

# Odvodnja otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga

---

**Tomić, Magdalena**

**Undergraduate thesis / Završni 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:157:641875>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



*Repository / Repozitorij:*

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



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Magdalena Tomić**

**Odvodnja otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga**

**Završni rad**

**Rijeka, 2024.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni prijediplomski studij**

**Osnove Hidrotehnike**

**Magdalena Tomić  
JMBAG: 0114036420**

**Odvodnja otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga**

**Završni rad**

**Rijeka, rujan 2024.**

Zavod: **Zavod za hidrotehniku i geotehniku**  
Predmet: **Osnove hidrotehnike**  
Grana: **2.05.03 hidrotehnika**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 143

Pristupnik: **Magdalena Tomić (0114036420)**  
Studij: **Građevinarstvo**

Zadatak: **ODVODNJA OTPADNIH VODA DIJELA NASELJA MOŠĆENIČKA DRAGA**

### Opis zadatka:

U završnom radu potrebno je proračunati dio sustava odvodnje otpadnih voda naselja Mošćenička Draga. Odvodnja je predviđena razdjelnim sustavom. Otpadne vode je potrebno dovesti kolektorima na najnižu kotu odnosno na lokaciju na kojoj je predviđena crpna stanica kojom se voda crpi do uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Potrebno je izraditi proračune mjerodavnih količina, hidraulički proračun i dimenzioniranje sustava, statički proračun kolektora te napisati tehnički opis.

Sustav odvodnje je potrebno prikazati na grafičkim priložima (pregledna situacija, situacija, uzdužni profili, karakteristični poprečni presjeci i detalji, npr. revizijsko okno, kaskada i dr.).

Zadatak uručen pristupniku: 13. ožujka 2024.

Rok za predaju rada: 20. rujna 2024.

Mentor: Prof. dr. sc. Barbara Karleuša



## IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom 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.

---

Ime i prezime

U Rijeci, datum.

## **SAŽETAK**

Ovim završnim radom obrađena je odvodnja sanitarnih otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga. U radu je proveden proračun mjerodavnih količina sanitarnih otpadnih voda kao i hidraulički proračun kolektora sanitarne kanalizacije. Hidraulički proračun kolektora detaljnije je opisan za jednu dionicu, a na isti način je proveden proračun za ostale dionice. Svi provedeni proračuni izvršeni su ručno uz korištenje nomograma odabranih cijevi. Tehničkim opisom detaljnije su opisani elementi kanalizacijske mreže. Na kraju završnoga rada prikazani su grafički prilozi koji obuhvaćaju situaciju kanalizacijskog sustava, uzdužne profile, poprečni presjek rova kolektora te detalje revizijskog i kaskadnog okna.

**KLJUČNE RIJEČI:** kanalizacijski sustav, sanitarne otpadne vode, razdjelni sustav, Pragma cijevi, revizijsko okno, kaskadno okno

## **ABSTRACT**

This final paper dealt with the drainage of sanitary waste water from the part of the settlement Mošćenička Draga. In the paper, the calculation of the relevant quantities of sanitary waste water was carried out, as well as the hydraulic calculation of the sanitary sewage collector. The hydraulic calculation of the collector is described in more detail for one section, and the calculation was carried out in the same way for the other sections. All performed calculations were performed manually using the nomogram of the selected pipes. The technical description describes the elements of the sewage network in more detail. At the end of the final paper, graphic attachments are presented that include the situation of the sewage system, longitudinal profiles, the cross section of the collector trench and details of the inspection and cascade shaft.

**KEY WORDS:** sewage system, sanitary wastewater, distribution system, Pragma pipes, inspection shaft, cascade shaft

## Sadržaj

1	UVOD .....	1
2	UVODNO O ODVODNJI ZADANOG NASELJA .....	1
3	TEHNIČKI OPIS ELEMENATA KANALIZACIJSKE MREŽE.....	3
3.1	Gravitacijski kolektor .....	3
3.2	Ispitivanje vodonepropusnosti cijevi .....	4
3.3	Polaganje cijevi .....	5
3.4	Fasonski komadi.....	6
3.5	Revizijska okna .....	7
3.6	Okna za prekid pada .....	8
3.7	Crpne stanice .....	9
3.8	Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda.....	10
3.9	Ispust pročišćene vode .....	11
4	ODRŽAVANJE KANALIZACIJE .....	13
5	PRORAČUN MJERODAVNIH KOLIČINA OTPADNIH VODA.....	15
5.1	Ulazni podaci .....	15
5.2	Proračun potrošnje vode .....	15
5.3	Proračun količina otpadnih voda .....	19
6	HIDRAULIČKI PRORAČUN KOLEKTORA.....	22
6.1	Dimenzioniranje kolektora sanitarnih otpadnih voda .....	22
6.2	Hidraulički proračun za dionicu D1 .....	23
7	STATIČKI PRORAČUN KOLEKTORA .....	27
8	ZAKLJUČAK.....	30
9	LITERATURA .....	31
10	GRAFIČKI PRILOZI .....	33



Slika 1 Prikaz kanalizacijske mreže naselja Mošćenička Draga prema PPUO [4] .....	2
Slika 2 Geografski položaj naselja Mošćenička Draga (Google Earth) .....	2
Slika 3 Pragma cijevi za odvodnju [10].....	3
Slika 4 Ispitivanje vodonepropusnosti cijevi mokrim postupkom [7] .....	4
Slika 5 Poprečni presjek rova [10].....	6
Slika 6 Pragma fasonski komad [10] .....	6
Slika 7 Prikaz revizijskog okna [11] .....	8
Slika 8 Prikaz cjevovoda podmorskog ispusta osiguranog betonskim opteživačem [15] ....	12
Slika 9 Mlaznica za ispiranje kanalizacije [16].....	14
Slika 10 Prikaz čišćenja kanalizacije [17].....	14
Slika 11 Nomogram za određivanje parametara punog profila [10] .....	22
Slika 12 Odnos hidrauličkih parametara za okrugle djelomično ispunjene cijevi [10] .....	22
Slika 14 Deformacija okrugle cijevi uslijed djelovanja vertikalnog opterećenja [10] .....	27

Tablica 1 Prikaz specifične potrošnje vode za stanovništvo [18] .....	20
Tablica 2 Specifična potrošnja vode za pojedine kategorije turističkog smještaja [18] .....	21
Tablica 3 Koeficijenti neravnomjernosti maksimalne dnevne/satne potrošnje vode [18] ..	23
Tablica 4 Hidraulički proračun sanitarne kanalizacije .....	26
Tablica 5 Ulazni parametri statičkog proračuna [12] .....	35
Tablica 6 Ulazni parametri statičkog proračuna [12] .....	35
Tablica 7 Ulazni parametri statičkog proračuna [12] .....	36
Tablica 8 Rezultati statičkog proračuna [12] .....	36

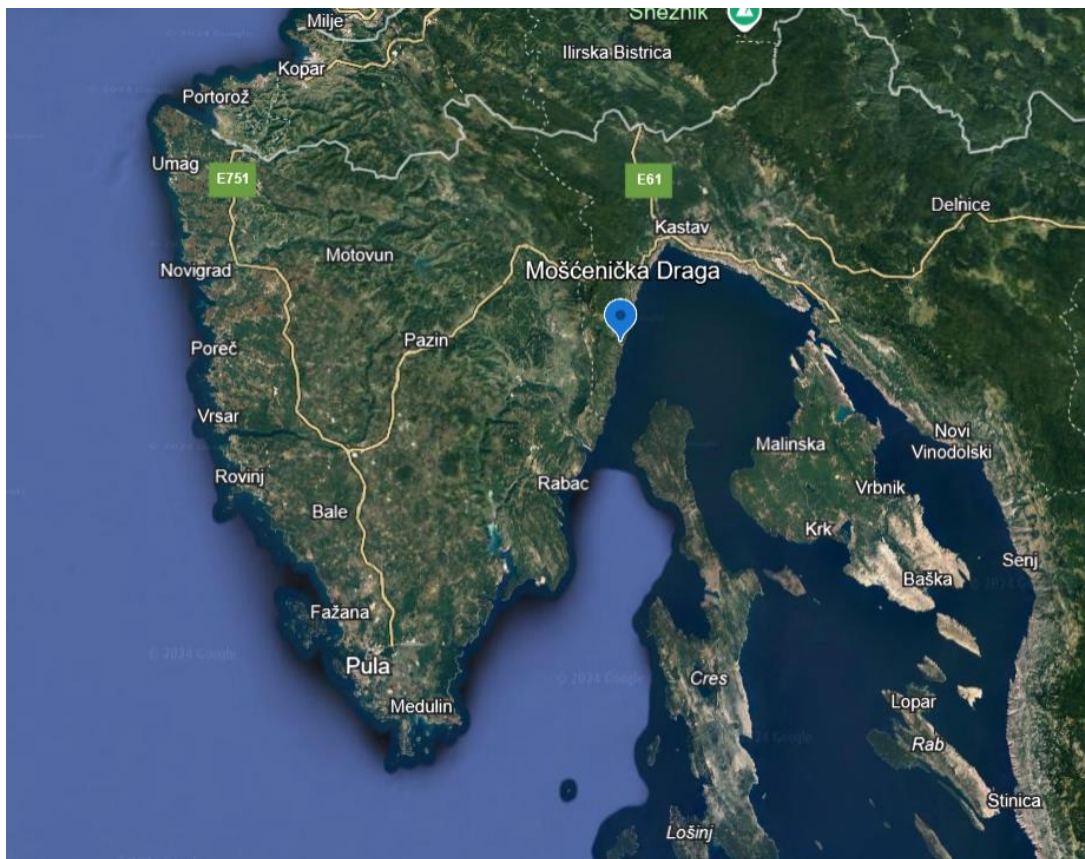
## **1 UVOD**

U ovom završnom radu obrađena je odvodnja sanitarnih otpadnih voda naselja Mošćenička Draga. Naselje Mošćenička Draga odvodnju otpadnih voda rješava razdjelnim sustavom kanalizacijske mreže. Kanalizacijska mreža u ovome radu je nešto jednostavnija od stvarne kanalizacijske mreže naselja kako bi proračun kolektora bio jednostavniji. U radu je prikazan proračun količina sanitarnih otpadnih voda stanovništva i turista koji su raspoređeni u privatni smještaj, hotele i kamp te je na temelju dobivenih vrijednosti proveden daljnji proračun kanalizacijske mreže. Svi potrebni proračuni su provedeni ručno uz korištenje nomograma koji su preuzeti iz Pragma kataloga. [10]

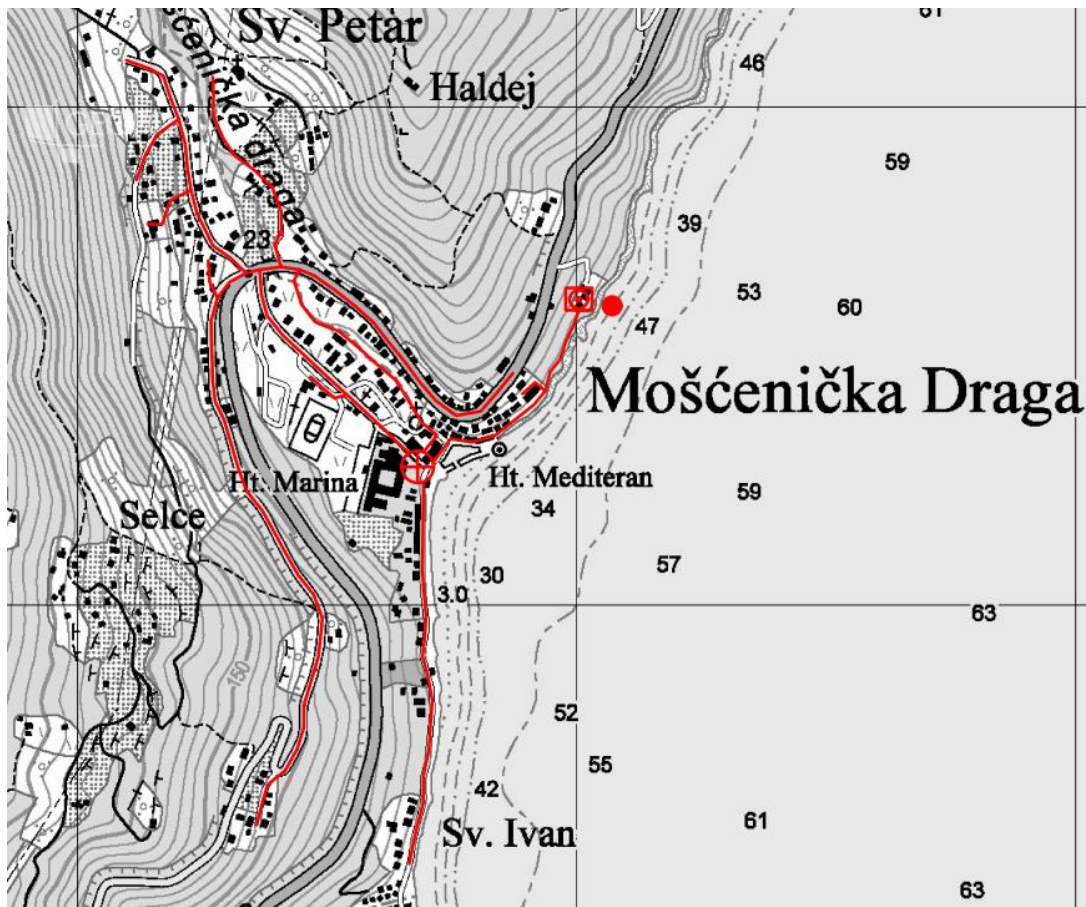
## **2 UVODNO O ODVODNJI ZADANOG NASELJA**

Mošćenička Draga naselje je u istoimenoj općini koja se nalazi na području Primorsko-goranske županije. Smještena je na istočnoj obali Istre u Kvarnerskom zaljevu u podnožju planine Učka. Prema prostornim karakteristikama prostor općine može se podijeliti na obalni i kontinentalni pojas. Samo naselje Mošćenička Draga smješteno je u obalnom pojasu koji obuhvaća područje uz more. Područje općine prostire se na 46,7 km<sup>2</sup> a samo naselje na 1,5 km<sup>2</sup>. [3] [4]

Na području Općine Mošćenička Draga odvodnja otpadnih voda riješena je razdjelnim sustavom kanalizacije. Naselja na višim nadmorskim visinama koja nisu obuhvaćena sustavom odvodnje Mošćenička Draga otpadne vode rješavaju izgradnjom nepropusnih septičkih jama [4]. Prostornim planom uređenja općine definirano je da se sanitarne otpadne vode zbrinjavaju putem centralne taložnice gdje se preko podmorskog ispusta, dužine 70 m i dubine -34,3 m, ispuštaju u more. Sve otpadne vode se do navedene taložnice podižu crpnom stanicom koja se nalazi u centru naselja. Otpadne vode hotela se u kanalizacijski sustav upuštaju preko separatora. [6]



Slika 2 Geografski položaj naselja Mošćenička Draga (Google Earth)



Slika 1 Prikaz kanalizacijske mreže naselja Mošćenička Draga prema PPUO [4]

### 3 TEHNIČKI OPIS ELEMENATA KANALIZACIJSKE MREŽE

#### 3.1 Gravitacijski kolektor

Kod gravitacijskog kolektora protok otpadnih voda je uzrokovan gravitacijom, a temelji se na tečenju sa slobodnim vodnim licem kod kojega je kolektor djelomično ispunjen vodom.

Pri izradi ovog rada korištene su Pragma rebraste cijevi promjera  $\varnothing 250$  mm izrađene od polipropilena, karakteristične po svojoj dvostrukoj stijenci. Glatka unutrašnja stijenka omogućava veliku propusnost uz minimalne naslage na zidovima dok valovita vanjska površina doprinosi krutosti cijevi. Ove cijevi odabrane su zbog svojih značajnih dobrih svojstava. Pragma cijevi imaju veliku kemijsku otpornost što ih čini otpornima na razne agresivne medije, a uz to su otporne i na visoke temperature što omogućuje njihovu raznoliku primjenu, tako se uz odvodnju otpadnih voda i kišnice mogu koristiti i za industrijske kanalizacijske sustave. Sa prstenastom čvrstoćom od  $8 \text{ kN/m}^2$  cijevi su otporne na udarce kao i na niske temperature zbog čega je njihovo polaganje moguće i u zimskim mjesecima. Zbog male težine uvelike je olakšan transport i polaganje cijevi kao i njihovo međusobno povezivanje. Na jednostavnost polaganja cijevi utječe i činjenica da se Pragma cijevi mogu jednostavno rezati prilikom polaganja te ih je na taj način moguće prilagoditi bilo kojoj dužini. [7]

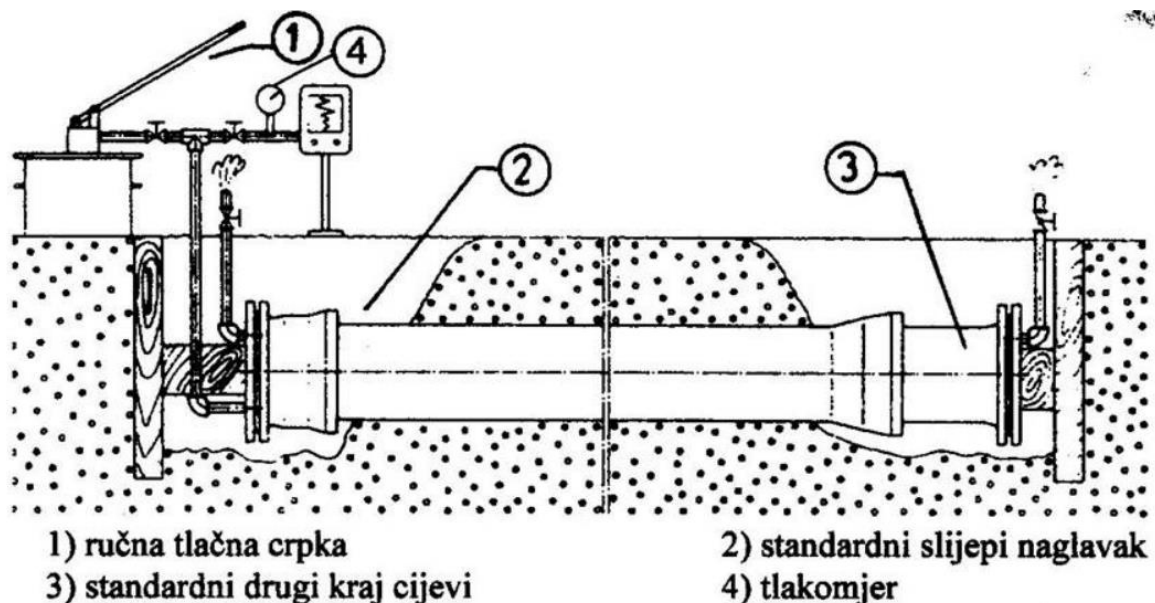


Slika 3 Pragma cijevi za odvodnju [10]



### 3.2 Ispitivanje vodonepropusnosti cijevi

Jedan od temeljnih zahtjeva kanalizacijskih cijevi je njihova vodonepropusnost. Ispitivanje vodonepropusnosti cjevovoda provodi se nakon što je utvrđena njegova stabilnost i funkcionalnost, a prije nego li se kanal zatrpa i obloži. Ukoliko je potrebno kanali se učvrste kako ne bi došlo do izmicanja na način da se središnji dio između spojeva zatrpa, ali sami spojevi moraju ostati nezatrpani. Cjevovod i svi spojevi moraju biti ispitani u cijelosti, ispitivanje se provodi za svaku dionicu, a obuhvaća dio cjevovoda i pripadajuće revizijsko okno. Za ispitivanje se koriste mokri i suhi postupak. Ispitivanje cijevi i revizijskih okna se provodi zasebno, cijevi se ispituju suhim postupkom, a revizijska okna mokrim. Ukoliko su rezultati ispitivanja suhim postupkom negativni tada se provodi ispitivanje mokrim postupkom te je ono odlučujuće. Mokri postupak ispitivanja se provodi na način da se zatvore svi otvori na ispitivanom djelu kanala te se kanal polagano puni vodom što omogućuje istiskivanje zraka. Nakon što se kanali napune vodom ostave se određeno vrijeme kako bi se materijal kanala zasitio vodom. Vrijeme namakanja ovisi o materijalu od kojega je kanal izrađen, kod PVC cijevi to vrijeme iznosi 1 sat dok se armiranobetonske cijevi moraju namakati najmanje 24 sata. Gravitacijski cjevovodi se ispituju na tlak od 0,5 bara, samo ispitivanje traje najmanje 15 minuta, a poželjno bi bilo 2 sata. Tokom ispitivanja potrebno je održavati stalni ispitni tlak što se postiže dopunjavanjem ili tlačenjem vode. [7]



Slika 4 Ispitivanje vodonepropusnosti cijevi mokrim postupkom [7]

Kod ispitivanja vodonepropusnosti revizijskih okna mjeri se sniženje razine vode u oknu koje ne smije prekoračiti dopuštene vrijednosti. [7]

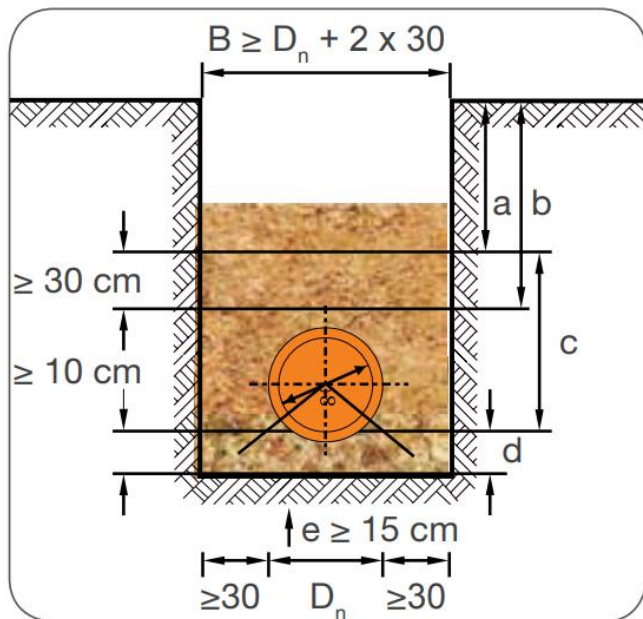
Ispravnost kanala na vodonepropusnost je potpuna ukoliko su spojevi vodonepropusni, a količina dodane vode ne premašuje dopuštene vrijednosti. Ukoliko rezultati ispitivanja ne zadovoljavaju kanal se smatra neispravnim, a ispitivanje se mora ponoviti kada se utvrde i saniraju uzroci neispravnosti. [7]

Ispitivanja vodonepropusnosti gravitacijskih cjevovoda se provode sukladno normi HRN EN 1610:2015. [8]

### **3.3 Polaganje cijevi**

Značajke iskopa rova u koji se polažu cijevi ovise o veličini kolektora koji se ugrađuje, o njegovom visinskom položaju te karakteristikama tla. Ugrađenim cijevima najveću potporu pruža tlo koje se nalazi oko donje polovice cijevi. [7]

Cijevi se postavljaju na temeljni sloj izveden od krupnozrnog pijeska u debljini sloja od 10 cm. Temeljnim slojem se osigurava potrebni pad kolektora te stabilno i jednoliko nalijeganje cijevi po kutom od 90°. Sa zasipavanjem cijevi se smije započeti nakon što je utvrđeno da cijevi mogu podnijeti pritisak tla koji se javlja kod zaspiavanja te nakon provedenog ispitivanja vodonepropusnosti. Zbijenost materijala kojim se izvodi bočno i iznadtjemeno zatrpavanje iznosi 90%. Za ugrađene cijevi promjera 250 mm iznadtjemeno zatrpavanje se izvodi u debljini od 30 cm u zbijenom stanju. Kod glavnog zatrpavanja koristi se materijal iz iskopa koji se ručno zbija do 90%. Pravilna zbijenost materijala kojim se zatrpava rov je bitna kako ne bi došlo do naknadnih slijeganja, što je posebno važno na dionicama mreže kojima prolazi prometnica. Kako bi se dobila visoka vrijednost nosivosti zbijanje je potrebno provesti pri optimalnoj vlažnosti tla. Cijevi su postavljene na udaljenosti od 30 cm od pokosa rova. Pravilnom širinom rova omogućuje se ispravno polaganje i zbijanje materijala ispune. [10]



- a - glavno zatrpavanje
- b - debljina nadsloja
- c - zona cjevovoda
- d - izravnavanje (ako je potrebno)
- e - temeljenje (ako je potrebno)

Slika 5 Poprečni presjek rova [10]

### 3.4 Fasonski komadi

Pri projektiranju kanalizacijskog sustava uz same cijevi potrebni su i različiti fasonski i spojni komadi. Fasonski komadi koriste se pri oblikovanju kanalizacijskog sustava kako bi se savladale promjene profila i pravca cijevi kao i grananje cjevovoda. [10]



Slika 6 Pragma fasonski komad [10]



### 3.5 Revizijska okna

Revizijska okna su objekti kojima se omogućuje pristup kanalima radi njihovog održavanja, pregleda, čišćenja ili popravka mreže. Pomoću revizijskih okna se osigurava tehnički ispravno spajanje kanala i njihovo skretanje, kao i promjena pada ili profila cijevi. Kanalizacija između dva revizijska okna mora biti vođena u pravcu i ne smije mijenjati dimenzije, a spajanje kanala u oknu ne smije dovesti do usporavanja vode u mreži. Budući da je održavanje kanalizacije otežano kod kanala manjih profila razmak na kojemu će se postavljati okna ovisi o dimenzijama kanala. [7]

Ovim projektom predviđeno je postavljanje 120 revizijskih okna na razmaku od 50 metara za profile cijevi Ø250 mm.

Revizijska okna su postavljena:

- na početku pojedinih kanala
- na mjestima promjene uzdužnog pada kanala
- na mjestima skretanja kanala
- na mjestima priključaka kanala
- na kanalima u pravcu zbog revizije i održavanja [7]

Korištena su Pipelife PRO okna izrađena od polipropilena karakteristična po svojoj velikoj čvrstoći i otpornosti na habanje, koja su dovoljno izdržljiva da podnesu i velika prometna opterećenja. Zbog svojih glatkih stijenki okna osiguravaju izvrsnu protočnost, a moguće ih je prilagoditi i specifičnim potrebama što uključuje filtere za pijesak i lišće, separatore ulja i crpne stanice. Okna je moguće koristiti i na strmim dionicama kako bi smanjila brzinu tečenja vode. [11]



Slika 7 Prikaz revizijskog okna [11]

### 3.6 Okna za prekid pada

Okna za prekid pada (kaskade) omogućuju postavljanje kanala sa granično dopuštenim padovima i omogućuju sigurno savladavanje prekida pada. Kaskade ograničavaju brzinu toka vode čime se energija toka vode dovodi na tehnički prihvatljive vrijednosti. Karakteristike kaskadnog okna ovise o profilu cijevi odnosno protoku i visini vertikalnog prekida pada. Brzina vode koja dolazi na kaskadno okno ovisi o protoku i njegovim karakteristikama. Razlika u visini između dolaznog i otjecajnog kolektora uvjetuje visinu i udaljenost na koju će pasti mlaz vode, odnosno njegovu energiju koja se sa slobodnim padom povećava. Zbog navedenog kod izvođenja okna za prekid pada koji su u nizu potrebno je izvesti umirenje toka vode kako ne bi došlo do prekoračenja dopuštenih brzina u kolektorima. [7]

Projektom je predviđeno izvođenje 48 okna za prekid pada.

### 3.7 Crpne stanice

Crpne stanice su objekti u kojima su smještene crpke i sva potrebna oprema. U kanalizacijskom sustavu crpne stanice služe za podizanje otpadne vode iz dubljeg kolektora i potiskivanje na višu razinu. [7]

U kanalizaciji se crpne stanice koriste za:

- dovođenje svih otpadnih voda na jedinstveni uređaj za pročišćavanje
- kako bi se smanjila veličina iskopa kada je potrebna prevelika dubina ugradnje kolektora
- kako bi se savladale visinske prepreke na transportnom putu vode
- odvođenje voda sa područja nižih visinskih kota [7]

Konstrukcija crpne stanice mora biti vodonepropusna i funkcionalna, sa svim potrebnim otvorima koji omogućuju održavanje, nadzor i upravljanje crpkama i pratećom opremom. Održavanje crpnih stanica obuhvaća redovito održavanje opreme, povremeno pražnjenje i čišćenje crpnog bazena u kojemu dolazi do stvaranja taloga te provjera vodonepropusnosti konstrukcije. Kako bi se crpne stanice zaštitile i kako bi se omogućio njihov nesmetan rad ispred crpne stanice moguće je izvođenje zaštitnih uređaja u obliku rešetki i pjeskolova. Kod kanalizacija sanitarnih otpadnih voda se u pravilu ne postavljaju zaštitni uređaji, dok se kod mješovite i oborinske kanalizacije postavljaju budući da voda sadrži dosta krupnih tvari i pijeska koji mogu utjecati na rad crpne stanice. [7]

Crpne stanice grade se na dosta velikim dubinama (6 metara i više) kako bi se osigurala potrebna dubina za izvođenje crpnih bazena. Bazeni se izvode dublje od ulaznih kanala kako bi se omogućilo sakupljanje vode iz kolektora u crpni bazen. Crpni bazen služi za prikupljanje otpadne vode koja dolazi iz kanalizacijskog sustava i prepumpava se. U crpni bazen voda ulazi kroz jedan ili više otvora izravno ili kroz rešetke i usitnjivače, a izlazi kroz usisni cjevovod. Unutar bazena mogu se izvesti i pregrade kako bi se voda pravilnije usmjerila prema crpkama. [7]

Ovim projektom predviđena je jedna crpna stanica koja se nalazi u centru naselja koja će objединiti sve otpadne vode i dovesti ih do uređaja za pročišćavanje koji se nalazi u sjevernom dijelu naselja. [6]

### **3.8 Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda**

Otpadne vode u sebi sadrže različite štetne tvari koje ukoliko se direktno ispuste u okoliš mogu negativno utjecati na njega. Pročišćavanja otpadnih voda obuhvaća niz postupaka kojima se iz otpadnih voda uklanjaju štetne tvari koje mogu negativno utjecati na okoliš. Prvi korak pročišćavanja otpadnih voda podrazumijeva primarno pročišćavanje koje se sastoji od rešetanja i usitnjavanja te taloženja i isplivavanja. Rešetanjem i usitnjavanjem se iz vode uklanjaju krupnije tvari kako bi se zaštitili drugi dijelovi uređaja za pročišćavanje. Prolaskom kroz rešetke otpadna voda dolazi na flotatore, uređaje na kojima se odvija proces isplivavanja čestica kojima je gustoća manja od gustoće vode, kao što su masti i ulja. Nakon primarnog odnosno mehaničkog pročišćavanja otpadna voda prolazi kroz biološki proces pročišćavanja kojim se uklanjaju organske i anorganske tvari. Biološko pročišćavanje provodi se u biološkim bazenima u kojima se nalaze mikroorganizmi koji se hrane otpadnom tvari iz vode i na taj način smanjuju koncentraciju otpadnih tvari u vodi, a produkt tog pročišćavanja je aktivni mulj. Iz bioloških bazena voda s aktivnim muljem odlazi u taložnice gdje se bistri, a višak aktivnog mulja je potrebno obraditi i prikladno zbrinuti. [14]

Naselje Mošćenička Draga otpadne vode zbrinjava putem centralne taložnice kapaciteta 3000 ES (ekvivalent stanovnika) koja se nalazi u sjevernom dijelu naselja. Otpadne vode se pomoću crpne stanice podižu do navedene taložnice iz koje se preko podmorskog ispusta upuštaju u more. [6]

Planirana je rekonstrukcija i dogradnja postojećeg sustava odvodnje u sklopu koje će se postojeća crpna stanica rekonstruirati za tlačenje. Planiranom rekonstrukcijom predviđeno je da se otpadne vode naselja Mošćenička Draga preko tlačnih kolektora odvede do sustava odvodnje naselja Kraj odakle će se dalje odvoditi na uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Ičići. [4]

### 3.9 Ispust pročišćene vode

Nakon što voda prođe proces pročišćavanja dolazi na ispušt koji je ujedno i zadnji uređaj kanalizacijskog sustava preko kojega se pročišćena voda ispušta u vodne resurse. Za svaki ispušt se mora provesti studija utjecaja na okoliš iz koje proizlaze osnovni ekološki zahtjevi koje ispušt mora zadovoljiti. Koncentracija otpadnih tvari na mjestu ispusta mora biti manja od dopuštenih. U kanalizacijskom sustavu razlikujemo obalne ispuste i podmorske ispuste. Ovisno o udaljenosti od obale razlikujemo priobalne ispuste i ispuste udaljene od obale. [7]

Priobalni ispusti moraju imati:

- ispusni cjevovod
- ispusnu glavu na kraju cjevovoda
- ispusno okno na spoju ispusta i kolektora
- zaštitne uređaje [7]

Ukoliko se priobalni ispusti postavljaju na otvorenoj obali potrebno ih je zaštititi od utjecaja velikih valova, što se postiže postavljanjem ispusta što dublje ispod razine vode. [7]

Kod podmorskih ispusta ispušt se nalazi ispod razine vode prijemnika. Pri dimenzioniranju podmorskog ispusta treba uzeti u obzir utjecaj valova od vjetrova ili plovila. Podmorski ispusti se mogu izvesti ukopavanjem u dno prijemnika ili postavljanjem opteživača. Ukopavanje cjevovoda u dno prijemnika treba izvesti na način da ne dođe do naknadne erozije jarka u kojemu je položen cjevovod. Ukoliko cjevovod nije moguće ukopati u dno potrebno ga je zaštititi opteživačima, najčešće betonskim. U priobalnim dijelovima cjevovod se najčešće ukopava u dno dok se na većim dubinama polaže na dno. Na mjestima na kojima je cjevovod položen na dno zabranjeno je sidrenje brodova i ribolov mrežama kako ne bi došlo do oštećenja cjevovoda. Kod upuštanja otpadnih voda u more treba uzeti u obzir razliku u gustoći morske i otpadne vode, zbog toga se na kraju ispusta postavlja difuzor kako bi miješanje kanalizacijske vode s morem bilo što intenzivnije. Difuzorom se voda upušta u more nizom mlazova koji su okomitih na glavnu struju prijemnika. Ukoliko otpadne vode nisu prethodno pročišćene svaki podmorski ispušt s difuzorom mora imati fine rešetke kako bi se otvor difuzora zaštitio od začepljenja. [7]



Slika 8 Prikaz cjevovoda podmorskog ispusta osiguranog betonskim opteživačem [15]

U naselju Moščenička Draga pročišćene otpadne vode se preko podmorskog ispusta promjera  $\varnothing 300$  mm ispuštaju u more. Podmorski ispust se nalazi na udaljenosti od 70 metara od obale na dubini od 34,3 metara. [6]

## 4 ODRŽAVANJE KANALIZACIJE

Kako bi kanalizacijski sustava što bolje služio svojoj svrsi potrebno ga je dobro i adekvatno održavati. Održavanje kanalizacijskog sustava potrebno je kako bi se osigurali dobri sanitarni uvjeti urbane sredine u kojoj se sustav nalazi te kako bi se zaštitio okoliš. Unutar kanalizacije odvijaju se razni biološki, fizikalni i kemijski procesi koji ugrožavaju funkcionalnost kanalizacije te samim time mogu štetno djelovati na okoliš. Također na kanalizacijski sustav štetno može utjecati i raslinje koje svojim korijenjem prodire u kanalizaciju kao i izvođenje građevinskih zahvata u neposrednoj blizini kanalizacije. [7]

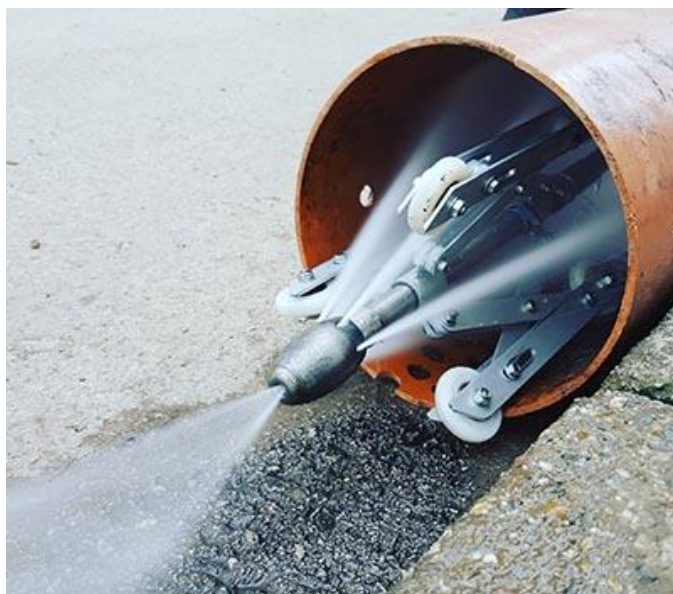
Kod održavanja kanalizacijske mreže razlikujemo redovita i incidentna održavanja. Redovitim održavanjem smatra se redovita kontrola stanja kanala te povremeno čišćenje kanala i objekata u kojima može doći do taloženja mulja i pijeska. Pod incidentnim održavanjem smatramo intervencije vezane uz pucanje kanala, istjecanje kanalske vode, promjene u razini podzemne vode odnosno sve što može dovesti do oštećenja kanala i zagađenja okoliša. [7]

Kako bi se nedostaci uočili i otklonili na vrijeme potrebno je stalno provjeravanje stanja kanalizacije, za što se koriste razna sredstva:

- ogledala
- fotoaparati
- kanalizacijske filmske kamere
- kanalizacijska televizijska kamera

dok je kod velikih kolektora moguć i izravan pregled. Potrebno je obavljati i mjerenja kakvoće vode u kanalima kao i mjerenja protoka na pojedinim dionicama. [7]

Čišćenje kanala moguće je provesti mehaničkim sredstvima ili ispiranjem mlazom vode. Mehaničko čišćenje obavlja se lancima za razbijanje taloga, četkama, noževima za sječenje korijenja, posudama za izvlačenje mulja i dr. Navedeni predmeti se kroz kanal mogu vući ručno ili mehanički. Ispiranje vodom obavlja se primjenom vodnog vala ili mlazom štrcaljke, a za ispiranje se može koristiti voda iz vodovoda, cisterni ili obližnjih vodotoka. [7]



Slika 9 Mlaznica za ispiranje kanalizacije [16]



Slika 10 Prikaz čišćenja kanalizacije [17]

Na dionicama na kojima je brzina približno jednaka 0,3 m/s moguće je taloženje anorganskih tvari stoga je na tim dionicama predviđeno povremeno ispiranje kolektora. [7]



## 5 PRORAČUN MJERODAVNIH KOLIČINA OTPADNIH VODA

### 5.1 Ulazni podaci

Podatak o broju stanovnika preuzet je sa Državnog zavoda za statistiku, iz popisa stanovništva po naseljima za 2021. godinu. Iz navedenog popisa dobivena je brojka od 452 stanovnika[2]. U proračunima je broj stanovnika označen sa  $N_k$ .

Broj turista u privatnom smještaju usvojen je na temelju podataka Turističke zajednice općine Mošćenička Draga. Iz podataka o turističkom prometu za 2022. godinu preuzeti su podaci o smještajnim kapacitetima koji su izraženi u vidu broja kreveta. Struktura turista u naselju raspoređena je na privatni smještaj, hotele i kamp. Smještajni kapacitet turista u privatnom smještaju iznosi 1803 kreveta, u hotelima 534 te u kampu 404. Na području Mošćeničke Drage nalaze se 4 hotela od kojih su dva kategorizirana sa 4 zvjezdice, a preostala dva sa 3 zvjezdice, dok je kamp svrstan u B kategoriju. U proračunima je ukupan broj turista označen sa  $N_{turista}$ , a iznosi 2741. Proračun je proveden za sadašnji broj stanovnika i turista. [1]

### 5.2 Proračun potrošnje vode

Kako bi se dobila ukupna količina otpadnih voda najprije je bilo potrebno provesti proračun potrošnje vode.

U tablicama su prikazane količine specifičnih potrošnja vode za stanovništvo ovisno o tipu naselja (tablica 1) te specifične potrošnje vode za pojedine kategorije turističkog smještaja (tablica 2).

Tablica 1 Prikaz specifične potrošnje vode za stanovništvo [18]

Karakter opreme zgrade sanitarno-tehničkim uređajima	Specifična potrošnja $q_{sp}$
Naselja sa zgradama koje nisu opremljene vodovodom i kanalizacijom	30 do 50
Naselja sa zgradama opremljenim unutarnjim vodovodom i kanalizacijom bez kupaonice	125 do 150
Naselja sa zgradama opremljenim vodovodom, kanalizacijom i kupaonicom	150 do 230
Naselja sa zgradama opremljenim unutarnjim vodovodom, kanalizacijom i sistemom centralne opskrbe toplom vodom	250 do 400

Tablica 2 Specifična potrošnja vode za pojedine kategorije turističkog smještaja [18]

KATEGORIJE POTROŠAČA		SPECIFIČNA POTROŠNJA VODE	
HOTEL	*****	500	
	****	400	
	<=***	300	
KAMP	A KATEGORIJA	180	
	B KATEGORIJA	120	
	C KATEGORIJA	80	

**Specifična potrošnja vode:**

Stanovništvo:	$q_{sp.stan} = 150 \text{ l/stan/dan}$	452 stanovnika
Privatni smještaj:	$q_{sp.P.S.} = 150 \text{ l/tur/dan}$	1803 turista
Hotel****:	$q_{sp.} = 400 \text{ l/tur/dan}$	377 turista
Hotel***:	$q_{sp.} = 300 \text{ l/tur/dan}$	157 turista
Kamp <sup>B kat.</sup> :	$q_{sp.} = 120 \text{ l/tur/dan}$	404 turista

**Srednja dnevna potrošnja vode  $\bar{Q}_{sr.dn.}$**

Srednja dnevna potrošnja vode po stanovniku/turistu dobivena je množenjem specifične potrošnje vode sa brojem stanovnika odnosno turista.

$$\bar{Q}_{sr.dn.} = q_{sp.} \times N_k$$

Stanovništvo:  $150 \times 452 = 67\,800 \text{ l/dan}$

Hotel\*\*\*\*:  $400 \times 358 = 143\,200 \text{ l/dan}$

Hotel\*\*\*\*:  $400 \times 19 = 7\,600 \text{ l/dan}$

Hotel\*\*\*:  $300 \times 22 = 6\,600 \text{ l/dan}$

$$\text{Hotel***: } 300 \times 135 = 40\,500 \text{ l/dan}$$

$$\text{Kamp: } 120 \times 404 = 48\,480 \text{ l/dan}$$

$$\text{Priv. smještaj: } 150 \times 1803 = 270\,450 \text{ l/dan}$$

Ukupna srednja dnevna potrošnja vode dobivena je zbrajanjem srednjih dnevnih potrošnji vode za stanovništvo i turiste smještene u pojedinim turističkim objektima i privatnom smještaju.

$$\sum \bar{Q}_{sr.dn.} = 584\,638 \frac{\text{l}}{\text{dan}} = 6,77 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

### Maksimalna dnevna potrošnja vode $Q_{max.dn.}$

Maksimalna dnevna potrošnja vode dobivena je množenjem srednje dnevne potrošnje vode sa koeficijentom neravnomjernosti maksimalne dnevne potrošnje vode koji je naveden u tablici (tablica 3).

Tablica 3 Koeficijenti neravnomjernosti maksimalne dnevne/satne potrošnje vode [18]

Kategorije potrošača	$K_{max,d}$	$K_{max,h}$
Ljetovališta i toplice	1,6 do 1,7	2,5
Sela i manja naselja	1,5 do 1,6	2,0
Gradovi do 10 000 stanovnika	1,4 do 1,5	1,8
Gradovi od 10 000 do 25000 stanovnika	1,3 do 1,4	1,6
Gradovi od 25 000 do 50 000 stanovnika	1,3 do 1,4	1,4
Gradovi od 50 000 do 100 000 stanovnika	1,3	1,3
Gradovi preko 100 000 stanovnika	1,2	1,2
Turistički objekti	1,4	2,5
A kategorije (****, *****)	1,4	2,2
Ostale kategorije (*, **, ***)	1,6	2,2
Privatni smještaj	1,8	2,3
Kampovi	2,0	2,2

$$Q_{max.dn.} = K_{max.dn.} \times Q_{sr.dn.}$$

$$\text{Stanovništvo: } 1,5 \times 67\,800 = 101\,700 \text{ l/dan}$$

$$\text{Hotel****: } 1,4 \times 143\,200 = 200\,480 \text{ l/dan}$$

$$\text{Hotel****: } 1,4 \times 7\,600 = 10\,640 \text{ l/dan}$$

$$\text{Hotel***: } 1,6 \times 6\,600 = 10\,560 \text{ l/dan}$$

$$\text{Hotel***: } 1,6 \times 40\,500 = 64\,800 \text{ l/dan}$$

$$\text{Kamp: } 2,0 \times 48\,480 = 96\,960 \text{ l/dan}$$

$$\text{Priv. smještaj: } 1,8 \times 270\,450 = 486\,810 \text{ l/dan}$$

Ukupna maksimalna dnevna potrošnja vode dobivena je zbrajanjem maksimalnih dnevnih potrošnji vode za stanovništvo i turiste smještene u pojedinim turističkim objektima i privatnom smještaju.

$$\sum Q_{max.dn.} = 971\,950 \frac{\text{l}}{\text{dan}} = 11,25 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

### **Maksimalna satna potrošnja vode $Q_{max.sat.}$**

Maksimalna satna potrošnja vode dobivena je množenjem maksimalnih dnevnih potrošnja vode sa koeficijentom neravnomjernosti maksimalne satne potrošnje vode danog u tablici (tablica 3). Dobivena vrijednost zatim se dijeli sa 24 kako bi se dobila maksimalna potrošnja vode po satu.

$$Q_{max.sat.} = \frac{K_{max.sat.} \times Q_{max.dn.}}{24}$$

$$\text{Stanovništvo: } \frac{2 \times 101\,700}{24} = 8\,475 \text{ l/sat}$$

$$\text{Hotel****: } \frac{2,2 \times 200\,480}{24} = 18\,377,33 \text{ l/sat}$$

$$\text{Hotel****: } \frac{2,2 \times 10\ 640}{24} = 975,33 \text{ l/sat}$$

$$\text{Hotel***: } \frac{2,2 \times 10\ 560}{24} = 968 \text{ l/sat}$$

$$\text{Hotel***: } \frac{2,2 \times 64\ 800}{24} = 5\ 940 \text{ l/sat}$$

$$\text{Kamp: } \frac{2,2 \times 96\ 960}{24} = 8\ 888 \text{ l/sat}$$

$$\text{Priv. smještaj: } \frac{2,3 \times 486\ 810}{24} = 46\ 652,63 \text{ l/sat}$$

Ukupna maksimalna satna potrošnja vode dobivena je zbrajanjem maksimalnih satnih potrošnji vode za stanovništvo i turiste smještene u pojedinim turističkim objektima i privatnom smještaju.

$$\sum Q_{max.sat.} = 90\ 276,29 \frac{l}{sat} = 25,08 \frac{l}{s}$$

### 5.3 Proračun količina otpadnih voda

Koeficijent umanjenja predstavlja razliku između količina opskrbnih i otpadnih voda. Ta razlika opada što je naselje više urbanizirano, odnosno gušće naseljeno. U gušće naseljenim sredinama potencijalni gubici po stanovniku su manji. U pravilu je za gradske sredine količina otpadnih voda jednaka 80-95% količina opskrbnih voda odnosno gubici vode u opskrbnom sustavu iznose 5-10% što znači da koeficijent umanjenja iznosi od 0,8 do 0,95. [7]

Za primjer naselja Mošćenička Draga koeficijent umanjenja je uzet sa 0,9.

Koeficijent umanjenja  $K_{umanjenja} = 0,9$

### Srednja dnevna količina otpadnih voda

Srednje dnevne količine otpadnih voda dobivene su množenjem količina srednjih dnevnih potrošnja vode sa koeficijentom umanjenja koji iznosi 0,9.

$$Q_{sr.dn.otp.v.} = Q_{sr.dn.} \times K_{umanjenja}$$

$$\text{Stanovništvo: } 67\,800 \times 0,9 = 61\,020 \frac{l}{dan} = 0,71 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel****: } 143\,200 \times 0,9 = 128\,880 \frac{l}{dan} = 1,49 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel****: } 7\,600 \times 0,9 = 6\,840 \frac{l}{dan} = 0,08 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel***: } 6\,600 \times 0,9 = 5\,940 \frac{l}{dan} = 0,07 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel***: } 40\,500 \times 0,9 = 36\,450 \frac{l}{dan} = 0,42 \frac{l}{s}$$

$$\text{Kamp: } 48\,480 \times 0,9 = 43\,632 \frac{l}{dan} = 0,51 \frac{l}{s}$$

$$\text{Priv. smještaj: } 270\,450 \times 0,9 = 243\,405 \frac{l}{dan} = 2,82 \frac{l}{s}$$

### Maksimalna dnevna količina otpadnih voda

Maksimalne dnevne količine otpadnih voda dobivene su množenjem količina maksimalnih dnevnih potrošnja vode sa koeficijentom umanjenja koji iznosi 0,9.

$$Q_{max.dn.otp.v.} = Q_{max.dn.} \times K_{umanjenja}$$

$$\text{Stanovništvo: } 101\,700 \times 0,9 = 91\,530 \frac{l}{dan} = 1,06 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel****: } 200\,480 \times 0,9 = 180\,432 \frac{l}{dan} = 2,09 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel****: } 10\,640 \times 0,9 = 9\,576 \frac{l}{dan} = 0,11 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel***: } 10\,560 \times 0,9 = 9\,504 \frac{l}{dan} = 0,11 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel***: } 64\,800 \times 0,9 = 58\,320 \frac{l}{dan} = 0,68 \frac{l}{s}$$

$$\text{Kamp: } 96\,960 \times 0,9 = 87\,264 \frac{l}{dan} = 1,01 \frac{l}{s}$$

$$\text{Priv. smještaj: } 486\,810 \times 0,9 = 438\,129 \frac{l}{dan} = 5,07 \frac{l}{s}$$

### **Maksimalna satna količina otpadnih voda**

Maksimalne satne količine otpadnih voda dobivene su množenjem količina maksimalnih satnih potrošnja vode sa koeficijentom umanjenja koji iznosi 0,9.

$$Q_{max.sat.otp.v.} = Q_{max.sat.} \times K_{umanjenja}$$

$$\text{Stanovništvo: } 8\,475 \times 0,9 = 7\,627,5 \frac{l}{sat} = 2,12 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel****: } 18\,377,33 \times 0,9 = 16\,539,60 \frac{l}{sat} = 4,59 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel****: } 975,33 \times 0,9 = 877,80 \frac{l}{sat} = 0,24 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel***: } 968 \times 0,9 = 871,2 \frac{l}{sat} = 0,24 \frac{l}{s}$$

$$\text{Hotel***: } 5\,940 \times 0,9 = 5\,346 \frac{l}{sat} = 1,49 \frac{l}{s}$$

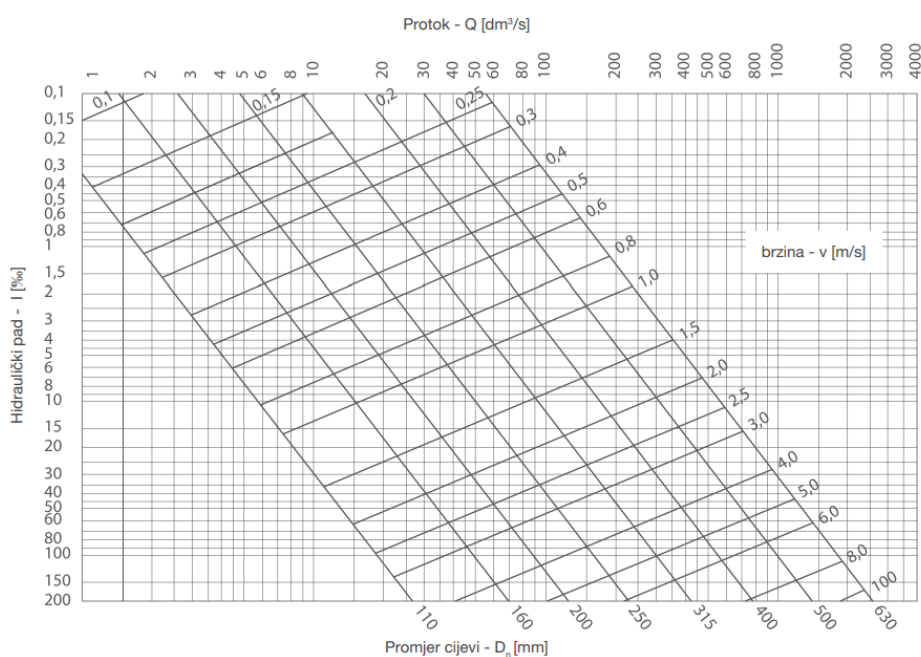
$$\text{Kamp: } 8\,888 \times 0,9 = 7\,999,2 \frac{l}{sat} = 2,22 \frac{l}{s}$$

$$\text{Priv. smještaj: } 46\,652,63 \times 0,9 = 41\,987,34 \frac{l}{sat} = 11,66 \frac{l}{s}$$

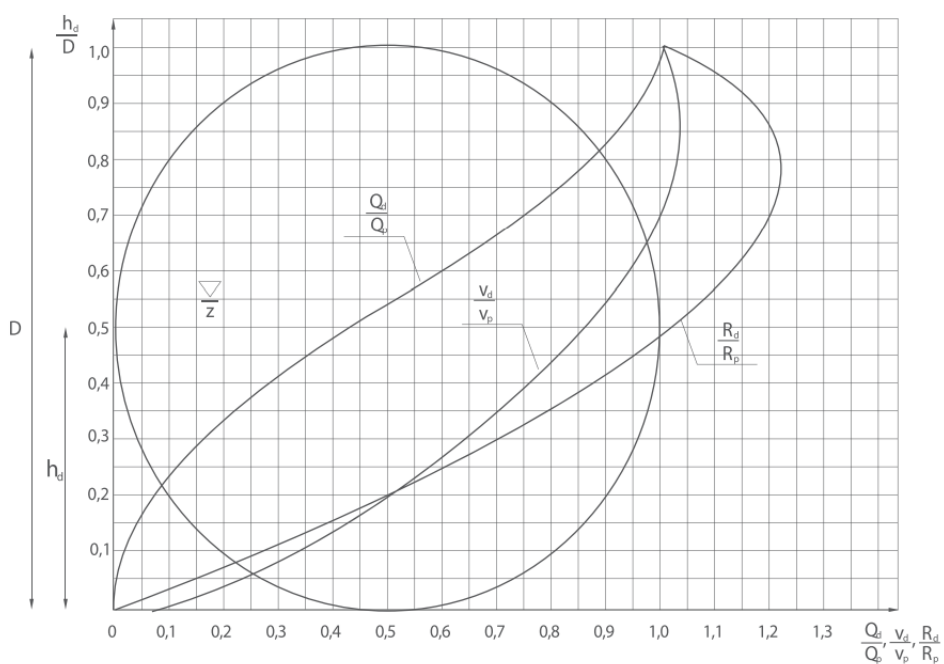
## 6 HIDRAULIČKI PRORAČUN KOLEKTORA

### 6.1 Dimenzioniranje kolektora sanitarnih otpadnih voda

Hidraulički proračun kolektora sanitarnih otpadnih voda proveden je ručno. Pri proračunu su korišteni nomogrami hidrauličkih parametara preuzeti sa portala Pipelife iz kataloga Pragma sustava za odvodnju. [10]



Slika 11 Nomogram za određivanje parametara punog profila [10]



Slika 14 Odnos hidrauličkih parametara za okrugle djelomično ispunjene cijevi [10]



## 6.2 Hidraulički proračun za dionicu D1

U nastavku je prikazan hidraulički proračun sanitarne kanalizacije za jednu izabranu dionicu, dionicu D1. Na isti je način proveden hidraulički proračun i za sve ostale dionice, a dobivene vrijednosti prikazane su tablicom (tablica 4).

Proračun je proveden na temelju ukupnog mjerodavnog protoka dionice D1 ( $Q_{pravi}$ ) koji predstavlja zbroj vlastitog i tranzitnog protoka te dionice. Budući da je dionica D1 početna dionica na njoj nema tranzitnih protoka stoga je ukupni mjerodavni protok jednak ukupnom vlastitom protoku.

Ukupni mjerodavni protok  $Q_{pravi} = 0,1445 \text{ l/s}$

Za pad terena od 12,554 ‰ postavljen je kolektor sa padom od 12,5 ‰.

Pad terena  $I_{terena} = 12,554 \text{ ‰}$

Pad kolektora  $I_{kolektora} = 12,5 \text{ ‰}$

Pri određivanju pada kolektora treba paziti da odabrani pad bude u granicama dozvoljenog. Provjera se provodi nakon što se odabere promjer kolektora. Minimalni dopušteni pad dobiven je izrazom (1) preuzetim iz [7]:

$$I_{min} = \frac{1}{D}$$

gdje je: (1)

$I_{min}$  – minimalni uzdužni pad

$D$  – promjer kanalizacijske cijevi (mm)

Maksimalni dopušteni pad dobiven je izrazom (2) preuzetim iz [7]:

$$I_{max} = \frac{1}{D}$$

gdje je: (2)

$I_{max}$  – maksimalni uzdužni pad

$D$  – promjer kanalizacijske cijevi (cm)

Najpovoljnije je kolektor postaviti paralelno sa terenom na minimalnoj dubini polaganja. Kada teren ima veći pad od maksimalnog dopuštenog pada kolektora niveleta se postavlja sa najvećim dopuštenim padom dok se ne postigne minimalna dubina polaganja i na tim mjestima se predviđa izvođenje kaskadnih okna. Ukoliko teren ima manji pad od minimalnog dopuštenog niveleta se postavlja sa minimalnim padom do maksimalne dubine polaganja. Prihvatljive maksimalne dubine su do 6 metara iznimno i više ukoliko se radi o kraćim dionicama. [7]

Prilikom postavljanja nivelete kolektora na dionici D11 se naišlo na veliki pad terena stoga je na toj dionici kolektor postavljen na dubinu od 6,78 metara uz pad od 4%.

Za dionicu D1 provedena je provjera:

$$\text{Promjer kolektora } D_{kolektora} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Minimalni uzdužni pad } I_{min} = \frac{1}{D} = \frac{1}{250} = 4 \text{ ‰}$$

$$\text{Maksimalni uzdužni pad } I_{max} = \frac{1}{D} = \frac{1}{25} = 4 \%$$

$$I_{min} < I_{kolektora} < I_{max}$$

$$4 \text{ ‰} < 12,5 \text{ ‰} < 4 \%$$

Na pojedinim dionicama projektirane kanalizacijske mreže naišlo se na pad terena veći od maksimalnog dopuštenog za kolektor. Na takvim dionicama nastojao se postaviti čim veći ili maksimalni pad kolektora uz izvođenje kaskadnih okna. Projektom je predviđeno izvođenje 48 kaskadnih okna, a maksimalni pad sa kojim su postavljeni kolektori iznosi 4%.

Na odabranoj dionici D1 za promjer cijevi 250 mm i pad kolektora 12,5‰ iz nomograma za određivanje protoka punog profila (slika 11) očitana je brzina protoka punog profila ( $Q_{ppr}$ ) koji iznosi 55 l/s. Brzina protoka punog profila ( $v_{ppr}$ ) očitana je iz istog nomograma (slika 11).

$$Q_{ppr} = 55 \frac{l}{s} \quad v_{ppr} = 1,42 \frac{m}{s}$$

Iz dijagrama odnosa hidrauličkih parametara (slika 12) na temelju odnosa stvarnog protoka i protoka punog profila dobiven je odnos brzine protoka djelomično ispunjenog kolektora i brzine protoka punog profila te visina vode djelomično ispunjenog kolektora.

$$\frac{Q_{pravi}}{Q_{ppr}} = \frac{0,1445}{55} = 0,0026$$

$$\frac{h}{D} = 0,036$$

$$\frac{v_d}{v_{ppr}} = 0,22$$

Stvarna dubina vode u kolektoru dobivena je množenjem visine vode djelomično ispunjenog kolektora sa promjerom kolektora. Stvarna brzina vode u kolektoru dobivena je množenjem odnosa brzine djelomično ispunjenog kolektora i brzine protoka punog profila sa brzinom protoka punog profila.

#### **Stvarna dubina vode u kolektoru**

$$h_{pravi} = \frac{h}{D} * D = 0,036 * 250 = 9 \text{ mm}$$

Kako bi se u kanalizacijskim sustavim osiguralo tečenje sa slobodnim vodnim licem ograničava se visina punjenja kolektora koja ovisi o veličini kolektora. Za okrugle profile kolektora promjera 250 mm preporuča se visina punjenja sa izrazom 3 dobivenom iz [7]:

$$h_p = 0,6D$$

gdje je:

(3)

$h_p$  – visina punjenja

$D$  – promjer cijevi

Prema navedenom stvarna visina vode u kolektoru mora biti jednaka ili manja od maksimalno dopuštenih. [7]

Za dionicu D1 stvarna visina vode u kolektoru iznosi 9 mm, a maksimalna dopuštena prema izrazu 3 iznosi 150 mm.

### Stvarna brzina vode u kolektoru

$$v_{pravi} = \frac{v_d}{v_{ppr}} * v_{ppr} = 0,22 * 1,42 = 0,31 \frac{m}{s}$$

Prilikom projektiranja kolektora treba voditi računa o određenim ograničenjima projektnih parametara. Treba paziti da brzine vode u kolektoru zadovoljavaju minimalne i maksimalne dopuštene brzine. Pri malim brzinama postoji opasnost od začepljenja cijevi uslijed taloženja, a pri velikim brzinama je moguća erozija i abrazija cijevi zbog djelovanja suspenzija u vodi. Kod kanalizacije kućanskih otpadnih voda minimalna dopuštena brzina kod koje neće doći do taloženja iznosi 0,5 m/s, iznimno 0,3 m/s. Kod minimalne brzine od 0,3 m/s neće doći do taloženja organskih tvari, ali će se javiti taloženje anorganskih tvari. [7]

Na izabranoj dionici D1 stvarna brzina vode u kolektoru iznosi 0,31 m/s što je približno jednako minimalnoj dopuštenoj za kanalizaciju kućanskih otpadnih voda stoga je na toj dionici, kao i na svim ostalim dionicama kod kojih je brzina približno jednaka 0,3 m/s, predviđeno povremeno ispiranje kolektora zbog taloženja anorganskih tvari.

$$v_{pravi} > v_{min} \rightarrow 0,31 \frac{m}{s} \cong 0,3 \frac{m}{s}$$

Ograničenja maksimalnih brzina vode postoje kako bi se cijevi zaštitile od struganja i ispiranja stijenki. Maksimalna brzina ovisi o materijalu od kojeg je cijev izrađena, a za PVC cijevi iznosi 5 m/s. [7]

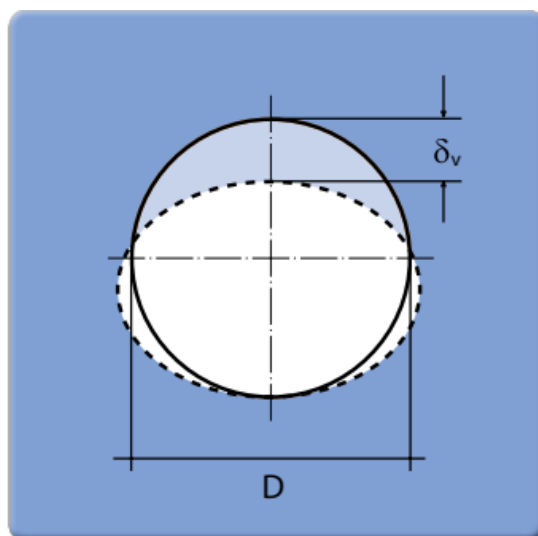
Za provedeni proračun kanalizacijskog sustava naselja Mošćenička Draga za niti jednu dionicu nije utvrđena brzina veća ili jednaka maksimalnoj dopuštenoj.





## 7 STATIČKI PRORAČUN KOLEKTORA

Ugrađene cijevi izložene su vertikalnom opterećenju nastalom uslijed djelovanja tla koje se nalazi iznad tjemena cijevi kao i djelovanja dodatnog opterećenja kao što su prometno opterećenje i opterećenje od kolnika. Navedena opterećenja uzrokuju naprezanja i deformacije cijevi koje se očituje u smanjenju njezine vertikalne visine odnosno cijev okruglog poprečnog presjeka poprima eliptični oblik. [7]



Slika 16 Deformacija okrugle cijevi uslijed djelovanja vertikalnog opterećenja [10]

Kako bi bili sigurni da ugrađene cijevi mogu podnijeti opterećenja kojima su izložene provodi se statički proračun cijevi. U ovome radu statički proračun cijevi proveden je pomoću alata za statički proračun koji se nalazi na stranici Pipelife, a koji je u skladu sa UNE 53331 IN standardom. [10]

Progib ugrađene cijevi ovisi o vanjskom opterećenju, prstenastoj čvrstoći cijevi, vrsti i zbijenosti nasipnog materijala i načinu ugradnje. Prema katalogu Pragma cijevi srednji početni progib ne bi trebao biti veći od 5%, a maksimalni početni progib veći od 9%. Budući da su ugrađene plastične cijevi podložne deformaciji tokom vremena maksimalni dugotrajni progib iznosi 15%. [10]

Statički proračun proveden je za dionicu D2 kojoj je gornji sloj asfaltni. Za navedenu dionicu korištene su pragma cijevi promjera 250 mm, prstenaste čvrstoće od 8 kN/m<sup>2</sup>. Proračun je proveden za kut nalijeganja cijevi od 90° i visinu tla zasipa od 1,3 metara za koji se koristio materijal iz iskopa nabijenosti 90%. Proračun se provodi za uvjete bez podzemne vode, sa prometnim opterećenjem do 12 tona. Na gornji dio rova postavljen je asfalt visine 15 centimetara.

Ulazni podaci statičkog proračuna su prikazani u tablicama (tablica 5) (tablica 6) (tablica 7):

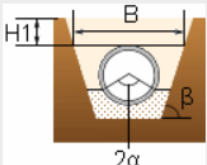
Tablica 5 Ulazni parametri statičkog proračuna [12]

### Cijev

Glatka cijev  
 Pragma cijev

Tip Pragma OD 250 ▾  
 SN 8 ▾ [kN/m<sup>2</sup>]

### Parametri ugradnje

B	<input type="text" value="1.2"/>	[m]	
H1	<input type="text" value="1.3"/>	[m]	
β	<input type="text" value="70"/>	[°]	
Kut nalijeganja 2α	<input type="text" value="90°"/>		

Tablica 6 Ulazni parametri statičkog proračuna [12]

### Skupina tla (tjemeni i bočni nasip)

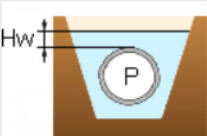
Način zatrpavanja Nabijeno zatrpavanje u visini rova ▾  
 Vrsta tla za zatrpavanje S1 – Nevezana tla ▾  
 Nabijenost tla iznad tjemena 90% ▾  
 Vrsta tla za bočno zatrpavanje S1 – Nevezana tla ▾  
 Nabijenost tla bočno 90% ▾

[Savjet](#)

### Podzemna voda/unutarnji tlak

Bez podzemnih voda ili unutrašnjeg tlaka

Razina podzemnih voda  [m]  
 Unutarnji tlak  [bar]





Tablica 7 Ulazni parametri statičkog proračuna [12]

### Prometno opterećenje

Bez prometnog opterećenja

Prometno sredstvo: LKW 12 - 12 tona, 2 osovine

Frekvencija prometa: Normalna

### Gornji ustroj ceste (kolnik)

Nema kolnika

h1: 0.05 [m]

Ep1: 6000 [MPa]

h2: 0.1 [m]

Ep2: 6000 [MPa]



Savjet

Za navedene ulazne parametre dani su rezultati prikazani u tablici (tablica 8).

Tablica 8 Rezultati statičkog proračuna [12]

<b>Opterećenje tlom</b>		Kratkotrajno	Dugotrajno	
Utjecaj tla iznad tjemena cijevi	qv	23.8	20.1	[kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Deformacija</b>		Kratkotrajno	Dugotrajno	
Pomicanje	$\Delta D_v$	1.61	2.10	[mm]
Deformacija	$\bar{\delta}_v$	0.644	0.841	[%]
	$\delta_v$	<5%	<5%	
		Zadovoljava	Zadovoljava	

Iz prikazane tablice (tablica 8) vidljivo je da korištene Pragma cijevi promjera 250 mm mogu podnijeti opterećenja kojima su izložene.

## 8 ZAKLJUČAK

Kanalizacijski sustav naselja Mošćenička Draga obrađen u ovom završnom radu temelji se na razdjelnom tipu kanalizacije sa gravitacijskom odvodnjom otpadnih voda. Prilikom izrade rada u obzir su uzete samo sanitarne otpadne vode. Količine otpadnih voda dobivene su iz podataka o broju stanovnika i broju turista na temelju kojih je proveden proračun mjerodavnih količina otpadnih voda. Provedeni su proračuni srednjih i maksimalnih satnih i dnevnih količina vode koje su zatim umanjene za koeficijent umanjenja.

Ukupna duljina kolektora sanitarnog kanalizacijskog sustava iznosi 5452,16 m. Korištene su Pragma polipropilenske cijevi promjera 250 mm. Postavljanje kolektora izvodilo se pazeći na minimalne i maksimalne dozvoljene padove kako bi se omogućilo gravitacijsko otjecanje. Zbog prostornih karakteristika naselja koje se očituju u pojedinim vrlo strmim dionicama pojavila se potreba za postavljanjem uzastopnih kaskada i kolektora sa maksimalnim padom kako bi se savladao teren. S druge strane pad terena uz obalu je vrlo blag što je uvjetovalo postavljanje kolektora sa vrlo malim padom. Minimalni pad sa kojim su postavljeni kolektori iznosi 0,52%, a maksimalni 4%. Projektom je predviđeno postavljanje 120 revizijskih okna te 48 kaskadnih okna kako bi se savladao pad terena. Na dionicama na kojima je stvarna brzina vode u kolektoru približno jednaka 0,3 m/s predviđeno je povremeno ispiranje kolektora kako ne bi došlo do začepljenja cijevi uslijed taloženja.

## 9 LITERATURA

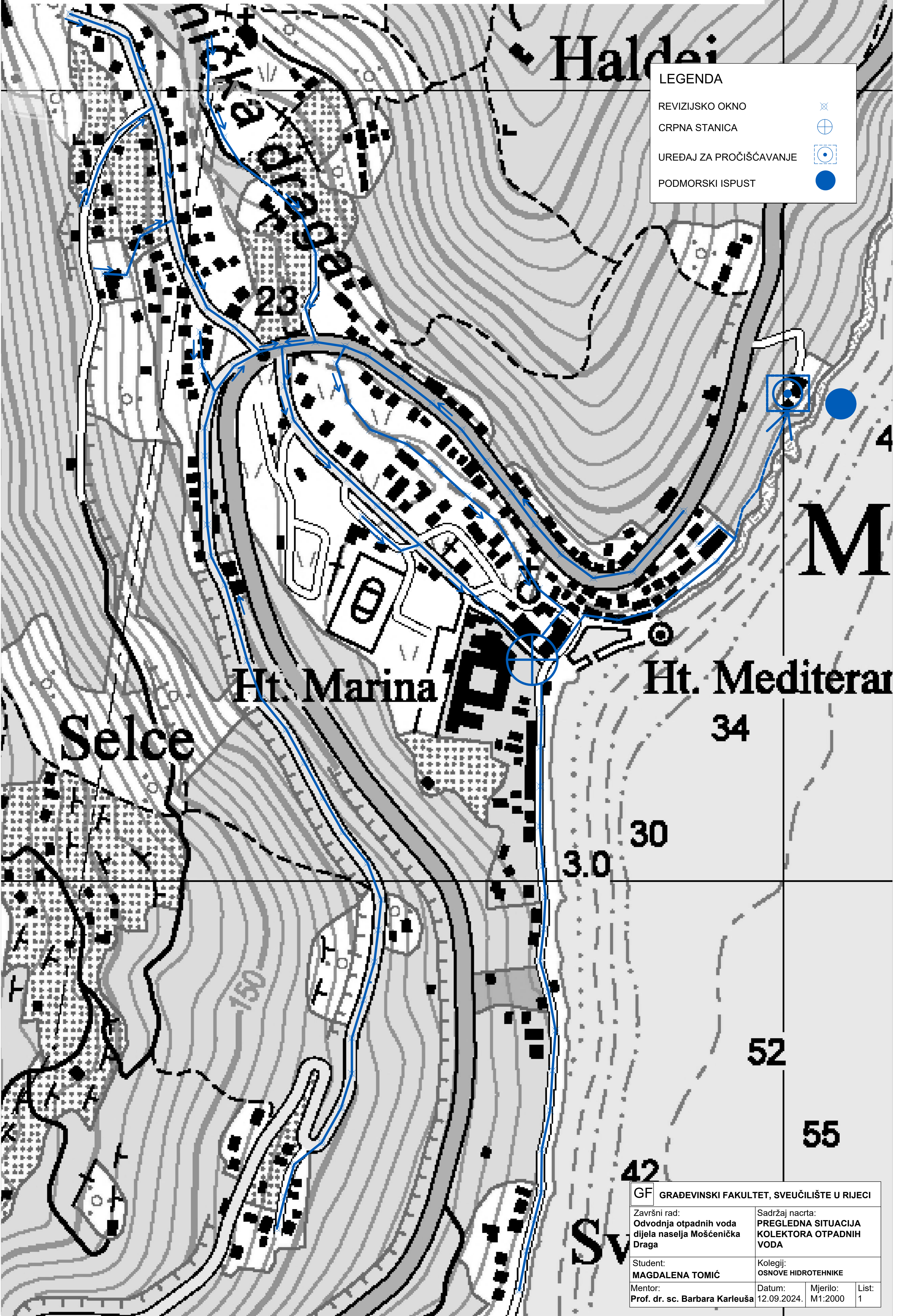
- [1] Turistička zajednica općine Mošćenička Draga,  
<https://www.tz-moscenicka.hr/>, pristup 15.05.2024.
- [2] Državni zavod za statistiku, popis stanovništva za 2021.g,  
<https://dzs.gov.hr/naslovna-blokovi/u-fokusu/popis-2021/88>, pristup 15.05.2024
- [3] Službena stranica općine Mošćenička Draga,  
<https://moscenicka-draga.hr/>, pristup 20.05.2024
- [4] Prostorni plan uređenja općine Mošćenička Draga,  
[https://moscenicka-draga.hr/wp-content/uploads/docs-web/2022-08-ID%20PPUO%20MD\\_Odredbe.pdf](https://moscenicka-draga.hr/wp-content/uploads/docs-web/2022-08-ID%20PPUO%20MD_Odredbe.pdf), pristup 20.05.2024
- [5] Grafički prilozi iz prostornog plana uređenja općine,  
[https://moscenicka-draga.hr/wp-content/uploads/docs-web/2022-08%20Moscenicka%20Draga\\_2\\_C.pdf](https://moscenicka-draga.hr/wp-content/uploads/docs-web/2022-08%20Moscenicka%20Draga_2_C.pdf), pristup 20.05.2024
- [6] Ministarstvo gospodarstva, Elaborat zaštite okoliša Liburnijske rivijere,  
[https://mingo.gov.hr/UserDocImages/UPRAVA-ZA-PROCIJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/26\\_04\\_2019\\_Elaborat\\_Icic\\_Poklon.pdf](https://mingo.gov.hr/UserDocImages/UPRAVA-ZA-PROCIJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/26_04_2019_Elaborat_Icic_Poklon.pdf), pristup 10.06.2024.
- [7] Margeta, J., Kanalizacija naselja, Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split , 1998.
- [8] Hrvatske vode, Opći tehnički uvjeti za rad u vodnom gospodarstvu,  
<https://voda.hr/sites/default/files/2023-02/Poglavlje%2033.%20Zavr%C8Cni%20radovi%20ispitivanja.pdf>, pristup 13.09.2024.
- [9] Pragma portal,  
<https://www.pipelife.hr/niskogradnja/kanalizacija/pragma.html>, pristup 15.06.2024.
- [10] Pragma katalog kanalizacijskih cijevi,  
[https://www.pipelife.hr/content/dam/pipelife/croatia/marketing/branding/dokument\\_i/katalozi/niskogradnja/odvodnja/pp-pragma-katalog.pdf](https://www.pipelife.hr/content/dam/pipelife/croatia/marketing/branding/dokument_i/katalozi/niskogradnja/odvodnja/pp-pragma-katalog.pdf), pristup 15.06.2024.

- [11] Pragma katalog revizijskih okna,  
<https://www.pipelife.hr/content/dam/pipelife/croatia/marketing/branding/dokumenti/katalozi/niskogradnja/odvodnja/pro-okna-katalog.pdf>, pristup 14.09.2024.
- [12] Statički proračun za plastične cijevi, Pipelife,  
<https://tools.pipelife.com/Static>, pristup 20.06.2024.
- [13] Portal engineerex,  
<https://engineerex.decorexpro.com/hr/kanaliz/kanal-nasos/kanalizacionnaya-nasosnaya-stanciya.html>, pristup 14.09.2024.
- [14] Portal instituta za vode Josip Juraj Strossmayer,  
<https://institutjjs.hr/znacaj-prociscavanja-otpadnih-voda-za-stanje-okolisa/>, pristup 14.09.2024.
- [15] Projektiranje inženjering hidrogradnja,  
[https://www.igl.hr/hr/project-details.php?project\\_id=50](https://www.igl.hr/hr/project-details.php?project_id=50), pristup 14.09.2024.
- [16] Portal vodovoda i kanalizacije,  
<https://vodovodikanalizacija.com/usluge/odgusenje-kanalizacije/ispiranje-kanalizacije-visokim-pritiskom/>, pristup 15.09.2024.
- [17] Portal Vodoopskrba i odvodnja,  
<https://vio.vio-zapresic.hr/odvodnja/>, pristup 15.09.2024.
- [18] Grafički prilozi sa predavanja, kolegij Osnove hidrotehnike, Prof. dr.sc. Barbara Karleuša

## 10 GRAFIČKI PRILOZI

List 1 Pregledna situacija kolektora otpadnih voda	M 1:2000
List 2 Situacija kolektora otpadnih voda	M 1:2000
List 3 Uzdužni presjeci kolektora otpadnih voda od čvora C1-C29	M 1:2000/200
List 4 Uzdužni presjek kolektora otpadnih voda od čvora C29-CS	M 1:2000/200
List 5 Poprečni presjeci rova kolektora	M 1:20
List 6 Detalj revizijskog okna	M 1:10



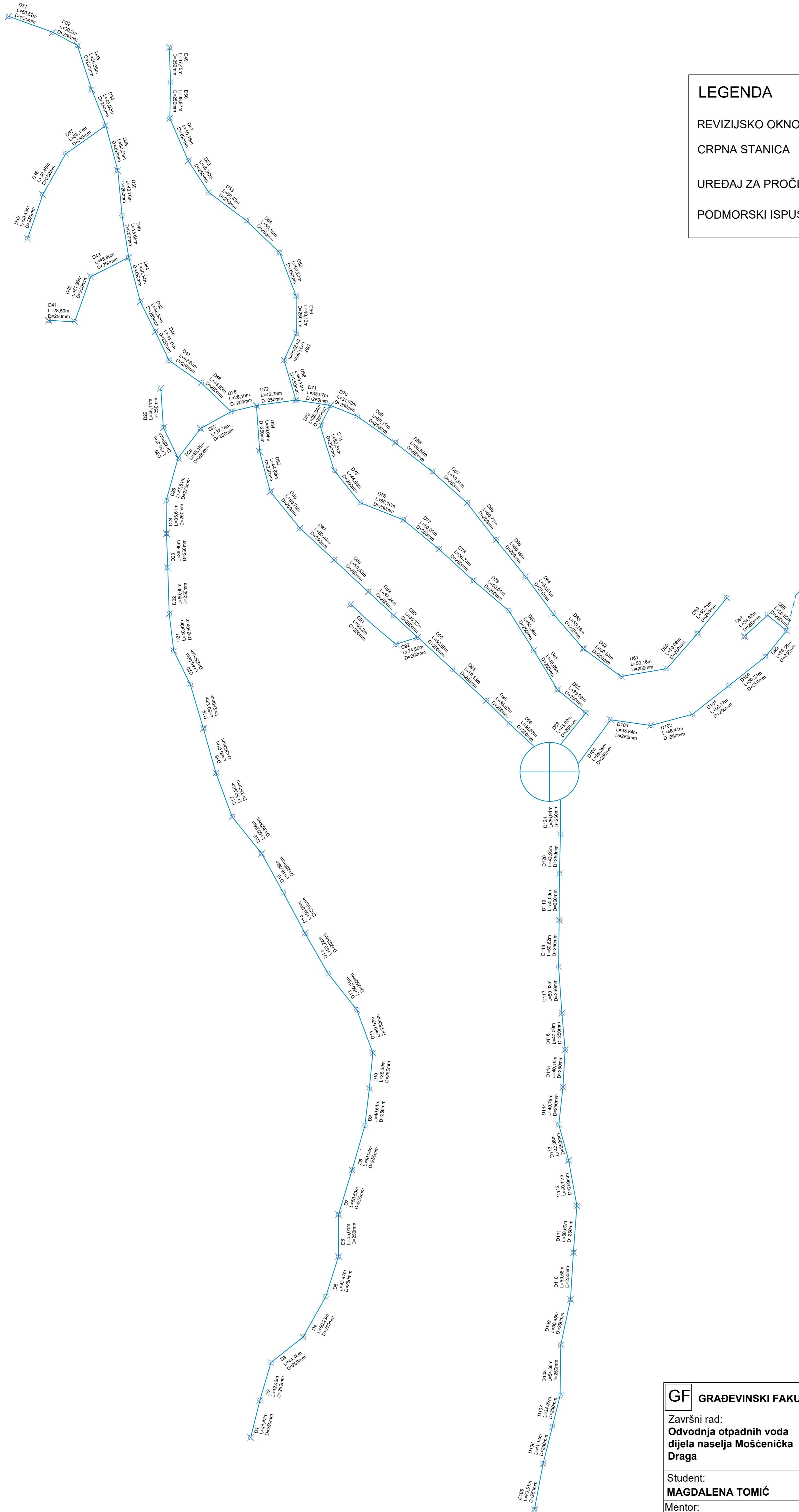


LEGENDA	
REVIZIJSKO OKNO	⊗
CRPNA STANICA	⊕
UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE	⊙
PODMORSKI ISPUST	●

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad: Odvodnja otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga		Sadržaj nacрта: PREGLEDNA SITUACIJA KOLEKTORA OTPADNIH VODA	
Student: MAGDALENA TOMIĆ		Kolegij: OSNOVE HIDROTEHNIKE	
Mentor: Prof. dr. sc. Barbara Karleuša	Datum: 12.09.2024.	Mjerilo: M1:2000	List: 1



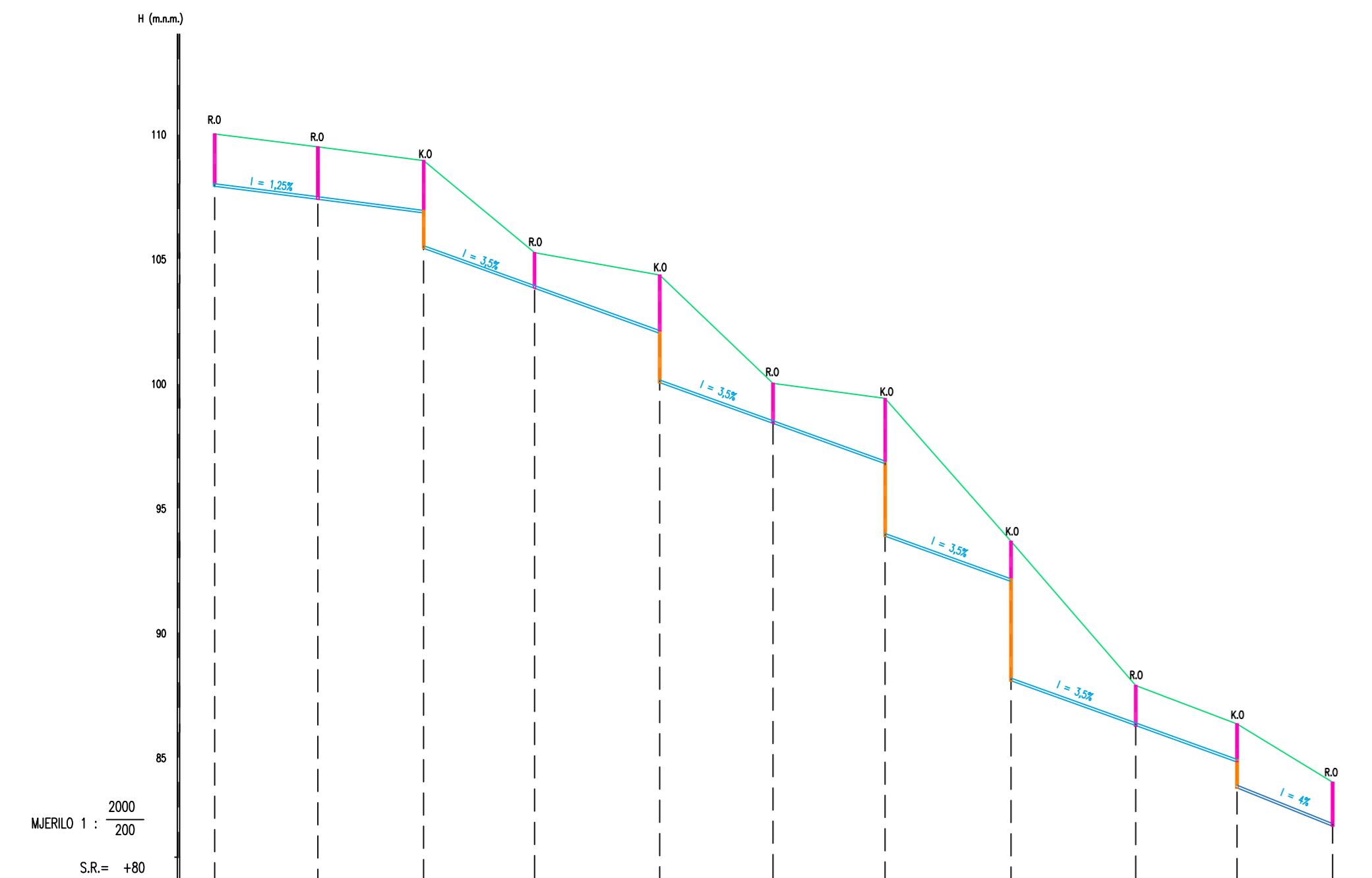
# SITUACIJA KOLEKTORA OTPADNIH VODA NASELJA MOŠĆENIČKA DRAGA M1:2000



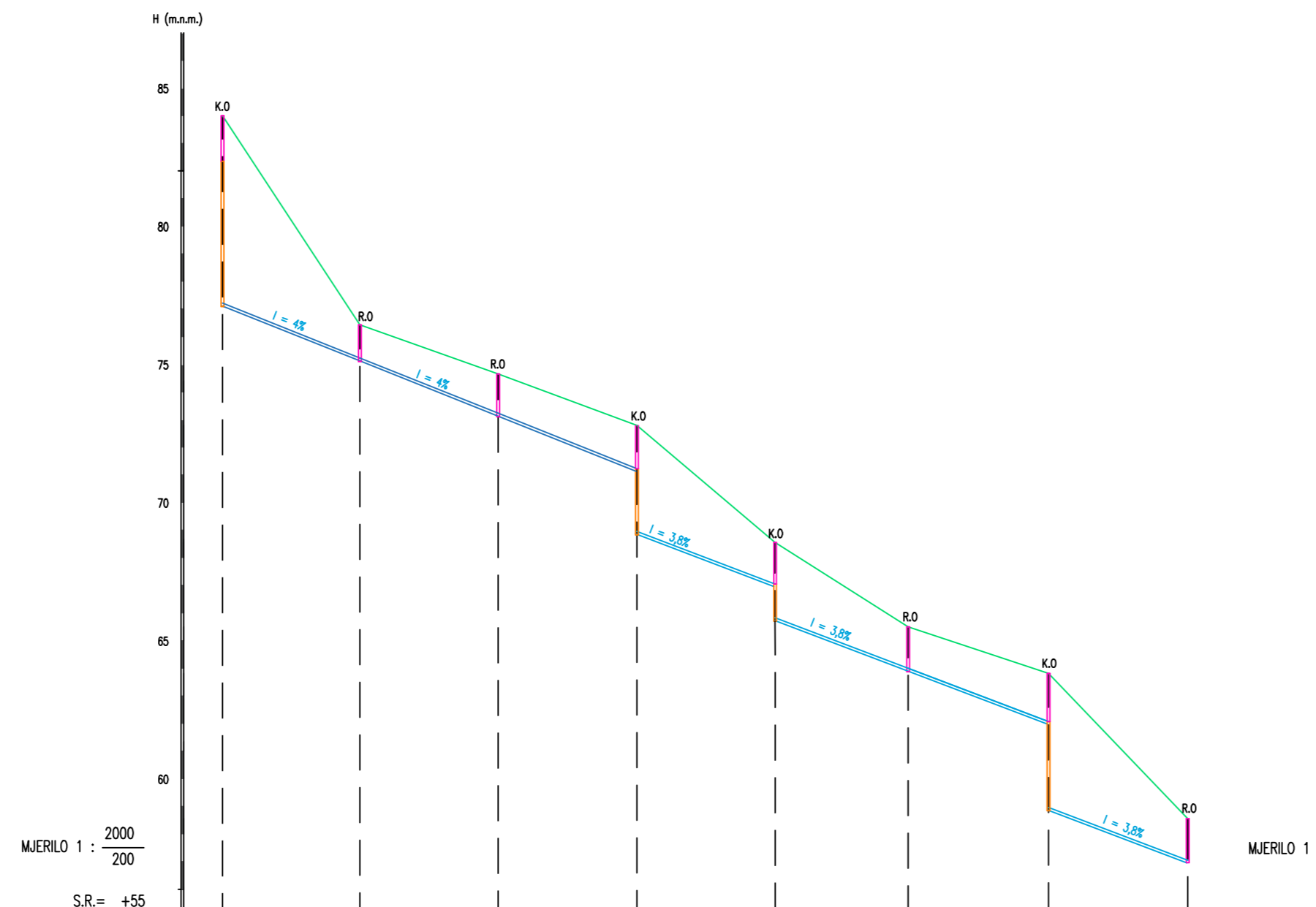
LEGENDA	
REVIZIJSKO OKNO	
CRPNA STANICA	
UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE	
PODMORSKI ISPUST	

<b>GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>			
Završni rad: <b>Odvodnja otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga</b>		Sadržaj nacrta: <b>SITUACIJA KOLEKTORA OTPADNIH VODA</b>	
Student: <b>MAGDALENA TOMIĆ</b>		Kolegij: <b>OSNOVE HIDROTEHNIKE</b>	
Mentor: <b>Prof. dr. sc. Barbara Karleuša</b>		Datum: 12.09.2024.	Mjerilo: M1:2000
			List: 1

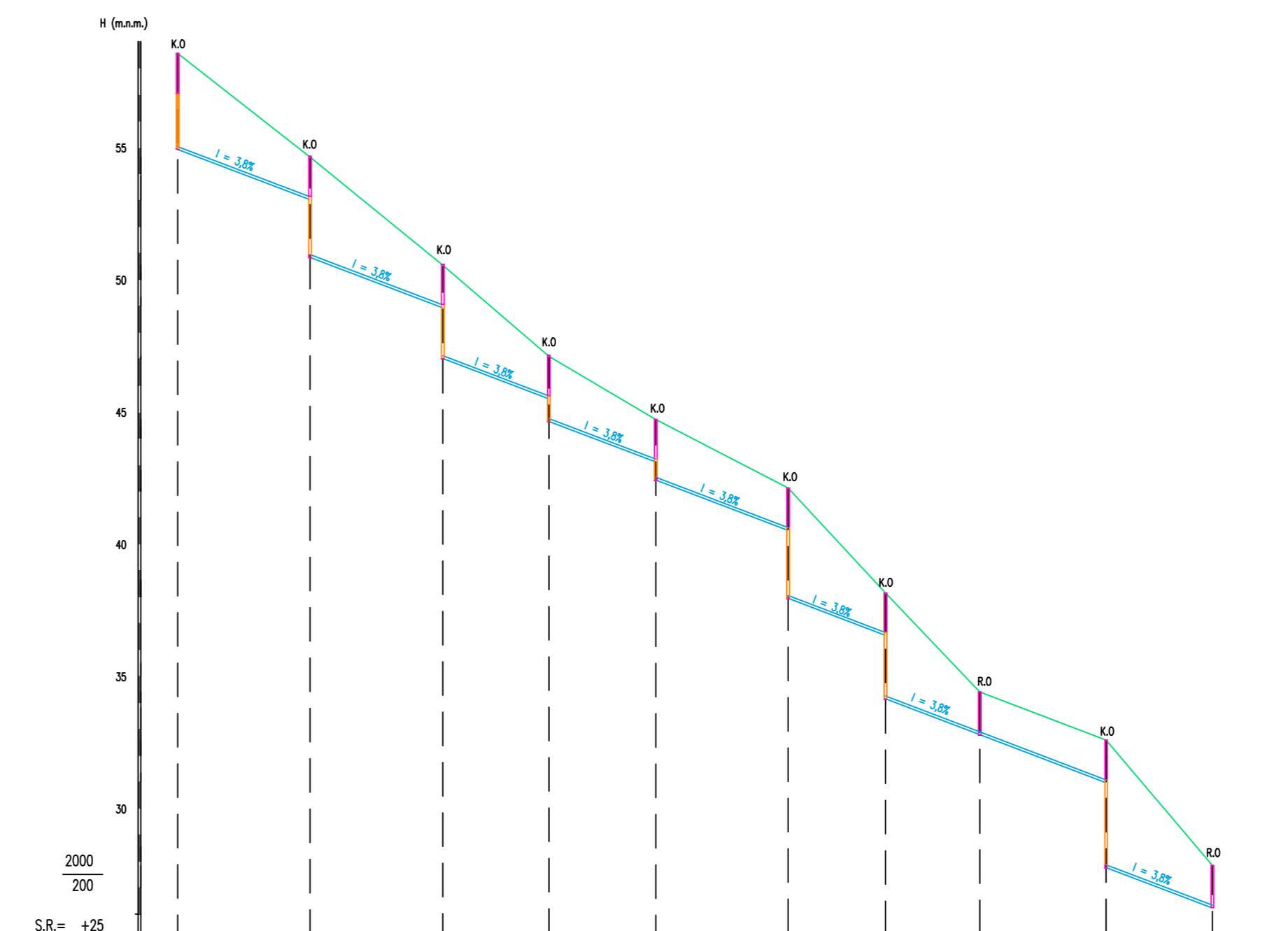
# UZDUŽNI PROFIL KOLEKTORA OTPADNIH VODA OD ČVORA C1 - C29



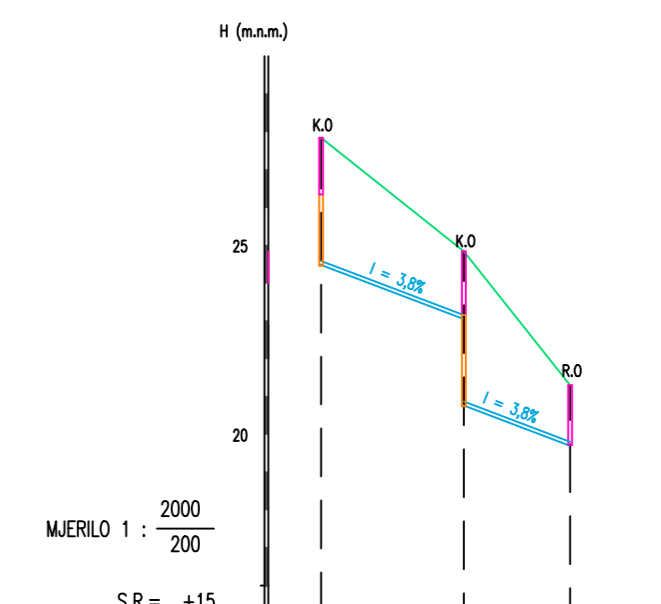
ČVOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
VISINA TERENA	110,00	109,46	108,93	105,24	104,34	100,00	99,40	93,66	87,88	86,34	84,02
VISINA NIVELETE	108,00	107,46	105,52	103,92	100,14	98,50	93,98	88,18	83,38	83,88	82,37
DUBINA NIVELETE	2,00	2,00	2,00/3,41	1,32	2,23/4,20	1,5	2,52/5,42	1,5/5,48	1,5	1,42/2,46	1,65
VISINA DNA ROVA	107,9	107,38	105,42	103,82	100,04	99,90	99,30	88,08	86,28	83,78	82,27
MATERIJAL I PROFIL CJEVI	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm
PAD I DUŽINA CJEVI	i=1,25% L=41,42m	i=1,25% L=42,46m	i=3,5% L=44,46m	i=3,5% L=50,23m	i=3,5% L=45,01m	i=3,5% L=50,23m	i=3,5% L=50,23m	i=3,5% L=50,4m	i=3,5% L=40,61m	i=4% L=38,39m	
STACIONAŽA	+0+00,00	+0+04,42	+0+08,84	+0+13,26	+0+17,67	+0+22,04	+0+26,05	+0+31,56	+0+36,02	+0+40,23	+0+44,88



ČVOR	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
VISINA TERENA	84,02	78,43	74,65	72,79	68,55	65,50	63,81	58,55
VISINA NIVELETE	77,24	75,23	73,23	68,96	65,83	64,00	58,96	57,05
DUBINA NIVELETE	1,65/6,78	1,2	1,42	1,57/3,83	1,5/2,72	1,5	1,74/4,85	1,5
VISINA DNA ROVA	77,14	75,13	73,13	68,86	65,73	63,90	58,86	56,95
MATERIJAL I PROFIL CJEVI	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm
PAD I DUŽINA CJEVI	i=4% L=49,69m	i=4% L=50,25m	i=4% L=50,22m	i=3,8% L=50,00m	i=3,8% L=48,09m	i=3,8% L=50,84m	i=3,8% L=50,35m	
STACIONAŽA	+0+46,82	+0+48,31	+0+49,38	+0+50,38	+0+52,10	+0+53,67	+0+55,15	+0+56,68



ČVOR	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27
VISINA TERENA	58,55	54,63	50,54	47,10	44,71	42,12	38,15	34,40	32,58	27,84
VISINA NIVELETE	55,03	50,95	47,12	44,74	42,52	38,05	34,25	32,90	27,87	26,34
DUBINA NIVELETE	1,5/3,52	1,5/3,68	1,5/3,42	1,5/2,36	1,5/2,19	1,5/4,07	1,5/3,90	1,5	1,5/4,71	1,5
VISINA DNA ROVA	54,93	50,85	47,02	44,64	42,42	37,95	34,15	32,8	27,77	26,24
MATERIJAL I PROFIL CJEVI	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm
PAD I DUŽINA CJEVI	i=3,8% L=50,01m	i=3,8% L=50,23m	i=3,8% L=40,28m	i=3,8% L=40,4m	i=3,8% L=50,05m	i=3,8% L=36,86m	i=3,8% L=35,61m	i=3,8% L=47,81m	i=3,8% L=40,15m	
STACIONAŽA	+0+57,18	+0+57,77	+0+58,10	+0+58,18	+0+58,38	+0+58,82	+0+59,08	+0+59,10	+0+59,11	+0+59,38



ČVOR	C27	C28	C29
VISINA TERENA	27,84	24,84	21,30
VISINA NIVELETE	24,56	20,87	19,80
DUBINA NIVELETE	1,5/3,26	1,69/3,97	1,5
VISINA DNA ROVA	24,58	20,77	19,70
MATERIJAL I PROFIL CJEVI	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm
PAD I DUŽINA CJEVI	i=3,8% L=37,4m	i=3,8% L=28,10m	
STACIONAŽA	+0+59,38	+0+59,08	+0+59,38

**GF** GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Završni rad:  
Odvodnja otpadnih voda  
dijela naselja  
Mošenička Draga

Student:  
**MAGDALENA TOMIĆ**

Mentor:  
Prof. dr. sc. Barbara Karleuša

Sadržaj nacrt:  
UZDUŽNI PROFIL  
KOLEKTORA OD ČVORA  
C1 - C29

Kolegij:  
OSNOVE HIDROTEHNIKE

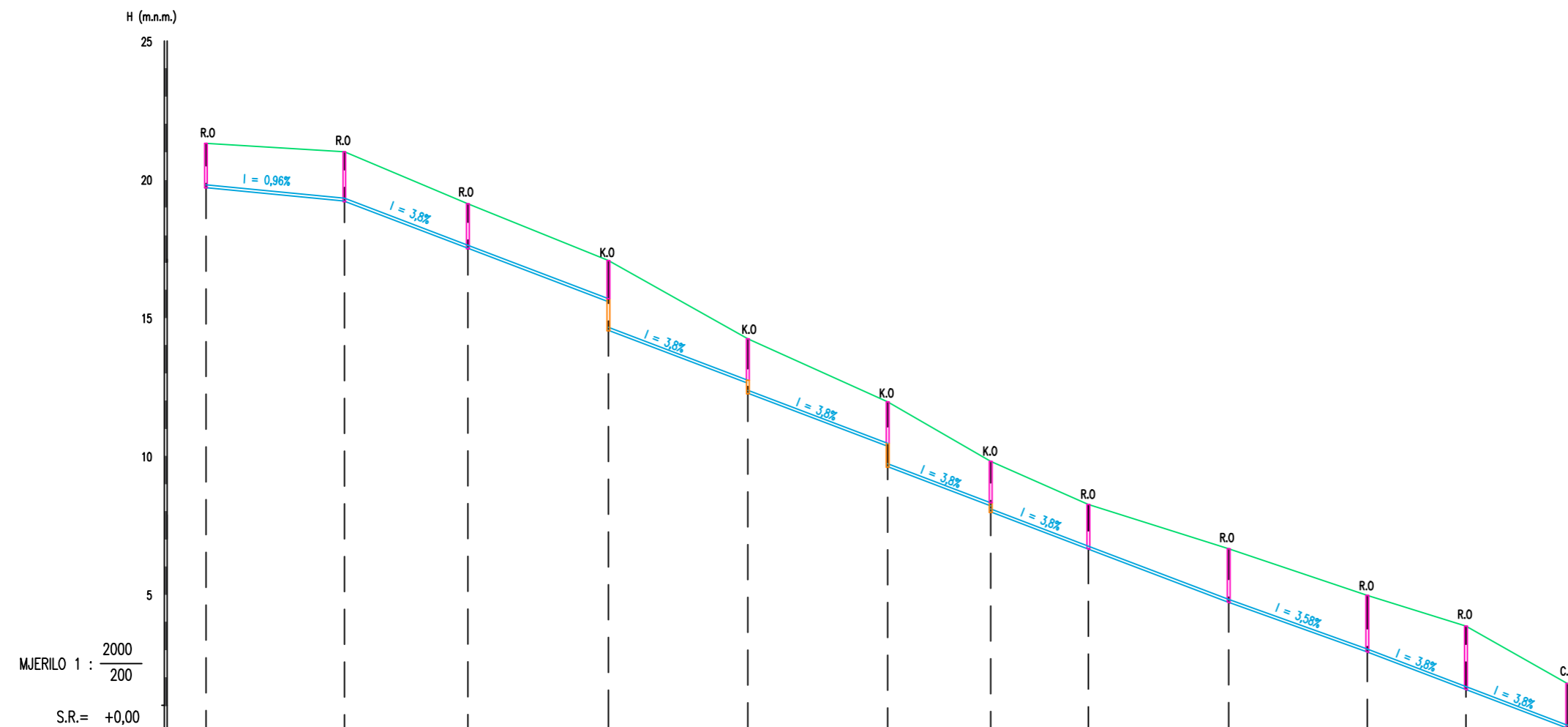
Datum:  
12.09.2024.

Mjerilo:  
M1:2000/200

List:3



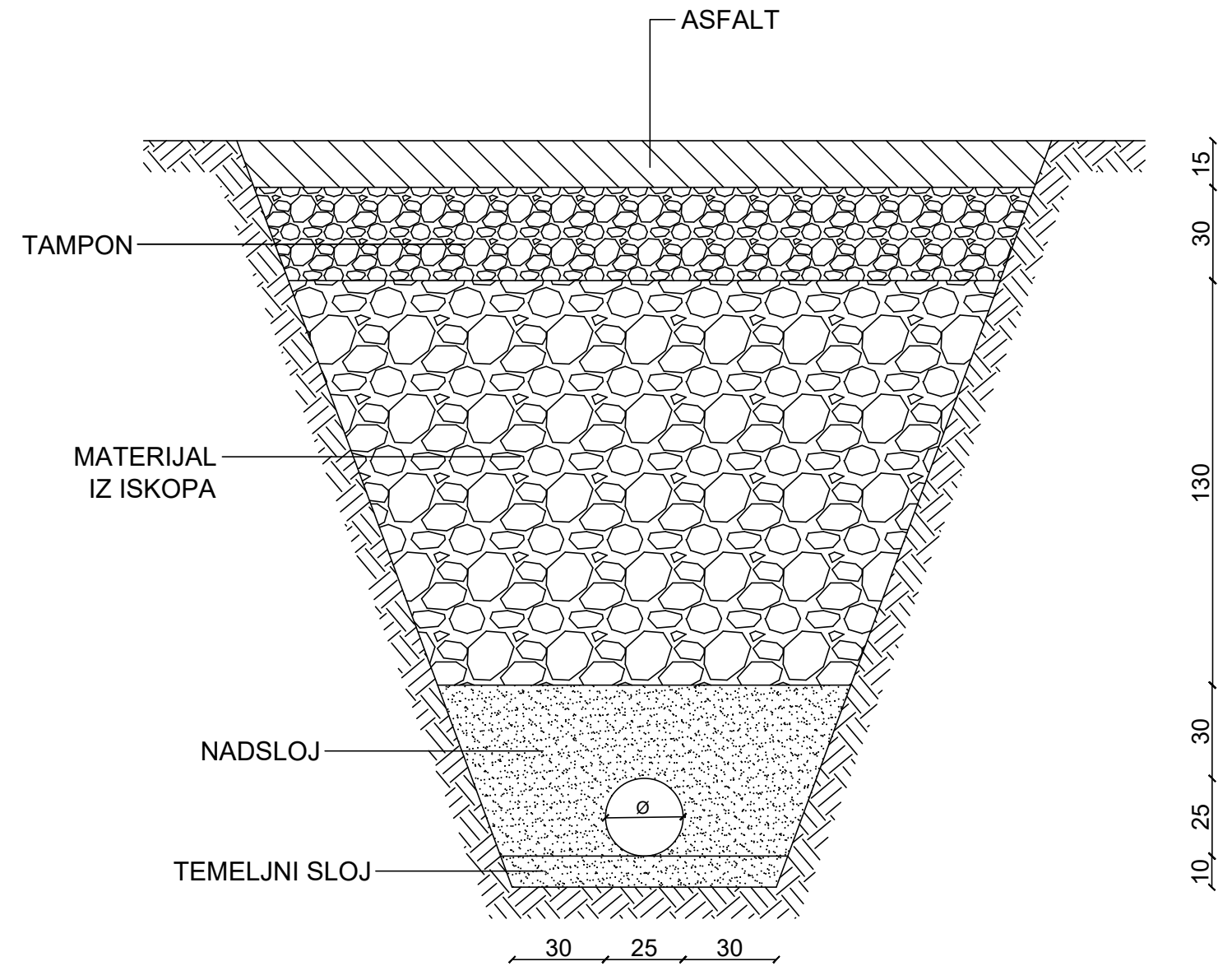
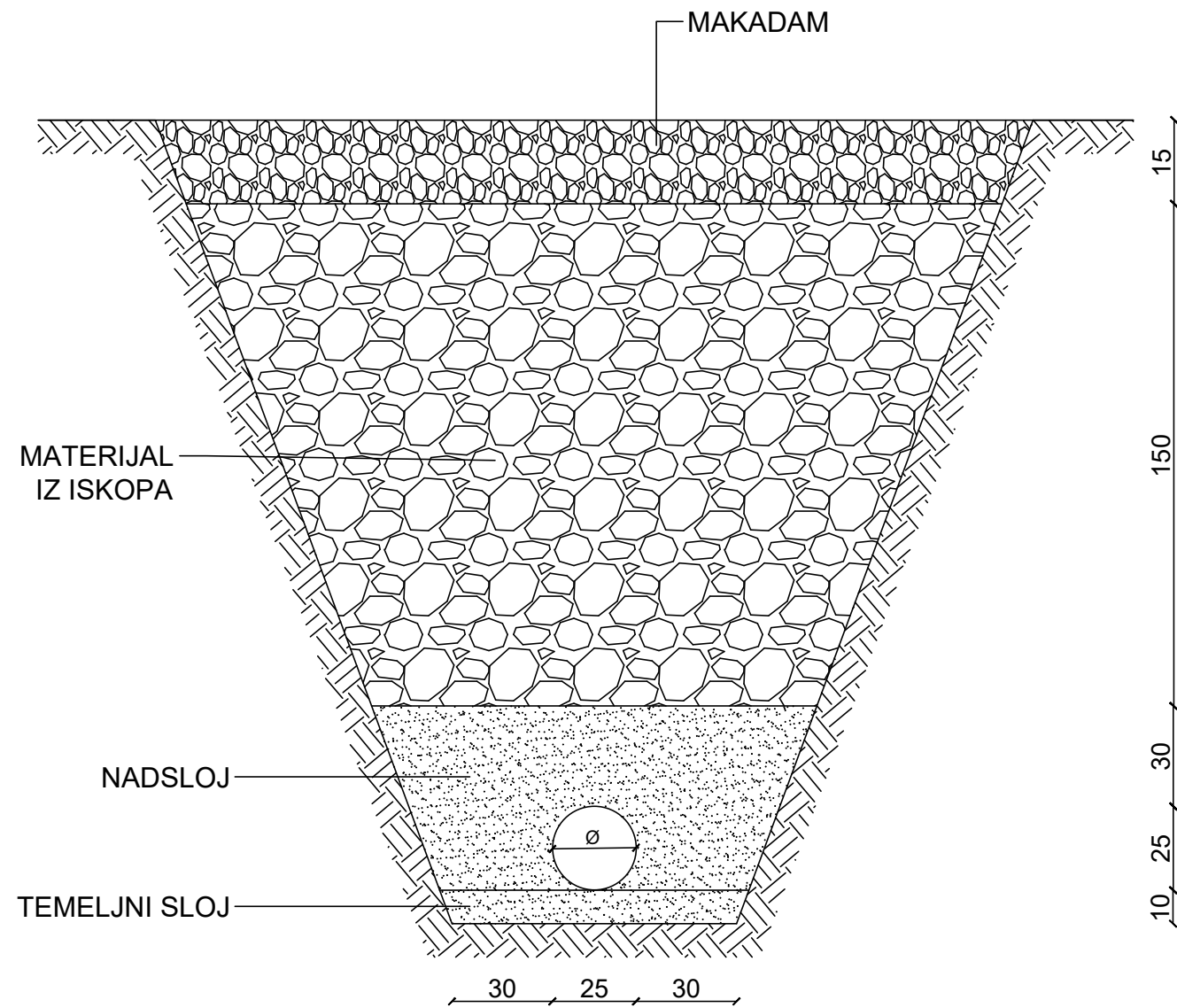
# UZDUŽNI PROFIL KOLEKTORA OTPADNIH VODA OD ČVORA C29 - CRPNE POSTAJE



ČVOR	C29	C84	C85	C86	C87	C88	C89	C90	C93	C94	C95	CS
VISINA TERENA	21,30	21,00	19,12	17,07	14,24	11,96	9,41	8,25	6,65	4,97	3,86	1,78
VISINA NIVELETE	19,80	19,32	17,62	14,66	12,38	9,72	7,69	6,75	4,82	3,03	1,67	0,28
DUBINA NIVELETE	1,5	1,68	1,5	1,38/2,41	1,5/1,86	1,5/2,24	1,5/1,72	1,5	1,83	1,94	2,19	1,5
VISINA DNA ROVA	19,70	19,22	17,52	14,56	12,28	9,62	7,59	6,65	4,72	2,93	1,57	0,18
MATERIJAL I PROFIL CIJEVI	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm	PVC 250 mm
PAD I DUŽINA CIJEVI	i=0,96% L=50,04m	i=3,8% L=44,69m	i=3,8% L=50,75m	i=3,8% L=50,44m	i=3,8% L=50,53m	i=3,8% L=37,24m	i=3,8% L=35,32m	i=3,8% L=50,68m	i=3,8% L=50,13m	i=3,8% L=35,67m	i=3,8% L=36,67m	
STACIONAŽA	-1+254,90	-1+309,54	-1+360,83	-1+400,38	-1+450,82	-1+501,35	-1+550,59	-1+603,91	-1+651,59	-1+694,72	-1+710,39	-1+717,06

<b>GF</b> GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad: <b>Odvodnja otpadnih voda dijela naselja Mošćenička Draga</b>		Sadržaj nacrt: <b>UZDUŽNI PROFIL KOLEKTORA OD ČVORA C29 - CS</b>	
Student: <b>MAGDALENA TOMIĆ</b>		Kolegij: <b>OSNOVE HIDROTEHNIKE</b>	
Mentor: <b>Prof. dr. sc. Barbara Karleuša</b>		Datum: 12.09.2024.	Mjerilo: M1:2000/200
			List:4

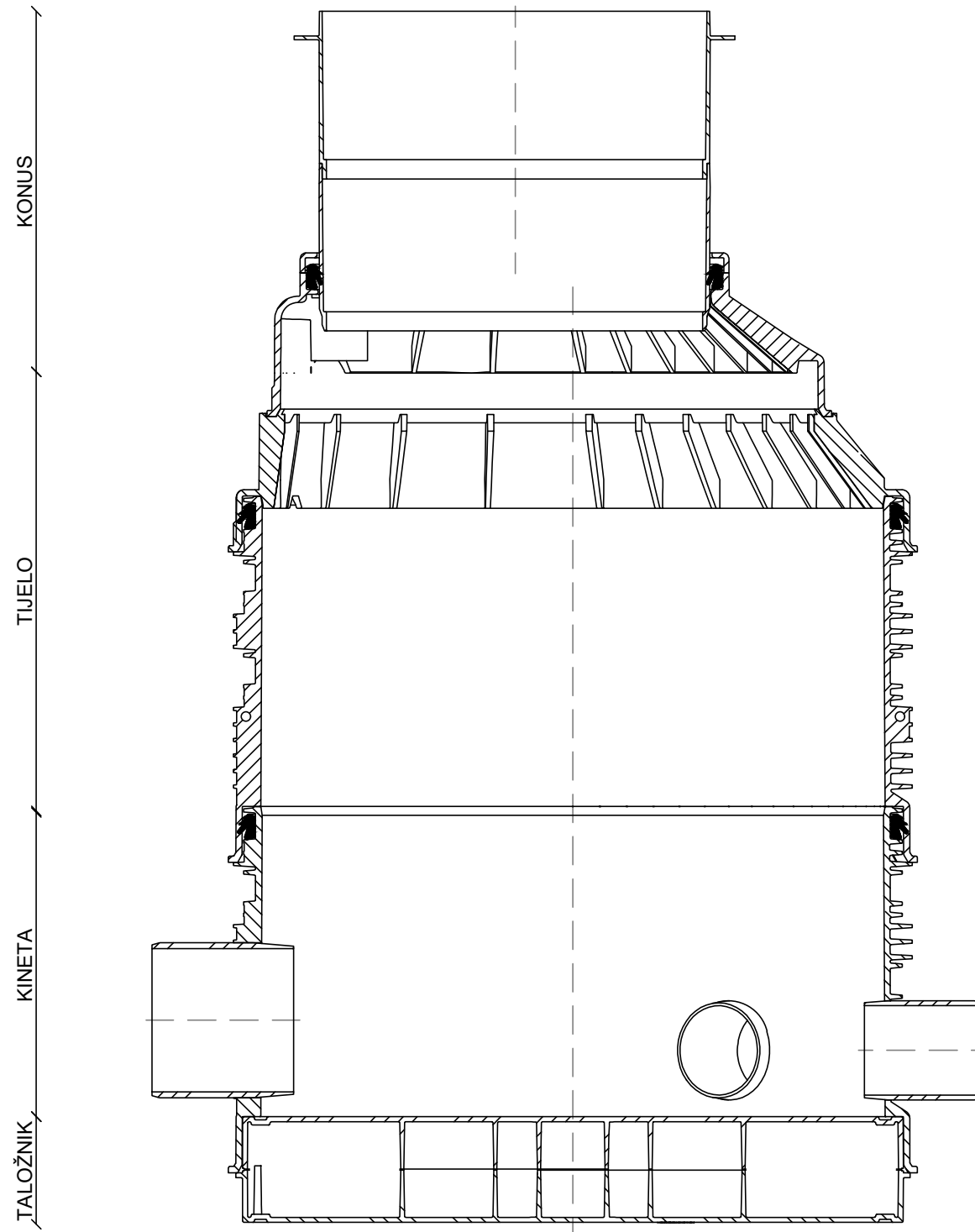
# POPREČNI PRESJEK ROVA KOLEKTORA M 1:20



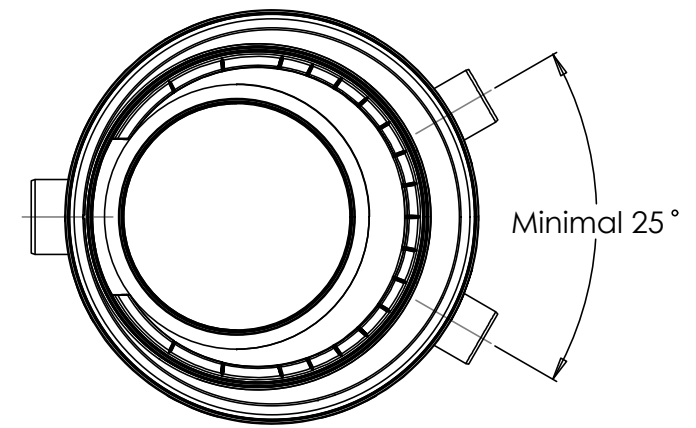
<b>GF</b> GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad: <b>Odvodnja sanitarnih otpadnih voda naselja Mošćenička Draga</b>		Sadržaj nacrt: <b>POPREČNI PRESJEK ROVA KOLEKTORA</b>	
Student: <b>MAGDALENA TOMIĆ</b>		Kolegij: <b>OSNOVE HIDROTEHNIKE</b>	
Mentor: <b>Prof. dr. sc. Barbara Karleuša</b>	Datum: 12.09.2024.	Mjerilo: M1:20	List: 5

# POLIPROPILENSKO REVIZIJSKO OKNO

PRESJEK A-A



TLOCRT



**GF** GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Završni rad:  
**Odvodnja sanitarnih  
otpadnih voda naselja  
Mošćenička Draga**

Sadržaj nacrt:  
**DETALJ REVIZIJSKOG  
OKNA**

Student:  
**MAGDALENA TOMIĆ**

Kolegij:  
**OSNOVE HIDROTEHNIKE**

Mentor:  
**Prof. dr. sc. Barbara Karleuša**

Datum:  
12.09.2024.

Mjerilo:  
M1:10

List:  
6