

# Idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan

---

**Borojević, Stela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:054895>

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

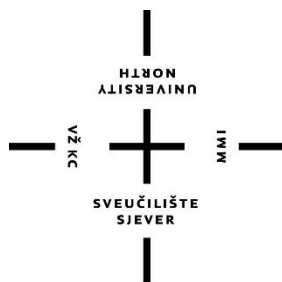
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-21**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

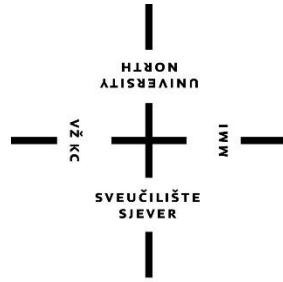
Završni rad br. 442/GR/2022

## Idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan

Stela Borojević, 2150/336

Varaždin, lipanj 2022. godine





# Sveučilište Sjever

**Odjel za Graditeljstvo**

**Završni rad br. 442/GR/2022**

## **Idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan**

**Student**

Stela Borojević, 2150/336

**Mentor**

Doc. dr. sc. Domagoj Nakić, mag. ing. aedif.

Varaždin, lipanj 2022. godine

## Prijava završnog rada

### Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Stela Borojević	MATIČNI BROJ	2150/336
DATUM	22.2.2021.	KOLEGIJ	Vodoopskrba i odvodnja
NASLOV RADA	Idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Conceptual design of the cove Dubac-Varsan water supply system		
MENTOR	dr. sc. Domagoj Nakić	ZVANJE	Docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Božo Soldo		
	2. doc.dr.sc. Domagoj Nakić		
	3. izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin		
	4. doc.dr.sc. Danko Markovinić		
	5.		

### Zadatak završnog rada

BROJ	442/GR/2022
OPIS	<p>U sklopu izrade završnog rada potrebno je izraditi idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan (lokacija naselja na otoku Pagu, na potezu Novalja-Lun). Vodovod je potrebno projektirati kao razgranatu opskrbnu mrežu od točke priključnog okna na magistralni cjevovod Novalja-Lun do krajnjih korisnika.</p> <p>Rad treba sadržavati minimalno sljedeća poglavlja:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Uvod</li><li>- Ulazni podaci i podloge</li><li>- Oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje</li><li>- Hidraulički proračun</li><li>- Aproximativni troškovnik</li><li>- Grafički prilozi (situacija na DOF-u, uzdužni profili svih cjevovoda, normalni karakteristični poprečni presjek rova).</li></ul>

ZADATAK URUČEN

01.06.2022.



POTPIS MENTORA

## **Predgovor**

Zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc. Domagoju Nakiću, mag. ing. aedif. na razumijevanju i pomoći pri pisanju završnog rada. Također se zahvaljujem svim kolegama studentima i kolegicama studenticama, profesorima i profesoricama te djelatnicima Sveučilišta Sjever. Posebne zahvale mojoj obitelji na podršci koju su mi pružali tokom cijelog mog školovanja.

## Sažetak

U ovom završnom radu razrađeno je idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan koja se nalazi na otoku Pagu u Ličko-Senjskoj županiji. Početni dio rada prikazuje opće informacije o vodoopskrbnom sustavu, cilju izgradnje vodoopskrbnog sustava te analizira ulazne podatke koje je potrebno prikupiti za izradu idejnog rješenja vodovoda uvale Dubac-Varsan. Temeljem definiranih ulaznih podataka izvršen je hidraulički proračun. Detaljno su opisani postupci svih proračuna potrebnih za dimenzioniranje vodoopskrbne mreže.

Završni dio rada prikazuje oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje u kojem se detaljnije opisuje način iskopa rovova za polaganje vodovodnih cijevi, polaganje vodovodnih cijevi te način ugradnje vodovodnih armatura, kao i zasunska okna. Analizirani su svi radovi pri izgradnji vodoopskrbnog sustava te se u aproksimativnom troškovniku dobiva ukupna okvirna cijena svih navedenih radova vodoopskrbne mreže za uvalu Dubac-Varsan. U sklopu priloga dani su grafički prikazi u obliku situacije na digitalnoj ortofoto karti, uzdužni profili glavnih cjevovoda te normalni karakteristični poprečni presjek rova.

**Ključne riječi:** vodoopskrba, PEHD cijevi, zasunsko okno, idejno rješenje, uvala Dubac-Varsan

## Summary

In this final project, the conceptual design of the water supply system was developed for the Dubac-Varsan bay, located on the island of Pag in Lika-Senj County. The initial part of the project presents general information about the water supply system, the goal of building a water supply system and analyzes the input data that needs to be collected for the development of the conceptual design of the water supply system. Based on the defined input data, a hydraulic calculation was performed. The procedures of all calculations required for sizing the water supply network are described in detail.

The final part of the project presents a functional design and technical solution which describe in more detail the method of excavating trenches for water pipes, laying the water pipes and the method of installing plumbing fittings, as well as the shutters. All tasks of the construction of the water supply system were analyzed to obtain the total approximate price of all above-mentioned tasks for the construction of water network in Dubac-Varsan bay. Graphic representations in the form of a situation on a digital orthophoto map, longitudinal profiles of the main pipelines and the normal characteristic cross-section of the trench are given as part of the appendix.

**Keywords:** water supply, PEHD pipes, manhole, conceptual design, Dubac-Varsan bay



## Popis korištenih kratica

<b>PEHD</b>	plastična cijev od polietilena visoke gustoće (engl. polyethylene high-density)
$Q_{sr,dn}$	srednja dnevna potrošnja
$Q_{max,dn}$	maksimalna dnevna potrošnja
<b>Kd</b>	koeficijent dnevne neravnomjernosti
<b>Kh</b>	koeficijent satne neravnomjernosti
$Q_{max,h}$	maksimalna satna potrošnja
$q$	specifični protok
$Q_{max,h,uk}$	ukupna maksimalna satna potrošnja
$L_i$	duljina dionice
$q_{v,i}$	vlastiti protok
$q_{t,i}$	tranzitni protok
$Q_i$	ukupni protok
$D$	vanjski promjer
$D_i$	unutarnji promjer
$A_i$	protjecajna površina
$V_i$	brzina
$Re_i$	Reynoldsov broj
$\varepsilon$	relativna hrapavost
$\lambda$	koeficijent trenja
$\Delta Htr_i$	hidraulički gubici
$I_i$	piezometarski pad
$g$	ubrzanje zemljine sile teže
$P_{t,a}$	raspoloživi hidrostatski tlak
$P_{t,d}$	raspoloživi hidrodinamički (pogonski) tlak
<b>DN</b>	nazivni promjer
<b>PN</b>	nazivni tlak

## Sadržaj:

1.	Uvod .....	1
2.	Zadatak .....	5
2.1.	Lokacija.....	5
2.2.	Ulazni podaci .....	6
3.	Potrošnja vode .....	7
3.1.	Potrošnja vode za kućanstvo .....	7
3.2.	Potrošnja vode za požar .....	9
4.	Hidraulički proračun.....	10
5.	Oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje .....	15
5.1.	Koncept rješenja.....	15
5.2.	Objekti na trasi .....	19
5.3.	Tlačna proba i dezinfekcija .....	23
6.	Aproksimativni troškovnik.....	24
7.	Zaključak .....	26
8.	Literatura .....	27
9.	Popis slika.....	28
10.	Popis tablica.....	29
	PRILOZI.....	30

# 1. Uvod

Vodoopskrba je sustav namijenjen opskrbi vodom naselja, industrije, poljoprivrednih potrošača te u svrhu gašenja požara. Cilj vodoopskrbe je prenijeti dovoljnu količinu pitke, čiste i zdrave vode od izvorišta do korisnika.

Putem od izvorišta do korisnika voda prolazi kroz čitav niz objekata, a to su:

- izvorište,
- vodozahvat,
- crpna stanica,
- uređaj za kondicioniranje,
- vodosprema,
- vodoopskrbna mreža. [1]

Izvorište je mjesto s kojega se mogu dobiti određene količine vode namijenjene vodoopskrbi. Svako izvorište mora osiguravati: potrebne količine vode ukoliko se poveća broj stanovnika, neprekidnost tečenja vode, kvalitetu vode, što manje troškova u investiciji i pogonu pri dobivanju vode. Vodozahvati su osnovne građevine pomoću kojih se zahvaća voda iz izvorišta i preusmjerava je prema potrošačima. Vodozahvati se dijele na:

- Zahvate oborinskih voda (koriste se u mjestima gdje nema površinskih voda ili u mjestima gdje su teško dostupne podzemne vode),
- Zahvate površinskih voda (zahvat na rijekama, potocima i jezerima koji mogu biti umjetni ili prirodni),
- Zahvate izvora (objekt kojim se zahvaća izvorska voda),
- Zahvate podzemne vode (zahvat vode koja ne izlazi na površinu zemlje, razlikuju se horizontalni zahvati (drenovi i galerije) i vertikalni zahvati (bunari)).

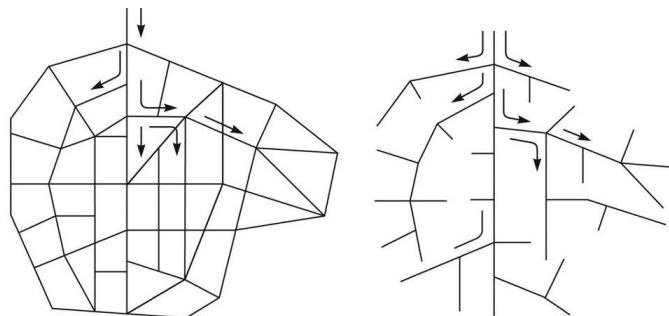
Zahvati podzemne vode smatraju se najprikladnijim. [2]

Pomoću crpne stanice voda se crpi te potiskuje na tlačnu visinu kako bi se osigurala raspodjela vode potrošačima. Crpna stanica se sastoji od: crpke, crpnih spremnika, strojnarnice i prostorije za komande.

U uređaju za kondicioniranje iz vode se uklanja boja, mutnost, soli, plinovi i mikroorganizmi te postaje pitka. Mikroorganizmi se uklanjaju dezinfekcijom. Nakon uređaja

za kondicioniranje voda dolazi do vodospreme gdje se osigurava rezerva. Vodospreme se dijele na visinske i nizinske vodospreme. [2] Visinska vodosprema znači da je razina iznad potrošača te voda prema potrošačima struji gravitacijski. U nizinskim mjestima gdje se ne može izgraditi vodosprema na povišenom mjestu iz koje bi voda tekla gravitacijski, to jest prirodnim padom gradi se vodotoranj. Vodotoranj je vodosprema koja je izgrađena na vrhu tornja.

Vodopskrbna mreža se sastoji od glavnih i razdjelnih cjevovoda s pripadajućim vodovodnim armaturama i oblikovnim komadima koji tvore funkcionalnu cjelinu. Razlikuju se granata i prstenasta mreža (*slika 1*). Kod granate mreže je tečenje vode u jednom smjeru te ako dođe do pucanja cijevi ili nekog drugog kvara bez vode ostaje više potrošača. A kod prstenaste mreže voda teče do jednog potrošača u dva smjera te u slučaju kvara isključuje se usko područje potrošača. Mana kod prstenaste mreže je veća duljina te nedefiniranost raspodjele protoka u mreži. Svaki priključak mora imati svoj ventil na kojem se može zaustaviti dovod vode određenom korisniku ukoliko je to potrebno napraviti. Uvala Dubac-Varsan projektirana je kao granata opskrbna mreža. [2]



*Slika 1: Prstenasta i granata vodoopskrbna mreža [3]*

S obzirom na potrošače potrošnja vode se svodi na tri kategorije, a to su: potrošnja vode za kućanske potrebe to jest opskrba stanovništva i turista, potrošnja vode za gašenje požara i vlastite potrebe same vodoopskrbne mreže te potrošnja vode za industriju. U uvali Dubac-Varsan nema evidentirane industrije pa se u ovom radu ta kategorija ne uzima u obzir.

Prije izvođenja građevinskih radova potrebno je izraditi projektu dokumentaciju koja je sukladna sa zakonima, a osnovni zakoni su: *Zakon o gradnji* („Narodne novine RH“, broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i *Zakon o prostornom uređenju* („Narodne novine RH“, broj 153/13, 65/17, 114/118, 39/19, 98/19). Projektna dokumentacija koja je potrebna pri izgradnji vodoopskrbne mreže su: idejno rješenje, idejni, glavni i izvedbeni projekt. Nakon izgradnje

vodovodne mreže radi se projekt izvedenog stanja u kojem su opisani svi detalji i karakteristike cjevovoda. Uporabni vijek cjevovoda je 50 godina. [2]

U okviru ovoga Završnog rada obrađuje se idejno rješenje vodovoda uvale Dubac-Varsan koja se nalazi na otoku Pagu, a sve s osnovnim ciljem da se od izvora pa do korisnika prenese pitka, čista i zdrava voda te kako bi se poboljšala kvaliteta života i zaštitilo zdravstveno stanje postojećih i novo priključenih stanovnika na sustav vodoopskrbe na području obuhvata projekta.

Voda za ljudsku potrošnju mora ispunjavati parametre za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju propisane *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te način vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* („Narodne novine RH“, broj 125/17). Zdravstveno ispravnom vodom za ljudsku potrošnju smatra se voda koja:

- Ne sadrži mikroorganizme, parazite i njihove razvojne oblike u broju koji predstavlja potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi
- Ne sadrži štetne tvari u koncentracijama koje same ili zajedno s drugim tvarima predstavljaju potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi
- Ne prelazi vrijednosti parametara zdravstvene ispravnosti vode propisane Pravilnikom (NN 127/17). [4]

Investitor, Komunalije d.o.o. iz Novalje, koja isporučuje vodne usluge na području grada Novalje, na navedenom području planira izgradnju vodoopskrbne mreže. Vodoopskrba sustava se obavlja iz vodospremnika Komorovac kojim također upravlja Komunalije d.o.o. Novalja

Vodoopskrba na otoku Pagu danas se temelji na količinama iz vlastitih izvorišta te na količinama s kopna, odnosno vodi iz regionalnog vodoopskrbnog sustava Vodovod Hrvatsko primorje – južni ogranak d.o.o. koja se na otok doprema čeličnim podmorskim cjevovodom DN 300 i DN 200. Vlastita izvorišta su lokalni izvori Velo Blato i Dole te bušotine Vrcići. Iz vodovoda Vodovod Hrvatsko primorje – južni ogranak d.o.o. opskrbljuje se sjeverno dio otoka do grada Paga, dok se iz bunara Velo Blato i bušotina Vrcići opskrbljuje južni dio otoka. Iz vodocrpilišta Dole opskrbljuje se isključivo područje općine Povljana. [5]

Iz navedenog se zaključuje kako se za vodoopskrbu uvale Dubac-Varsan doprema voda iz izvorišta s kopna – Vodovod Hrvatsko primorje – južni ogranak d.o.o. (tlačni tunel HE Senj).

Kontrola kvalitete i zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u sustavnima javne vodoopskrbe grada Novalje kojom upravlja Komunalije d.o.o. provodi se na sljedećim razinama:

- Interna kontrola (samokontrola) koju svakodnevno provodi Služba kontrole kvalitete vode Komunalije d.o.o.
- Vanjska kontrola (monitoring) koju provodi Zavod za javno zdravstvo Ličko-Senjske županije. [6]

Nakon izgradnje vodoopskrbne mreže u uvali Dubac-Varsan provodit će se prethodno navedene kontrole kvalitete i zdravstvene ispravnosti vode prema Pravilniku (NN 125/17).

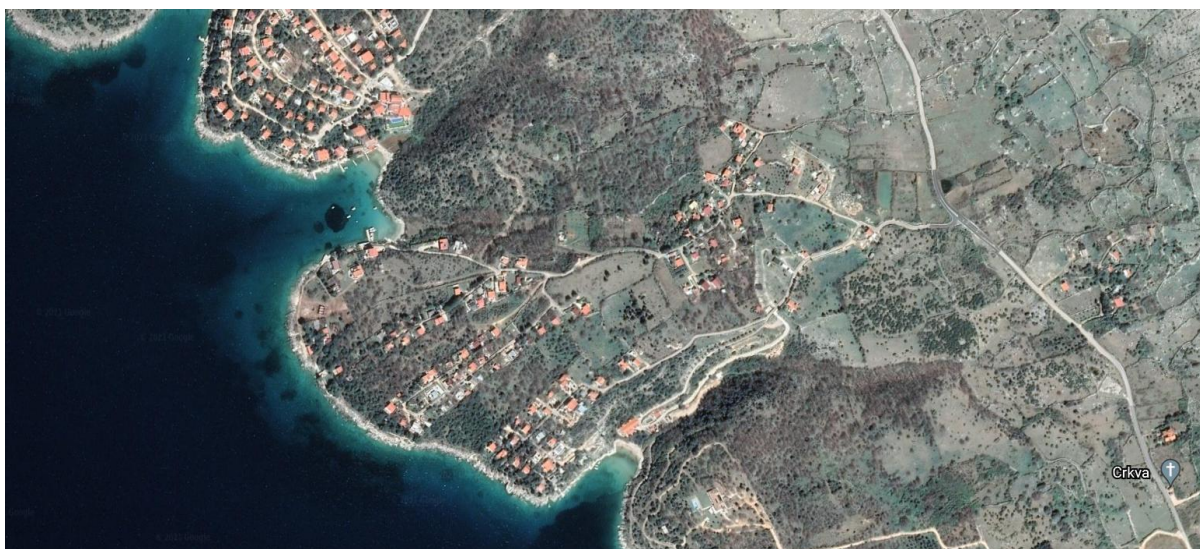
## 2. Zadatak

Potrebno je izraditi:

- oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje
- Hidraulički proračun
- Aproksimativni proračun
- Grafičke priloge (situacija na DOF-u, uzdužni profil određenih cjevovoda, normalni karakteristični poprečni presjek rova)

### 2.1. Lokacija

Uvala Dubac-Varsan se nalazi na otoku Pagu, s južne strane magistralne ceste Novalja-Lun. Nalazi se u Ličko-Senjskoj županiji. Na *slici 2* prikazana je satelitska snimka uvale Dubac-Varsan.



*Slika 2: Satelitska snimka uvale Dubac-Varsan [7]*

Dubac-Varsan je turističko mjesto te se moraju zadovoljiti potrebe opskrbe vodom tijekom zimskih i ljetnih razdoblja. Tijekom ljetnog razdoblja je potrošnja, to jest opterećenost vodoopskrbnog sustava višestruko veća nego zimi.

## 2.2. Ulazni podaci

Vodovod je potrebno projektirati kao razgranatu opskrbnu mrežu od točke priključnog okna na magistralni cjevovod Novalja-Lun do krajnjih korisnika.

Tlak na spoju na magistralni cjevovod: 2,5 [bar]

Specifična potrošnja vode:

- Stanovnici: 120 [l/stan/dan]
- Turisti: 180 [l/stan/dan]

Stopa prirasta stanovništva:

- Stanovnici: 0,25 [%]
- Turisti: 1 [%]

*Tablica 1: Stopa prirasta stanovništva i specifična potrošnja vode po kategorijama potrošača*

Stopa prirasta stanovništva [%]	Stopa povećanja broja turista [%]	Spec. Potrošnja vode - stanovnici [l/st/dan]	Spec. potrošnja vode - turisti [l/turist/dan]
0,25	1	120	180

Broj stanovnika u periodu 30 godina: 370

Broj turista u periodu 30 godina: 1369

Ukupni broj stanovnika i turista u periodu 30 godina: 1739



### 3. Potrošnja vode

#### 3.1. Potrošnja vode za kućanstvo

U uvali Dubac-Varsan tokom ljeta potrošnja vode je znatno veća zbog naglog povećanja broja turista.

Kako bi se izračunala maksimalna satna potrošnja, koja je bitna za daljnji proračun, mora se znati kolika je srednja dnevna potrošnja te maksimalna dnevna potrošnja.

Srednja dnevna potrošnja računa se kao umnožak specifičnog protoka i broja stanovnika i turista na kraju projektnog razdoblja (1).

$$Q_{sr,dn} = q_{spec} \cdot N_{30} [m^3] \quad (1)$$

Dobiveni podatak prikazuje da srednja dnevna potrošnja uvale Dubac-Varsan za stanovništvo iznosi 44,362 [m<sup>3</sup>], a za turiste 246,495 [m<sup>3</sup>].

Maksimalna dnevna potrošnja računa se kao umnožak koeficijenta dnevne neravnomjernosti i srednje dnevne potrošnje (2).

$$Q_{max,dn} = K_d \cdot Q_{sr,dn} [m^3] \quad (2)$$

Maksimalna dnevna potrošnja za stanovništvo dobivena prema formuli iznosi 66,542 [m<sup>3</sup>], a za turiste 369,742 [m<sup>3</sup>].

Koeficijent neravnomjernosti potrošnje vode označava se s  $K_d$  – dnevna neravnomjernost i  $K_h$  – satna neravnomjernost. Dnevna i satna neravnomjernost su u funkciji veličine naselja. Za naselje Dubac-Varsan dnevni koeficijent neravnomjernosti iznosi 1,5, a satni koeficijent neravnomjernosti iznosi 2,0 (*tablica 2*). Kod manjih naselja izraženija je neravnomjernost potrošnje vode.

Tablica 2: Koeficijenti neravnomjernosti za uvalu Dubac-Varsan

Koeficijenti neravnomjernosti	
$K_d$	$K_h$
1,5	2,0

Nakon što se izračunaju vrijednosti srednje dnevne potrošnje  $Q_{sr,dn}$  i maksimalne dnevne potrošnje  $Q_{max,dn}$  može se izračunati maksimalna satna potrošnja primjenjujući izraz (3):

$$Q_{max,h} = \frac{K_h \cdot Q_{max,dn}}{24} [l/s] \quad (3)$$

Maksimalna satna potrošnja za stanovništvo iznosi  $5,545 [m^3/h]$ , to jest  $1,540 [l/s]$ , a maksimalna satna potrošnja za turiste iznosi  $30,812 [m^3/h]$ , to jest  $8,559 [l/s]$ . Potrebno je zbrojiti dobivene rezultate te rezultat iznosi  $10,099 [l/s]$ .

Specifični protok se računa kao razlika sume maksimalne potrošnje i ukupnog zbroja svih duljina dionica (4). Specifični protok je jako važan za hidraulički proračun.

$$q = \frac{\sum Q_{max,h}}{\sum L_i} [ls^{-1}m^{-1}] \quad (4)$$

Specifični protok za uvalu Dubac-Varsan iznosi  $0,0028657 [ls^{-1}m^{-1}]$ .

Ukupna maksimalna satna potrošnja dobiva se zbrajanjem maksimalne dnevne potrošnje  $Q_{max,h}$  i  $Q_{požar}$  (5):

$$Q_{max,h,uk} = Q_{max,h} + Q_{požar} [l/s] \quad (5)$$

Rezultat ukupne maksimalne satne potrošnje iznosi 20,10 [l/s].

### **3.2. Potrošnja vode za požar**

Svaki sustav vodoopskrbe zasebno mora imati osiguranu potrošnju vode u slučaju požara. *Pravilnikom o hidrantskoj mreži za gašenje požara* („Narodne novine RH“, broj 8/06) je utvrđeno da u naseljima u kojima se nalaze samostojeće kuće udaljenost između dva vanjska hidranta smije iznositi najviše 300 metara. Prema pravilniku postoje i 3 parametra kojih se potrebno pridržavati:

- najmanji tlak na izlazu iz hidranta ne smije biti manji od 2,5 [bara]
- potrebna količina vode (protok) mora iznositi najmanje 10 [l/s]
- najmanje vremensko trajanje je 2 [h] [8]

U uvali Dubac-Varsan nema evidentiranih hotela, autokampova i industrije.

## 4. Hidraulički proračun

Pri izradi hidrauličkog proračuna (*tablica 3*) prvo je potrebno označiti točke na trasi te saznati njihove visinske kote na kojima se nalaze. Pomoću visinskih kota određuje se smjer cijevi i kut nagiba cijevi. Nakon što su određene točke i visinske kote potrebno je označiti dionice kojima prolazi voda te koliko je svaka dionica pojedinačno duga. Sljedeći korak je zbrojiti sve duljine dionica te dobiti broj sveukupne dužine koje tvore vodoopskrbnu mrežu od magistralnog priključka do svih potrošača. Na sljedećem stupcu se nalazi specifični protok koji je izračunat u prethodnom poglavlju. Grane koje idu prema kraju, to jest slijepe grane se određuju na temelju vlastitog protoka, a ostalim dijelovima sustava mora se pridodati uz vlastiti protok i tranzitni protok nizvodnih dionica. Vlastiti protok  $q_{v,i}$  je umnožak duljine dionice i specifičnog protoka (6).

$$q_{v,i} = L_i \cdot q \text{ [} l s^{-1} \text{]} \quad (6)$$

Ukupni protok  $Q_i$  dobiven je kao zbroj vlastitog i tranzitnog protoka (7).

$$Q_i = q_{v,i} + q_{t,i} \text{ [} l s^{-1} \text{]} \quad (7)$$

Sljedeći stupac je vanjski promjer cijevi  $D$ , odabran je po kriteriju preporučenih brzina. Preporučena brzina  $V_i$  je između 0,7 do 2 [ $m s^{-1}$ ]. Najmanji vanjski promjer cijevi ne smije biti manji od DN 63 jer je to minimum za javne sustave, manji profili se koriste kao kućni priključci i za razvod unutarnjih parcela i objekata. Ukoliko brzina nije zadovoljavajuća odabire se drugi promjer, ali podrazumijevajući da je minimum DN 63. Ukoliko se ni tada ne dobiju preporučene brzine važno je napomenuti potrebu za češćim ispiranjem cjevovoda, posebice u zimskom periodu kada je i potrošnja znatno manja. Nužno je izračunati i unutarnji promjer  $D_i$  jer se s unutarnjim promjermom nastavlja proračun. Za unutarnji promjer cijevi potrebno je od vanjskog promjera cijevi oduzeti dvostruku debljinu stjenke (8).

$$D_i = D - 2 \cdot e \text{ [} m \text{]} \quad (8)$$

Protjecajna površina  $A_i$  je površina poprečnog presjeka koja je okomita na smjer kojom tekućina teče, a dobivena je prema izrazu (9):

$$A_i = \frac{D_i^2 \cdot \pi}{4} [m^2] \quad (9)$$

Brzinom  $V_i$  opisuje se kojom se brzinom voda u cijevima giba, to jest mijenja položaj. Preporučeno je da iznosi od  $0,7 [ms^{-1}]$  do  $2 [ms^{-1}]$ , a dobivena je prema izrazu (10):

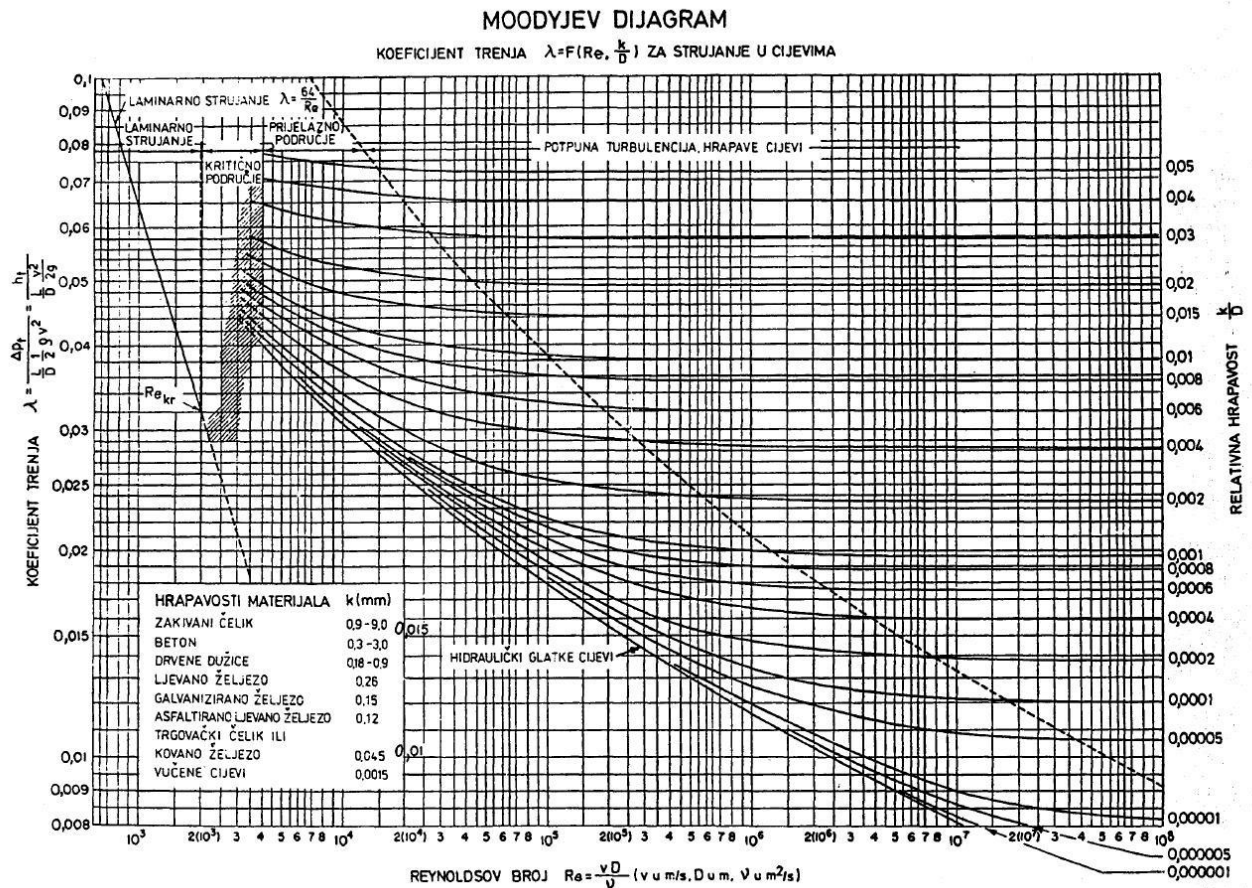
$$V_i = \frac{Q_i}{A_i} [ms^{-1}] \quad (10)$$

Umnožak brzine  $V_i$  i unutrašnjeg promjera  $D_i$  dijeli se s vrijednosti kinematičkog koeficijenta viskoznosti vode  $\nu$  koje iznosi  $\nu = 1,3 \cdot 10^6 [m^2s^{-1}]$  kako bi se dobila konačna vrijednost Reynoldsovog broja  $Re_i$  (11).

$$Re_i = \frac{V_i \cdot D_i}{\nu} = \frac{V_i \cdot D_i}{1,3 \cdot 10^6} [10^5] \quad (11)$$

Na sljedećem stupcu računa se relativna hrapavost  $\varepsilon/D_i$ .  $\varepsilon$  je vrijednost apsolutne hrapavosti za cijev koja je zadana. U ovoj vodoopskrbnoj mreži za projektiranu uvalu Dubac-Varsan koriste se PEHD cijevi te vrijedi  $\varepsilon = 0.01$ . PEHD cijevi su polietilenske cijevi za vodu, proizvedene iz polietilena visoke gustoće. Svojstva PEHD cijevi su: mala masa, otpornost na koroziju, otpornost na mraz, ekološka opravdanost, kemijska postojanost, fleksibilnost, glatkoća, laka obradivost, dugotrajna hidrostatska čvrstoća i dugotrajni nepropusni spojevi. Na svojstva polietilena ne utječe slana voda, otpad te kiseline što ga čini pogodnim za ugradnju na tla koja su onečišćena.

Koeficijent trenja  $\lambda$  se očitava iz Moodyjevog dijagrama (slika 3) uz pomoć vrijednosti Reynoldsovog broja  $Re_i$  i relativne hrapavosti  $\varepsilon$ .



Slika 3: Moodyjev dijagram [8]

Hidraulički gubici, to jest linijski gubici  $\Delta Htr_i$  izračunati su za svaku dionicu posebno prema izrazu (12):

$$\Delta Htr_i = \lambda \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{V_i^2}{2 \cdot g} \quad [m] \quad (12)$$

U proračunu se zanemaruju lokalni gubici s obzirom da linijski gubici prevladavaju.

U sljedećem stupcu računa se piezometarski pad  $I_i$  prema izrazu (13):

$$I_i = \frac{\Delta Htr_i}{L_i} \quad [\%] \quad (13)$$

Raspoloživi hidrostatski tlak  $P_{t,a}$  (14) dobiva se na način da se od početne visinske točke oduzima visinska točka za točku koja se računa te se pomnoži s ubrzanjem zemljine sile teže koja iznosi  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Rezultat se zbraja s tlakom na spoju na magistralni cjevovod koji iznosi 2,50 [bar].

$$P_{t,a} = (h_{p,t} - h_t) \cdot g + 2,50 \text{ [bar]} \quad (14)$$

Raspoloživi hidrodinamički (pogonski) tlak se izračunava prema izrazu (15):

$$P_{t,d} = P_{t,a} - \Delta Htr_i \cdot g \text{ [bar]} \quad (15)$$

Na način da se linijski gubici dodaju, to jest zbrajaju na svakoj sljedećoj povezanoj dionici.

Rezultati hidrauličkog proračuna vodovodne mreže za naselje Dubac-Varsan dane su u *tablici 3*:

*Tablica 3: Rezultati hidrauličkog proračuna vodovodne mreže za uvalu Dubac-Varsan*

Oznaka točke	Visinska kota točke $h_t$ [m n.m.]	Protupožarni protok $q_k$ [ $l s^{-1}$ ]	Oznaka dionice	Duljina dionice $L_i$ [m]	Specifični protok $q$ [ $l s^{-1} m^{-1}$ ]	Vlastiti protok $q_{v,i}$ [ $l s^{-1}$ ]	Tranzitni protok $q_{t,i}$ [ $l s^{-1}$ ]	Ukupni protok $Q_i$ [ $l s^{-1}$ ]	Vanjski promjer $D$ [m]	Unutrašnji promjer $D_i$ [m]	Protjecajna površina $A_i$ [ $m^2$ ]	Brzina $V_i$ [ $ms^{-1}$ ]	Reynol. Broj $Re_i$ $10^5$ [1]	Relativna hrapavost $\epsilon/D_i$ $10^{-4}$ [1]	Koeficijent trenja $\lambda_i$ $10^{-2}$ [1]	Linijski gubitak $\Delta H_{w,i}$ [m]	Pizeom. Pad $I_i$ [%]	Raspoloživi hidrostat. Tlak $P_{t,a}$ [bar]	Raspol. Hidrodin (pogonski) tlak $P_{t,d}$ [bar]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	45		0-1	154,23	0,0028657	0,44	19,66	20,10	0,200	0,1762	0,0244	0,825	11,18	0,57	0,016	0,49	3,15		2,50	
1	44	10	1-1A	205,00		0,59	2,50	3,08	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	1,280	5,45	1,81	0,018	5,56	27,12	2,60	2,55
1A	33		1A-1A1	264,77		0,76	0,00	0,76	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,315	1,34	1,81	0,019	0,46	1,73	3,68	3,08
1A1	14		1A-1A2	425,75		1,22	0,52	1,74	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,721	3,07	1,81	0,018	3,67	8,61	5,54	4,90
1A2	12		1A2-1A2A	65,78		0,19	0,17	0,36	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,148	0,63	1,81	0,020	0,03	0,40	5,74	5,10
1A2A	10		1A2A-1A3A	32,58		0,09	0,00	0,09	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,039	0,17	1,81	0,0195	0,00	0,03	5,93	5,29
1A3A	7		1A2A-1A4A	26,13		0,07	0,00	0,07	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,031	0,13	1,81	0,0196	0,00	0,02	6,23	5,59
1A4A	11		1A2-1A3	55,92		0,16	0,00	0,16	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,067	0,28	1,81	0,0194	0,00	0,08	5,84	5,19
1A3	7		1-2	194,41		0,56	6,02	6,57	0,110	0,0968	0,0074	0,0074	0,894	6,65	1,03	0,016	1,31	6,73	6,23	5,59
2	39		2-2A	168,67		0,48	0,00	0,48	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,201	0,85	1,81	0,019	0,12	0,70	3,09	2,91
2A	36		2-3	115,7		0,33	5,20	5,53	0,110	0,0968	0,0074	0,0074	0,752	5,60	1,03	0,017	0,59	5,07	3,38	3,20
3	32		3-3A	45,87		0,13	0,00	0,13	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,055	0,23	1,81	0,0195	0,00	0,05	3,78	3,54
3A	32		3-4	130,86		0,38	4,70	5,07	0,090	0,0792	0,0049	0,0049	1,030	6,27	1,26	0,017	1,52	11,60	3,78	3,54
4	27		4-4A	74,75		0,21	0,00	0,21	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,089	0,38	1,81	0,0194	0,01	0,14	4,27	3,88
4A	24		4-5	80,22		0,23	4,25	4,48	0,090	0,0792	0,0049	0,0049	0,910	5,54	1,26	0,017	0,73	9,06	4,56	4,18
5	26		5-5A1	24,27		0,07	1,84	1,91	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,794	3,38	1,81	0,018	0,25	10,44	4,36	3,91
5A1	26		5A1-5A1A	312,33		0,90	0,00	0,90	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,372	1,58	1,81	0,0189	0,75	2,40	4,36	3,89
5A1A	5		5A1-5A2	22,54		0,06	0,88	0,95	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,394	1,68	1,81	0,0188	0,06	2,68	6,42	5,87
5A2	27		5A2-5A2A	269,63		0,77	0,00	0,77	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,321	1,37	1,81	0,019	0,48	1,80	4,27	3,78
5A2A	8		5A2-5A3	38,71		0,11	0,00	0,11	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,046	0,20	1,81	0,0195	0,00	0,04	6,13	5,65
5A3	28		5-6	71,6	0,21	2,13	2,34	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,971	4,14	1,81	0,018	1,12	15,60	4,17	3,68	
6	22		6-6A	299,39	0,86	0,00	0,86	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,356	1,52	1,81	0,0189	0,66	2,21	4,76	4,19	
6A	4		6-7	444,99	1,28	0,00	1,28	0,063	0,0554	0,0024	0,0024	0,529	2,26	1,81	0,0185	2,12	4,77	6,52	5,89	
7	2		Σ	3524,10		10,10												6,72	5,95	

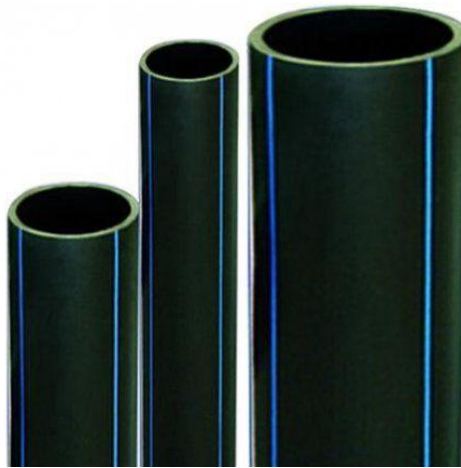


## 5. Oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje

### 5.1. Koncept rješenja

Predviđeno je da se vodoopskrbna mreža uvala Dubac-Varsan spoji na glavni magistralni cjevovod s južne strane koji povezuje grad Novalju i naselje Lun. Vanjski promjer magistralnog cjevovoda iznosi DN200, a hidrodinamički tlak na spoju iznosi 2,5 [bar]. Ukupna duljina vodoopskrbne mreže iznosi 3524,10 metara. Najviša kota terena uvala iznosi 45.00 [m n.m.], a najniža kota terena 1.00 [m n.m.]. U vodoopskrbnoj mreži koriste se PEHD cijevi promjera DN63, DN90, DN110, DN200 te nazivnog tlaka PN10. PEHD cijevi (slika 4) su polietilenske cijevi za vodu, a proizvedene su iz polietilena visoke gustoće. Svojstva PEHD cijevi su: mala masa, otpornost na koroziju, otpornost na mraz, laka obradivost, fleksibilnost, kemijska postojanost, postojanost prema utjecajima okoline, mali faktor trenja, ekološka opravdanost, dugotrajna hidrostatska čvrstoća te dugotrajno nepropusni spojevi. PEHD cijevi imaju nepolarnu strukturu što ih čini postojanim prema većini kemikalija. Na njima također ne utječe slana voda, slani i kiseli tereni, gradski i industrijski otpad te su zbog toga pogodne za ugradnju u onečišćena tla. Načini spajanja PEHD cijevi se dijele na dvije grupe: rastavljeni spojevi (rastavljivi fitting i spajanje prirubnicom) i nerastavljivi spojevi (elektrospojnice, suočeno zavarivanje i obujmice za ubušivanje). Kod manipulacije PEHD cijevima potrebno je paziti kako ne bi došlo do oštećenja vanjske i unutrašnje površine cijevi. Utovar, transport i istovar cijevi mora se obaviti pažljivo i s prikladnim pomagalicama (viljuškarom, dizalicom s pričvršćenom trakom od tkanine i slično). Cijevi se ne smiju istovarivati izvrtanjem ili izbacivanjem niti se ne smiju vući po zemlji ili oštrim predmetima. Polietilenske cijevi ne smiju doći u dodir s mineralnim uljima, premazima za drvo, otapalima i sl. Za vrijeme transporta i skladištenja, cijevi u palicama moraju ležati po cijeloj dužini. Cijevi pakirane u obliku koluta, po mogućnosti se skladište u horizontalnom položaju do visine 1,5 [m]. Da bi se izbjegle deformacije, nepaletizirane cijevi ne smiju se skladištiti na visinu veću od 1 [m]. [10] Vodovodne cijevi se postavljaju u prethodno iskopane rovove, u trupu postojećih prometnica te se nakon ugradnje sve vraća u prvobitno stanje. Dubina iskopa za postavljanje cjevovoda u uvali Dubac-Varsan iznosi 1,30 [m]. PEHD cijev se polaže na prethodno zbijenu posteljicu koju čine temeljni sloj

i pješčani izravnavajući sloj. Debljina posteljice iznosi 10 [cm], a zrna su veličine do 30 [mm]. Zbijanjem posteljice se osigurava zaštita cijevi te se sprječava lom ili oštećenje. Prilikom ugradnje cijevi oblikuje se ležište. Nakon polaganja cijevi rov se zasipava kamenom sitneži krupnoće do 6 [mm], a debljina sloja iznosi 30 [cm] iznad tjemena cijevi. Preostali dio rova do površine terena zasipava se materijalom od iskopa te makadamom. Nakon svakog sloja provodi se zbijanje materijala kako ne bi došlo do nepoželjnih ulegnuća nasipa, a samim time i do oštećenja i lomova cijevi i opreme. Širina rova općenito ovisi o promjeru ugrađene cijevi, vrsti spoja, vrsti tla te dubini rova, a širina zadanog projektiranog rova za uvalu Dubac-Varsan iznosi 0,5 [m].



*Slika 4: PEHD cijevi za vodu [9]*

Trasa vodovoda kroz uvalu Dubac-Varsan prati os prometnice. Niveleta cjevovoda svom dužinom nalazi se na 1,20 [m] ispod kote terena uzeći u obzir horizontalne i vertikalne lomove kojima nije potreban poseban objekt jer se lomovi mogu svladati. Za protupožarnu zaštitu izvode se nadzemni hidranti (slika 5) promjera DN100 na razmaku od 300 [m] određeno prema *Pravilniku o hidrantskoj mreži za gašenje požara* („Narodne novine RH“, broj 8/06). Hidranti se smještaju u cestovni pojas uz lokacije koje su označene na grafičkim priložima (na situaciji i na danim uzdužnim profilima) te će se lokacije točnije definirati u kasnijim fazama izrade projektne dokumentacije.



*Slika 5: Nadzemni hidranti [10]*

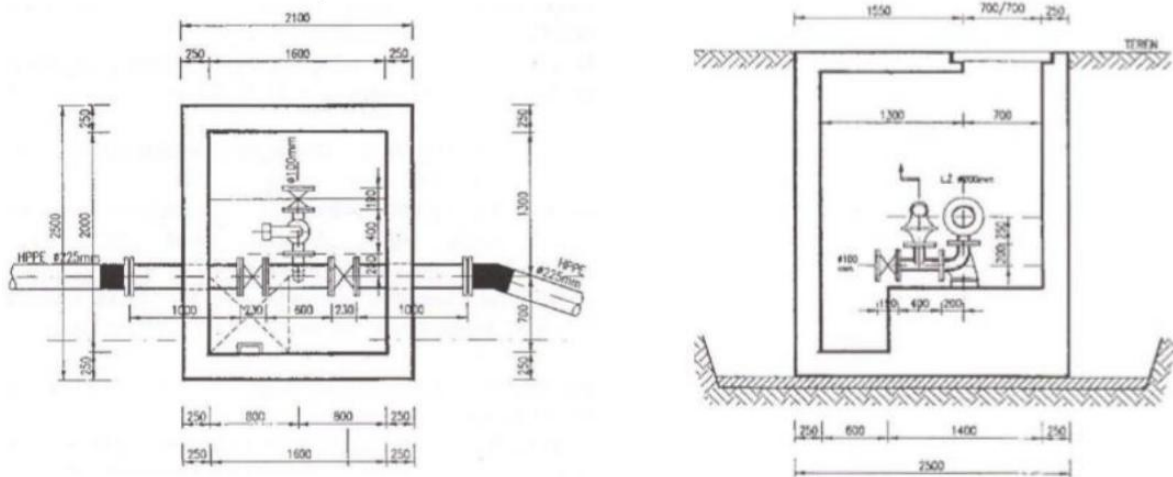
Tablica 4: Oznake ogranka, dimenzije cijevi i dužine cijevi

Oznaka ogranaka cjevovoda (uzdužnog profila)	DN 63, PN 10	DN 90, PN 10	DN 110, PN 10	DN 200, PN 10
0-1				154,23
1-1A	205,00			
1A-1A1	264,77			
1A-1A2	425,75			
1A2-1A2A	65,78			
1A2A-1A3A	32,58			
1A2A-1A4A	26,13			
1A2-1A3	55,92			
1-2			194,41	
2-2A	168,67			
2-3			115,7	
3-3A	45,87			
3-4		130,86		
4-4A	74,75			
4-5		80,22		
5-5A1	24,27			
5A1-5A1A	312,33			
5A1-5A2	22,54			
5A2-5A2A	269,63			
5A2-5A3	38,71			
5-6	71,6			
6-6A	299,39			
6-7	444,99			
DUŽINA [m]	2848,68	211,08	310,11	154,23
UKUPNA DUŽINA [m]	3524,10			

U Tablici 4 prikazane su dimenzije cijevi i njihove dužine za svaki ogranak posebno te se na kraju dobiva ukupna dužina cjevovoda koja iznosi 3524,10 [m].

## 5.2. Objekti na trasi

Zasunska okna (slika 6) se pojavljuju na početku kanala, na mjestima gdje se mijenjaju profili cijevi, na mjestima priključaka sekundarnih kanala i na krajevima ogranaka. Dijelovi zasunskog okna su: ulazni otvor s lijevano-željeznim poklopcem (slika 7), nosivosti 250 [kN] (poklopac mora biti minimalno 600x600 [mm]), silazni prostor sa ljestvama, radna komora, podest i kineta. Minimalni tlocrt okna mora biti 60x60 [cm] kako bi radnik mogao ući unutra i obaviti potrebne radnje na montaži cjevovoda i vodovodnih armatura te po potrebi izvršiti servis i održavanje istih. Izvedba zasunskih okana predviđena je od vodonepropusnog betona klase C 20/25. Detaljnija obrada zasunskih okana će se prikazati prilikom izrade projektne dokumentacije višeg reda.



Slika 6: Primjer zasunskog okna – tlocrt i presjek [8]



Slika 7: Okrugli lijevano-željezni poklopac zasunskog okna [10]

Vodovodne armature se smještaju unutar zasunskog okna te služe za ispravno funkcioniranje vodoopskrbne mreže. Armature su najčešće proizvedene od lijevanog željeza s unutarnjom i vanjskom zaštitom od plavog epoxy premaza za pitku vodu. Na vodovodnoj mreži od vodovodnih armatura koriste se: zasuni (*slika 8*), protupovratni ventili, odzračni ventili, muljni ispusti i hidranti. [10]



*Slika 8: Ovalni zasun [10]*

Sustav vodoopskrbe uvale Dubac-Varsan ima ukupno 24 zasunska okna, 3524,10 metara cijevi, 10 muljnih ispusta, 1 hidrant s muljnim ispustom, 4 odzračna ventila i 2 hidranta sa odzračnim ventilima.

Protupovratni ventili (*slika 9*) služe kako bi se voda kretala u jednom smjeru, to jest kako bi se spriječio povratni tok vode.



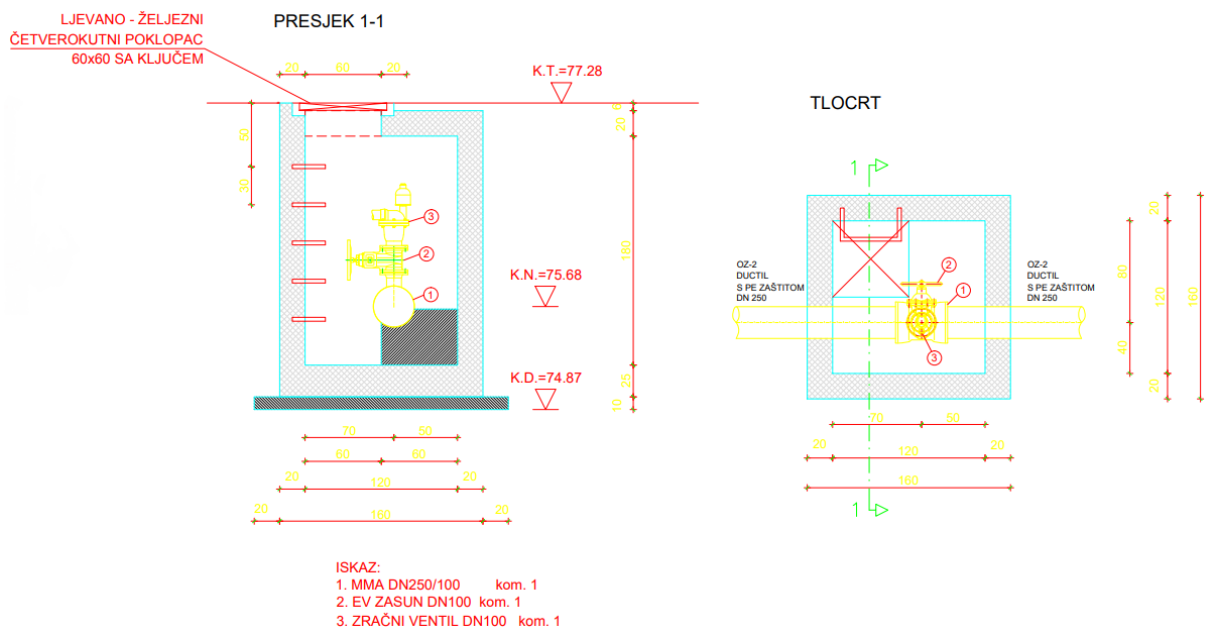
*Slika 9: Protupovratni ventil [10]*

Odzračni ventili (*slika 10*) postavljaju se na najvišim konveksnim dijelovima cjevovoda jer se na tim mjestima skuplja zrak koji djeluje štetno te se on obavezno mora evakuirati.



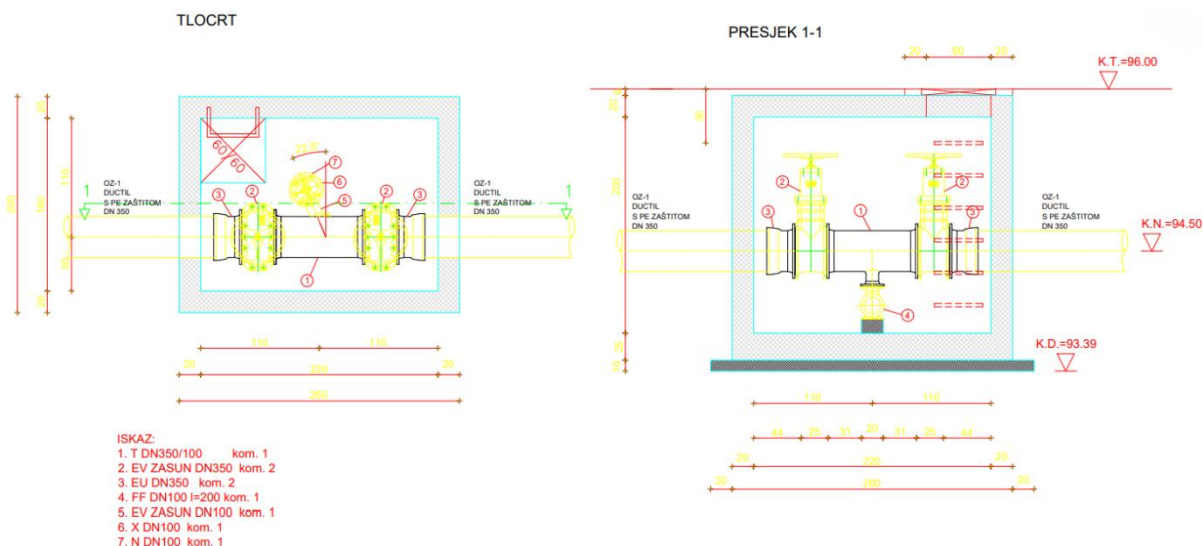
*Slika 10: Odzračni ventili [10]*

Na *slici 11* prikazan je primjer zasunskog okna s odzračnim ventilom.



Slika 11: Primjer zasunskog okna s odzračnim ventilom – tlocrt i presjek [11]

Muljni ispusti se postavljaju na najnižim konkavnim dijelovima cjevovoda zbog toga što se na tim dijelovima skuplja mulj koji se povremeno mora ispuštati. Odzračni ventili i muljni ispusti mogu biti postavljeni kao samostalni elementi ili u sklopu hidranta. Na slici 12 prikazan je primjer zasunskog okna sa muljnim ispustom.



Slika 12: Primjer zasunskog okna s muljnim ispustom – tlocrt i presjek [11]



### 5.3. Tlačna proba i dezinfekcija

Prije puštanja vodoopskrbne mreže u pogon izvršit će se tlačna proba kojom se dokazuje nepropusnost i čvrstoća vodoopskrbnog sustava. Tlačna proba će se izvršiti postepeno za svaku dionicu prije zatrpavanja rovova kako bi se ukoliko dođe do kvara lakše pronašlo mjesto gdje se mora izvršiti popravak.

Dezinfekcija vodoopskrbne mreže je obavezna ukoliko voda ne zadovoljava traženi standard te će je provoditi obučeno osoblje temeljem uputa nadležne osobe za kloriranje iz vodoopskrbnog poduzeća. Cilj dezinfekcije je da voda bude zdravstveno ispravna i sigurna. Najčešće se obavlja dezinfekcija klorom, a postoji još i dezinfekcija ozonom te ultraljubičastim zrakama. Dezinfekcija cjevovoda traje 24 [h], nakon koje se cijevi ispiru čistom vodom.

Tlačna proba i dezinfekcija se utvrđuju *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te način vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* („Narodne novine RH“, broj 125/17).

## 6. Aproximativni troškovnik

Aproximativnim troškovnikom određena je približna cijena vodoopskrbne mreže u uvali Dubac-Varsan. Potrebno je izračunati cijenu za sve radove koji su potrebni za vodoopskrbnu mrežu, u što spadaju:

- Pripremni radovi (izrada elaborata, iskolčenje trase; izrada izvedbenog projekta; nabava, doprema i postavljanje privremene signalizacije...)
- Zemljani radovi (iskopi rovova; ručni iskop oko postojećih instalacija; nabava, doprema i postavljanje kanalne i klizne oplata; nabava, doprema i ugradnja geokompozita...)
- Betonski i armiranobetonski radovi (izrada podloge od betona ispod vodovodnih revizijskih okana; izrada armiranobetonskih vodovodnih okana u glatkoj dvostranoj oplati; betoniranje blokova; betoniranje betonskih oslonaca-blokova cijevi i armatura...)
- Vodovodni radovi (spajanje elektrofuzijskim spojnica; nabava, transport i montaža vodovodne PEHD cijevi; izrada spoja za odvojke kućnih priključaka...)
- Bravarski radovi (nabava, oprema i montaža kvadratnih samozatvarajućih lijevano željeznih poklopaca; doprema i ugradnja lijevano željezne ulične kape za zasun; nabava, oprema i ugradnja čeličnih penjalica za silazak u AB okno...)
- Asfalterski radovi (nabava materijala; proizvodnja asfaltne mješavine i prijevoz do mjesta ugradnje i ugradnja)
- Završni radovi i ispitivanja (izrada elaborata izvedenog stanja; tlačna proba montiranog vodovoda i dezinfekcija cjevovoda) [12]

Procjena troškova izgradnje vodovoda za uvalu Dubac-Varsan izražena je u kunama [kn] bez vrijednosti PDV-a. Nazivni promjer cijevi podijeljen je u četiri kategorije te se duljina množi s jediničnom cijenom, rezultat je ukupna cijena za svaku kategoriju posebno. Nakon toga zbrajaju se cijene svih kategorija te se dobiva ukupna cijena za cijeli vodoopskrbni sustav uključujući spomenute radove.

*Tablica 5: Ukupna cijena svih radova vodoopskrbne mreže za uvalu Dubac-Varsan*

NAZIVNI PROMIJER CIJEVI	DULJINA [m]	JEDINIČNA CIJENA [kn/m]	UKUPNA CIJENA [kn]
DN 63	2848,68	1700,00	4.842.756,00 kn
DN 90	211,08	1750,00	369.390,00 kn
DN 110	310,11	1800,00	558.198,00 kn
DN 200	154,23	1950,00	300.748,50 kn
		UKUPNO:	6.071.092,50 kn

Cijena iz aproksimativnog troškovnika (*Tablica 5*) za vodovodnu mrežu u uvali Dubac-Varsan s uključenim svim radovima iznosila bi 6.071.092,50 [kn].

## 7. Zaključak

Vodovodna mreža u uvali Dubac-Varsan projektira se kao granata opskrbna mreža koja se spaja na magistralni cjevovod Novalja-Lun.

Proveden je hidraulički proračun tlačnog cjevovoda sa svim pripadajućim grafičkim priložima.

Izgradnja vodoopskrbne mreže započinje pripremnim radovima, to jest geodetskim radovima i čišćenjem terena. Nakon toga slijede zemljani radovi gdje se kopaju rovovi, polažu odgovarajuće PEHD cijevi na dubinu od 1,3 [m] te se iskopi natrag zatrpavaju. Rov za polaganje vodovodnih cijevi se sastoji od posteljice visine 10 [cm] na koju se polaže cijev te se ona zatrpava kamenom sitneži krupnoće do 6 [mm] do visine 30 [cm] od tjemena cijevi. Preostali dio rova do površine terena se zasipava materijalom od iskopa. U betonskim i armiranobetonskim radovima izrađuju se zasunska okna u kojima se ugrađuju pripadajuće armature te se zatvaraju s okruglim lijevano željeznim poklopcima. Postavlja se makadam te se teren vraća u prvobitno stanje. U sklopu završnih radova izrađuje se projekt izvedenog stanja, vrši se tlačna proba i obavezna dezinfekcija cjevovoda.

Procijenjeni troškovi izgradnje vodoopskrbne mreže uvale Dubac-Varsan iznose 6.071.092,50 [kn].

## 8. Literatura

- [1] Narodne novine, Pravilnik o sanitarno tehničkim i higijenskim te drugim uvjetima koje moraju ispunjavati vodoopskrbni objekti, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_04\\_44\\_824.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_44_824.html), posjećeno: 1.4.2022.
- [2] J. Margeta: „Vodoopskrba naselja“, Split, 2011
- [3] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Vodovod, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=65164>, posjećeno: 1.4.2022.
- [4] Vodoopskrba i odvodnja d.o.o., Kvaliteta vode za ljudsku potrošnju, dostupno na: <https://www.vio.hr/o-nama/vodoopskrba/kvaliteta-vode-za-ljudsku-potrosnju/1814>, posjećeno: 24.5.2022.
- [5] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Uprava za procjenu utjecaja na okoliš i održivo gospodarenje otpadom, dostupno na: [https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/OPUO\\_2022/03\\_02\\_2022\\_Elaborat\\_Dogradnja\\_aglomeracija\\_Novalja.pdf](https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/OPUO_2022/03_02_2022_Elaborat_Dogradnja_aglomeracija_Novalja.pdf), posjećeno: 23.5.2022.
- [6] Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj, dostupno na: <https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2021/11/IZVJEŠTAJ-O-ZDRAVSTVENOJ-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTROŠNJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2020.pdf>, posjećeno: 1.6.2022.
- [7] Geoportal DGU (2022.), dostupno na: <https://geoportal.dgu.hr>, posjećeno: 5.2.2022.
- [8] D. Nakić: „Vodoopskrba i odvodnja“ – prezentacija s predavanja
- [9] Prodajni centar Ikoma, Vodovodni materijal – pehd cijevi za vodu, dostupno na: <https://www.ikoma.hr/hr/vodovodni-materijal/pehd-alkaten-cijevi-za-vodu/pehd-cijev-za-vodu-fi-63-mm-2-10-bara-2440/>, posjećeno: 13.5.2022.
- [10] Vodoskop, Sustavi vodoopskrbe, dostupno na: <https://www.vodoskok.hr/prodajni-program/sustavi-vodoopskrbe/>, posjećeno: 2.3.2022.
- [11] Vodovod Dubrovnik, Zasunska okna, dostupno na: [5 \(vodovod-dubrovnik.hr\)](http://5.vodovod-dubrovnik.hr), posjećeno: 23.5.2022.
- [12] Vodovod Metković, Troškovnik, dostupno na: <http://vodovod-metkovic.hr/wp-content/uploads/2013/01/Troskovnik-NABAVA-RADOVA.pdf>, posjećeno: 22.4.2022.

## 9. Popis slika

<i>Slika 1: Prstenasta i granata vodoopskrbna mreža.....</i>	2
<i>Slika 2: Satelitska snimka uvale Dubac-Varsan.....</i>	5
<i>Slika 3: Moodyjev dijagram .....</i>	12
<i>Slika 4: PEHD cijevi za vodu .....</i>	16
<i>Slika 5: Nadzemni hidranti .....</i>	17
<i>Slika 6: Primjer zasunskog okna – tlocrt i presjek.....</i>	19
<i>Slika 7: Okrugli lijevano – željezni poklopac zasunskog okna.....</i>	19
<i>Slika 8: Ovalni zasun .....</i>	20
<i>Slika 9: Protupovratni ventil .....</i>	21
<i>Slika 10: Odzračni ventili .....</i>	21
<i>Slika 11: Primjer zasunskog okna s odzračnim ventilom – tlocrt i presjek.....</i>	22
<i>Slika 12: Primjer zasunskog okna s muljnim ispustom – tlocrt i presjek.....</i>	22

## 10. Popis tablica

<i>Tablica 1: Stopa prirasta stanovništva i specifična potrošnja vode po kategorijama potrošača .....</i>	<i>6</i>
<i>Tablica 2: Koeficijenti neravnomjernosti za uvalu Dubac-Varsan .....</i>	<i>8</i>
<i>Tablica 3: Rezultati hidrauličkog proračuna vodovodne mreže za uvalu Dubac-Varsan .</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 4: Oznake ogranka, dimenzije cijevi i dužine cijevi .....</i>	<i>18</i>
<i>Tablica 5: Ukupna cijena svih radova vodoopskrbne mreže za uvalu Dubac-Varsan .....</i>	<i>25</i>

## **PRILOZI**

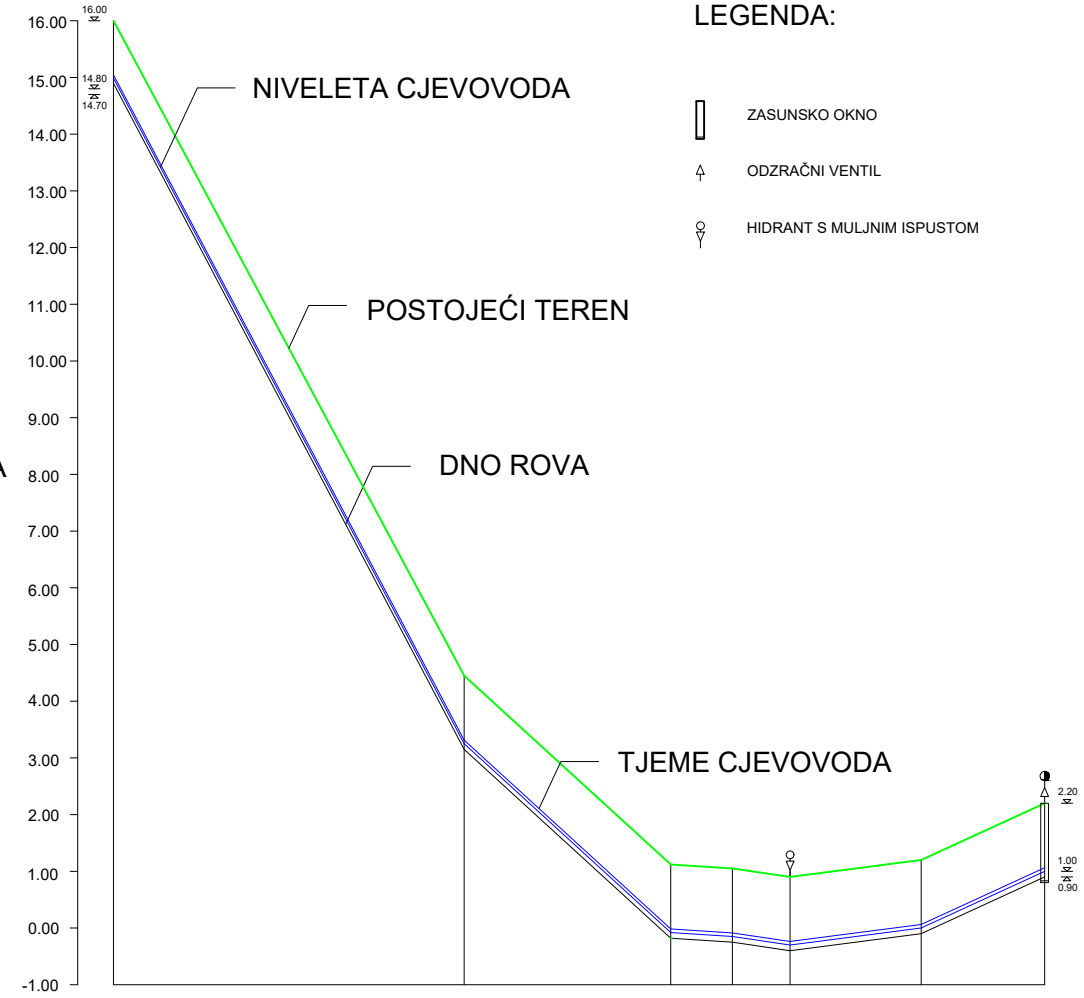
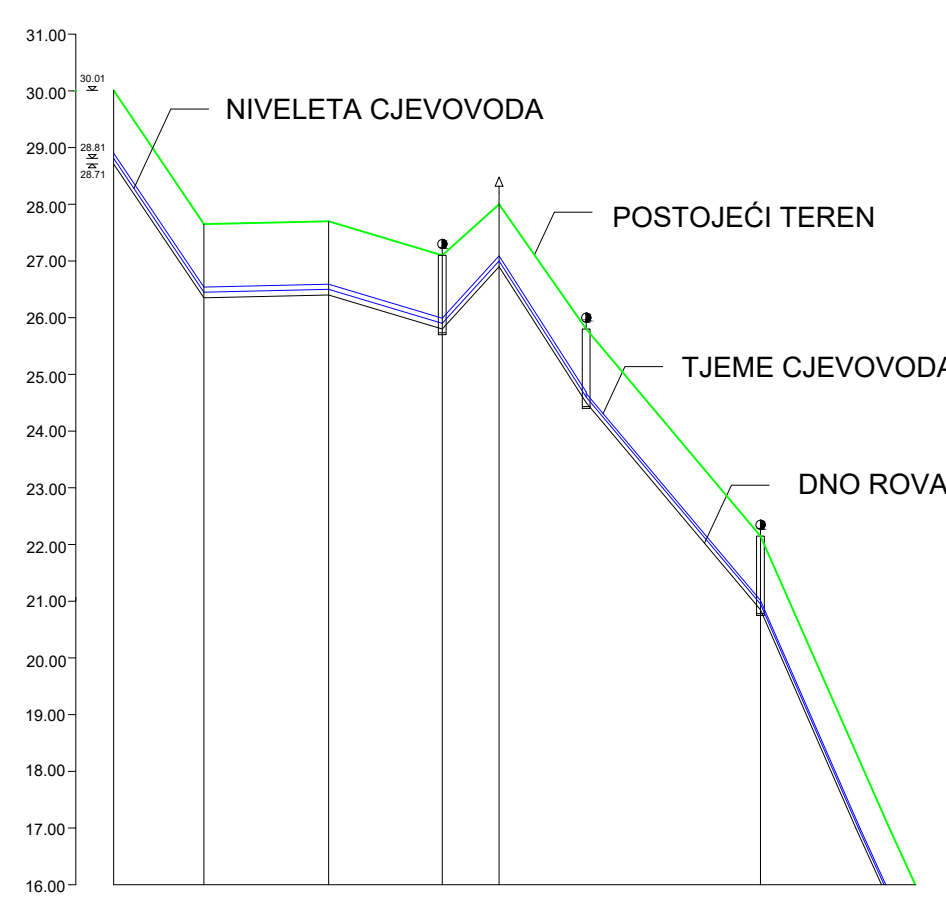
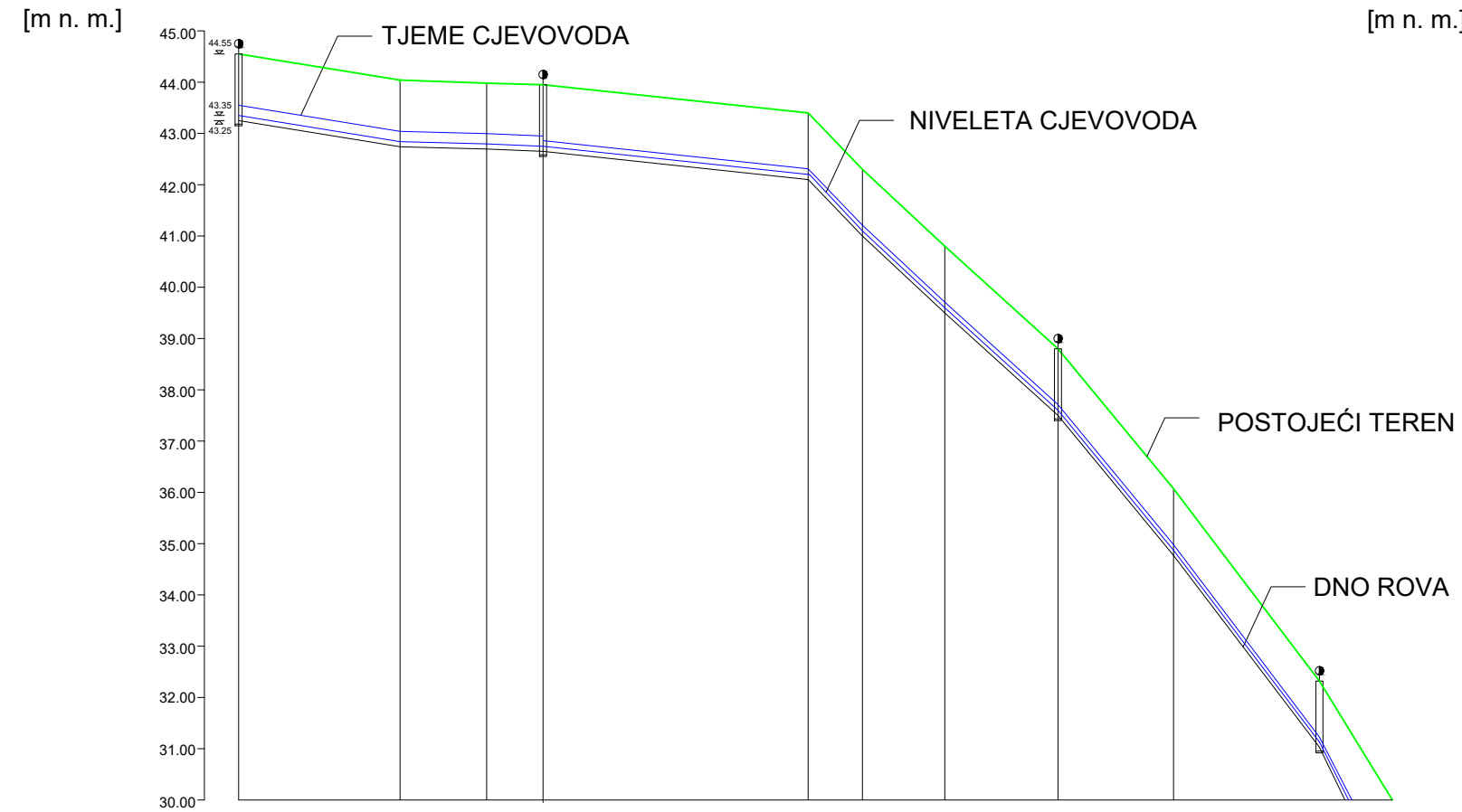
1. Situacijski prikaz, MJ 1:3000
2. Uzdužni profil glavnog ogranka, MJ 1:50/1500
3. Uzdužni profil ogranka 1-1A3A, MJ 1:50/1500
4. Uzdužni profil ogranka 5-5A1A, MJ 1:50/1000
5. Normalni karakteristični presjek, MJ 1:5





# UZDUŽNI PROFIL GLAVNOG OGRANKA VODOVODA DUBAC-VARSAN

MJERILO 1/50:1500



LEGENDA:

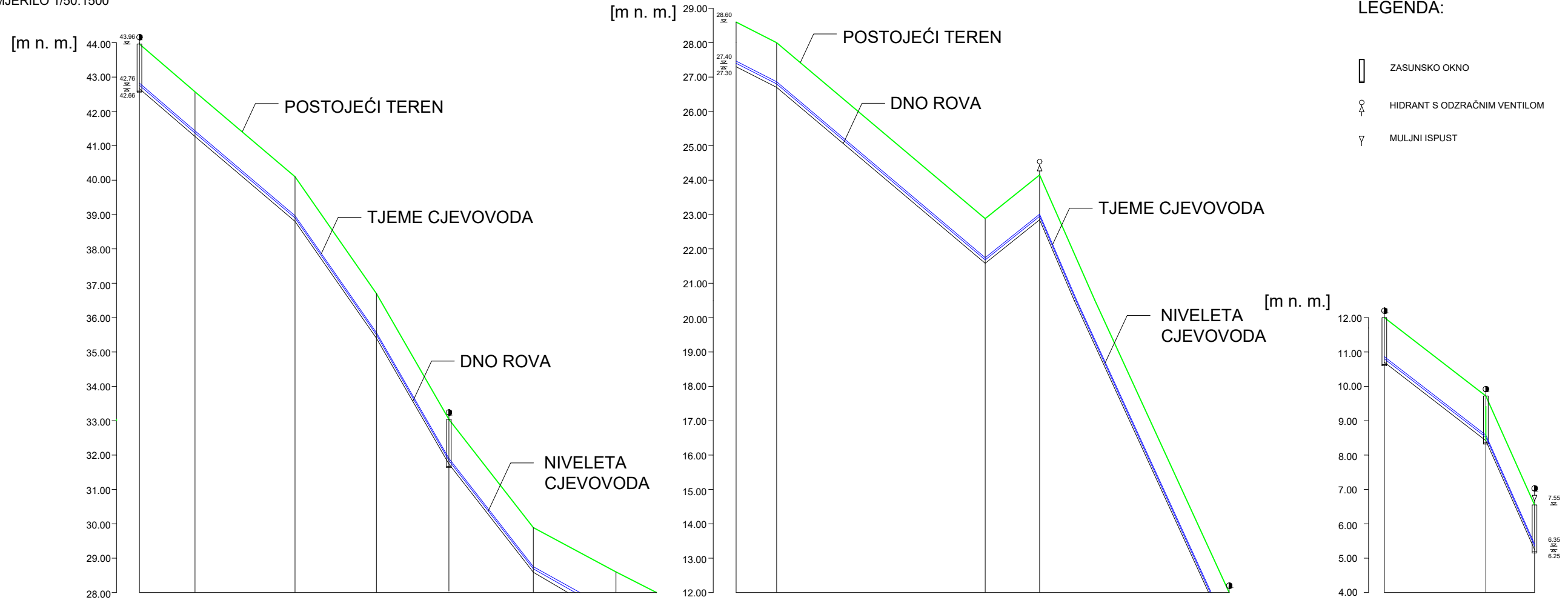
- ZASUNSKO OKNO
- ODZRAČNI VENTIL
- HIDRANT S MULJNIM ISPUSTOM

CJEVOVOD	PEHD, DN 200, PN 10			PEHD, DN 110, PN 10			PEHD, DN 90, PN 10			PEHD, DN 90, PN 10			PEHD, DN 63, PN 10			PEHD, DN 63, PN 10										
OZNAKA ČVORA	0			1			2			3			4			5			6			7				
KOTA TERENA [m n. m.]	44.55	44.04	43.98	43.40	42.30	40.80	38.80	36.07	33.32	30.01	30.01	27.05	27.70	27.10	26.20	25.80	21.15	16.00	16.00	4.45	1.12	1.05	0.90	1.20	2.20	
KOTA DNA ROVA [m n. m.]	43.25	42.74	42.68	42.85	42.10	41.00	39.50	37.50	34.77	31.02	28.71	26.35	27.05	25.80	26.90	24.50	20.85	14.70	14.70	3.15	4.45	-0.18	-0.25	-0.40	-0.10	0.90
DUBINA ISKOPA [m]	1.30																	1.30								
RAZMAK PROFILA [m]	70.81	37.98	24.73	116.27	23.82	36.13	49.64	50.68	63.99	31.99		35.81	49.51	45.08	22.54	34.50	69.22	60.63		139.18	81.98	24.43	22.90	52.04	48.98	
STACIONAŽA [m]	0+000.00	0+070.81	0+108.79	0+133.52	0+249.79	0+273.61	0+303.24	0+353.92	0+410.06	0+474.05	0+506.04	0+506.04	0+541.85	0+518.36	0+639.44	0+658.98	0+693.48	0+762.70	0+823.33	0+823.33	0+962.51	0+1044.49	0+1088.92	0+1093.82	0+1152.86	0+1202.84

SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA		
Građevina:	Vodovod Dubac - Varsan	Mjerilo:
Sadržaj:	Uzdužni profil glavnog ogranka vodovoda Dubac - Varsan	1/50:1500
Student:	Stela Borjović	Akadska godina:
JMBAG:	0336021471	2021./2022.

# UZDUŽNI PROFIL OGRANKA 1-1A3A VODOVODA DUBAC-VARSAN

MJERILO 1/50:1500



CJEVOVOD	PEHD, DN 63, PN 10								PEHD, DN 63, PN 10				PEHD, DN 63, PN 10				
	1A								1A2				1A2A 1A3A				
OZNAKA ČVORA	1																
KOTA TERENA [m n. m.]	43.96	42.57	40.10	36.70	33.04	29.89	26.00	26.00	26.00	22.88	24.15	12.00	9.72	7.55			
KOTA DNA ROVA [m n. m.]	42.66	41.27	38.80	35.40	31.74	28.59	27.30	26.70	26.00	21.59	22.85	10.70	8.42	6.25			
DUBINA ISKOPA [m]	1.30								1.30				1.30				
RAZMAK PROFILA [m]	36.40	65.49	53.30	47.47	55.28	54.14	26.54	26.54	136.60	35.63	124.12		66.46	31.90			
STACIONAŽA [m]	0+000.00	0+036.40	0+101.88	0+155.19	0+202.68	0+257.94	0+312.08	0+338.62	0+412.08	0+438.62	0+475.22	0+510.85	0+634.97	0+701.43	0+733.33		




SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA

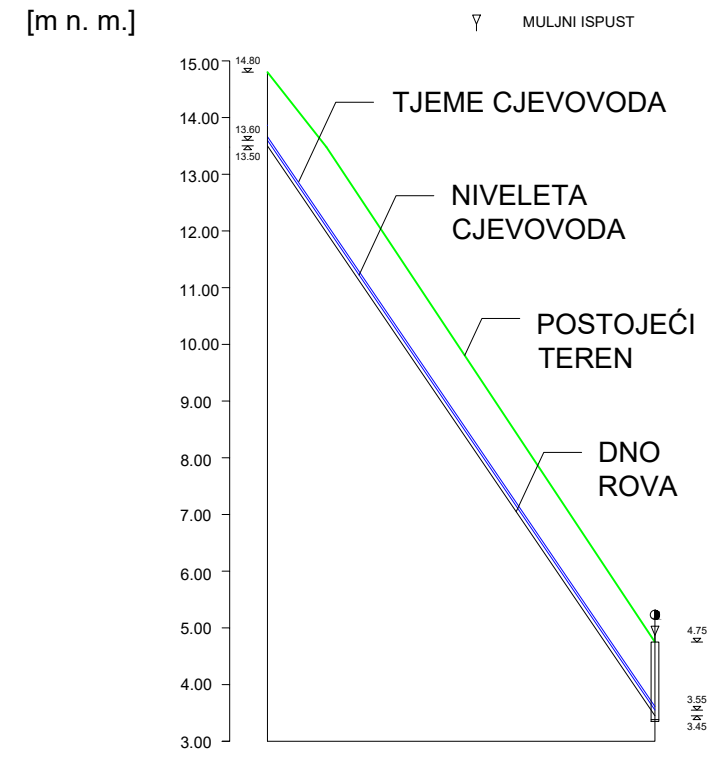
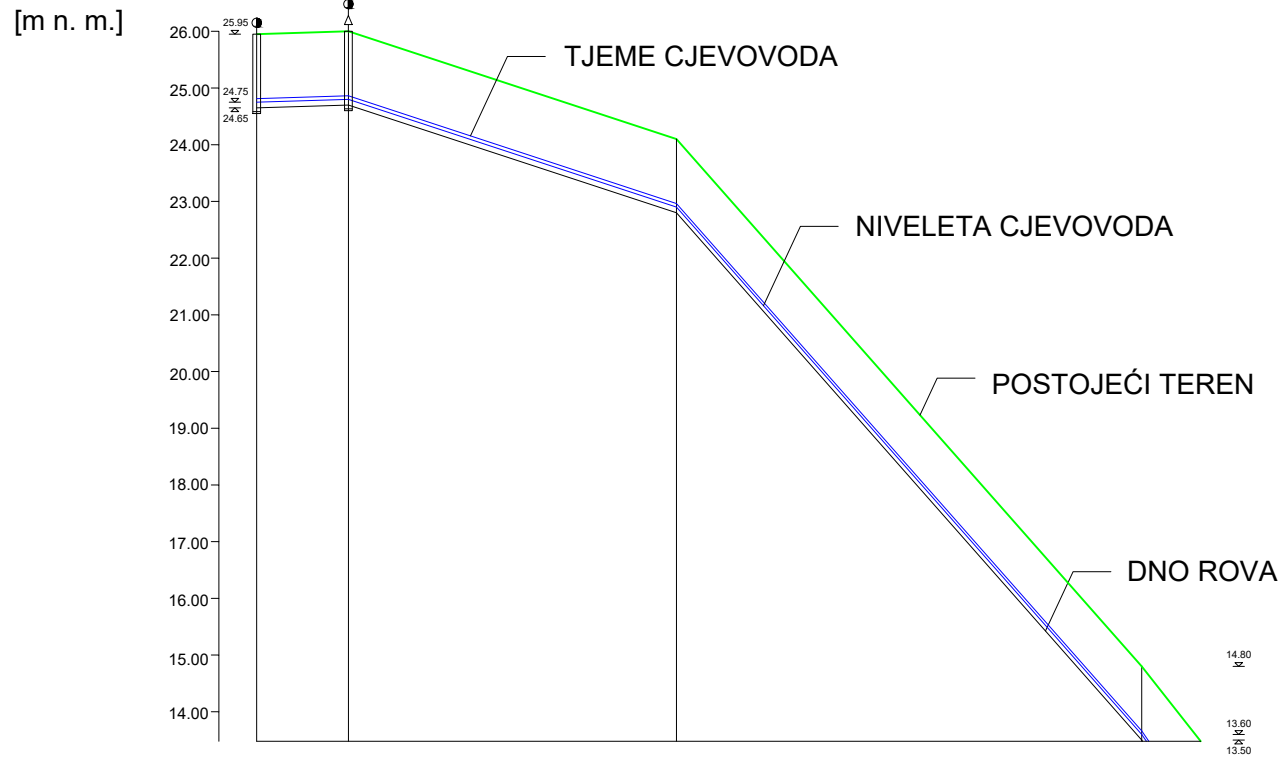
Gradjevina:	Vodovod Dubac - Varsan	Mjerilo:	
Sadržaj:	Uzdugi profili ogranka 1-1A3A vodovoda Dubac - Varsan		1/50:1500
Student:	Stela Borojević		Akademski godina:
JMBAG:	0336021471		2021./2022.

# UZDUŽNI PROFIL OGRANKA 5-5A1A VODOVODA DUBAC-VARSAN

MJERILO 1/50:1000

LEGENDA:

-  ZASUNSKO OKNO
-  ODZRAČNI VENTIL
-  MULJNI ISPUST



CJEVOVOD	PEHD, DN 63, PN 10				PEHD, DN 63, PN 10			
OZNAKA ČVORA	5	5A1						5A1A
KOTA TERENA [m n. m.]	25.95	26.00		24.10		14.80		4.75
KOTA DNA ROVA [m n. m.]	24.65	24.70		22.80		13.50		3.45
DUBINA ISKOPA [m]	1.30					1.30		
RAZMAK PROFILA [m]	24.27	86.76		123.08		102.49		
STACIONAŽA [m]	0+000.00	0+024.27		0+111.03		0+234.75		0+337.26

SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA		
Građevina:	Vodovod Dubac - Varsan	Mjerilo:
Sadržaj:	Uzdugo profil ogranka 5-5A1A vodovoda Dubac - Varsan	1/50:1000
Student:	Stela Borojević	Akadska godina:
JMBAG:	0336021471	2021./2022.

# NORMALNI KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK ROVA

OS ROVA

MJERILO 1:5

MAKADAM

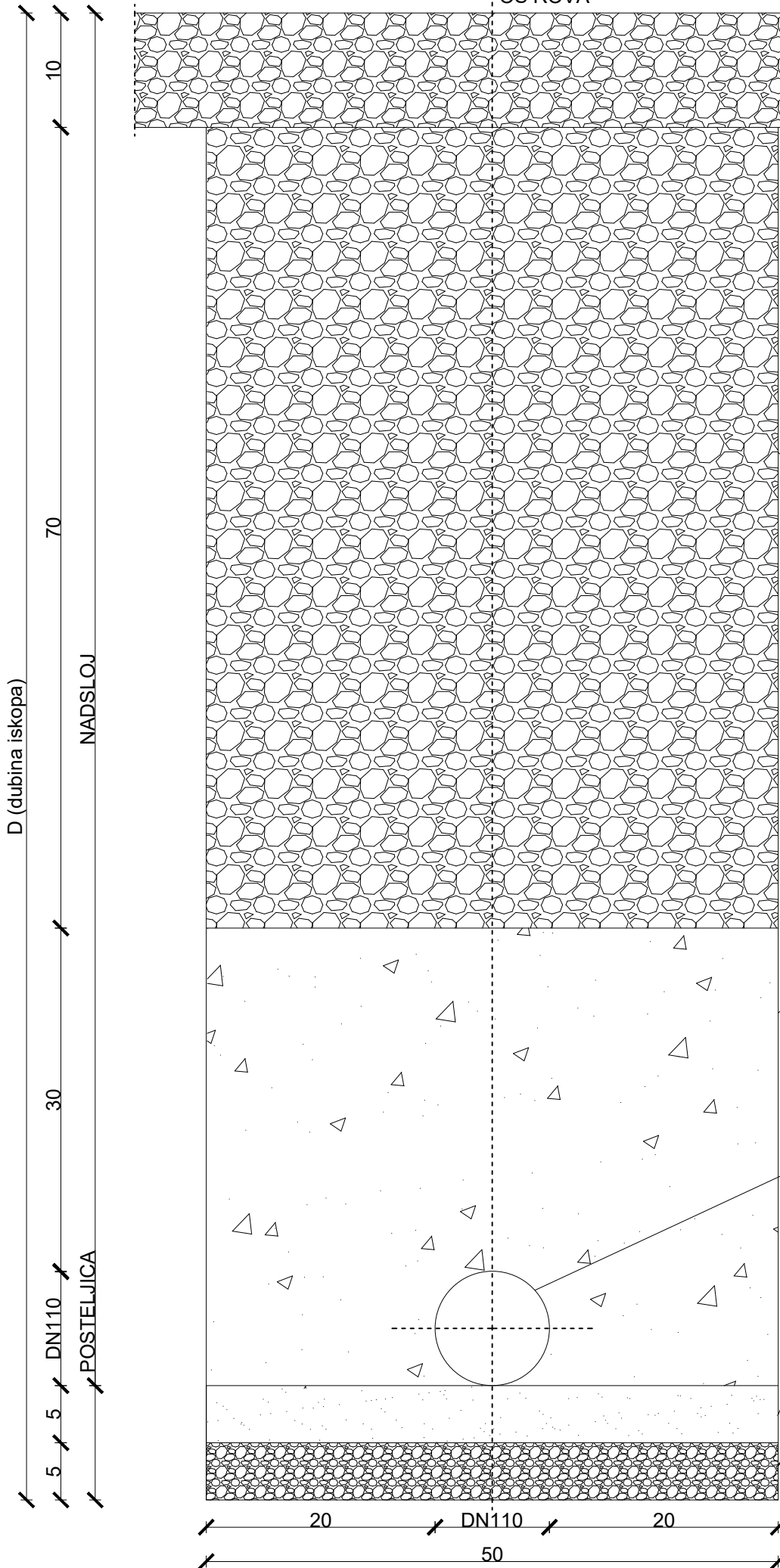
MATERIJAL OD ISKOPIA

ZASIP KAMENOM  
SITNEŽI  
KRUPNOĆE  
DO 6 [mm]

VODOVODNA  
CIJEV PEHD  
DN110, PN10

PJEŠČANI  
IZRAVNAVAJUĆI  
SLOJ

PJEŠČANO  
ŠLJUNČANI  
TEMELJNI SLOJ



SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA		
Gradjevina:	Vodovod Dubac - Varsan	Mjerilo:
Sadržaj:	Normalni karakteristični poprečni presjek rova	1:5
Student:	Stela Borojević	Akadska godina:
JMBAG:	0336021471	2021./2022.



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, STELA BORJEVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom IDEJNO RJEŠENJE VODOVODA UVAJE DUBAC-VARJIM (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Borjević

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, STELA BORJEVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom IDEJNO RJEŠENJE VODOVODA UVAJE DUBAC-VARJIM (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Borjević

(vlastoručni potpis)