

Izrada projektne dokumentacije za vodoopskrbni cjevovod

Bogut, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:197808>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE
I GEODEZIJE**

ZAVRŠNI RAD

Ivana Bogut

Split, 2024.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I
GEODEZIJE**

Ivana Bogut

**Izrada projektne dokumentacije za vodoopskrbni
cjevovod**

Završni rad

Split, 2024.



STUDIJ: **SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ**
KANDIDAT: **Ivana Bogut**
BROJ INDEKSA: **4955**
KATEDRA: **Katedra za gospodarenje vodama i zaštitu voda**
PREDMET: **Vodoopskrba i kanalizacija**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: **Izrada projektne dokumentacije za vodoopskrbni cjevovod**

Opis zadatka: Za obuhvat unutar zadatka, za zadano područje (područje Deklava u Sutivanu), potrebno je izraditi projektnu dokumentaciju vodoopskrbnog sustava cjevovoda uz zadane parametre protoka i tlaka. Potrebno je provjeriti odnose tlakova na projektiranoj mreži uz pomoć EPA-Net softvera, a da bi zadovoljili potrebe korisnika za vodom. Također, simulirati pojavu požara u različitim čvorovima. Zadatak sadržava izradu grafičkih priloga sukladno parametrima projektirane mreže.

Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- hidrauličke proračune
- grafički prilozi

U Splitu, rujan 2024.

Voditelj završnog rada:

izv. prof. dr. sc. Ivo Andrić

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite

izv. prof. dr. sc. Ivan Balić

Sažetak

Ovaj završni rad opisuje postupak modeliranja vodoopskrbne mreže i izradu projektne dokumentacije na području Deklava u Sutivanu, na otoku Braču, te je cilj rada prezentirati mogućnosti korištenja računalnog programa EPANET-a za projektiranje vodoopskrbnih sustava. Na osnovi hidrauličkog proračuna modeliran je sustav vodoopskrbne mreže za zadanu potrošnje vode u čvorovima. Provedene simulacije analiziraju različite scenarije požarnih situacija. Kao rješenje navedenih simulacija dobiven je optimalni vodoopskrbni sustav koji zadovoljava potrebe stanovništva te osigurava potrebne količine vode za gašenje požara.

Abstract

This thesis describes the process of modeling a water supply network and preparing project documentation for the area of Deklava in Sutivan, on the island of Brač. The aim of the thesis is to present the possibilities of using the EPANET software for designing water supply systems. Based on the hydraulic calculations, a water supply network system was modeled for a specified water demand at the nodes. Simulations conducted analyze various fire scenario situations. As a result of these simulations, an optimal water supply system was achieved, meeting the population's needs and providing sufficient water for firefighting purposes.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1 Zadatak	2
1.2 Tehnički opis.....	3
2. Hidraulički proračun	6
2.1. Opis primjenjenog modela (softver) EPANET	6
2.1.1. . Osnovne jednačbe hidrauličkog proračuna korištene u EPANET modelu.....	7
2.1.2 Ulazni podaci	8
2.1.3 Rezultati proračuna	10
2.2. Proračun betonskih horizontalnih ukrućenja.....	13
3. Tehnologija građenja i izvođenja	13
3.1. Opis odabranog materijala.....	15
3.2. Revizijska okna.....	16
3.3. Armature i fazonski komadi.....	17
3.4.Zemljani radovi.....	19
4. Zaključak.....	22
5. Literatura.....	23
6. Grafički prilozi	24
6.1. Pregledna situacija	24
6.2. Situacija vodoopskrbnih instalacija	24
6.3. Uzdužni presjeci	24
6.4. Karakteristični presjek rova.....	24
6.5. Nacrt revizijskog okna	22

1. Uvod

Predmet ovog završnog rada je projektiranje komunalne infrastrukture na području Dekleva u Sutivanu na otoku Braču, sukladno odredbama Prostornog plana uređenja Općine Sutivan i Urbanističkog plana uređenja Dekleva. Prema popisu stanovništva 2021. godine, područje Sutivan broji 936 stanovnika, odnosno 43st/km. (1)



Slika 1: Planirana dionica na ortofoto podlozi
(Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>)

Na ovom području postoji djelomično izgrađen sustav vodovoda koji nije adekvatno dimenzioniran na buduće tj. planirano urbanističko stanje te se vrši njegova rekonstrukcija. U ovom završnom radu prikazano je modeliranje vodoopskrbne mreže zadanog naselja korištenjem računalnog programa EPANET. Rad obuhvaća provjeru tlakova vodovodne mreže u slučaju najveće potrošnje, kao i simulaciju požarnog opterećenja na tri različite točke sustava.



Slika 2: Pogled na predmetno područje

1.1 Zadatak

Tema: **Izrada projektne dokumentacije za vodoopskrbni cjevovod**

Opis zadatka: Za obuhvat unutar zadatka, za zadano područje (područje Deklava u Sutivanu), potrebno je izraditi projektnu dokumentaciju vodoopskrbnog sustava cjevovoda uz zadane parametre protoka i tlaka. Potrebno je zadovoljiti potrebe korisnika za vodom te provjeriti odnose tlakova na projektiranoj mreži uz pomoć EPA-Net softvera. Također, simulirati pojavu požara u različitim čvorovima. Zadatak sadržava izradu grafičkih priloga sukladno parametrima projektirane mreže.

Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- hidrauličke proračune
- grafički prilozi

1.2 Tehnički opis

Planirani cjevovod predviđen je od **PEHD** cijevi za tlak 16 bara, ukupne dužine 682.97 m, podjeljeno u 4 ogranka . Ogranak 1 dug je 343.32 m, Ogranak 2– dug je 36.49 m, Ogranak 3 – 219.89 m i Ogranak 4 – 83.27 m. Spoj na glavni vodovod izvesti će se u KM 0+343,32 u postojećem oknu.



Slika 3: Prikaz PEHD cijevi

(Izvor: <https://www.agroshop.ba/proizvod/alkaten-pehd-crijevo-6-bar-za-navodnjavanje/>)

Radi provjere mogućnosti osiguranja dostatnih količina vode izrađen je hidraulički proračun, priložen u poglavlju 2. Vodovodna mreža planira se položiti duž cijele novoplanirane prometnice te se spojiti na postojeće cijevi na raskrižju ulice braće Jutronić i ulice braće Ivanović-Valerijev u postojećem oknu.

Spoj na cijev u postojećem oknu vrši se preko E-PEHD komada , FFG komada i postojećeg T komada.



Slika 4.1: Prikaz E-PEHD komada



Slika 4.2: Prikaz FFG komada



Slika 4.3: Prikaz T komada

(Izvor: <https://vokel.com/vodovod-i-kanalizacija/hidrantska-mreza/frischhut>)

Međusobno spajanje cijevi vrši se elektrofuzijskim spojnica. To je spojnica sa ugrađenim grijačima. Ravni krajevi cijevi se uguraju u spojnicu. Poslije toga se spojnica spoji na struju čime dolazi do zagrijavanja stijenki spojnice i spajanja sa cijevi.



Slika 5: Elektrofuzijske spojnice

(Izvor: <https://www.ptmg.hr/proizvodi/pe-100-elektrofuzijski-spojni-elementi/elektrofuzijske-spojnice/1/>)

Normalna dubina ukapanja cjevovoda iznosi cca 1.20 m od vrha cijevi do novoprojektirane nivelete prometnice, a ispod cjevovoda se planira pješčana posteljica debljine 10 cm. Širina rova je 70cm.

Planirana su tri vodovodna okna koja će se izvesti kao armirano-betonske konstrukcije te će se opremiti zasunima i poklopcima na gornjoj ploči okana nosivosti 250kN.

Na planiranoj trasi vodovoda od staionaze 0+192,38 do 0+343,32 nalazi se postojeći vodovod PEHD 125mm koji će biti rekonstruiran predviđenim PEHD cjevovodom DN 110.

Predviđa se izgradnja 3 nadzemna hidranta za gašenje požara. Hidranti su projektirani u skladu s pravilnikom o hidrantskoj mreži (NN 8/06).



Slika 6: Nadzemni hidrant
(Izvor: <https://miv.hr/proizvodi/hidranti/>)

Po izgradnji vodovodne mreže istu je potrebno ispitati na vodonepropusnost (tlačna proba). Pri projektiranju se poštiavao Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15, 104/17). Prije puštanja cjevovoda u funkciju potrebno je izvršiti pranje, dezinfekciju i ispiranje cjevovoda, u svemu prema uputa nadležnog sanitarnog organa, s ishođenjem atesta o sanitarnoj ispravnosti vode.

2. Hidraulički proračun

2.1. Opis primjenjenog modela (softver) EPANET

Hidraulički proračun proveden je pomoću programa za hidrauličke proračune EPANET 2 – Lewis A. Rossman, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory Cincinnati, OH 2468 – verzija 2000. godina, razvijenog od agencije vlade SAD za zaštitu okoliša, EPA (Environmental Protection Agency). Program služi za analizu hidraulike i ponašanja vode u cijevima pod pritiskom nakon unošenja potrebnih podataka kao što su potrebe za vodom, hrapavost cijevi parametri opreme i dr. Moguće je odabrati između tri jednadžbe: Hazen-Williams, Darcy-Weisbach i Chezy Manning. (2)

Potrebno je provjeriti vrijednosti tlaka budući da tlakovi u čvorovima ne smiju biti manji od 25 m.v.s. i veći od 60 m.v.s., odnosno manji od 2.5 bara i veći od 6.0 bara.

EPANET omogućava izvođenje simulacija ponašanja vode u hidrauličkom smislu i kvalitete vode u nekom produženom razdoblju pod tlakom.

Mreža u ovom software-u sastoji se od početne vodospreme, čvorova koji su spojeni cijevima, crpnih stanica i redukcijskih ventila te je moguće pratiti protoke vode za svaku pojedinačnu cijev, tlak u svim čvorovima mreže kao i visinu vode u spremniku.

Prije samog izvođenja simulacija potrebno je odrediti elemente vodoopskrbe mreže:

- Čvorovi (eng. junctions) obilježavaju mjesta potrošnje vode u sklopu vodoopskrbne mreže, a određeni su kotom terena, rednim brojem čvora u mreži te podacima o količini potrošnje vode korisnika vodoopskrbne mreže u danom čvoru.
- Cijevi (eng. pipes) služe za povezivanje čvorova vodoopskrbe mreže, a definirane su duljinom, koeficijentom hrapavosti i rednim brojem cijevi u vodoopskrbnoj mreži.
- Vodospreme (eng. reservoir) predstavljaju početnu točku iz koje se voda distribuira po čvorovima pomoću cijevi, a određena je energetsom visinom.
- Crpne stanice (eng. pumps) koje se ugrađuju u sustav na mjestima nižih tlakova od dozvoljenih, a određuju ih početni i krajnji čvor mreže te snaga crpne stanice (kW).
- Redukcijski ventil (eng. valves) koji se postavljaju u sustav na mjestima viših tlakova od dozvoljenih, a određuju ih početni i krajnji čvor mreže te iznos tlaka u čvoru za koje predviđamo ugradnju redukcijskog ventila. (3)

Unaprijed definirana mreža unesena je u ovaj software na način da se prvo postave čvorovi koji se međusobno spajaju cijevima kojima će proticati potrebna količina vode za opskrbu zadanog naselja.

Gubici koji nastaju zbog popuštanja cijevi na spojnim mjestima, raznim neispravnostima cijevi, ali i zbog nezakonitog korištenja vode iz sustava, nisu uračunati u podatke za određivanje tlakova u zadanoj mreži.

2.1.1. Osnovne jednadžbe hidrauličkog proračuna korištene u EPA-NET modelu

Proračun gubitaka u mreži je izvršen u skladu s Colebrook-White-ovom formulom općeg oblika:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{K_b}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right)$$

gdje su:

- λ - koeficijent otpora
- K_b - pogonska hrapavost
- D - promjer cijevi
- Re - Reynolds-ov broj

U proračunu su uzimani u obzir samo linijski gubici, dok su lokalni gubici zanemareni. Gubici se računaju po izrazu Darcy-Weisbach-u:

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

gdje su:

- L - dužina cijevi
- h - gubitak duž cijevi

Kombinirajući formule Colebrook-White i Darcy-Weisbach dobijemo izraza za brzine u cijevima:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0 \times \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.71 \times D_H} + \frac{2.51}{\text{Re} \times \sqrt{f}} \right)$$

gdje je:

- I - hidraulički gradijent

Prema tome protok u cijevima okruglog presjeka je:

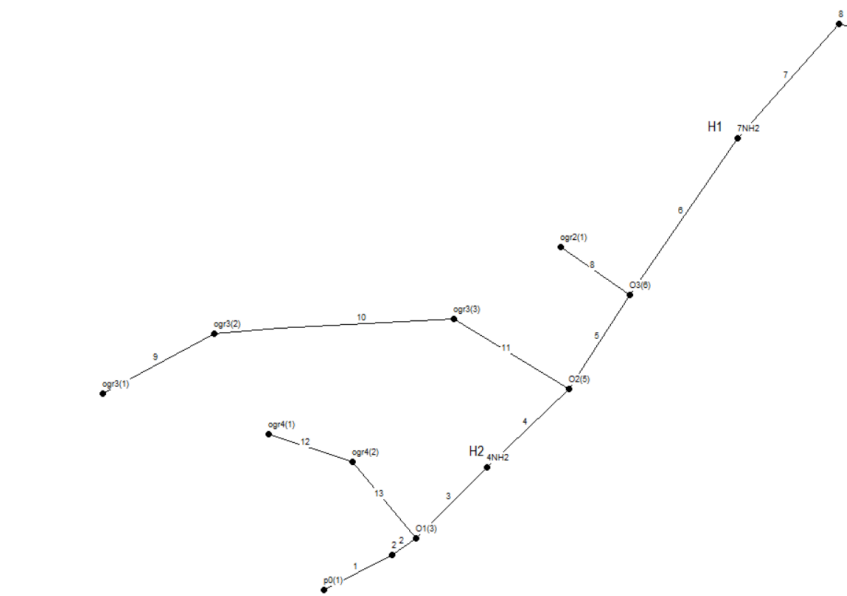
$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \left| -2\sqrt{2gDI} \log \left(\frac{K}{3.7D} + \frac{2.51v}{D\sqrt{2gDI}} \right) \right|$$

2.1.2 Ulazni podaci

Predmet proračuna je hiraulička analiza vodoopskbnne mreže gradske prometnice Put Deklava. Planirani vodovod projektirane prometnice koji priprada sustavu vodospreme „Sutivan“ s kotom dna na 72,73 m.n.m. izvest će se od PEHD cijevi Ø110, te cijevi PEHD Ø80 na mjestu hidranata.

Spoj planiranog vodoopskrbnog cjevovoda na postojeći sustav vodoopskrbe izvest će se na sjevernom dijelu predmetne prometnice (u čvoru OKNO4).

Za potrebe proračuna nacrta je vodoopskrbna mreža.



Slika 7: Početni sustav
(Izvor: EPANET)

Na temelju podataka o postojećoj potrošnji u ljetnim mjesecima tokom posljednjih nekoliko godina za vodoopskrbu Sutivana ukupna srednja potrošnja projektiranog ogranka usvojena je kao $Q_{sr.dn}=4$ l/s.

Za svaku cijev je potrebno unijeti njenu duljinu, promjer kao i hrapavost cijevi. Prema Darcy-Weisbach formuli, za PEHD cijevi hrapavost je 0.0015 mm. (4)

CIJEVI	Duljina (m)	Promjer (mm)	Hrapavost cijevi
1	36,258	100	0,0015
2	11,7	100	0,0015
3	47,5	100	0,0015
4	45,3	100	0,0015
5	51,6	100	0,0015
6	84,17	100	0,0015
7	66,7	100	0,0015
8	36,49	100	0,0015
9	13,3	100	0,0015
10	18,8	100	0,0015
11	59,39	100	0,0015
12	35,52	100	0,0015
13	47,5	100	0,0015

Slika 8. Karakteristike cijevi

Potrošačkim čvorovima u matematičkom modelu pripisana je kota terena i proračunata potrošnja.

ČVOR		Nadmorska visina	Potrošnja
Ogranak 1	1	45,39	0,5
	2	39,28	0
	3	37,49	0
	4	32,51	0
	5	30,05	1
	6	27,87	0
	7	21,31	0
	8	12,5	0
Ogranak 2	1	30,16	1
Ogranak 3	1	31,93	1
	2	30,51	1
	3	34,13	0
Ogranak 4	1	39,65	0,5
	2	40,69	0

Slika 9. Karakteristike čvorova

Čvorovi s požarnom potrošnjom od 10 l/s opterećeni su u trajanju od 2 sata.

Proračun je proveden odvojeno za procjenjenu maksimalnu potrošnju te za kombinaciju iste sa dodatnim povlačenjem protupožarne količine od 10l/s za svaki od predviđenih hidranata.

Property	Value
*Junction ID	7NH2
X-Coordinate	497251.996
Y-Coordinate	4805341.269
Description	
Tag	
*Elevation	21.31
Base Demand	10
Demand Pattern	
Demand Category 1	
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	10.00

Slika 10. Upisivanje karakteristika čvora pri požarnom opterećenju
Izvor: EPANET

2.1.3 Rezultati proračuna

Tlak u mreži se pri maksimalnoj potrošnji kreće između 25.37 i 59.05 m v.s. (Grafikon 1). Dakle, možemo zaključiti da u zadanoj mreži ne postoje tlakovi manji od 2.5 bara što zadovoljava uvjet minimalnih tlakova. Analogno tomu, ne postoje tlakovi veći od 6 bara što zadovoljava uvjete maksimalnih tlakova.

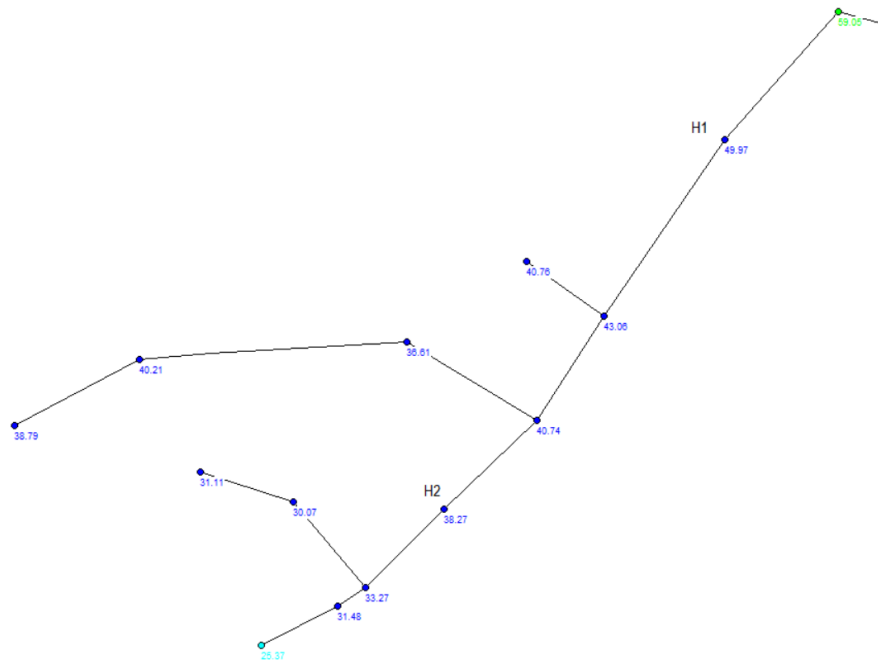
Pri uključenju protupožarnih hidranata u sustav sa potrošnjom 10 l/s tlak u sustavu znatno padne s tim da se na većem dijelu mreže kao i na pozicijama hidranata zadržava iznad potrebnih 25 m v.s. U slučaju rada bilo kojeg od tri predviđena hidranta i maksimalnoj potrošnji, tlak u južnom ogranku mreže (iznad hidranta H2) pada ispod 25 m v.s. tako da je najmanji u najjužnijoj točki i iznosi 1.4 Bara.

Minimalni tlak kojeg je potrebno osigurati na spoju **OKNO4** iznosi **59,05 m.v.s.**, a obzirom da se predmetni cjevovod opskrbljuje vodom iz vodospreme „Sutivan“ s kotom dna na 72,73 m n.m, vidljivo je da će minimalni potrebni tlak biti osiguran.

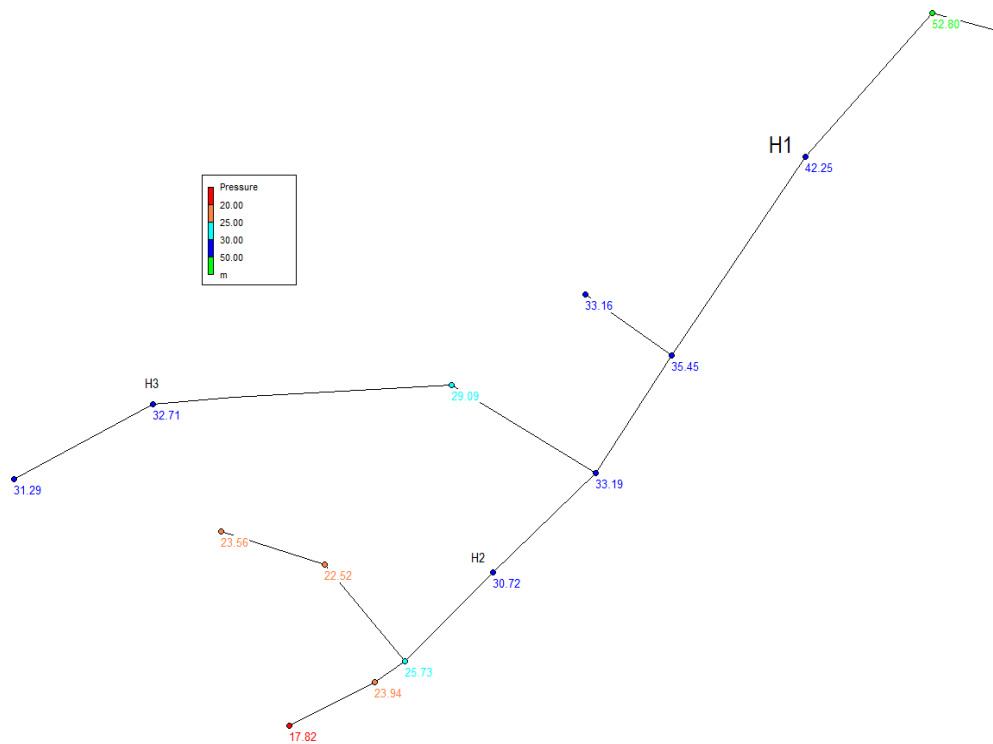
Node ID	Pressure m
Junc O2(5)	40.74
Junc ogr3(1)	38.79
Junc O3(6)	43.06
Junc ogr2(1)	40.76
Junc ogr4(1)	31.11
Junc O1(3)	33.27
Junc ogr3(2)	40.21
Junc 7NH2	49.97
Junc PO	0.00
Junc p0(1)	25.37
Junc 2	31.48
Junc ogr3(3)	36.61
Junc ogr4(2)	30.07
Junc 8	59.05
Junc 4NH2	38.27

Slika 11: Rezultati proračuna za maksimalnu potrošnju
(Izvor: EPANET)

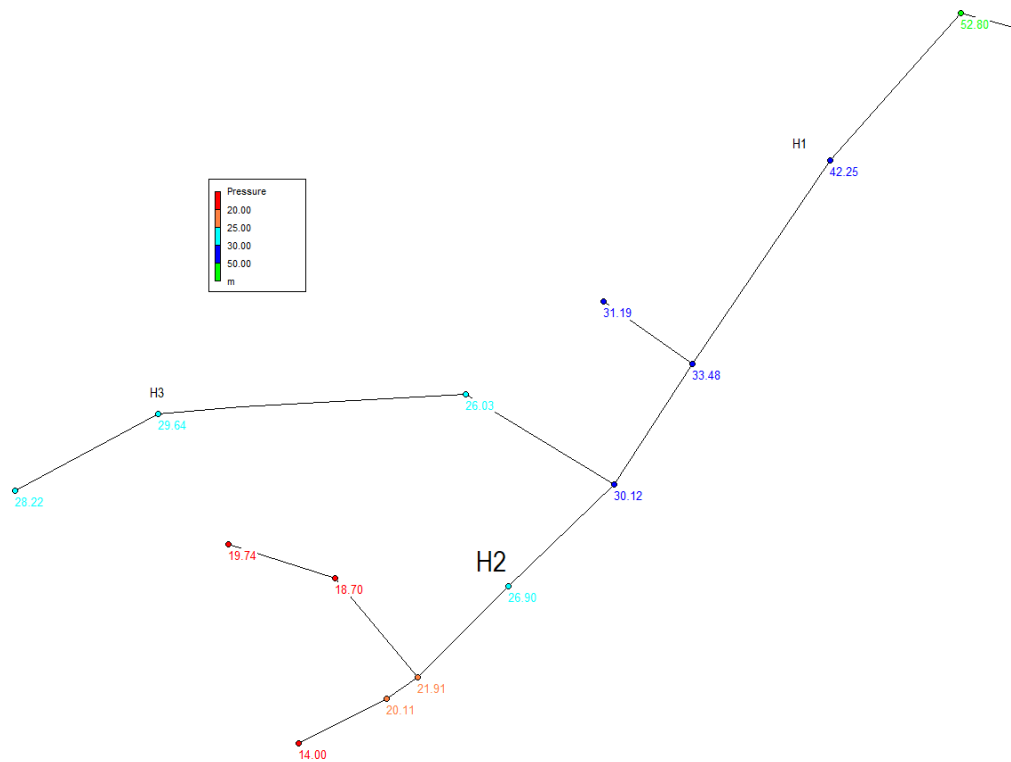
U nastavku je dan grafički prikaz rezultata proračuna:



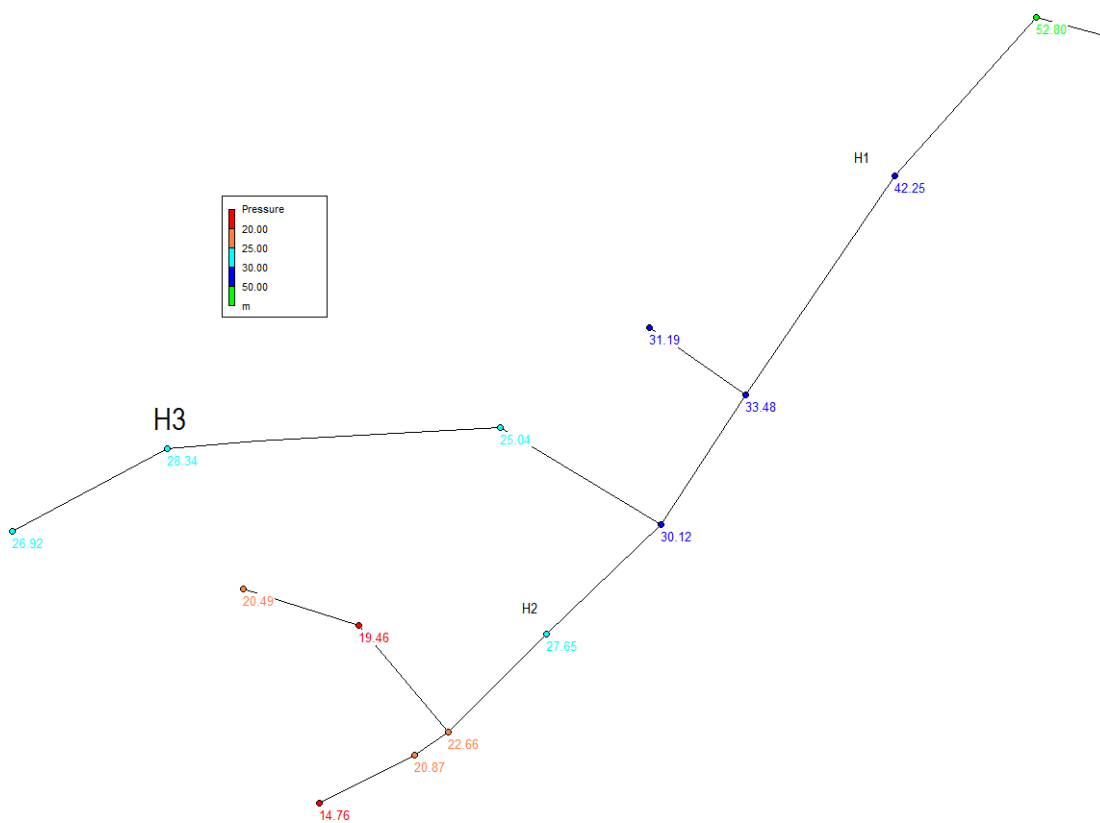
Slika 12: Stanje u mreži pri maksimalanoj potrošnji



Slika 13: Stanje u mreži pri maksimalanoj potrošnji uz rad hidranta H1



Slika 14: Stanje u mreži pri maksimalanoj potrošnji uz rad hidranta H2



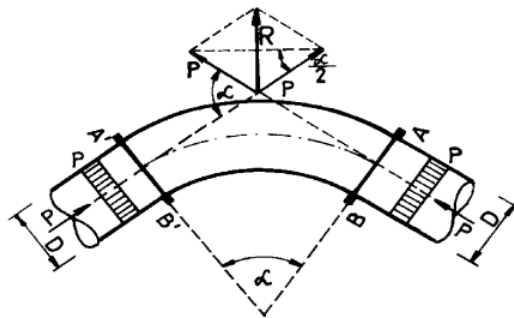
Slika 15: Stanje u mreži pri maksimalanoj potrošnji uz rad hidranta H3
Izvor: EPANET

2.2. Proračun betonskih horizontalnih ukrućenja

Horizontalna ukrućenja služe za stabilizaciju cjevovoda. Izvode se kao betonski oslonci te imaju ključnu ulogu u održavanju stabilnosti kroz različite radne uvjete.

Fazonski komadi se proizvode po standardiziranim dimenzijama i kutovima te omogućuju horizontalno i vertikalno skretanje trase.

Proračun se sastoji od određivanja tlačne slike P, pomoću koje dobijemo rezultantnu silu smicanja R. Konačno rješenje je potrebna površina betona S, koja je zapravo kvocijent sile smicanja R i dozvoljenog opterećenja tla. Zatim pristupamo odabiru dimenzija: visine, širine te duljine betonskog bloka.



Slika 16: Stabilizacija cjevovoda
(Izvor: Vodoopskrba naselja, Jure Margeta)

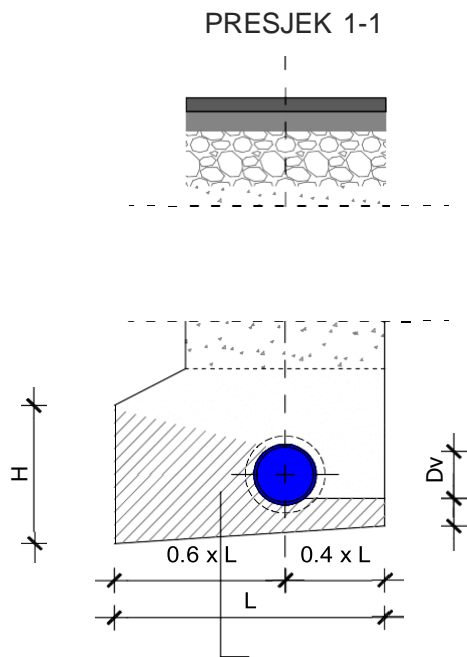
$$\sigma_d = 0.1 \text{ N/mm}^2 = 0.01 \text{ kN/cm}^2 = 100 \text{ kN/m}^2 \quad \text{dozvoljeno opterećenje tla}$$

$$p = 15 \text{ bara} \quad \text{tlak u cijevi}$$

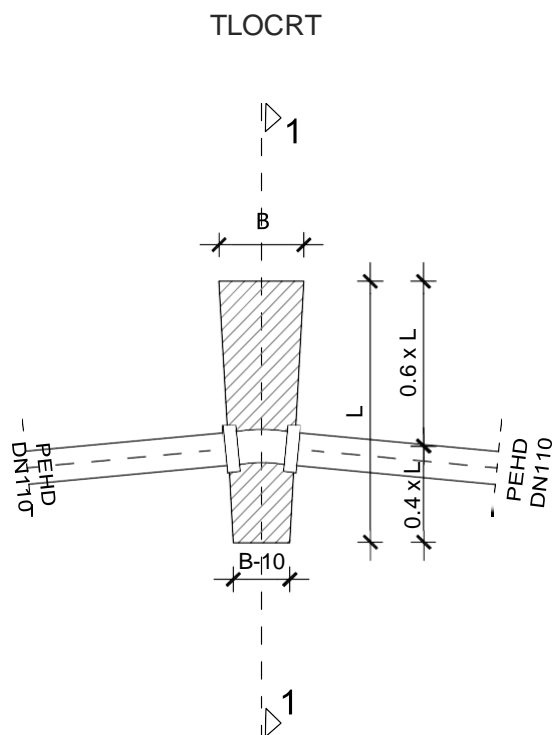
$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Čvor	fazonski komad	$P = A \cdot p$ tlačna sila	$2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	$R = P \cdot 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ sila smicanja	$S = R / \sigma_d$ potrebna površina betona	visina H	usvojen a širina B	duljin a bloka L
		kN		kN	cm ²	cm	cm	cm
PEHD DN 110	45	14.25	0.77	10.91	1091.03	35	35	40
PEHD DN 110	22	14.25	0.38	5.44	544.00	25	25	40
PEHD DN 110	11	14.25	0.19	2.73	273.26	25	25	40

Tablica 1. Proračun betonskih horizontalnih ukrućenja



Slika 17. Shema poprečnog presjeka horizontalnog ukrućenja



Slika 18. Shema tlocrta horizontalnog ukrućenja

3. Tehnologija građenja i izvođenja

3.1. Opis odabranog materijala

Polietilenske cijevi visoke gustoće (PEHD) proizvode se za različite unutrašnje tlakove. Izrađuju se u crnoj boji, sa četiri uzdužno koekstrudirane linije čija boja ovisi o namjeni cijevi. Koriste se za transport tekućina (opskrba pitkom vodom, odvodnja oborinskih voda). Isporuka do promjera DN 110 vrši se u kolutovima dužine 100 metara, a od promjera DN 110 u šipkama dužine 6 ili 12 metara. (5)

Razlikuju se u debljini stijenke cijevi koja ovisi o potrebnoj nosivosti u odnosu na tlak. Budući da su izrađene od polietilena visoke kakvoće odlikuju ih odlična fizička i kemijska svojstva. Njihovom rukovanju i polaganju pogoduje mala specifična težina te visoka savitljivost i fleksibilnost. Imaju glatku stijenku koja sprječava taloženje. Apsolutno su vodonepropusne i otporne su na kemikalije i kiseline. Njihov najveći nedostatak je mala otpornost na vanjska oštećenja budući da je materijal vrlo mekan. (6)



Slika 19: Prikaz PEHD cijevi
(<https://samcro.hr/katalog-proizvoda/cijena/pehd-cijev-40-pn16-bar-5-4-kolut-100m>)

3.2. Revizijska okna

Vodovodna okna, ili revizijski otvori, su elementi u vodovodnim sustavima koji služe za:

1. Pristup održavanju i inspekciji: Vodovodna okna omogućuju tehničarima ili inženjerima da pregledaju stanje cijevi, ventila, spojeva i ostalih komponenti sustava kako bi osigurali da sve funkcionira ispravno.
2. Čišćenje i ispiranje: Koriste se za čišćenje i ispiranje vodovodnih cijevi. Omogućuju pristup za ubacivanje alata ili opreme za čišćenje kako bi se uklonili naslage ili otpad koji se može nakupiti unutar cijevi.
3. Promjene u smjeru ili promjeru cijevi: Mogu se koristiti za promjenu smjera cijevi ili promjenu promjera, ovisno o potrebama ili promjenama u vodovodnoj infrastrukturi.
4. Praćenje pritiska i protoka: Ponekad se koriste za mjerenje ili praćenje pritiska ili protoka vode unutar sustava.

Unutar predmetne mreže predviđena su 3 vodovodna okna. Izvest će se kao armirano-betonske konstrukcije tlocrtnih dimenzija 200x200cm te će se opremiti zasunima i poklopcima na gornjoj ploči okana nosivosti 250kN.

Pravilno izvedena okna moraju biti vodonepropusna što je jedan od bitnih elemenata kvalitete izvedbe vodovodnih objekata.

Fazonski komadi prikazani su u prilogu 6.5.

3.3. Armature i fazonski komadi

Armature su predgotovljeni elementi koji omogućavaju razne projektirane funkcije vodovoda. Armaturama je moguće regulirati protok vode odnosno tlak npr. zatvaračima, zapornicama, nepovratnim ventilima, zatim mjeriti protok i tlak te upuštati ili ispuštati zrak ili vodu iz sustava. Najčešće se proizvode od lijevanog željeza i nehrđajućeg čelika. (7)

Fazonski komadi u vodoopskrbnom cjevovodu su predgotovljeni elementi koji omogućuju izradu horizontalnih i vertikalnih skretanja trase, prelaske jednog promjera cijevi na drugi (redukcije) i sl. (8)

Za smještaj potrebnih armatura i fazonskih komada predviđena je izgradnja armirano betonskih okana. Detaljan prikaz armaturnih i fazonskih komada prikazan je u prilogu 6.5.

Planirano zračno okno nalazi se na stacionaži 0+160.50 (ogranak 3). Okno se izvodi kao armirano betonska konstrukcija sa lijevanoželjeznim poklopcem, ispod kojeg se nalazi usisno-odzračni zračni ventil i leptirasti zatvarač.

Usisno-odzračni ventil osigurava ispravan rad cjevovoda time što dozvoljava odzračivanje tijekom radnih uvjeta, te ulaznje i izlaznje zraka prilikom punjenja i pražnjenja cjevovoda. Radi automatski na principu uzgona kugli i razlike između tlaka u cjevovodu i tlaka atmosfere. (9)



Slika 20: Usisno-odzračni ventil

Izvor: (<https://miv.hr/proizvodi/zracni-ventili/zracni-ventil-dvije-kugle-47/>)

Fazonski komadi koji se ugrađuju izrađeni od lijevanog željeza. Standardno su izrađeni za spajanje priрубnicama. Fazoni i armature koje će se ugrađivati moraju odgovarati hrvatskim standardima, ispitane i atestirane. Prilikom preuzimanja na svakom komadu kontrolirati dimenzije, kvalitet vanjske i unutarnje izolacije, dimenzije spojnih dijelova,

točnost bušenja rupa na priрубnicama, mehanička oštećenja, kvalitet brtvljenja, traženi radni pritisak i dr.

Prilikom manipuliranja fazonskim komadima i armaturama voditi računa da se ne ošteti izolacija. Spajanje priрубnicama obavlja se tako da se dobro očiste priрубničke površine spoja. Zatim se postavlja brtva. Za spajanje se koriste standardni nehrđajući vijci s maticama, očišćeni i naljeni. Pritezanje vijaka obavlja se nasuprotno naizmjenično, propisanim moment-ključem. Izvođač mora osigurati da gumene brtve i spojne površine moraju biti odgovarajuće klase i dimenzija, a spojne površine čiste. Kako bi se postiglo jednoliko zatezanje vijaka na priрубnicama, matice treba pritezati «u križ».

Cjevovode treba ispitati na pritisak prije puštanja u pogon. Tlačno ispitivanje cjevovoda provodi se prema normi HRN EN 805:2005. Ispitivanje se izvodi na čitavom cjevovodu, zajedno sa svim lijevanoželjeznim fazonskim komadima i armaturama. Ako radi duljine i visinske razlike nije moguće ispitati čitav cjevovod odjednom, tlačno ispitivanje se vrši u dionicama. Max. duljina jedne ispitne dionice ne smije biti veća od 500 m, odnosno mora biti tako određena da kod većih visinskih razlika u najvišoj točki dionice ispitni pritisak bude barem jednak radnom pritisku, a u najnižoj točki, maksimalni probni tlak može biti 1,3 radnog tlaka. Ispitivanje jedne dionice cjevovoda na pritisak je vremenski ograničeno, a ispitni pritisak je veći od predviđenog radnog pritiska.

Postupak za tlačno ispitivanje:

Cjevovodi za vodu izrađeni od plastičnih masa moraju biti ispitani na tlak prije puštanja cjevovoda u eksploataciju. Ispitivanje se vrši s tlakom koji je obično veći od nazivnog tlaka. Ispitivanje se dijeli na: kratko ispitivanje, ispitivanje dionice, glavno ispitivanje.

3.4.Zemljani radovi

Zemljani radovi su raspoređeni u grupe: raščišćavanje terena, iskopi, nasipavanje, nabijanje, planiranje i transport iskopanog materijala. Prije početka izvođenja zemljanih radova, potrebno je teren za izvođenje objekata očistiti od postojećeg raslinja, privremenih i stalnih objekata, iskolčiti podzemne postojeće instalacije, te izvršiti predviđenu regulaciju prometa pješaka i vozila.

Izvođač radova je dužan osigurati stručnu radnu snagu, mehanizaciju i potreban materijal kako bi se zemljani radovi izveli u skladu s važećim propisima, i uzancama građevinarstva.

Iskop građevne jame za objekte ili rova za polaganje cjevovoda se vrši strojno ili ručno. Kategorije terena se prilikom izvođenja radova definitivno utvrđuju.

Sve radove na iskopu treba snimiti i unijeti u građevinsku knjigu. Sve promjene koje nastanu u toku izvođenja zemljanih radova, uslijed nepredviđenih okolnosti, treba evidentirati u građevinskoj knjizi, te će se obračunati prema građevinskim normama, kao nepredviđeni radovi, uz suglasnost projektanta i nadzornog inženjera.

Dio materijala iz iskopa potrebno je odložiti sa strane radi zatrpavanja rova, a preostali dio utovariti i odvesti na trajnu deponiju koja će se odrediti prije početka radova. Po završetku iskopa jedne dionice, to jest od okna do okna treba se pristupiti montaži cijevi i okana, odnosno dionicu treba završiti do izrade nosivog sloja kolnika koji bi se izvodio tek po uređenju cijele trase kanala.

Za podlogu cijevi treba koristiti pjeskoviti materijal. Nakon polaganja cijevi treba izvršiti zatrpavanje rova neagresivnim pjeskovitim materijalom veličine zrna do 8 mm, 30 cm iznad tjemena cijevi. Obloga se izvodi u slojevima, a zbijanje se vrši ručnim nabijačima. Prilikom zatrpavanja potrebno je najprije zatrpati bočne strane cijevi do visine cijevi. Nakon toga važno je dobro nabiti materijal sa bočnih strana i tek potom nastaviti sa zatrpavanjem. Ukoliko materijal iz iskopa ne zadovoljava kvalitetom, zatrpavanje je potrebno izvršiti jalovinom.

Zemljane radove treba pažljivo izvoditi zbog postojećih podzemnih instalacija i to instalacija fekalne kanalizacije i HT mreže. Za očekivati je prelokacija pojedinih priključaka.

Prilikom izvođenja radova gradilište se treba zaštititi metalnom zaštitnom ogradom.

Prije samog početka radova obveza izvođača je pribaviti katastar podzemnih instalacija. Eventualna oštećenja koja nastanu prilikom izvođenja radova na obilježenim instalacijama treba popraviti i to o trošku izvođača radova.

Sve radove je potrebno izvoditi u skladu "Zakona o zaštiti na radu" (NN 71/14, 118/14, 154/14), "Pravilnika o zaštiti na radu za mjesta rada" (NN 29/13) ", te ostalih važećih pravila i Hrvatskih normi.

Način obračuna iskopa je po m^3 , na osnovu mjera iz projekta, odnosno snimljenog profila nakon izvršenja iskopa. Obračun ostalih zemljanih radova je po m^3 , m^2 , m' u skladu sa stavkama troškovnika. Koeficijent stalnog i privremenog povećanja zapremnine se obračunava u stavkama transporta materijala. U jediničnu cijenu uključeno je crpljenje podzemnih voda ili nadošlih oborinskih voda, te ožežan rad zbog podzemnih instalacija. Jedinična cijena treba sadržavati još:

- a) Obilježavanje pravca za iskop.
- b) Potreban rad, materijal, alat i građevinske strojeve.
- c) Dovoz, odvoz i premještanje strojeva.
- d) Troškove zaštite na radu ukoliko stavkama predračuna nije drugačije predviđeno.
- e) Troškove regulacije prometa, ukoliko nisu obuhvaćeni posebnim stavkama troškovnika.

KATEGORIJA TLA

Opis kategorija

A kategorija

Ovo su čvrsti materijali gdje je potrebno miniranje ili djelomično uporaba strojeva s hidrauličkim čekićem. To su: sve vrste čvrstih kamenih tala- kompaktnih stijena (eruptivnih, metamornih i sedimentnih) u zdravom stanju, uključujući i eventualne tanje slojeve rastrešenog materijala na površini, ili takve stijene s mjestimičnim gnijezdima ilovače i lokalnim trošnim ili zdrobljenim zonama. U ovu kategoriju spadaju tla koja imaju više od 50% samaca većih od $0,5 m^3$ za čiji je iskop potrebno miniranje.

B kategorija

Ovo su polučvrsta kamenita tla, koja se kopaju izravno odgovarajućim strojevima, ali uz djelomičnu uporabu eksploziva ili posebnih strojeva s hidrauličkim čekićima. To su: flišni materijali uključujući i rastrašeni materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita, raspadnute stijene na površini u dubljim slojevima s miješanim raspadnutim zonama, jako zdrobljeni vapnenac, škriljci, neki konglomerati i slični materijali.

C kategorija

Ovo su tla koja se kopaju izravno bez miniranja uporabom odgovarajućih strojeva kao što su bageri, buldozeri ili skreperi. To su sitna vezana (koherentna tla) kao što su gline, prašnaste gline (ilovača), pjeskovite prašine i les, krupozrnata nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno njihove mješavine, prirodne kamene drobine- siparišni ili slični materijali; mješovina tla kao mješavina nevezanih i sitnozmatih vezanim materijala.

Stvarne kategorije tla treba ustanoviti kod iskopa rova, uz prisustvo svih odgovornih osoba, a granice pojedinih kategorija unijeti u odgovarajuće nacрте.

4. Zaključak

Na početku ovog rada prikazano je područje u kojem se nalazi zadana vodoopskrbna mreža koju je potrebno rekonstruirati. Prikazana je digitalna podloga zadanog obuhvata kako bi se jasno vidjelo promatrano područje. Provodi se hidraulični proračun te se usvojene vrijednosti unose u program EPANET za daljnju analizu sustava. U EPANET-u su zadane nadmorske visine te potrošnja vode u čvorovima, a za cijevi su zadani promjer i hrapavost. Pomoću EPANET-a moguće je izvesti simulaciju hidrauličkog ponašanja i kvalitete vode u produljenom razdoblju unutar mreže cijevi pod tlakom. Kod provjere tlakova u čvorovima pri maksimalnoj potrošnji zaključujemo da su tlakovi u dopuštenim granicama (između 2.5 i 6 bara).

Zatim se provodi analiza vodoopskrbne mreže uz požarni zahtjev gdje se testira 3 čvora, u kojima je potrošnja 10l/s koja predstavlja zahtjev za zaštitu od požara. U tom slučaju tlak u južnom ogranku znatno padne te najniži iznosi 1.4 bara.

Korištene cijevi su polietilenske cijevi visoke gustoće (PEHD), DN 110. Budući da su izrađene od polietilena visoke kakvoće odlikuju ih odlična fizička i kemijska svojstva. Imaju glatku stijenku koja sprječava taloženje. Apsolutno su vodonepropusne i otporne su na kemikalije i kiseline.

S obzirom da ovaj sustav nema veliki broj potrošača, a tlakovi pri maksimalnoj potrošnji su prilagođeni dozvoljenim granicama, mala je vjerojatnost da će doći do prekida mreže ili puknuća cijevi.

5. Literatura

- (1) <https://bs.wikipedia.org/wiki/Sutivan>
- (2) <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2433345>
- (3) Završni rad – Neira Mušić; Hidraulički proračun vodoopskrbne mreže korištenjem EPANET-a (za dio naselja Drenova i dio naselja Marinići)
- (4) https://www.urbanosoftwre.com/U9_HRV/Canalis/Zadavanje_koeficijenata_i_hrapavosti.htm
- (5) <http://www.alpro-att.hr/proizvodi-details.asp?id=17>
- (6) Jure Margeta; Vodoopskrba naselja
- (7) Jure Margeta; Vodoopskrba naselja
- (8) Jure Margeta; Vodoopskrba naselja
- (9) <https://miv.hr/proizvodi/zracni-ventili/zracni-ventil-dvije-kugle-47/>

6. Grafički prilozi

6.1. Pregledna situacija

6.2. Situacija vodoopskrbnih instalacija

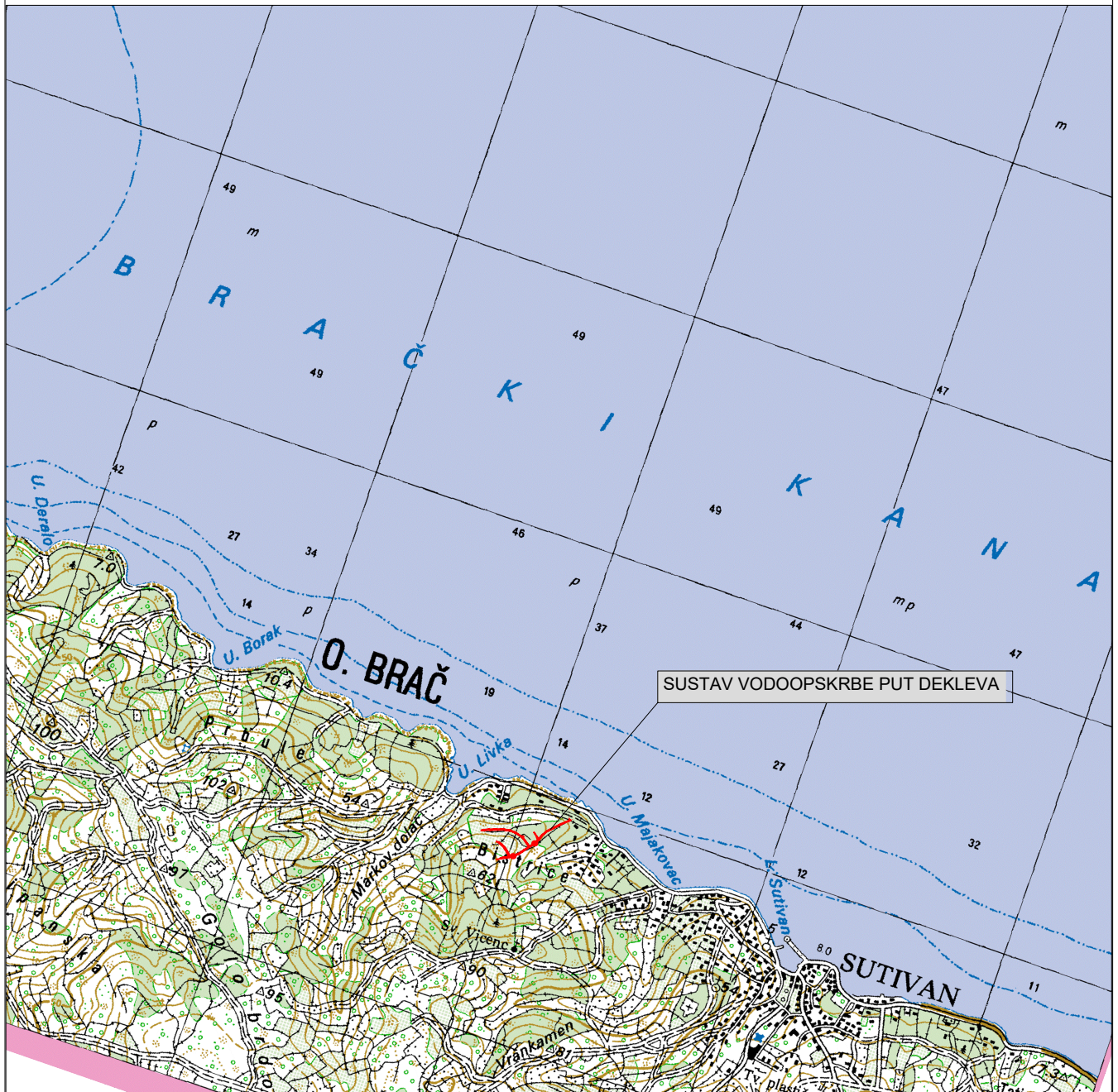
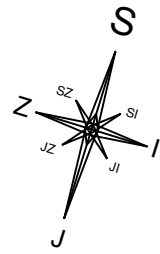
6.3. Uzdužni presjeci

6.4. Karakteristični presjek rova

6.5. Nacrt revizijskog okna

PREGLEDNA SITUACIJA

MJ 1:25000



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRADEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

VODOOPSKRBA I KANALIZACIJA

STUDENT: IVANA BOGUT

PREDMETNI NASTAVNIK: IVO ANDRIĆ

SADRŽAJ: PREGLEDNA SITUACIJA

MJERILO: 1:25000

DATUM: 3.9.2024.





PRILOG: 1.



SITUACIJA VODOOPSKRBNIH INSTALACIJA

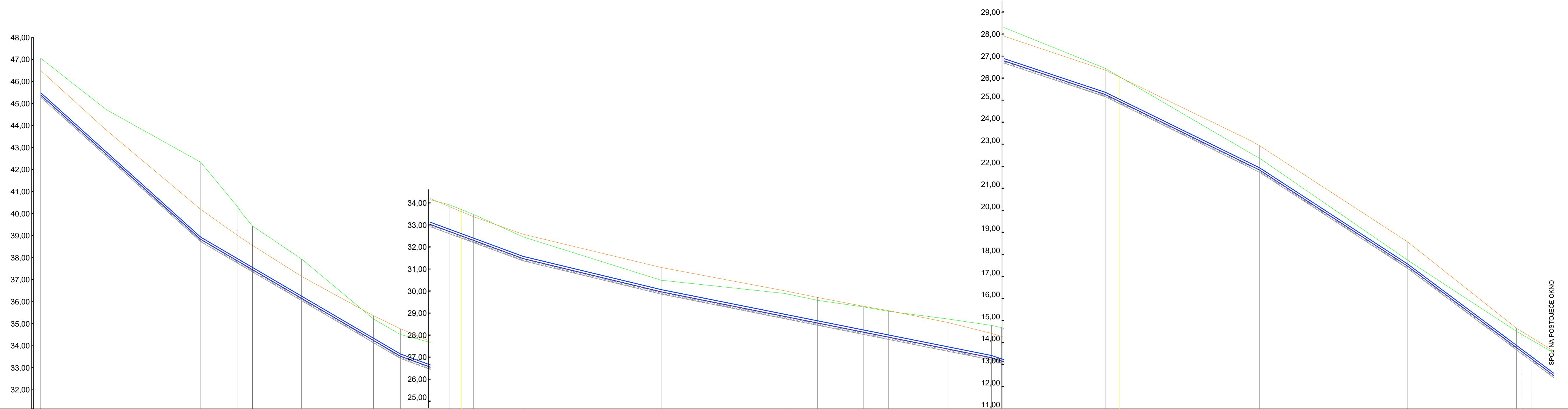
MJ 1:500

LEGENDA

-  KATASTAR
-  RUB NOVOPLANIRANE PROMETNICE PO UPU DEKLEVA
-  VODOOPSKRBNI CJEVOVOD
-  POSTOJEĆI VODOOPSKRBNI CJEVOVOD

 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FACULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</p>	ZAVRŠNI RAD	
	VODOOPSKRBA I KANALIZACIJA	
STUDENT: IVANA BOGUT	PREDMETNI NASTAVNIK: IVO ANDRIĆ	
SADRŽAJ: SITUACIJA VODOOPSKRBNIH INSTALACIJA	MJERILO: 1:500	
DATUM: 3.9.2024.	PRILOG: 2.	

OGRANAK 1




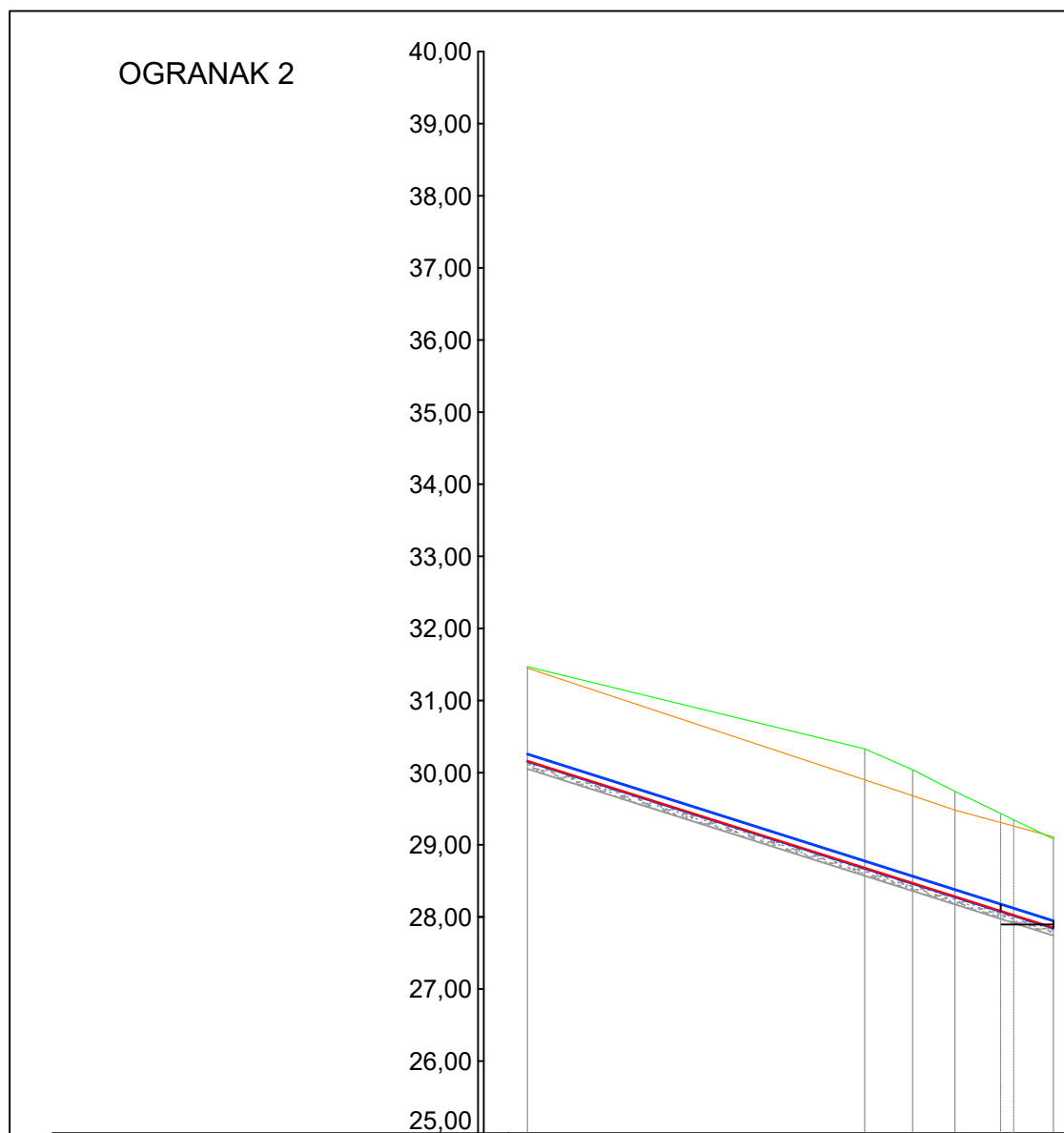
Oznake točkaka i dionica	0	V1	H1	OKNO 1	H2	H3	V2	H4	NH2	H5	V3	OKNO 2	H6	H7	H8	OKNO 3	H9	V4	H10	H11	NH1	V5	V6	H12	POSTOJEĆE OKNO	
Podaci o cjevovodu	PEHD DN 110 mm- vanjski promjer, 100 mm- unutarnji promjer, PN 16																									
Kote terena [m.n.m.]	46.99	42.33	40.33	38.44	37.04	35.21	34.51	33.84	33.92	33.60	33.48	32.46	30.49	29.89	29.59	29.28	29.08	28.44	28.34	26.44	26.07	22.36	17.73	14.22	13.52	
Niveleta ceste [m.n.m.]	46.99	40.19	39.02	38.56	37.15	35.36	34.77	33.84	33.60	33.37	32.58	31.07	30.01	29.71	29.31	29.11	28.57	28.05	27.94	26.36	26.05	22.83	18.56	14.81	14.21	
Nagib [%]		18.1 %			11.7 %			7.36 %			4.24 %							6.65 %		9.8 %		13.0 %		14.98 %		
Kote nivelete [m.n.m.]	46.39	38.83	37.87	37.46	36.16	34.24	33.53	32.71	32.51	32.31	31.48	29.97	28.85	28.56	28.14	27.91	27.37	26.98	26.83	25.26	24.95	21.83	17.46	13.77	13.33	
Kota dna kanala [m.n.m.]	45.28	38.83	37.87	37.46	36.16	34.24	33.53	32.71	32.51	32.31	31.48	29.97	28.85	28.56	28.14	27.91	27.37	26.98	26.83	25.26	24.95	21.83	17.46	13.77	13.33	
Dubina iskopa [m]	1.76	3.50	2.56	2.08	1.888	1.07	1.08	1.131	1.29	1.27	1.08	0.62	1.14	1.12	1.24	1.27	1.46	1.56	1.61	1.28	1.22	0.63	0.37	0.83	0.85	
Vertikalni lom trase		3.5°					2.5°				1.5°	0.5°						1.5°		1.8°		1.8°	1.1°		45°	
Horizontalni lom trase			2°		2°	11°		11°	3°				11°	3°	11°		3°		11°							
Duljina dionice [m]		36.30	8.28	3.42	11.18	16.34	6.09	11.07	2.80	2.76	11.21	31.35	28.06	7.38	10.42	5.74	13.50	9.81	2.31	23.54	3.20	31.80	33.62	24.68	8.48	
Stacionaža	0.00	36.30	44.58	47.98	59.16	75.50	81.59	92.66	95.46	98.22	109.43	140.78	168.84	176.22	186.64	192.38	205.88	215.69	218.00	241.54	244.74	276.54	310.16	338.86	339.34	345.32

UZDUŽNI PRESJEK VODOOPSKRBNIH INSTALACIJA OGRANAK 1

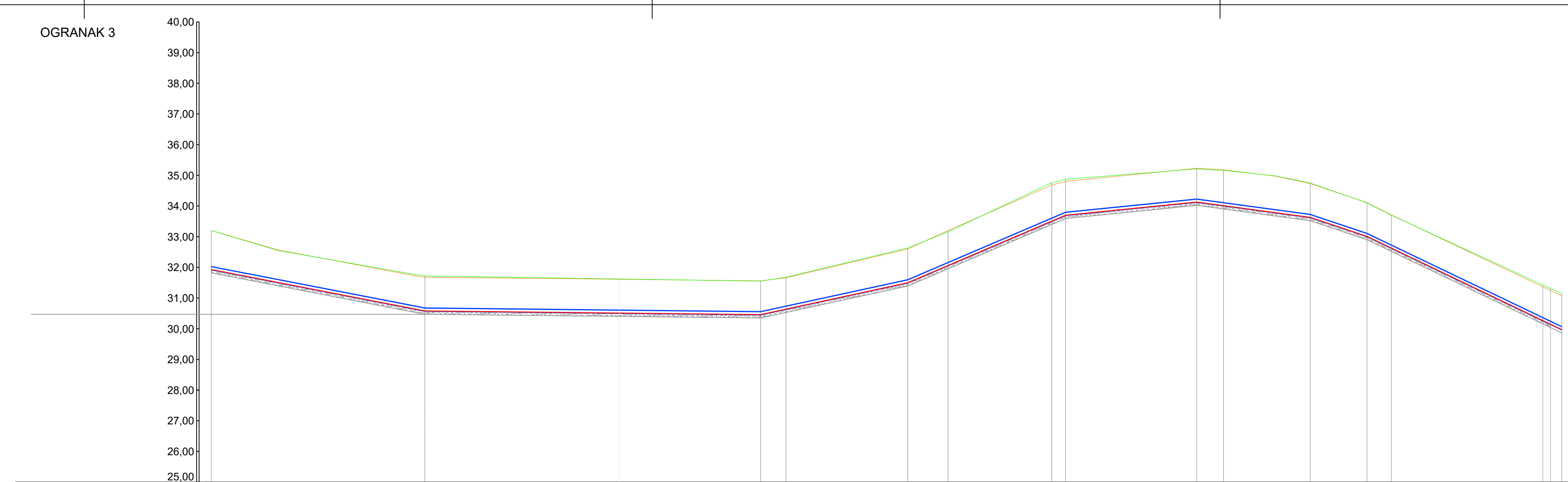
MJ 1:500/100

- LEGENDA
- TEREN
 - PROJEKTIRANA NIVELETA KANALIZACIJE
 - NIVELETA PLANIRANE CESTE

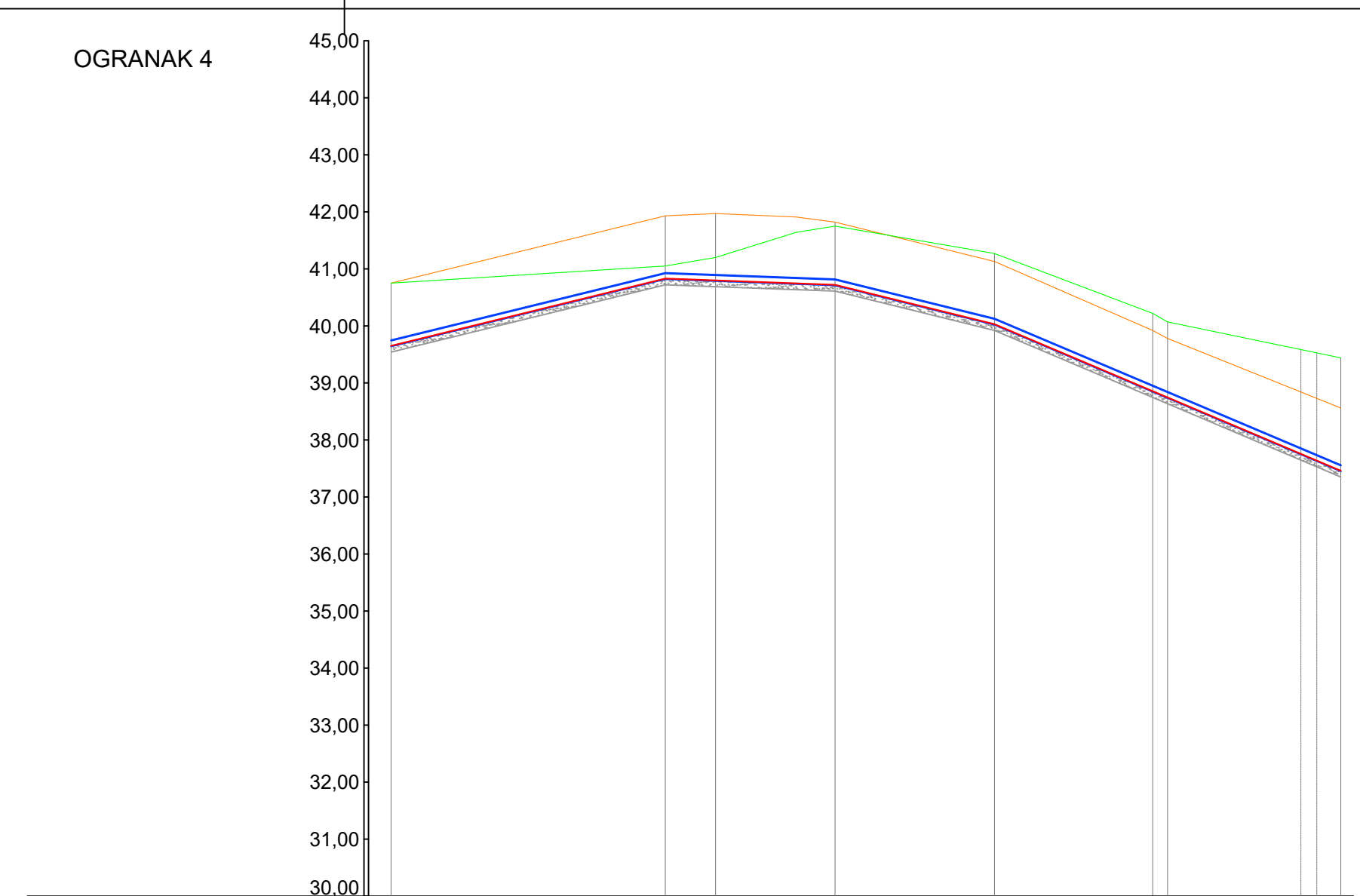
 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I INŽINJERSTVA	ZAVRŠNI RAD
	VODOOPSKRBA I KANALIZACIJA
STUDENT: IVANA BOGUT	PREDMETNI NASTAVNIK: IVO ANDRIĆ
SADRŽAJ: UZDUŽNI PRESJEK VODOOPSKRBNIH INSTALACIJA	MJERILO: 1:25000
DATUM: 3.9.2024.	PRILOG: 3.1.



Oznake točkaka i dionica	0	H1	H2	H3	OKNO 3
Podaci o cjevovodu	PEHD DN 110 mm- vanjski promjer 100 mm- unutarnji promjer, PN 16				
Kote terena [m.n.m.]					
Niveleta ceste [m.n.m.]					
Nagib [%]		i= 6.3 %			
Kote nivelete [m.n.m.]					
Kota dna kanala [m.n.m.]					
Dubina iskopa [m]					
Vertikalni lom trase					
Horizontalni lom trase					
Duljina dionice [m]		23.40	3.32	2.94	6.83
Stacionaža	0.00	-23.40	-26.72	-29.66	-32.83



Oznake točkaka i dionica	0	V1 H1	NH3	V2 H2	V3 H3	H4 V4	ZRAČNO OKNO	H5	H6 V5	V6 H7	OKNO 2	
Podaci o cjevovodu	PEHD DN 110 mm- vanjski promjer, 100 mm- unutarnji promjer, PN 16											
Kote terena [m.n.m.]												
Niveleta ceste [m.n.m.]												
Nagib [%]		i= 3.9 %		i= 0.2 %		i= 4.3 %		i= 8.6 %		i= 2.0 %		
Kote nivelete [m.n.m.]												
Kota dna kanala [m.n.m.]												
Dubina iskopa [m]												
Vertikalni lom trase				2.1°		2.6°		2.7°		1.6°		
Horizontalni lom trase		7°			11°		11°		11°		3°	
Duljina dionice [m]		34.80		31.70		22.97	4.14	19.83	6.57	16.89	21.37	
Stacionaža	0.00	-34.80	-66.50	-89.47	-93.61	-113.44	-120.01	-136.90	-139.13	-164.86	-176.96	



Oznake točkaka i dionica	0	V1 H1	H2 V2	V3	H3 H4	OKNO 1	
Podaci o cjevovodu	PEHD DN 110 mm- vanjski promjer, 100 mm- unutarnji promjer, PN 16						
Kote terena [m.n.m.]							
Niveleta ceste [m.n.m.]							
Nagib [%]		i= 4.9 %		i= 0.6 %		i= 4.9 %	
Kote nivelete [m.n.m.]							
Kota dna kanala [m.n.m.]							
Dubina iskopa [m]							
Vertikalni lom trase			3.2°		2.4°		
Horizontalni lom trase			11°		11°		
Duljina dionice [m]		24.06	4.40	10.48	13.98	13.88	
Stacionaža	0.00	-24.06	-28.46	-38.94	-52.92	-66.79	

UZDUŽNI PRESJEK VODOOPSKRBNIH INSTALACIJA
OGRANCI 2, 3 I 4

MJ 1:500/100

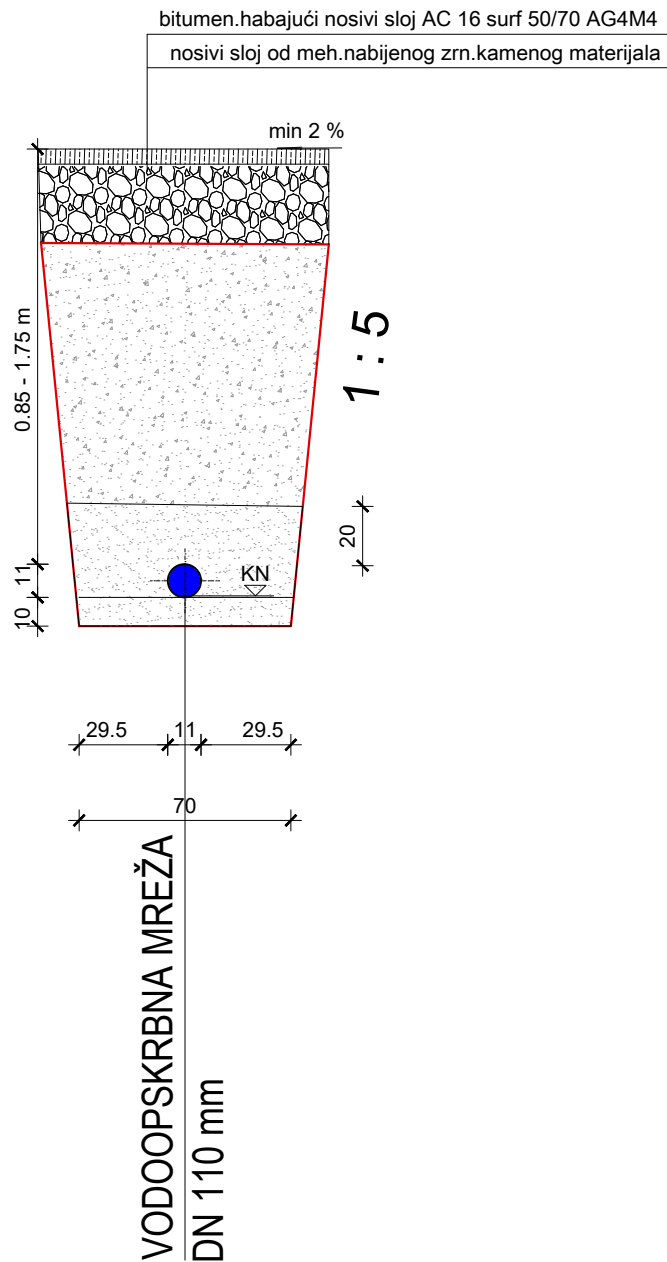
LEGENDA

- TEREN
- PROJEKTIRANA NIVELETA
- NIVELETA PLANIRANE CESTE

 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	ZAVRŠNI RAD
	VODOOPSKRBA I KANALIZACIJA
STUDENT: IVANA BOGUT	PREDMETNI NASTAVNIK: IVO ANDRIĆ
SADRŽAJ: UZDUŽNI PRESJEK VODOOPSKRBNIH INSTALACIJA	MJERILO: 1:25000
DATUM: 3.9.2024.	PRILOG: 3.2.

KARAKTERISTIČNI PRESJEK ROVA

MJ 1:25

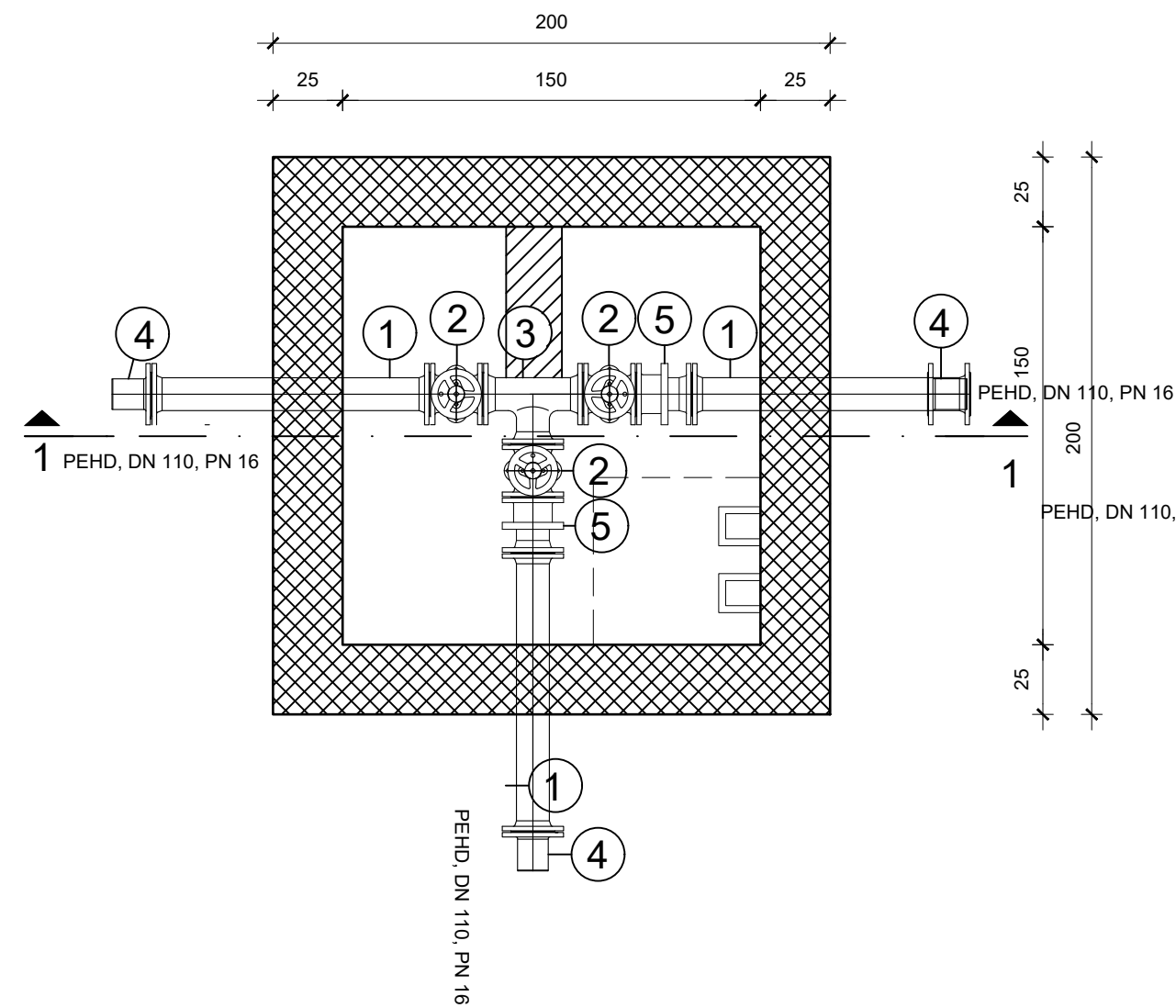


 SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	ZAVRŠNI RAD	
	VODOOPSKRBA I KANALIZACIJA	
STUDENT: IVANA BOGUT	PREDMETNI NASTAVNIK: IVO ANDRIĆ	
SADRŽAJ: KARAKTERISTIČNI PRESJEK ROVA	MJERILO: 1:25	
DATUM: 3.7.2024.	PRILOG: 4.	

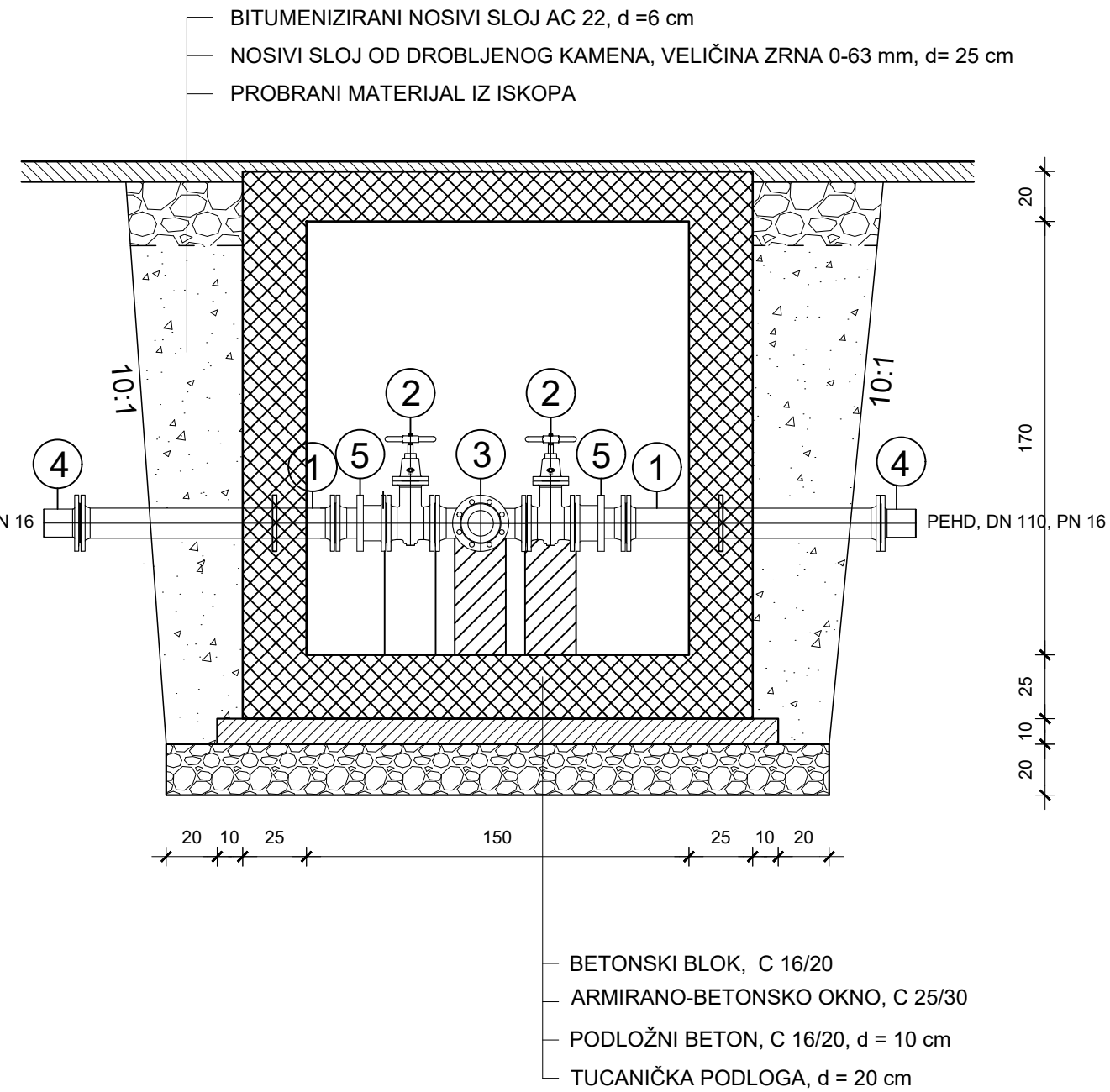
NACRT VODOVODNIH OKNANA 1, 2 I 3

MJ 1:25

TLOCRT



PRESJEK 1-1



ISKAZ ZA 1 OKNO:

POZ.	NAZIV - OZNAKA	OPIS
1	FFG	CIJEVI S LIJEVANIM PRIRUBNICAMA, PN 10
2	TIP 23	SGG EURO 20 ZASUN, PN 10
3	T	ODVOJAK S LIJEVANIM PRIRUBNICAMA, PN 10
4	E-PEHD	SPOJNICA ZA PEHD S PRIRUBNICOM
5	MDK-A	MONTAŽNO DEMONTAŽNI KOMAD, PN 16



ZAVRŠNI RAD

VODOOPSKRBA I KANALIZACIJA

STUDENT: IVANA BOGUT

PREDMETNI NASTAVNIK: IVO ANDRIĆ

SADRŽAJ: NACRT VODOVODNOG OKNA (1,2,3)

MJERILO: 1:25

DATUM: 3.9.2024.

PRILOG: 5.