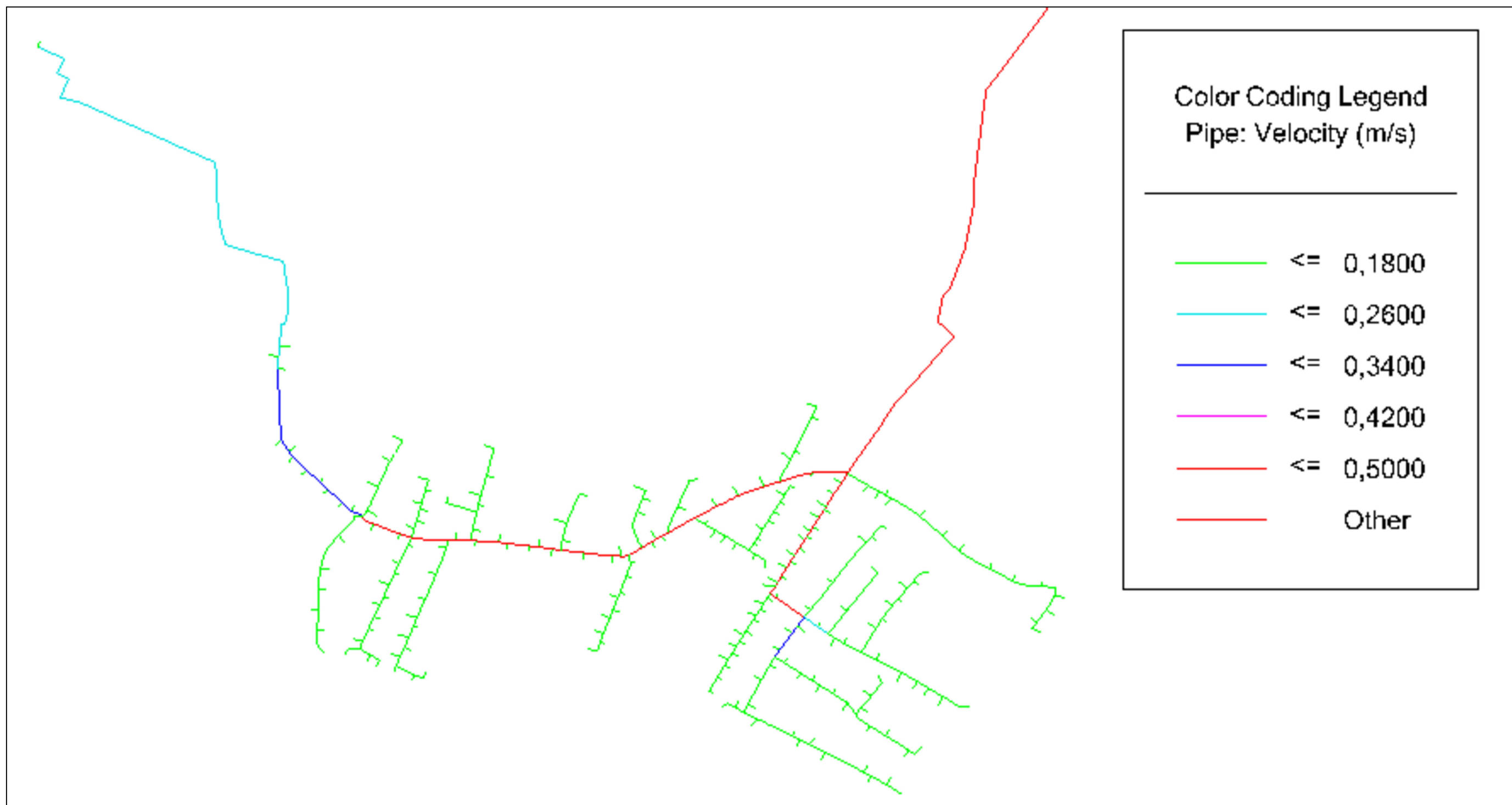
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacрта: SITUACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA NA DIGITALNOM ORTO-FOTO SNIMKU	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 05.06.2024.	Mjerilo: 1:5 000	List: 4

Prilog 7. Prikaz promjene protoka pomoću opcije "Color Coding" za varijantu dotoka crpljenjem



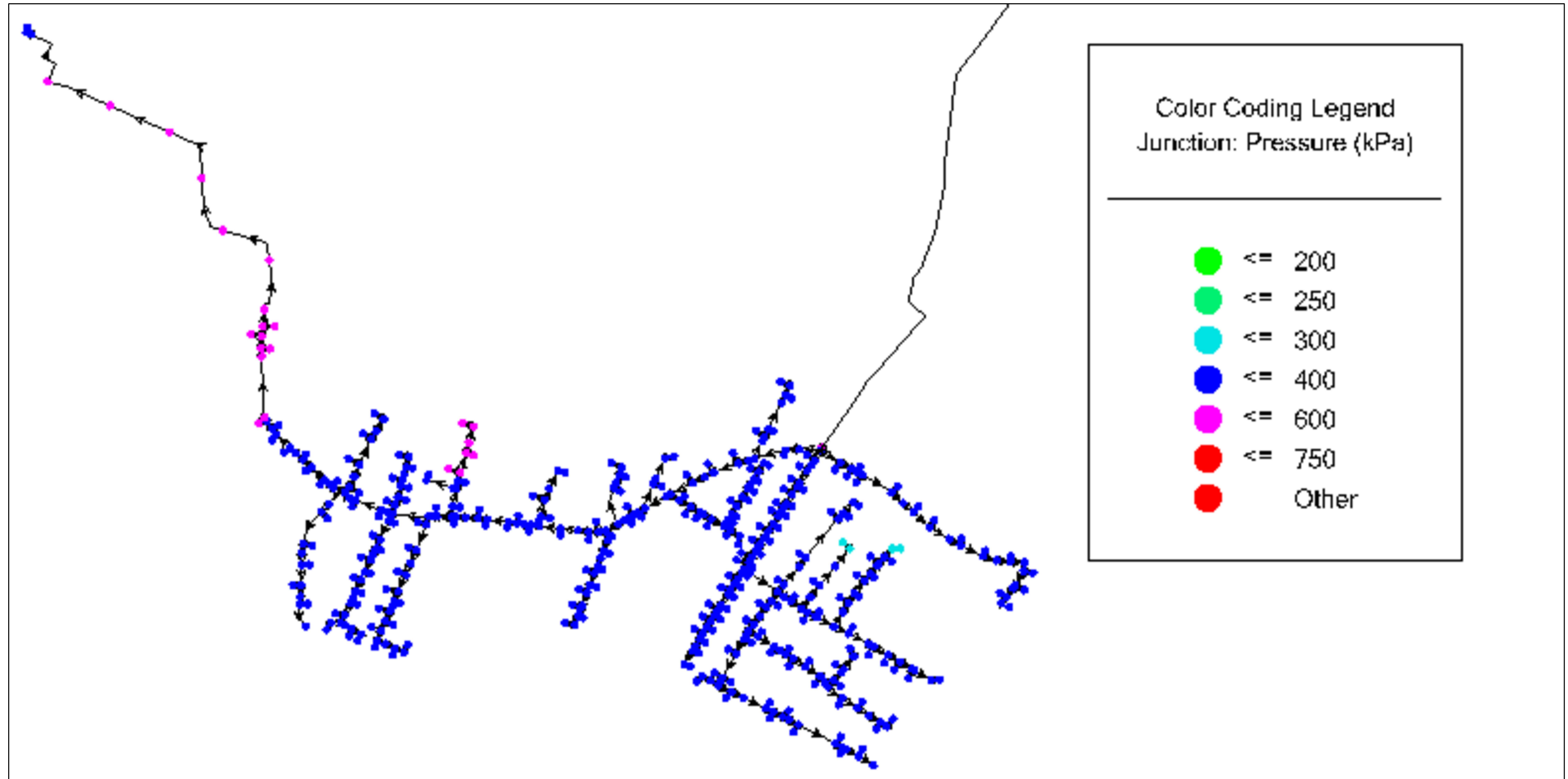
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacrt: PRIKAZ PROMJENE PROTOKA POMOĆU OPCIJE "COLOR CODING" OPCIJE - DOTOK CRPLJENJEM	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 02.06.2024.	Mjerilo: 1:25 000	List: 5

Prilog 8. Prikaz promjene brzine pomoću opcije "Color Coding" za varijantu dotoka crpljenjem



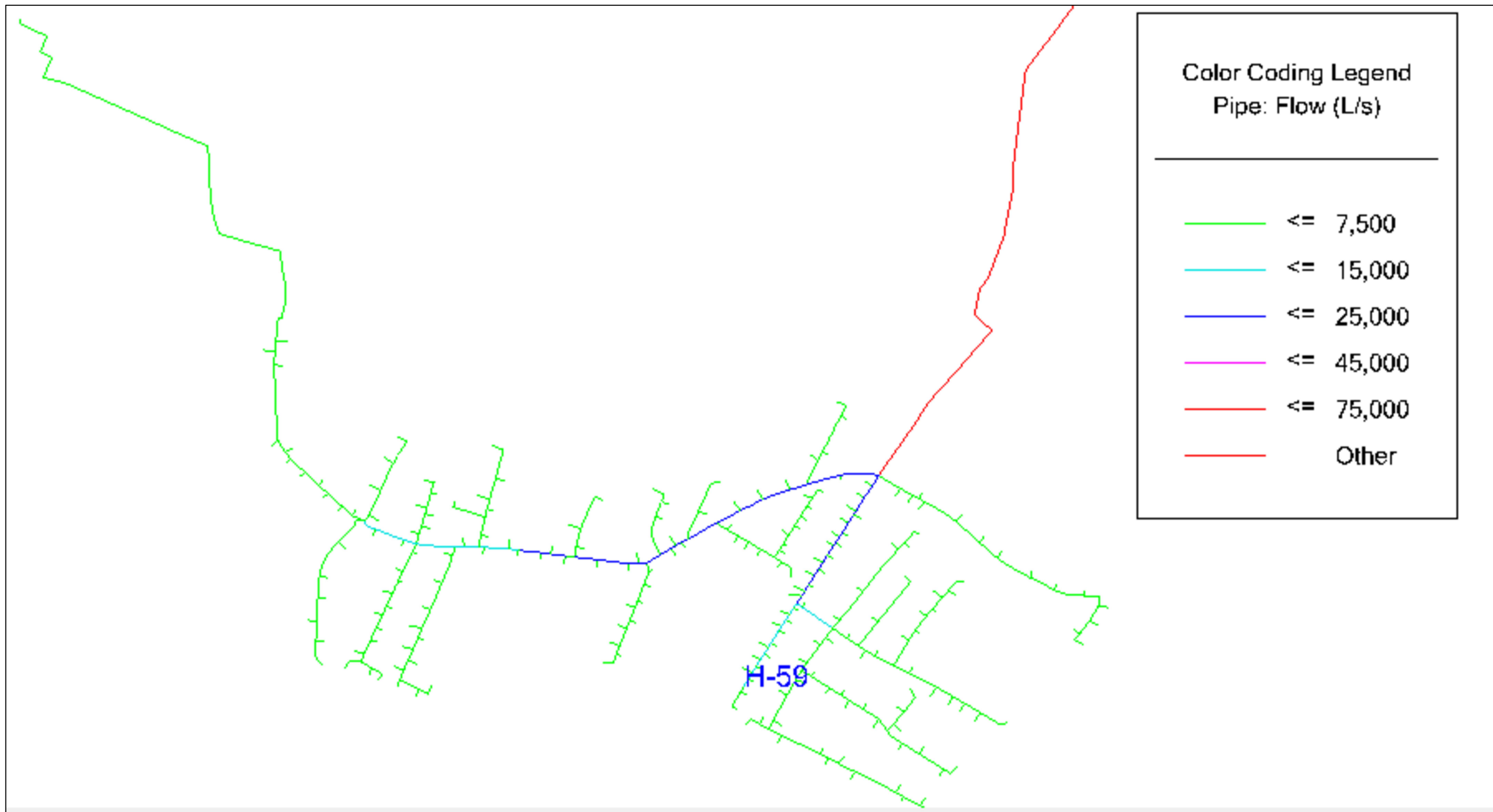
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacrt: PRIKAZ PROMJENE BRZINE POMOĆU OPCIJE "COLOR CODING" OPCIJE - DOTOK CRPLJENJEM	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDIIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 02.06.2024.	Mjerilo: 1:10 000	List: 6

Prilog 9. Prikaz promjene radnih tlakova pomoću opcije "Color Coding" za varijantu dotoka crpljenjem



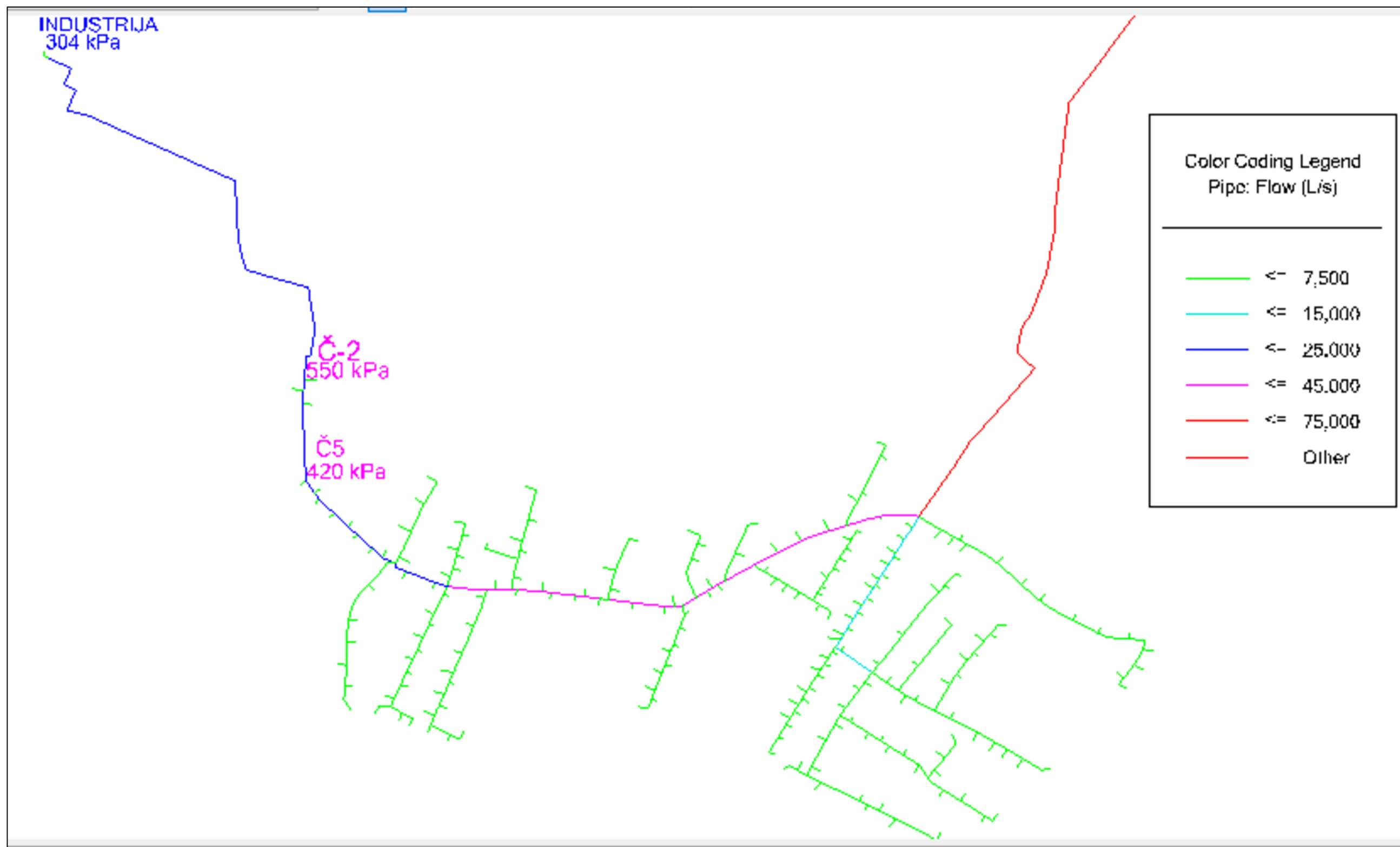
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacrt: PRIKAZ PROMJENE RADNIH TLAKOVA POMOĆU OPCIJE "COLOR CODING" OPCIJE - DOTOK CRPLJENJEM	
Student: Denis Martinić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 02.06.2024.	Mjerilo: 1:10 000	List: 7


Prilog 10. Prikaz promjene protoka pomoću opcije "Color Coding" za varijantu požara u naselju



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacrt: PRIKAZ PROMJENE PROTOKA POMOĆU OPCIJE "COLOR CODING" OPCIJE - POŽAR U NASELJU	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDIIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 02.06.2024.	Mjerilo: 1:10 000	List: 8

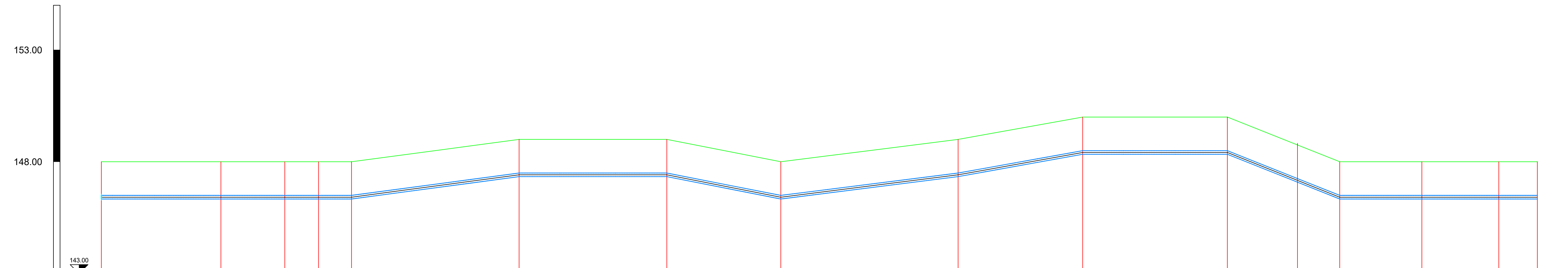
Prilog 11. Prikaz promjene protoka pomoću opcije "Color Coding" za varijantu požara u industriji



 GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacrt: PRIKAZ PROMJENE PROTOKA POMOĆU OPCIJE "COLOR CODING" OPCIJE - POŽAR U INDUSTRIJI	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 02.06.2024.	Mjerilo: 1:10 000	List: 9

UZDUŽNI PRESJEK Č124-Č139

M 1:1000/100



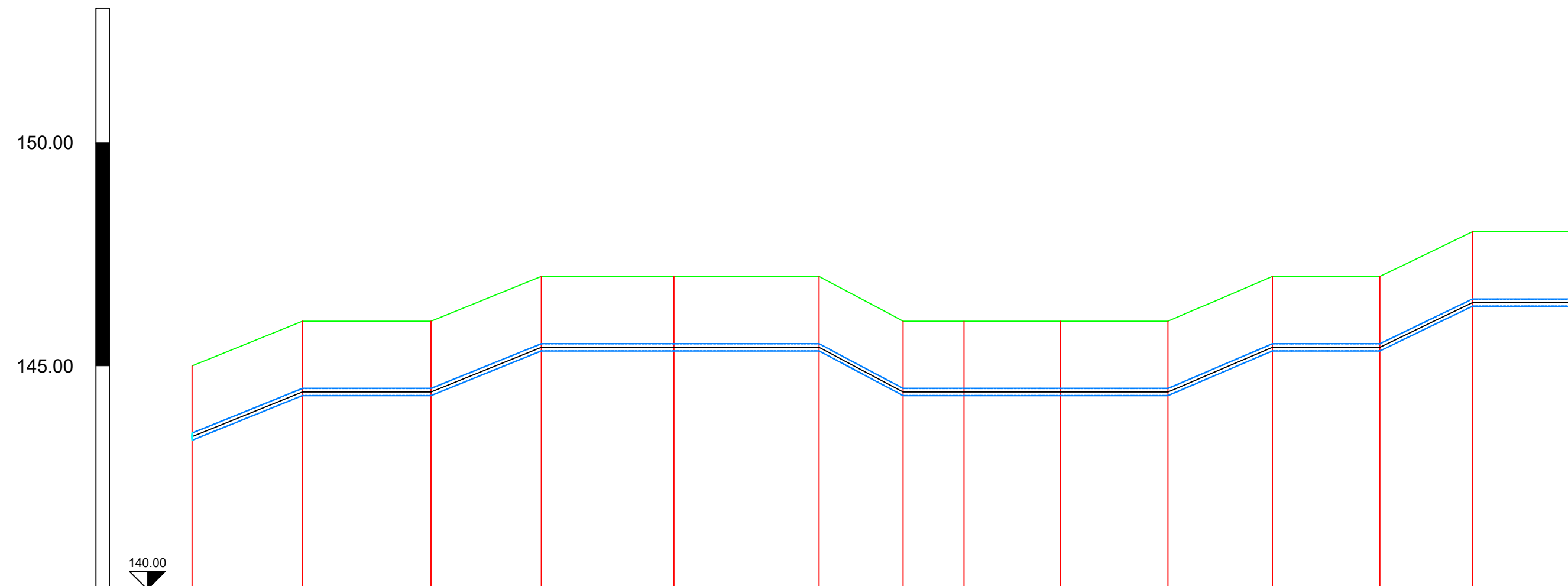
LEGENDA	
—	LINIJA TERENA
—	VODOVODNA CIJEV

NAZIV ČVORA	Č124	Č125	Č126	Č127	Č128	Č129	Č130	Č131	Č132	Č133	Č134	Č135	Č136	Č137	Č138	Č139
STACIONAŽA	0+00.00	0+63.53	0+82.15	0+97.25	0+112.05	0+187.09	0+253.25	0+304.30	0+383.75	0+438.53	0+504.32	0+535.68	0+554.68	0+591.45	0+623.91	0+643.19
DULJINA / PAD		112.05 m			75.04 m		66.16 m	51.05 m / 9.45 m	55.78 m		64.80 m		50.36 m		88.51 m	
KOTA TERENA [m n.m.]	148.00	148.00	148.00	148.00	148.00	147.41	147.41	146.41	147.41	148.00	148.41	147.17	146.41	148.41	146.41	146.41
KOTA NIVELETE [m n.m.]	148.41	146.41	146.41	146.41	146.41	147.41	147.41	146.41	147.41	150.00	148.41	147.17	146.41	148.41	146.41	146.41
PROFIL CIJEVI	DN 150 mm															
HOR. KUT - OTKLON		-1.24°	-3.98°	1.05°	0.69°	-5.51°	0.98°	5.65°	4.06°	4.23°	1.32°	0.91.09°	26.19°	-7.21°	0.00°	
VERT. KUT - OTKLON		0.00°	0.00°	0.00°	0.76°	-0.76°	-1.12°	1.84°	0.31°	-1.03°	-2.27°	-0.00°	2.27°	0.00°	0.00°	
HEMA ČVORA																

GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI	
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I	Sadržaj nacрта: UZDUŽNI PRESJEK Č124-Č139
Student: Denis Martinčić	Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 07.06.2024.
	Mjerilo: 1:1000/100
	List: 10

UZDUŽNI PRESJEK Č99-Č100

M 1:1000/100



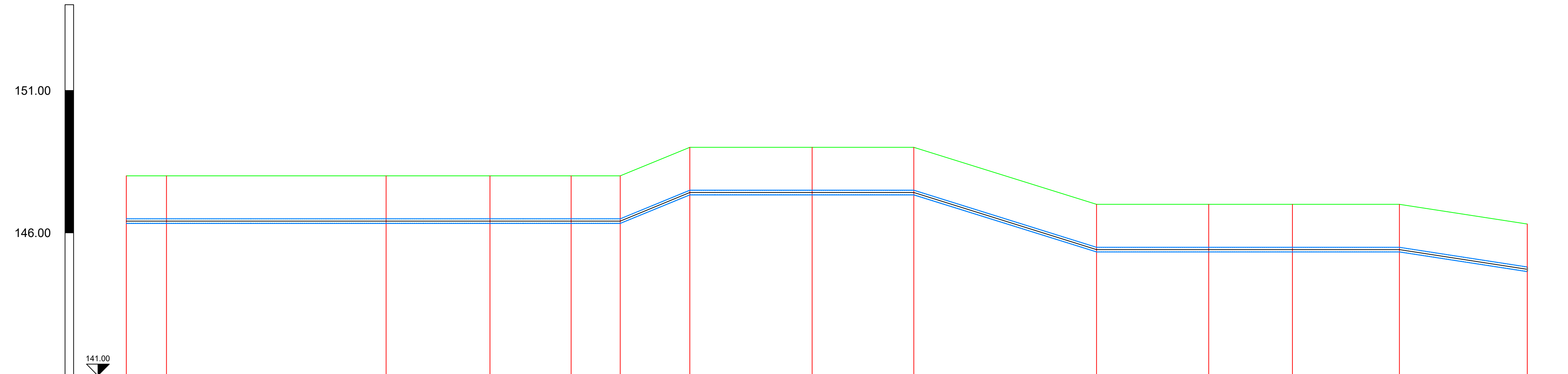
LEGENDA	
	LINIJA TERENA
	VODOVODNA CIJEV

NAZIV ČVORA	Č99	Č114	Č113	Č112	Č111	Č108	Č107	Č106	Č105	Č104	Č103	Č102	Č101	Č100		
STACIONAŽA	0+00.00	0+24.70	0+53.48	0+78.15	0+107.83	0+140.29	0+159.10	0+172.70	0+194.35	0+218.36	0+241.73	0+265.78	0+286.48	0+308.94		
DULJINA / PAD	24.70 m	4.05%	28.78 m	24.67 m	4.05%	62.14 m	18.81 m	5.32%	59.26 m	23.36 m	4.28%	24.05 m	20.70 m	4.83%	22.46 m	0.00%
KOTA TERENA [m n.m.]	143.41	145.00	146.00	146.00	147.00	147.00	146.00	146.00	146.00	146.00	147.00	147.00	148.00	148.00	148.00	148.00
KOTA NIVELETE [m n.m.]	143.41	144.41	144.41	144.41	145.41	145.41	144.41	144.41	144.41	144.41	145.41	145.41	146.41	146.41	146.41	146.41
PROFIL CIJEVI	DN 150 mm															
HOR. KUT - OTKLON		1.33°	0.01°	-2.47°	2.16°	86.97°	6.46°	-3.34°	0.51°	10.20°	-4.86°	0.00°	-1.04°			
VERT. KUT - OTKLON		-2.32°	2.32°	-2.32°	0.00°	-3.04°	3.04°	0.00°	0.00°	2.45°	-2.45°	2.77°	-2.77°			
HEMA ČVORA																

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacрта: UZDUŽNI PRESJEK Č99-Č100	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.građ.	Datum: 07.06.2024.	Mjerilo: 1:1000/100	List: 11

UZDUŽNI PRESJEK Č213-Č140

M 1:1000/100

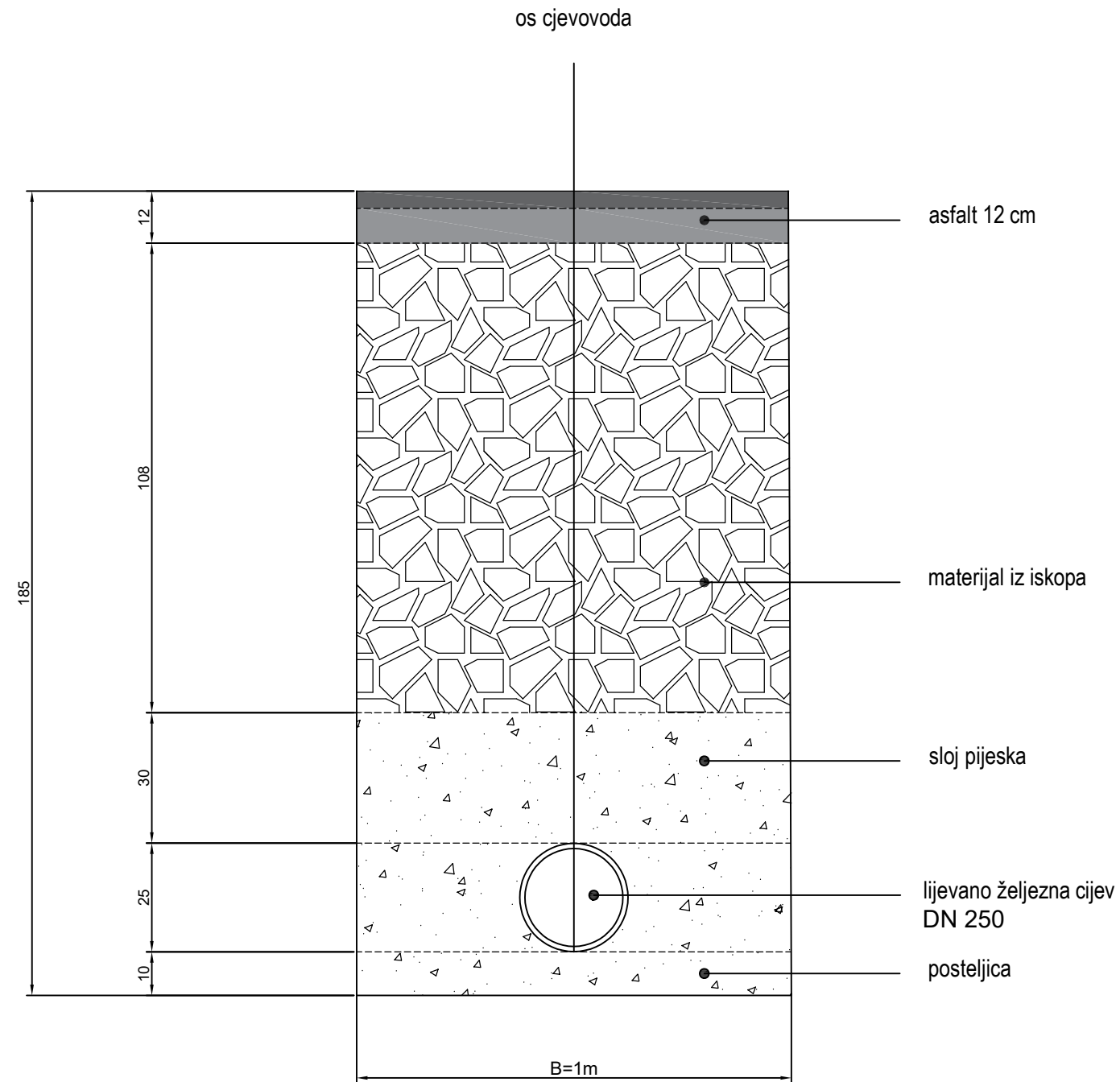


LEGENDA	
—	LINIJA TERENA
—	VODOVODNA CIJEV

NAZIV ČVORA	Č213	Č212	Č160	Č159	Č156	Č155	Č154	Č146	Č145	Č144	Č143	Č142	Č141	Č140
STACIONAŽA	0+00.00	0+14.08	0+91.20	0+127.62	0+156.12	0+175.35	0+197.80	0+240.70	0+276.42	0+340.54	0+375.92	0+409.31	0+446.86	0+491.72
DULJINA / PAD			173.35 m			24.45 m		78.62 m		64.12 m		106.32 m		44.86 m
KOTA TERENA [m n.m.]	146.00	148.00	148.00	148.00	148.00	148.00	149.00	148.00	148.00	147.00	147.00	147.00	147.00	146.31
KOTA NIVELETE [m n.m.]	146.41	146.41	146.41	146.41	146.41	146.41	147.41	147.41	147.41	145.41	145.41	145.41	145.41	144.73
PROFIL CIJEVI	DN 150 mm													
HOR. KUT - OTKLON		0.35°	-0.38°	1.45°	2.74°	3.76°	0.15°	1.27°	-0.42°	-3.07°	-0.63°	-0.07°	-1.06°	
VERT. KUT - OTKLON		0.00°	0.00°	0.00°	0.00°	2.34°	-2.34°	0.00°	-1.79°	1.79°	0.00°	0.00°	-0.88°	
HEMA ČVORA														

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacрта: UZDUŽNI PRESJEK Č213-Č140	
Student: Denis Martinčić	Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA		
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 07.06.2024.	Mjerilo: 1:1000/100	List: 12

KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK ROVA M 1:25



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: OPTIMALIZACIJA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA BJELOVARA PRIMJENOM WATER CAD V8I		Sadržaj nacrt: KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK ROVA	
Student: Denis Martinčić		Kolegij: VODOOPSKRBA I KONDICIONIRANJE VODA	
Mentor: doc.dr.sc. Elvis Žic, dipl.ing.grad.	Datum: 08.06.2024.	Mjerilo: 1:25	List: 14