

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO, PROMETNO
INŽENIRSTVO IN ARHITEKTURO

Rok Petric

**REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA
TRANSPORTNEGA VODA VELENJE –
CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S
HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA
PROFILA**

Diplomsko delo

Maribor, julij 2016



Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in
arhitekturo

Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija

Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa

**REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA
VELENJE – CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO
PRETOČNEGA PROFILA**

Študent: Rok PETRIC

Študijski program: visokošolski, Gradbeništvo

Smer: Prometno-hidrotehnična

Mentor: viš. pred. Matjaž PERC NEKREP, univ. dipl. inž. grad.

Somentor: asist. Blanka GRAJFONER, univ. dipl. inž. grad., univ. dipl. prav.

Lektorica: Jasna Novak, univ. prof. slovenščine

Maribor, julij 2016



Univerza v Mariboru

Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo

Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija

Številka: 93648614 - DD
Maribor, 05.04.2016

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 44/2015) izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Rok Petric, študent(ka) visokošolskega strokovnega študijskega programa GRADBENIŠTVO, smer PROMETNO-HIDROTEHNIČNA SMER, se dovoljuje izdelati diplomsko delo.

MENTOR(ICA): viš. pred. Matjaž Nekrep Perc
SOMENTOR(ICA): asist. Blanka Grajfoner

Naslov diplomskega dela:

REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

THE RECONSTRUCTION OF THE SWAGE SYSTEM VELENJE - CENTRAL WASTEWATER TREATMENT PLANT WITH A HYDRAULIC ASSESSMENT OF THE CROSS PROFILE

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z "Navodili za izdelavo diplomskega dela" in ga oddati v treh izvodih ter en izvod elektronske verzije v referatu za študentske zadeve. Rok za zaključek študija je 30. 9. 2016.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.

DEKAN
red. prof. dr. Miroslav Premrov



Obvestiti:

- kandidata -ko,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti v arhiv



ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju viš. pred. Matjažu Perc Nekrepu za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem somentorici asist. Blanki Grajfoner. Hvala tudi Komunalnemu podjetju Velenje d.o.o. za same temelje, smernice in nasvete.

Z vso toplino se zahvaljujem materi Ljubici, ki mi je ves čas študija potrpežljivo stala ob strani in me spodbujala, sestri Andreji za vso pomoč. In naposled bratu Danielu, ki je ves čas študija skrbel za dodatno strokovno pomoč in me z nasveti bodril ter svetoval.

REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE – CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA

Ključne besede: gradbeništvo, kanalizacija, kanalizacijski sistemi, kanalizacijski transportni vod

UDK: 628.24(043.2).

Povzetek

Pri izdelavi tehnične dokumentacije je pomembno pravilno določiti smernice za načrtovanje projektantske rešitve. Kanalizacijski sistem mora biti projektiran tako, da se ob upoštevanju razpoložljivih prostorskih zmožnostih in zakonodaje načrtuje rešitev, ki bo omogočala hitro izvedbo za učinkovito delovanje in bo ekonomsko vzdržna.

V diplomskem delu smo prikazali osnovne podatke ter smernice za pripravo tehnične rešitve in izdelavo projektne dokumentacije sanacije dela mešanega sistema kanalizacije v Mestni občini Velenje.

THE RECONSTRUCTION OF THE SEWAGE SYSTEM VELENJE CENTRAL WASTEWATER TREATMENT PLANT WITH HYDRAULIC ASSESSMENT OF THE CROSS PROFILE

Key words: civil engineering, drainage, sewerage systems, sewage transmission line

UDK: 628.24(043.2).

Abstract

When we are creating project documentation it is important to correctly identify the guidelines for the engineering solutions. When we are planning solution of sewerage system we must consider space ability where we intend to build, legislation, the rapid implementation of effective functioning the system and economic aspect.

This thesis shows basic data and guidelines for the preparation of technical solutions for mixed sewage system in the city Velenje.

VSEBINA

1	UVOD	1
1.1	Opis področja	1
1.2	Struktura dela	1
1.3	Predpostavke in omejitve	2
2	SPLOŠNO O KANALIZACIJI.....	3
2.1	Pomen kanalizacije	3
2.2	Vrste kanalizacijskih voda	3
2.3	Kanalizacijski sistemi	5
2.4	Kanalizacijska omrežja	9
3	KANALIZACIJSKI ELEMENTI.....	10
3.1	Kanalske cevi	10
3.2	Revizijski jaški.....	16
3.3	Cestni požiralniki	17
3.4	Črpališča.....	18
3.5	Razbremenilniki	19
4	OBNOVA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA	20
4.1	Kanalizacijsko omrežje Šaleške doline.....	20
4.2	Uvod in cilj projekta	22
4.3	Opis problematike	23
4.4	Trasa kanalizacijskega cevovoda in priključnih kanalov	24
4.5	Financiranje.....	27
5	PODAJANJE SMERNIC PROJEKTIRANJA Z REŠITVIJO	28
5.1	Odgovorni projektant	28
5.2	Projektna dokumentacija	29
5.3	Pravna ureditev	30
5.4	Načrtovanje projektantske rešitve	33
5.4.1	Predviden sistem odvajanja odpadne vode, trasa in niveleta	33
5.4.2	Primerjava armiranobetonskih cevi s cevmi iz poliestra.....	34
5.4.3	Hidravlična presoja cevnega pretočnega profila	43
5.5	Orodja pri izdelavi projekta	51

6	IZGRADNJA S TEHNIČNIMI ELEMENTI.....	53
6.1	Splošne zahteve.....	53
6.2	Izkop gradbenega jarka	54
6.3	Polaganje cevi in materiali za območje cevovoda	56
6.4	Cevni material	58
6.5	Revizijski jaški.....	59
6.6	Križanja projektiranega dela kanalizacije s podzemnimi vodi, napravami in objekti.....	59
6.7	Zasip gradbenega jarka	62
6.8	Tesnost cevovoda in jaškov	64
6.9	Kontrola skladnosti in prevzem	64
7	SKLEP.....	65
8	VIRI IN LITERATURA	67
9	PRILOGE.....	70
9.1	Seznam slik	70
9.2	Seznam tabel	71
9.3	Grafične priloge	71
9.4	Naslov študenta	72
9.5	Kratek življenjepis	72

UPORABLJENE KRATICE

CČN	–	centralna čistilna naprava
PVC	–	polivinilklorid
PE	–	polietilen
PP	–	polipropilen
DN	–	notranji premer cevi
k. o.	–	katastrska občina
DARS	–	Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji
ELES	–	Sistemiški operater prenosnega elektroenergetskega omrežja
PUP	–	Prostorski ureditveni pogoji
IZS	–	Inženirska zbornica Slovenije
IDZ	–	idejna zasnova
IDP	–	idejni projekt
PGD	–	projekt za gradbeno dovoljenje
PZI	–	projekt za izvedbo
PID	–	projekt izvedenih del
d.o.o.	–	družba z omejeno odgovornostjo
SN	–	nazivna togost
SIST	–	Slovenski inštitut za standardizacijo
TK	–	telekomunikacije
VN	–	visokonapetostni
DRSV	–	Direkcija Republike Slovenije za vode

1 UVOD

1.1 Opis področja

Pri izdelavi projektne dokumentacije je pomembno pravilno določiti smernice za načrtovanje projektantske rešitve. V želji po zagotovitvi hitrega postopka izgradnje oziroma obnove dela kanalizacijskega voda za nadaljnjo učinkovito nemoteno delovanje kanalizacijskega sistema ga moramo ustrezno dimenzionirati in definirati tehnologijo izgradnje.

Na trgu se čedalje pogosteje pojavljajo novi načini izgradnje kanalizacijskih sistemov in razvija proizvodnja kanalizacijskih elementov, vendar je velika odgovornost projektanta, da načrtuje rešitev, ki je ekonomsko upravičena in zagotavlja nemoteno ter hidravlično ustrezno odvajanje komunalne in padavinske odpadne vode v času amortizacije sistema.

Namen diplomskega dela je predstaviti obnovo dela kanalizacijskega mešanega transportnega voda v Velenju, s hidravlično presojo upravičiti obstoječe dimenzije cevovoda in določiti vrsto materiala cevi ter predvideti traso novega kanala, s ciljem optimalnega odtoka odpadne vode proti centralni čistilni napravi.

1.2 Struktura dela

V uvodnem delu bomo usmerjeni bolj teoretično, saj nas zanima osnovna teorija, potrebna za lažje razumevanje vsebine diplomskega dela. Predstavili bomo splošni pomen kanalizacije in kanalizacijskih elementov ter hkrati prikazali razvoj kanalizacijskega omrežja Šaleške doline.

Skozi dejansko izdelavo projekta rekonstrukcije kanalizacijskega transportnega voda v Velenju bomo praktično predpostavili pomembnost pristopa pri načrtovanju projektantske

rešitve in izdelavi projektne dokumentacije za učinkovito odvajanje komunalne in padavinske vode kanalizacijskega sistema.

1.3 Predpostavke in omejitve

Za izdelavo projekta rekonstrukcije kanalizacijskega transportnega voda Velenje–Centralna čistilna naprava je potrebno preučiti obstoječo dokumentacijo, zakonodajo in projektne pogoje:

- veljavne zakone in tehnične predpise,
- geodetski načrt,
- podlage obstoječih komunalnih vodov,
- veljavne prostorske akte,
- dokumentacijo o lokaciji objekta,
- lokacijske možnosti grajenja.

Po opravljenih proučitvah zgoraj naštetih podatkov bomo izdelali projekt rekonstrukcije kanalizacijskega transportnega voda Velenje–Centralna čistilna naprava, v katerem bomo opisali obstoječe stanje in namen projekta, izdelali tehnične načrte ter predvideli izgradnjo s tehničnimi elementi. Omejitve, ki jih pričakujemo pri izdelavi diplomskega dela, so dostopnost do projektnih pogojev in izdaje soglasij na projektne rešitve posameznih upravljavcev obstoječe komunalne infrastrukture.

2 SPLOŠNO O KANALIZACIJI

2.1 Pomen kanalizacije

Kanalizacija je sistem za organizirano zbiranje in odstranjevanje odpadnih vod, ki poteka od mesta nastanka odpadnih vod do čistilnih naprav.

Potrebo po zaščiti javnega zdravja, preprečitvi nastajanju in širjenju bolezni ter preprečitvi onesnaževanju podzemnih in nadzemnih voda, je človeštvo začutilo že pred tisočletji, ko so začela nastajati prva gostejša naselja. Tako so začela nastajati prva urejena stranišča in kanali odprtega tipa, po katerih je odtekala potočna voda in odnašala odpadke iz naselja. Skozi zgodovino od antičnih kanalizacijskih sistemov do danes je kanalizacija napredovala v vseh pogledih, vendar se še vedno soočamo z onesnaženostjo voda, katera je dandanes velik vzrok za pomanjkanje pitne vode. Onesnažena voda se čedalje bolj vrača v naravo in škoduje naravnemu ekosistemu, zato moramo stremeti k gradnji kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav tako, da dosežemo čim večji učinek pri zaščiti okolja. [24]

2.2 Vrste kanalizacijskih voda

V kanalizacijo odtekajo različne odpadne vode iz stanovanjskih objektov, upravnih objektov, odpadne vode iz komunalnih dejavnosti in padavinske (meteorne) vode ter voda iz podtalnice, izvirov in drenaž. Vse te vode imenujemo kanalizacijske in jih med seboj razlikujemo po onesnaženosti, količini in spreminjanju velikosti odtoka. Kanalizacijske vode delimo na:

- odpadne vode,
- tuje vode,
- padavinske (meteorne) vode. [24]

Odpadne vode

Vso onesnaženo vodo, ki odteka iz stranišč, kadi, kuhinj, umivalnikov ali so ustvarjene iz stanovanjskih, poslovnih in industrijskih obratov štejemo med odpadne vode, ki jih imenujemo tudi odplake. Ne glede na izvor so vse odpadne vode onesnažene, v njih so raztopljene organske in anorganske snovi, maščobe, neraztopljeni trdni delci ter mikroorganizmi. Med seboj se močno razlikujejo po sestavi, vrsti in stopnji onesnaženosti. [24]

- hišne odpadne vode

To so vode, ki odtekajo v kanalizacijo v stanovanjskih naseljih, šolah, gostinstvih, uradih, bolnicah itd. in nastajajo ob pripravi hrane, umivanju, tuširanju, pranju in čiščenju. Te vode, ki so malo onesnažene in hitro razgradljive, se med seboj razlikujejo predvsem po koncentraciji. Njihova količina v kanalizaciji se relativno malo spreminja, večje razlike so le med dnevom in nočjo. [24]

- industrijske ali tehnološke odpadne vode

Te odpadne vode v kanalizacijo spuščamo iz vseh industrijskih obratov in obrtnih delavnic, kot tudi vodo iz sanitarnih prostorov, ki so posledica tehnološkega postopka pri pridobivanju surovin ali izdelavi izdelkov. Industrijska proizvodnja je pogosto največji onesnaževalec, saj v kanalizacijo spušča snovi, ki jih čistilne naprave ne morejo razgraditi. Onesnaženost voda je odvisna od vrste industrije, uporabljenih surovin in delovnih postopkov. [24]

- kmetijske odpadne vode

Te odpadne vode običajno niso onesnažene s kemikalijami, ampak je previsoka njihova stopnja koncentracije. Sem spadajo vsi odtoki iz kmetijske in živilarske proizvodnje. [24]

- komunalne odpadne vode

Sem prištevamo vso odpadno vodo zaradi čiščenja ulic, trgov in kanalov. [24]

Onesnaženost odpadne vode se nadzoruje s preverjanjem njenih fizikalnih (temperaturo, barvo, ...), kemijskih (količino elementov v vodi, ...) in bakterioloških (število klic in koliformnih bakterij v vodi) parametrov. Prav tako je prepovedano v kanalizacijo spuščanje strupene snovi, radioaktivne snovi in vročo vodo. Najmanjša predpisana hitrost odpadnih voda zaradi razjedanja cevi ne sme biti manjša od 0,4 m/s. [24]

Tuje vode

Vsa voda, ki nekontrolirano vdira v kanalizacijo zaradi slabe tesnitve označujemo kot tuja voda. To je lahko voda iz izvirov, potokov ali pa podtalnica. Pomembno je poskrbeti za vodotesnost kanalizacijskega omrežja, saj le tako preprečimo vdor nezaželene tuje vode, ki je za sistem lahko moteča. [24]

Padavinske (meteorne) vode

V to skupino voda prištevamo tiste padavine, ki odteka v kanalizacijo s streh, prometnih in drugih urejenih (kanaliziranih) javnih površin. Količina padavinskih voda v kanalizaciji se lahko hitro in veliko spremeni. Ob suhem vremenu jih v kanalizaciji ni, v primeru dežja ob nalivih pa količina padavinskih voda naraste tudi tako, da je do 100-krat več od količine odpadnih voda. [24]

2.3 Kanalizacijski sistemi

Kanalizacijski sistemi so namenjeni zdravstvenemu varstvu, poplavni varnosti in zaščiti hidrosfere. Kanalizacijski sistem sestavljajo cevovodi različnih dimenzij in množica tehnoloških objektov, kot so črpališča, razbremenilniki, revizijski jaški, lovilci olj, zadrževalni bazeni, združiteni objekti, peskolovi ter čistilne naprave. Osnovni kanalizacijski sistemi delujejo na principu prostega padca, takšno kanalizacijo imenujemo tudi gravitacijska, kar pomeni, da za odvajanje odplak izkoriščamo silo teže, saj teče voda navzdol. Na mestih, kjer se srečujemo z večjimi naravnimi ovirami, ob prečkanju vodotokov in velikih ravninah, ko princip prostega padca ni mogoč, pa odpadno vodo s pomočjo črpalk prečrpavamo v više ležeče glavne zbiralnice oziroma čistilne naprave. [12]

Za odvajanje različnih odpadnih voda kanalizacijske sisteme ločujemo:

- mešan kanalizacijski sistem,
- ločen kanalizacijski sistem,
- modificirani mešani sistem,
- modificirani ločeni sistem.

Mešani kanalizacijski sistem

Pri mešanem kanalizacijskem sistemu (*Slika 2.1*) vse odpadne vode, tujo in padavinsko (meteorno) vodo odvajamo v skupno kanalizacijsko cev. V manjših naseljih v dneh brez padavin se po kanalih v teh sistemih pretaka samo odpadna voda, napolnijo se le ob nalivih ob dotoku padavinske vode. [24]

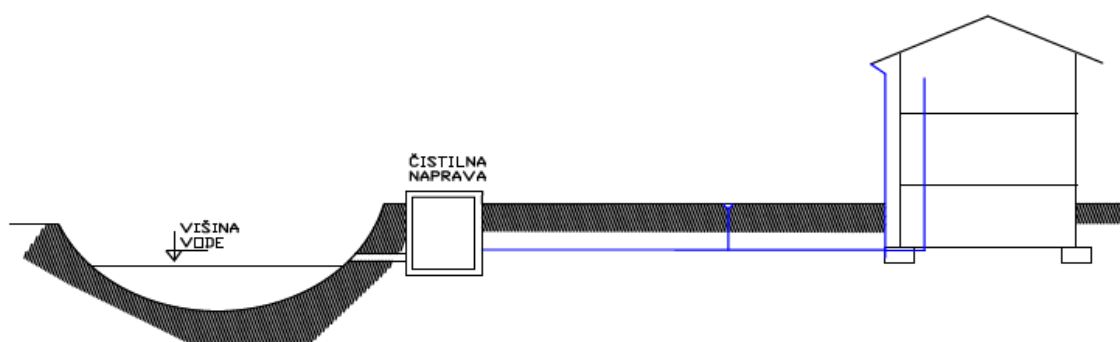
Ker bi lahko večji padavinski odtoki, ki so tudi nekaj stokrat večji od sušnega pretoka, zahtevali ogromne premere cevi, se morajo zaradi omejenih zmožnosti čistilnih naprav in na podlagi tehničnih ter gospodarsko-ekonomskih zahtev glede omejitve premerov cevi, na določenih mestih namestiti zadrževalne naprave in razbremenilniki. Odtoke zunanjih vplivnih območij, drenaže, potoke in izvire je prepovedano priključevati na mešan sistem. [23]

Prednosti mešanega sistema kanalizacije so:

- enostavna zasnova in izdelava,
- pregledna izvedba in majhna poraba prostora,
- nižja cena kot pri ločenem sistemu,
- pri mešanem sistemu so nemogoči napačni priključki,
- pri pogostih slabotnih padavinah se izprana onesnaženost iz utrjenih površin odvede v čistilno napravo, kar ne obremenjuje vodotokov. [23]

Pomanjkljivosti mešanega sistema kanalizacije so:

- nevarnost izliva kanalizacijske vode v kletih ob nalivih,
- premajhna hitrost vode v kanalih, ko ni padavinskega odtoka (usedanje blata),
- slabše delovanje čistilnih naprav zaradi različne razredčenosti odpadnih voda (potrebno jih je močnejše dimenzionirati),
- črpališča morajo biti dimenzionirana za velike količine padavinske vode, kar pomeni dražja črpališča. [24]



Slika 2.1: Mešani kanalizacijski sistem [16]

Ločeni kanalizacijski sistem

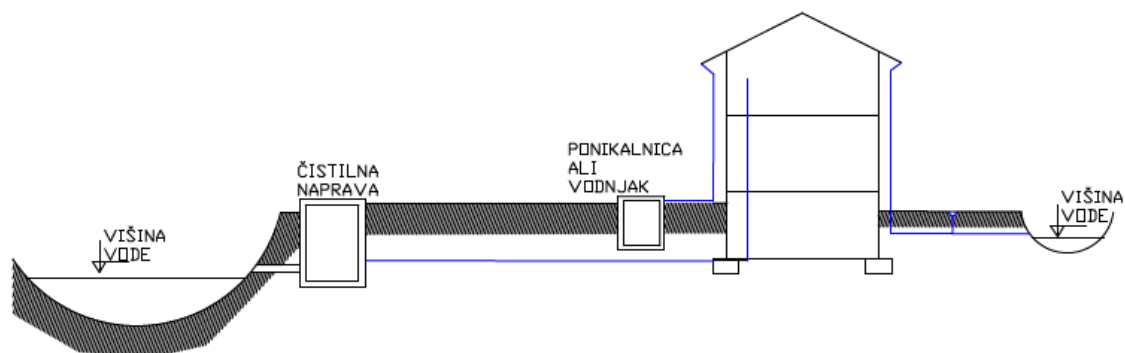
O ločenem kanalizacijskem sistemu (Slika 2.2) govorimo takrat, kadar padavinske in odpadne vode odvajamo po dveh medsebojno ločenih kanalizacijskih cevni sistemih. Neočiščeno padavinsko vodo odvajamo s pomočjo meteorne kanalizacije po najkrajši poti v vodotoke, hišne odplake pa s pomočjo sušnih kanalov v čistilno napravo. Vse pogosteje pa se tudi v ločenem sistemu zahteva delno čiščenje padavinskih voda, predvsem zaradi prometnih površin, po katerih padavinske vode postanejo precej onesnažene. Bistveno pri ločenem kanalizacijskem sistemu je dosledno ločevanje sušnih in meteornih odtokov kar zahteva izredno strog gradbeni nadzor izvedbe vsakega hišnega priključka. Odtoke hišnih odplak priključujemo na globlje ležeče sušne kanale, padavinske pa na plitvo ležeči meteorni kanal. Sušni kanali so v primerjavi z meteornimi manjših profilov, saj v njih ni deževnice, odpadne vode, ki jo odvajajo, pa je mnogo manj. [23]

Prednosti ločenega sistema kanalizacije so:

- odplake se ne razbremenjujejo in ostanejo v veliki meri koncentrirane,
- preprečimo odvod čistih padavinskih vod preko čistilne naprave,
- velikost črpališč in tlačnih vodov je odvisna od sušnega odtoka,
- zaradi manjših premerov cevi sušnih kanalov je globina vode višje, zato sta večji hitrost in vlečna sila, kar pomeni, da je odlaganje usedlin manjše,
- pri pravilnem dimenzioniranju ter izvedbi je praviloma izključena nevarnost poplavljanja kletnih prostorov,
- čistimo le neznamen del padavinskega odtoka. [23]

Slabosti ločenega sistema kanalizacije so:

- večji investicijski stroški,
- dražje vzdrževanje dvojnih kanalskih cevi,
- večja zapletenost in nepreglednost sistema (možnost napačnih priključkov). [24]



Slika 2.2: Ločeni kanalizacijski sistem [16]

Modificiran mešan sistem

Pri tem sistemu vse odplake in onesnaženi padavinski odtok odvajamo na čistilno napravo v mešanem kanalu. Manj onesnažene padavinske odtoke neposredno površinsko uvajamo v vodotoke ali pa jih na mestu nastanka ponikamo. Ta sistem združuje bistvene prednosti mešanega in ločenega sistema in je pri nas, predvsem v mestih, najbolj uporabljen. [23]

Modificiran ločen sistem

Je sistem, pri katerem vse odplake odvajamo v sušnem kanalu v čistilno napravo, onesnažene padavinske vode pa v meteornem kanalu do naprav za čiščenje deževnic, nakar jih očiščene izpuščamo v vodotoke. Na mestu samem ponikamo le manj onesnaženo padavinsko vodo s streh, ki pa jo lahko tudi direktno površinsko odvajamo v vodotoke. [23]

Pri zasnovi kanalizacijskega sistema smo vezani na obstoječe stanje in dolgoročnem urbanističnem načrtovanju posameznega naselja. Odvisni smo od konfiguracije oziroma nagnjenosti terena, geomehanskih lastnosti tal, višine podtalnice, lege odvodnika (njegovih ekstremnih pretokov) ter zahtevane stopnje zaščite le-tega. Zelo pomembno je tudi, da izhajamo s stališča, da mora sistem funkcionalno ustrezati, da je nanj mogoč priključek, da je predvidena možnost širjenja sistema z rastjo naselja in da je zagotovljena varnost in zanesljivost obratovanja sistema. [13]

2.4 Kanalizacijska omrežja

Primarno kanalizacijsko omrežje

Primarno kanalizacijsko omrežje javne kanalizacije so kanali ter z njimi povezani tehnološki sklopi (npr. črpališča in druge naprave za prečrpavanje odpadnih voda v takšnih kanalih oziroma vodih), ki so namenjeni odvajanju komunalne odpadne in padavinske vode iz dveh ali več sekundarnih kanalizacijskih omrežij na posameznih območjih naselja, lahko pa tudi za odvajanje industrijske odpadne vode iz ene ali več naprav, ki so na območju takega naselja in ki se zaključujejo v komunalni ali skupni čistilni napravi. [21]

Sekundarno kanalizacijsko omrežje

Sekundarno kanalizacijsko omrežje javne kanalizacije je sistem kanalov in jarkov ter z njimi povezanih tehnoloških sklopov (npr. peskolovi, lovilci olj in maščob, črpališča za prečrpavanje odpadne vode in podobno), ki so namenjeni odvajanju komunalne odpadne in padavinske vode v naselju ali njegovem delu. Sekundarno omrežje se zaključi v mali komunalni čistilni napravi ali z navezavo na primarno kanalizacijsko omrežje. [21]

3 KANALIZACIJSKI ELEMENTI

Kanalizacijski sistem je sestavljen iz kanalskih cevi in iz več specifičnih objektov. Slednji so namenjeni zagotovitvi pravilnega delovanja, čiščenja in vzdrževanja javnega kanalizacijskega omrežja.

3.1 Kanalske cevi

Za gradnjo novih odsekov in obnovo obstoječih kanalov uporabljamo cevi iz polivinilklorida (PVC), polietilena (PE, tudi PE-HD), polipropilena (PP), poliestra, nodularne litine, betona in keramike. Cevi so večinoma okrogle oblike, na eni strani imajo za stikovanje obojko, druga stran je ravna z utorom. Poznamo tudi druge oblike (jajčasta, podkvasta z muldo za sušni odtok), ki so zaradi ugodnejšega hidravličnega radija pri majhnih odtokih boljša izbira, toda njihova izdelava je zahtevnejša, tesnjenje pa slabše. [24]

Osnovne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati kanalske cevi:

- vodotesnost,
- mehanska trdnost,
- odpornost proti kemijskim in drugim vplivom,
- trajnost (vsaj 50 let),
- enostavno stikovanje,
- hitra montaža,
- kakovost,
- ugodno razmerje med ceno in drugimi parametri,
- dobre hidravlične karakteristike (majhna hrapavost, ugoden hidravlični radij). [24]

Cevi iz polivinilklorida (PVC)

Kanalizacijske PVC cevi (*Slika 3.1*) se uporabljajo predvsem za kanale manjših profilov, hišne priključke in priključitev cestnih požiralnikov. PVC cevi so gladke in lahke, oker, rdečerrjave ali sive barve ter poceni. Dobavljamo jih približno do premera 500 mm ter dolžine 5 m. Cevi stikujemo tako, da ravni del cevi, ki ima posnet rob, namažemo s posebnim mazivom, previdno potisnemo v obojko sosednje cevi, v katero smo namestili tesnilo v vdelan utor. Pomembno je, da sledimo navodilom proizvajalca cevi. Njihova pomanjkljivost je občutljivost na udarce, so pa izredno odporne proti koroziji, zaradi gladke notranje površine dovoljujejo odlične hidravlične lastnosti in zmanjšujejo nastajanje usedlin. [24]



Slika 3.1: Cevi iz polivinilklorida [8]

Strukturirane (rebraste) cevi iz polivinilklorida (PVC), polietilena (PE) ali polipropilena (PP)

V zadnjem obdobju so se začele uveljavljati rebraste, dvo- in večslojne cevi (*Slika 3.2*). Notranja plast je odporna proti kanalskim vodam, zunanja za zagotavlja večjo togost, rebra jim tudi povečajo odpornost proti poškodbam. Krajšanje cevi je enostavno in ne vpliva na kakovost tesnjenja ter so relativno lahke. To vrsto cevi stikujemo tako, da namestimo tesnilo v prvi, pri nekaterih vrstah pa v drugi utor za prvim rebrom. Za spajanje z revizijskimi jaški in izdelavo hišnih priključkov potrebujemo systemske prehodne kose. Cevi so označene z nazivnim premerom (DN), ki je enak zunanjemu, njihov premer pa je običajno od DN 100 do DN 1000 mm. [23]



Slika 3.2: Strukturirane cevi [2]

Poliestrške cevi

Poliestrške cevi (*Slika 3.3*) so sodobne cevi, ki se pri nas veliko uporabljajo predvsem za večje premere kanalizacije. Izdelane so iz poliestrske smole, steklenih vlaken, pogosto tudi polnila. Cevi so lahke, dobre kakovosti, togosti, trajnosti in dobro tesnijo, montaža priključevanja je enostavna. Označene so z notranjim premerom (DN), njihov premer običajno znaša od 200 do 1600 mm ter dolžine 6 metrov. [24]



Slika 3.3: Poliestrška cev [3]

Betonske cevi

Betonske cevi (*Slika 3.4*) so običajno izdelane z vibriranjem ali centrifugiranjem, cevi večjih premerov pa so armirani s spiralno armaturo. Starejše izvedbe so tesnili z injekcijsko maso, cementno malto ali tesnilnim kitom, v novejših izvedbah pa skoraj izključno s specialnimi gumijastimi tesnili. Cevi so toge, ravne, težke in pogosto tesnijo slabše od drugih. Nazivni premer je enak notranjemu in znaša od 200 do 2400 mm. Običajna dolžina je 1, 2 in 2,5 metrov. [23]



Slika 3.4: Betonske cevi [9]

Cevi iz nodularne litine (duktilne cevi)

Cevi iz nodularne litine (*Slika 3.5*) se za kanalizacijo uporabljajo le redko, čeprav so kakovostne, trajne, nosilne, dobro tesnijo, so pa težke in zelo drage. Nodularna litina je za kanalske cevi zunaj pocinkana in premazana z epoksidno barvo, znotraj pa prekrita z nanosom betona. Cevi se običajno dobavljajo do premera 1800 mm in so dolge 6 m. Spajamo jih z obojko in tesnili. [24]



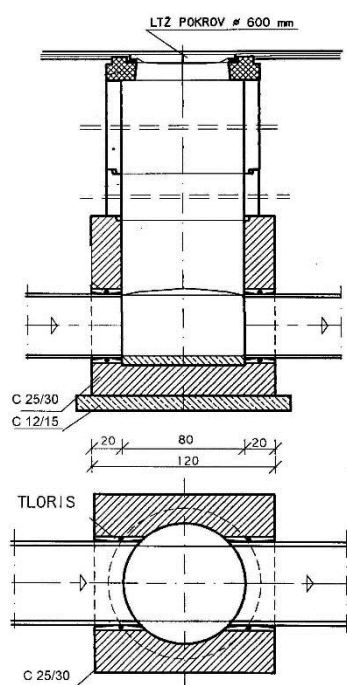
Slika 3.5: Cevi iz nodularne litine [11]

Keramične cevi

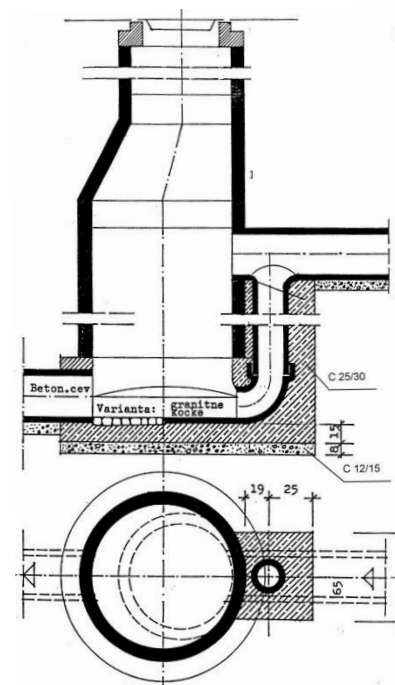
Keramične cevi zaradi odpornosti proti agresivnim vplivom kislin, lugov ter mehanske obremenitve, dolge življenjske dobe in razmeroma primerne cene vedno več uporabljamo za gradnjo kanalizacij do premera 300 mm. V javnih kanalizacijskih sistemih se ne uporabljajo. Cevi spajamo s klasično obojko ali z natakljivimi polipropilenskimi obojkami, ki imajo vdzelana tesnila. [23]

3.2 Revizijski jaški

Revizijski jaški (Slika 3.6) so nujno potrebni in najpogostejši objekti na kanalizacijskem sistemu. Preko njih vstopamo v kanal, omogočajo zračenje, pregled, čiščenje in vzdrževanje kanala ter služijo za združevanje kanalskih vej. Revizijske jaške nameščamo na vseh večjih spremembah smeri, padca in profila. Medsebojna razdalja med jaški je običajno 100 premerov kanalske cevi, a ne več kot 50 m za neprehodne in 100 m za prehodne kanale. V zadnjem času zaradi boljše kvalitete, tesnosti, hitrosti gradnje in cene vgrajujemo polmontažne revizijske jaške. Izdelani so iz armiranobetonskih, poliestrskih ali drugih umetnih materialov. Najmanjši dovoljeni premer je za globine do 1,80 m praviloma 1000 mm, izjemoma 800 mm, za večje globine pa 1200 mm in več. Pokrov na vstopni jašek ima luknje za zračenje in je klasificiran glede na material ter nosilnost. V prihodnosti lahko pričakujemo manjše dimenzije revizijskih jaškov, kamor delavci ne morejo vstopiti, nadzor in vzdrževanje kanalov pa opravljamo s kamerami in vodenimi roboti. V tujini se že dovoljuje uporaba takšnih jaškov, ki so cenejši, manjše pa so tudi njihove poškodbe zaradi prometne ureditve. [23]



Slika 3.6: Revizijski jašek [25]

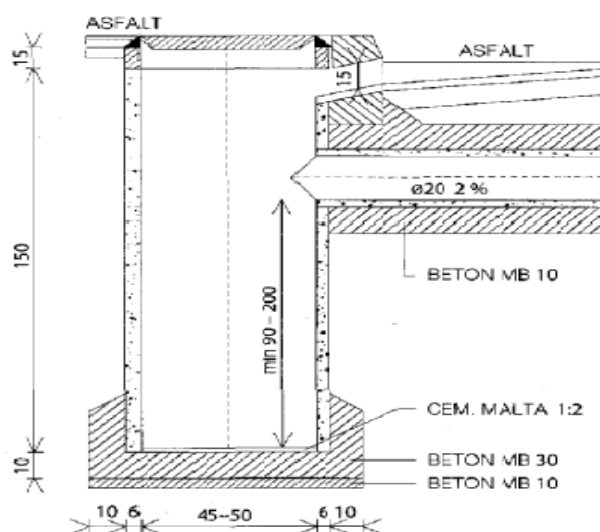


Slika 3.7: Kaskadni jašek [25]

Kaskadni jašek (*Slika 3.6*) je posebna izvedba revizijskega jaška in jih gradimo na strmem terenu, kjer je padec terena večji od padca kanala in tako ohranimo kanal v zadostni globini. Prav tako služijo za dostop do kanalov, nadzorovanju, čiščenju in vzdrževanju. Od revizijskega jaška se razlikuje po tem, da zgornjo cev povežemo z dnom jaška z dodatnim cevniim spojem, ki odvaja ves sušni odtok, pri skupnem odtoku pa delno razbremeni preliv in varuje dno jaška pred erozijo. Pomembno pri kaskadnem jašku je, da dno jaška utrdimo z vgrajenimi tonalitnimi kockami in tako zmanjšamo vpliv kinetične energije vode, ki se preliwa. [24]

3.3 Cestni požiralniki

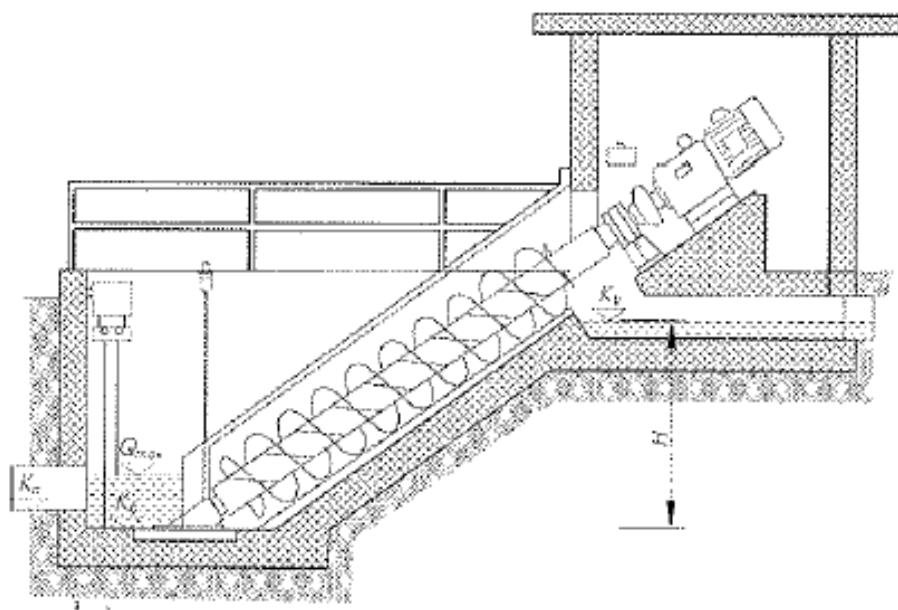
Cestni požiralniki (*Slika 3.8*) služijo za odvajanje padavinske vode v kanalizacijo. Vgrajujemo jih ob ali na voziščih, kolesarskih stezah, parkiriščih in pločnikih. Požiralnike nameščamo na 20 do 50 m, dotok padavinske vode k požiralniku pa zagotovimo z vsaj 0,5-odstotnim padcem. Praviloma jih namestimo ob voziščih in kolesarskih stezah pod pločnike, da preprečimo poškodbe zaradi prometne obtežbe. Na parkiriščih, parkih in redkeje na voziščih odvajamo vodo skozi rešetko v tleh. Taka izvedba je slabša, saj zaradi neravnosti vozišča lahko ob rešetki pride do poškodb jaška in vozišča. V posamezni požiralnik lahko speljemo vodo z 200 do 500 m² cestne površine. Običajno jih izdelujemo s peskolovom, da v njem zadržimo pesek, ki bi sicer mašil cevi. [23]



Slika 3.8: Cestni požiralnik pod pločnikom [25]

3.4 Črpališča

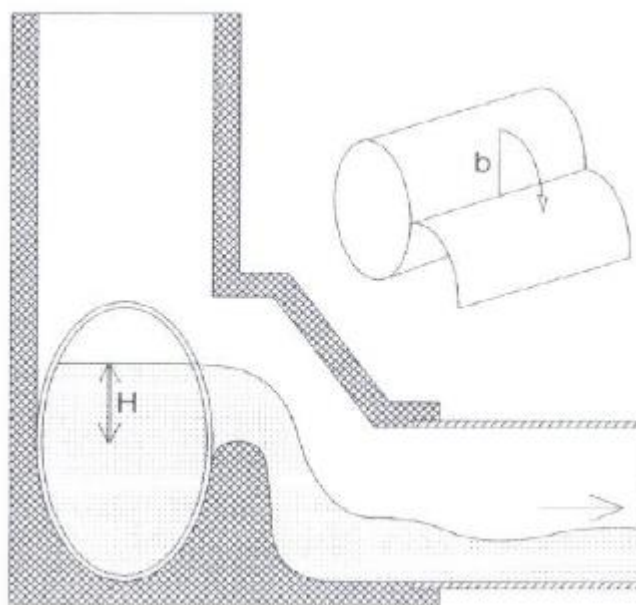
Črpališča na kanalizacijskem omrežju gradimo, kadar osnovni sistem s pomočjo težnosti ne more zagotoviti odvajanja odpadne vode. S pomočjo črpalk premoščamo negativno višinsko razliko kakor tudi oddaljenost, omogočamo odtok vode v kanalizaciji pri nezadostnih vzdolžnih padcih terena ali zaradi drugih posebnih zahtev (črpanje blata). Razvoj in načrtovanje črpalk je naloga strojne stroke, vendar pa mora gradbenik pri projektiranju poznati načine ter vrste črpalk, poznati in obvladati njihove prednosti in pomanjkljivosti, da lahko predvidi njihove možnosti z zahtevami ter potrebami obratovanja. Za črpanje velikih količin odpadnih voda uporabljamo predvsem polžaste črpalke (Slika 3.9). Imajo ugodne hidravlične lastnosti, njihov izkoristek je konstanten in enak pri različnih pretokih. [24]



Slika 3.9: Črpališče z vgrajeno polžasto črpalko (prerez) [24]

3.5 Razbremenilniki

Razbremenilnike (Slika 3.10) gradimo na mešanem sistemu kanalizacije in služijo za odvod dela vode ob močnejših nalivih neposredno v odvodnik. Ker pri mešanem sistemu kanalizacije ob sušnem odtoku vso vodo vodimo v čistilno napravo, bi velika količina vode ob močnejših padavinah povzročila nadpritisk kanalov in posledično iztok vode iz cestnih požiralnikov. Razbremenilnik deluje tako, da prva voda, ki je sprala kanale, odteče proti čistilni napravi, naslednja voda se umirja in zadrži, po končanem nalivu pa odteče v čistilno napravo. Tako umazana voda ostaja pri dnu, čistejša pa pri vrhu. Ko voda v razbremenilniku doseže prelivni rob, se začne prelivati. Tako zgornja relativno čista voda odteka v sosednjo, vzporedno cev, ki je speljana v vodotok. Količina prelite vode je natančno določena s količino tako imenovanega kritičnega odtoka, ki še gre v čistilno napravo. Tako dosežemo, da čistilna naprava poleg odpadne vode očisti še vsaj 3–4-kratno količino onesnažene padavinske vode. [24]



Slika 3.10: Razbremenilnik z bočnim prelivanjem [25]

4 OBNOVA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA

4.1 Kanalizacijsko omrežje Šaleške doline

Začetki dejavnosti odvajanja odpadnih in padavinskih voda v Šaleški dolini so se začeli v predvojnem obdobju, ko je bil zgrajen prvi kanalizacijski sistem na območju Šoštanja. Intenzivnejši razvoj kanalizacijskega omrežja se je začel v petdesetih in šestdesetih letih prejšnjega stoletja z izgradnjo mesta Velenje. V prvem obdobju so bile v skromno, primerno času in razmeram kanalizacijsko omrežje zajete predvsem kanalske vode za posamezne objekte z izlivom v reko Pako. Izgradnja javne kanalizacije se je v Velenju začela v letu 1965, prav tako se je v tem letu začela gradnja kanalizacije v Šmartnem ob Paki. V letu 1970 je bil izdelan prvi idejni projekt za začetek gradnje kolektorja s čistilno napravo v Penku. Na tej osnovi se je začela izgradnja posameznih faz kolektorja skozi Velenje in se etapno nadaljevala proti zahodnemu delu Šoštanja. [7]

Po drugi svetovni vojni se je v Velenju začel intenziven industrijski razvoj, v novozgrajeni termoelektrarni se je začela proizvajati električna energija in nastal je industrijski gigant Gorenje, ki sta poleg premogovništva povzročila težave v intenzivnosti onesnaženosti vode. Kanalizacija se je v novonastalem mestu sicer gradila, vendar so se odplake spuščale neposredno v reko Pako. Tako se je že konec osemdesetih let začela izgradnja komunalne čistilne naprave. Do leta 1989 je bil zgrajen povezovalni kolektor med velenjskim in šoštanjskim kanalizacijskim omrežjem. Zgrajene so bile male čistilne naprave Podkraj (zgrajena leta 1989, leta 2007 ukinjena mala čistilna naprava in zgrajeno črpališče) in Kavče (zgrajena leta 1991) ter Centralna čistilna naprava (zgrajena leta 1990), ki pa se je leta 2006 dokončala z drugo fazo. Sledile so še izgradnje drugih kanalizacijskih elementov raznih črpališč, razbremenilnikov in priključkov na čistilne naprave. [7]

V prizadevanju za čim večjo kakovost življenja prebivalcev je potrebno nenehno investiranje v izgradnjo novega komunalnega omrežja in sanacije obstoječega. Zato se je v Šaleški dolini leta 2006 z izdelavo predinvesticijskih študij pristopilo k realizaciji projekta

Odvajanje in čiščenje odpadne vode v šaleški dolini, ki je bil delno sofinanciran s strani Kohezijskega sklada finančne perspektive 2007–2013. [10]

S projektom je Šaleška dolina pridobila:

- dodatnih 8 kilometrov kanalizacije in novo črpališče,
- po kanalizaciji se odvajajo odpadne vode za dodatnih 616 prebivalcev,
- povečanje količin prečiščene komunalne odpadne vode na CČN Šaleške doline,
- povišal se je delež opremljenosti aglomeracij v MO Velenje in občini Šoštanj z obravnavano komunalno infrastrukturo,
- zaščito in izboljšanje kakovosti reke Pake. [10]

Podatki o kanalizacijskem omrežju Šaleške doline in njegovem obratovanju

Celotno kanalizacijsko omrežje Šaleške doline je izvedeno pretežno v mešani izvedbi, saj poleg komunalnih odpadnih voda odvajajo industrijske odplake in padavinsko vodo. Za dolžino 341.215,40 m omrežja skrbi upravljavec komunalne infrastrukture, Komunalno podjetje Velenje.

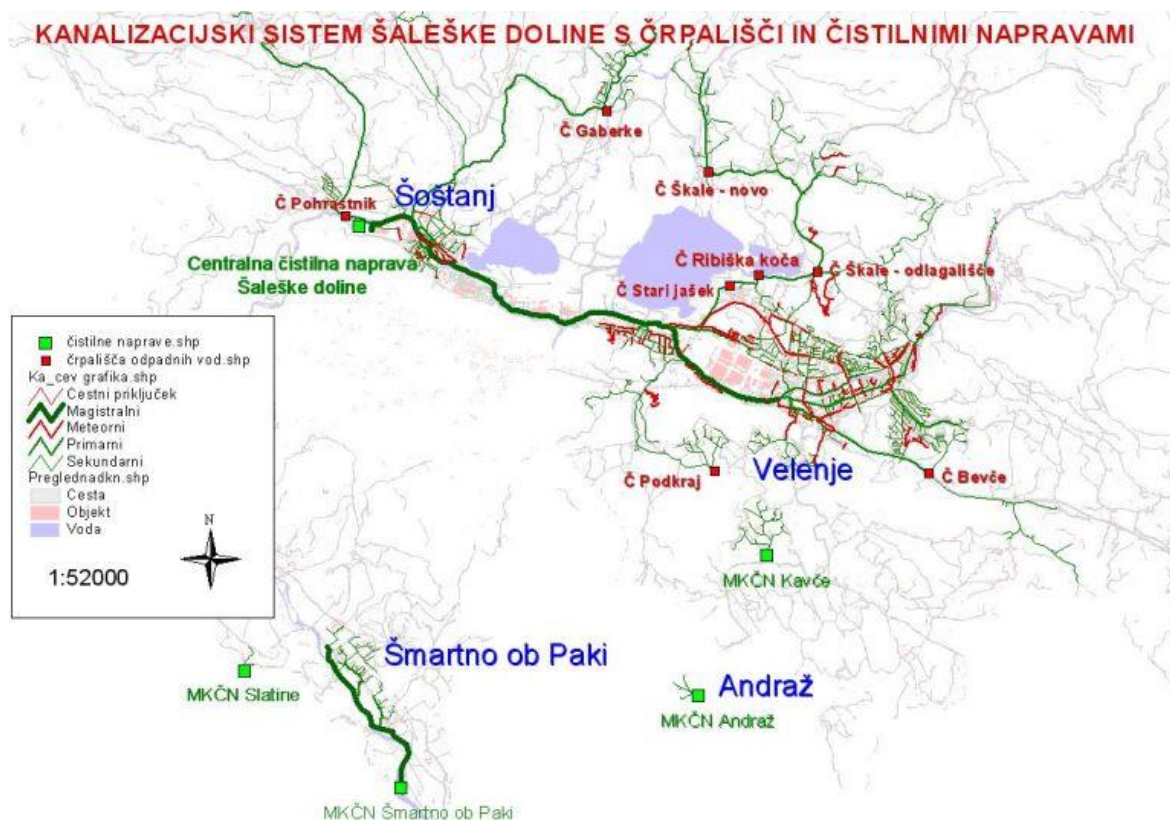
Dolžine kanalizacijskega omrežja v upravljanju Komunalnega podjetja Velenje po podatkih omenjenega podjetja:

- 7.730,28 m meteorne kanalizacije cestnih priključkov,
- 6.605,40 m magistralnih vodov,
- 22.974,91 m primarnih vodov,
- 144.200,65 m sekundarnih vodov,
- 34.112,31 m meteorne kanalizacije,
- 125.591,85 m hišnih priključkov,
- 6.117 zgrajenih revizijskih jaškov,
- 9 črpališč za odpadno komunalno vodo.

Kanalizacijski sistem Šaleške doline (*Slika 4.1*) je sestavljen iz štirih ločenih kanalskih sistemov:

- centralni kanalizacijski sistem Velenje–Šoštanj s Centralno čistilno napravo Šaleške doline s kapaciteto 50.000 populacijskih enot,
- kanalizacijski sistem Šmartno ob Paki z malo komunalno čistilno napravo Šmartno ob Paki s kapaciteto 1.500 populacijskih enot,

- kanalizacijski sistem Kavče z malo čistilno napravo Kavče s kapaciteto 3.500 populacijskih enot,
- kanalizacijski sistem Andraž z malo komunalno čistilno napravo Andraž s kapaciteto 100 PE. [1]



Slika 4.1: Kanalizacijski sistem šaleške doline s črpališči in čistilnimi napravami [6]

4.2 Uvod in cilj projekta

Obstoječi mešani magistralni vod v Mestni občini Velenje je del kanalizacijskega sistema v Šaleški dolini. Zgrajen je bil leta 1973 in je izdelan iz nearmiranih metrskih betonskih cevi, brez vodotesnih stikov. Kanalizacijski transportni vod premera DN 700 se priključuje na Centralno čistilno napravo Šaleške doline v Šoštanju. Zaradi takratne kvalitete vgrajenih materialov in tehnologije izdelave spojev je z leti prišlo do razpada betonsko obdelanih stikov ter zmanjšanja temenske nosilnosti cevi, kar je posledično vodilo do postopnega razpokanja in loma cevi. Najbolj dotrajan je odsek med revizijskima jaškoma J1 (evidenčna številka upravljavca) in J3723 (evidenčna številka upravljavca), kjer je cev v

celoti razpokana in deloma polomljena, zaradi česar je ogrožen normalen pretok odpadne vode proti centralni čistilni napravi. Za ta odsek bomo izdelali projekt sanacije in bo služil kot podloga za ugotovitve pomembnosti načrtovanja projektantske rešitve in predvideno gradnjo s tehničnimi elementi. [14]

Projekt predvideva izgradnjo javnega gravitacijskega primarnega kanala, ki bo namenjen za odvod komunalne in padavinske odpadne vode.

4.3 Opis problematike

Na odseku med revizijskima jaškoma J3723 do obstoječega revizijskega jaška J1 (*Slika 4.2*) je potrebno zaradi poškodb v celoti zamenjati obstoječe kanalizacijske cevi in jaške ter izvesti prevezave priključnih kanalov na kanalizacijski transportni vod. Skupna dolžina celotnega odseka znaša približno 650 m. Nanj se preveže interni kanal od trgovine Hofer in sekundarna kanalizacija Straža II-krat. Poleg natančne višinske in tlorisne umestitve načrtovanega odseka bomo pri projektiranju posebno pozornost namenili hidravlični presoji ustreznosti obstoječega premera cevi predmetnega odseka. [14]

V projektantski rešitvi bo predvidena tehnologija izgradnje s ciljem čim manj motenega odtoka odpadne vode proti centralni čistilni napravi v času izgradnje in ustrezna izbira cevne materiala, kjer se bo potrebno odločiti med dosedanjim betonskim ali sodobnejšimi materiali.



Slika 4.2: Lokacija dela kanalizacijskega transportnega voda [22]

4.4 Trasa kanalizacijskega cevovoda in priključnih kanalov

Lega v prostoru

Tabela 4.1: Lega v prostoru in klasifikacija objekta¹ [28]

Občina:	Mestna občina Velenje
Katastrska občina: k.o. 0964 Velenje	3609/33, 1577/1, 1550, 3608/1, 1600/1, 1599/1, 1627/3, 1608, 1609/1, 1609/15, 2858 [22].

¹ Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena, UL RS št. 109/11

Področje:	2 Gradbeni inženirski objekti
Oddelek:	22 Cevovodi
Skupina:	222 Lokalni cevovodi
Razred:	2223 Cevovodi za odpadno vodo
Podrazred	22231 Cevovodi za odpadno vodo

Cevovod za odpadno vodo (*Tabela 4.1*) tekom celotne obravnavane trase poteka vzporedno z reko Pako in Partizansko cesto. Trasa, predvidena za sanacijo, se razteza od jaška J1 (evidenčna številka upravljavca), ki se nahaja približno 55 m gorvodno od železniškega mostu v Velenju, do jaška J3723 (evidenčna številka upravljavca), ki je lociran približno 30 m dolvodno od cestnega mostu za Razstavno-prodajnim salonom Gorenje.

Obstoječi komunalni vodi

Na območju predvidene sanacije oziroma novogradnje mešanega kanalizacijskega voda je že zgrajena mreža komunalne javne infrastrukture. Predvideni kanalizacijski vod posega v varovalni pas vodovoda, nizko in srednje napetostnih elektrovodov, visoko napetostnih daljnovodov, elektronskih komunikacijskih vodov in prečka več meteornih kanalov, ki so speljani v reko Pako.

Projektni pogoji

Pri izdelavi projekta je potrebno upoštevati projektne pogoje naslednjih soglasodajalcev:

- Direkcija Republike Slovenije za vode,
- Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji (DARS d.d.),
- Elektrodistribucijsko podjetje,
- Mestna občina Velenje,
- Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije,
- Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Nazarje,
- Pristojno komunalno podjetje občine (Komunalno podjetje Velenje d.o.o.),
- Plinovodi d.o.o.,
- Upravljavci telekomunikacijske infrastrukture,

- Sistemski operater prenosnega elektroenergetskega omrežja (ELES d.o.o.).

Pridobivanje projektnih pogojev in soglasij na predvidene rešitve diplomsko delo ne predvideva in niso sestavni del diplomskega dela. Ker so zakonsko obvezni in pomemben del za razumevanje izdelave projekta rekonstrukcije kanalizacijskega transportnega voda Velenje-CČN, jih bomo obravnavali teoretično in na tak način tudi upoštevali pri izdelavi projekta.

Skladnost z veljavnimi prostorskimi akti

Predvidena rekonstrukcija je skladna z občinskim prostorskim načrtom PUP 04², ki dovoljuje posege za gradnjo in rekonstrukcijo komunalnih vodov, pomembnih za ta del naselja. [17]

Predvidena rekonstrukcija deloma posega v območje predvidenega in sprejetega državnega prostorskega načrta³ (*Slika 4.3*), vsled tega je potrebno upoštevati pogoje soglasodajalcev. Glede na trenutno umeščanje državne trase za potrebe državnega prostorskega načrta to diplomsko delo ne zajema dejanskega dogovora. Povzeta je predpostavka, da se soglasodajalec strinja s predlagano rešitvijo. [27]

² Odlok o prostorskih ureditvenih pogojih planske celote 04 – PUP 04 za dele mesta Velenja (Uradni vestnik MoV, št. 22/06 - UPB1, 04/07, 03/08, 11/12, 16/14).

³ Uredba o državnem prostorskem načrtu za državno cesto od priključka Velenje jug do priključka Slovenj Gradec jug (Uradni list RS, št. 72/2013).



Slika 4.3: Območje predvidenega in sprejetega državnega prostorskega akta [22]

4.5 Financiranje

Predvidena izgradnja mešanega kanalizacijskega voda na območju Partizanske ceste v Velenju se bo financirala iz vira najemnin Mestne občine Velenje in občin partneric. Investicija je načrtovana v poslovnem načrtu obnovitvenih investicij. [14]

5 PODAJANJE SMERNIC PROJEKTIRANJA Z REŠITVIJO

5.1 Odgovorni projektant

Pomen izrazov

Projektant je pravna ali fizična oseba, ki kot gospodarsko dejavnost opravlja storitve pri projektiranju. Odgovorni projektant je posameznik, ki projektantu odgovarja za skladnost načrta, ki ga izdelava, s prostorskimi akti, gradbenimi predpisi in pogoji pristojnih soglasodajalcev. Odgovorni vodja projekta je posameznik, ki odgovarja za medsebojno usklajenost vseh načrtov, ki sestavljajo projektno dokumentacijo, in skrbi za kakovost obdelave celotnega projekta. [30]

Opis odgovornega projektanta

Poznamo več vrst odgovornih projektantov za tehnično projektiranje (strojnih in električnih inštalacij, geotehnologije, itd.), toda za nas je pomemben odgovorni projektant gradbenih konstrukcij in drugih gradbenih načrtov, ki deluje predvsem na projektih nizkih gradenj. Da lahko nastopa kot odgovorni projektant, mora pridobiti pooblastilo iz odgovornega projektiranja, z uspešno opravljenim strokovnim izpitom in biti vpisan v ustreznim imenik pri pristojni poklicni zbornici (IZS⁴). Pravico do opravljanja izpita pri IZS pridobi posameznik z univerzitetno izobrazbo s področja gradbene stroke in najmanj tremi leti delovnih izkušenj na področju tehničnega projektiranja ali pa petih let delovnih izkušenj s področja tehničnega projektiranja po pridobljeni visoki strokovni izobrazbi. [30]

Odgovorni projektant odgovarja za vsak načrt, ki ga je izdelal in potrdil s svojim podpisom in žigom. Jamči, da je načrt izdelan v skladu s prostorskimi akti, gradbenimi predpisi in projektnimi pogoji, ter da izpolnjuje vse bistvene zahteve in je v skladu z elaborati. [30]

⁴ Inženirska zbornica Slovenije

5.2 Projektna dokumentacija

Projektna dokumentacija je sistematično urejen sestav načrtov, tehničnih opisov in poročil, izračunov, risb, elaboratov in drugih prilog, s katerimi določamo lokacijske, funkcionalne, oblikovne in tehnične značilnosti nameravane gradnje.

Poznamo več vrst projektne dokumentacije, ki jih razvrščamo na naslednje projekte:

- idejno zasnovo (IDZ),
- idejni projekt (IDP),
- projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD),
- projekt za izvedbo (PZI),
- projekt izvedenih del (PID).

Idejna zasnova

Je skica in opis osnovnih značilnosti nameravane gradnje. Njen namen je pridobitev projektnih pogojev pristojnih soglasodajalcev.

Idejni projekt

Je sistematično urejen sestav načrtov, ki predvsem investitorju omogoča odločitev o najustreznejši različici nameravane gradnje oziroma odločitev o načinu izvedbe del.

Projekt za gradbeno dovoljenje

Ime samo nam pove, da je to projekt, na podlagi katerega investitor pridobi gradbeno dovoljenje.

Projekt za izvedbo

Je projekt za gradbeno dovoljenje, ki je dopolnjen s podrobnimi načrti, na podlagi katerih se izvede gradnja. Namenjen je izvedbi gradnje zahtevnih in manj zahtevnih objektov.

Projekt izvedenih del

Je projekt s prikazom vseh izvedenih del iz projekta za izvedbo in morebitnih sprememb, ki so nastale med gradnjo in niso bile predmet projekta za izvedbo. Na podlagi projekta izvedenih del lahko v sklopu tehničnega pregleda ugotovimo, ali je zgrajen oziroma rekonstruirani objekt skladen z izdanim gradbenim dovoljenjem. Projekt izvedenih del je obvezni del dokumentacije za pridobitev uporabnega dovoljenja.

Poglavje 5.2 povzeto po: Pravilniku o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08).

Projekt, ki je sestavni del tega diplomskega dela, je izdelan na nivoju projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja, z določenimi sestavinami projekta za izvedbo.

5.3 Pravna ureditev

Pravna ureditev, ki zajema direktive, zakone, uredbe, sklepe in predpise je pomemben del projektiranja, s katerimi se zagotavlja enoten način dela. Bistveno je, da poznamo veljavne zakone in pravilnike ter jih znamo tolmačiti, kajti le na tak način lahko izdelamo projekte, ki bodo skladni s potrebami, za katere jih izdelujemo.

Na področju gradbeništva, še posebej panoge projektiranja komunalne infrastrukture, so pomembni naslednji dokumenti in podlage, ki smo jih upoštevali pri izdelavi projekta:

- Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 – Zrud-1, 20/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZdavNepr, 110/13 in 19/15),
- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZmetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16),
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/11),
- Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08),
- Uredba o državnem prostorskem načrtu za državno cesto od priključka Velenje jug do priključka Slovenj Gradec jug (Uradni list RS, št. 72/13),
- Odlok o prostorskih ureditvenih pogojih planske celote 04 – PUP 04 za dele mesta Velenje (Uradni vestnik MOV, št. 22/06 – UPB1, 04/07, 03/08, 11/12, 16/14),
- Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11),
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15),
- Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode (Uradni vestnik MOV, št. 015/2013).

Zakon o graditvi objektov

Ta zakon ureja pogoje za graditev vseh objektov. Določa bistvene zahteve in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov, predpisuje način in pogoje za opravljanje dejavnosti, ki so v zvezi z graditvijo objektov. Ureja organizacijo in delovno področje dveh poklicnih zbornic, inšpekcijsko nadzorstvo ter določa sankcije za prekrške, ki so v zvezi z graditvijo objektov. [30]

Zakon o varstvu okolja

Ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe, spremljanje stanja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente ter javne službe in druga povezana vprašanja z varstvom okolja. [31]

Namen zakona je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja. [31]

Cilji zakona:

- preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja,
- ohranjanje in izboljševanje kakovosti okolja,
- trajnostna raba naravnih virov,
- zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije,
- odpravljanje posledic obremenjevanja okolja, izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti,
- povečanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje,
- opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih stvari. [31]

Zakon o varnosti in zdravju pri delu

Zakon o varnosti in zdravju pri delu določa pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu. S tem zakonom so določena temeljna načela, ki jih je delodajalec dolžan zagotoviti, katere ukrepe mora izvajati, ki so navzoči v delovnem procesu, vključno z ustrezno organiziranostjo, usposabljanjem delavcev in potrebnimi materialnimi sredstvi, ter načrtovati delovno okolje, prostor, tehnološke postopke, kot tudi uporabo osebne varovalne opreme v skladu z namenom uporabe. [32]

Pravilnik o projektni dokumentaciji

Pravilnik o projektni dokumentaciji določa podrobnejšo vsebino projektne dokumentacije za zahtevne in manj zahtevne objekte. Določa nam način njene izdelave in vrste načrtov, ki jo sestavljajo in se uporabljajo za posamezne vrste stavb in gradbenih inženirskih objektov. [20]

Uredba o državnem prostorskem načrtu za državno cesto od priključka Velenje jug do priključka Slovenj Gradec jug

S takimi uredbami se sprejemajo prostorske ureditve pomembne za strateški razvoj Republike Slovenije. Z navedenim aktom pa je umeščena trasa bodoče državne ceste. [27]

Odlok o prostorskih ureditvenih pogojih planske celote 04 – PUP 04 za dele mesta Velenje

S tem odlokom Mestna občina Velenje določa splošna merila in pogoje za prostorsko urejanje območja, kot tudi merila in pogoje glede vrste posegov v prostor, vendar na nivoju lokalne skupnosti (občine). [17]

Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena

S to uredbo se ureja klasifikacija vrst objektov, ki se kot obvezna uporablja pri evidentiranju, zbiranju, obdelovanju, analiziranju, posredovanju in izkazovanju podatkov o gradnjah in objektih, za statične in evidenčne namene ter za potrebe uradnih in drugih administrativnih podatkovnih zbirk. [28]

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode

Uredba v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav določa, merila občutljivosti vodnih teles površinskih voda, mejne vrednosti emisije snovi, ukrepe zmanjševanja emisije snovi pri odvajanju komunalne odpadne vode, ter monitoring stanja vodnih teles, v katera se odvajajo komunalne odpadne vode. Prav tako je z uredbo določena vrsta nalog, ki se izvajajo v okviru javne službe in oskrbovalne standarde ter tehnične, vzdrževalne, organizacijske in druge ukrepe ter normative za izvajanje javne službe. [29]

Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode

Tehnični pravilnik, kot mu tudi rečemo, ureja pogoje projektiranja, tehnične izvedbe in uporabe javnega kanalizacijskega omrežja ter kanalizacijskih objektov in naprav v lasti Občine Velenje in najemu izvajalca gospodarske javne službe. Določila tehničnega pravilnika so obvezna pri upravnih postopkih, planiranju, projektiranju, gradnji, komunalnemu opremljanju, uporabi kanalizacijskega omrežja, objektov in naprav ter drugih komunalnih vodov, ki s svojim obstojem, delovanjem ali predvideno gradnjo neposredno vplivajo na javno kanalizacijo. [21]

5.4 Načrtovanje projektantske rešitve

Projektna dokumentacija je izdelana na osnovi geodetskega posnetka, pridobljenega s strani Komunalnega podjetja Velenje d.o.o.. Pri izdelavi projekta so se upoštevali sledeči dokumenti in podloge:

- Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode (Uradni vestnik MOV, št. 015/2013),
- digitalni katastrski načrt in geodetski načrt,
- podloge obstoječih komunalnih vodov (upravljalci vodov),
- veljavni prostorski akti,
- veljavni zakoni, tehnični predpisi in standardi.

5.4.1 Predviden sistem odvajanja odpadne vode, trasa in niveleta

Glede na razpoložljive prostorske zmožnosti in gosto mrežo javne infrastrukture smo dali prednost izgradnji nadomestnega kanala tik ob obstoječem kanalu.

Tako predvidena trasa novozgrajenega cevovoda poteka pretežno po travnikih in zelenicah ter enkrat prečka asfaltirano cestišče. Natančneje je predvidena trasa, razvidna iz priloženih grafičnih situacij (*Priloge 1 in 2*).

Dolžine predvidenega cevovoda so naslednje:

- cevovod iz centrifugiranega poliestra dimenzije DN 700 v dolžini 647,28 m,
- prevezave na predvideni cevovod iz centrifugiranega poliestra:
 - Hofer: DN 200, dolžine 26,24 m,
 - Straža: DN 250, dolžine 8,86 m,
 - Gorenje: DN 300, dolžine 5,89 m.

Predvideni kanalizacijski vod se na obstoječo mešano kanalizacijo priključuje v jašku J1 (evidenčna številka upravljavca), ki se nahaja približno 55 metrov gorvodno od železniškega mostu. Obstoječi jašek, kjer je predvidena priključitev na obstoječi kanal, se poruši in nadomesti z novim. Trasa od priključnega jaška, mimo trgovine Hofer do lokalne ceste LK 453 791, poteka v zelenici. Cevovod nato prečka omenjeno cesto in do končnega jaška J3723 (evidenčna številka upravljavca), ki je lociran približno 30 metrov dolvodno od cestnega mostu, vseskozi poteka v zelenici. Predvideno traso smo izbrali tako, da upošteva tlorisni potek obstoječe javne infrastrukture. Niveleta predvidenega kanala upošteva višinski potek obstoječih komunalnih vodov, višinskih potek stranskih kanalov, ki se priključujejo na predvideni kanal ter hkrati gravitacijsko odvaja odpadno vodo proti Centralni čistilni napravi Šaleške doline. Zaradi razmeroma goste mreže javne infrastrukture, ki poteka nad in pod predvidenim cevovodom, je vzdolžni naklon kanala razmeroma majhen in variira med 0,60 % in 1,23 % (*Priloga 3*).

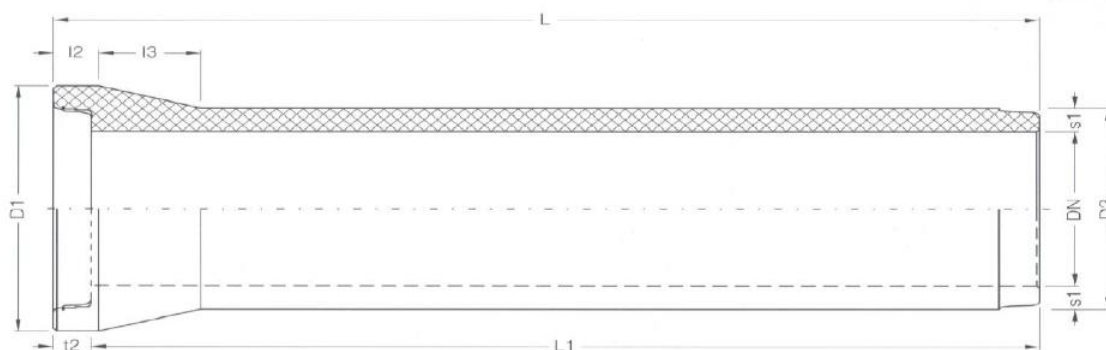
Vsi priključki na predvideni cevovod morajo biti izvedeni v jašku, s priključevanjem v dno, v predizdelano muldo pod kotom 45° ali 90° (v skladu z detajlom). Na cevovodu je predvidenih 13 armiranobetonskih jaškov. Zaradi majhnega padca predvidene kanalizacije je zahtevana izredno natančna vgradnja ter sprotna kontrola nivelete položenih cevi in jaškov.

5.4.2 Primerjava armiranobetonskih cevi s cevmi iz poliestra

V poglavju kanalizacijski elementi smo spoznali različne vrste cevi, ki se uporabljajo za kanalizacijska omrežja. Sedaj pa bomo še bolj podrobno naredili primerjavo med armiranobetonskimi cevmi (*Slika 5.1*) in poliestrskimi cevmi (*Slika 5.5*) ter se na podlagi

primerjave odločili za cevni material, ki ga bomo uporabili pri predvideni izgradnji cevovoda.

Armiranobetonska cev tip »NIVO«



Slika 5.1: Prerez armiranobetonske cevi »NIVO« [19]

Prednosti armiranobetonskih cevi:

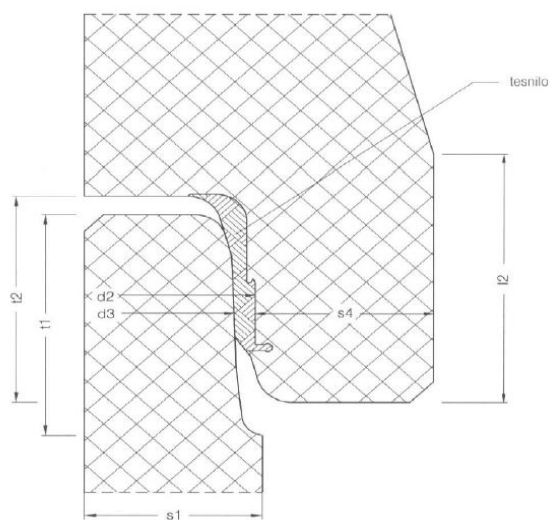
- hitro in enostavno polaganje zaradi vgrajenih tesnil,
- zaradi povečanih debelin sten in armature visoka temenska nosilnost,
- gladka obdelava notranjih sten omogoča veliko transportno sposobnost cevovoda,
- ugodne proti vzgonu,
- enostavno in poceni vzdrževanje,
- kompatibilnost z drugimi sistemi in materiali,
- dolga življenjska doba od 80 do 100 let,
- ugodne za razvoj biofilma,
- sonaravni material,
- cenovno ugodne. [16]

Slabosti armiranobetonskih cevi:

- teža,
- slabša odpornost proti abraziji,
- v primerjavi z drugimi cevmi so krajše. [16]

Tabela 5.1: Tehnične lastnosti armiranobetonske cevi [19]

Efektivna dolžina 300 cm						
DN (mm)	L1 (mm)	L (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	s1 (mm)	masa (kg)
500	3000	3100	794	650	75	1090
600	3000	3100	894	760	80	1355
700	3000	3120	1040	880	90	1800
800	3000	3120	1176	1000	100	2285
900	3000	3120	1312	1120	110	2835
1000	3000	3120	1450	1240	120	3450
1200	3000	3130	1724	1480	140	4885
Toleranca teže proizvodov je $\pm 5\%$						



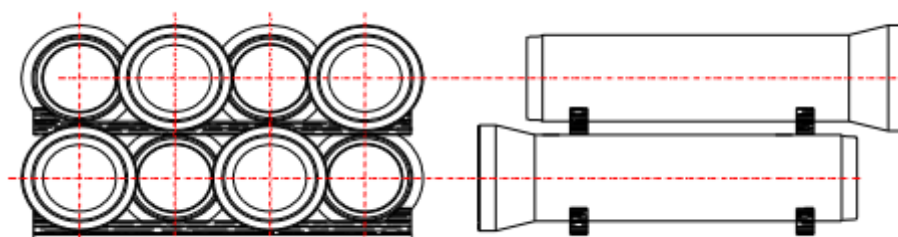
Slika 5.2: Detajl stika armiranobetonske cevi tip »NIVO« [19]

Tabela 5.2: Dimenzije stika armiranobetonskih cevi [19]

Skupni podatki							
DN(mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	I2 (mm)	I3 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	s4 (mm)
500	105	100	120	269	643,8	626	75,1
600	105	100	120	250	743,8	726	75,1
700	125	120	140	299	867	844	86,5
800	125	120	140	328	985	962	95,5
900	125	120	140	358	1103	1080	104,5
1000	125	120	140	392	1221	1198	114,5
1200	135	130	150	455	1462	1434	131

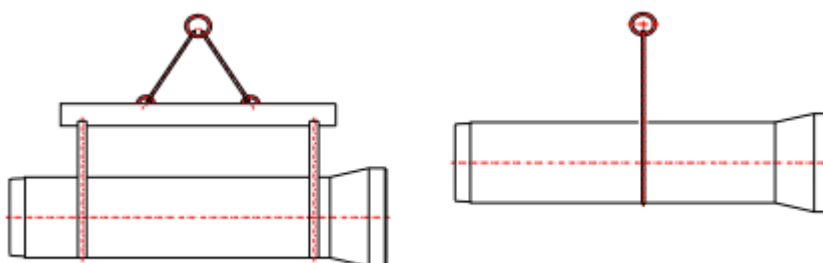
Pri montaži cevovodov, cevi polagamo tako, da je mufenski del cevi (obojka) obrnjen proti gornjemu koncu. Ko je cev spojena s predhodno cevjo ali jaškom je potrebno izvesti kontrolo višine in potrebne prilagoditve izvajamo z dvigovanjem ali zniževanjem posteljice. Obdelava stika (*Slika 5.2*) dveh cevi ni potrebna, saj tesnjenje zagotavlja vgrajeno gumijasto tesnilo. Dimenzije stikov za posamezne premere betonskih cevi podaja Tabela 5.2. Armiranobetonske cevi se skladiščijo tako, da so postavljene navpično in stojijo na ravni podlagi po celi površini. [15]

V primeru skladiščenja za potrebe gradbišča cevi deponiramo na lesene morale (*Slika 5.3*), dimenzij 12/12 cm, ki ležijo na ravni podlagi. Cevi na obeh koncih moralov podpiramo z lesenimi zagozdami, ki so pritrjene na morale. Naslednje cevi odlagamo tako, da tvorijo simetrične vrste preko na novo položenih moralov. Cevi večjih profilov deponiramo samo v eni vrsti na moralih z zagozdami. Pomembno je, da vgrajenega gumijastega tesnila ne izpostavljamu soncu. Med transportom z vozili uporabimo enak način skladiščenja kot pri začasnem skladiščenju na gradbišču. [15]



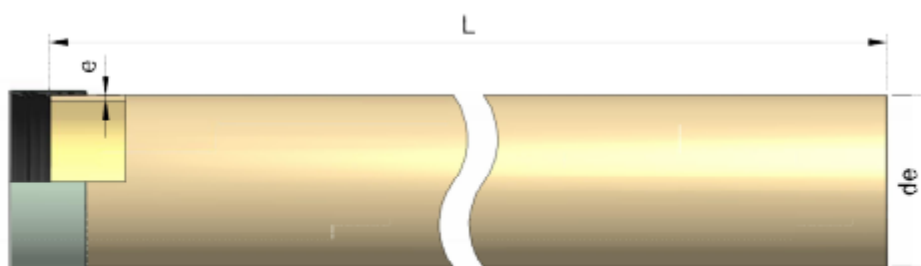
Slika 5.3: Prikaz odlaganja cevi na gradbišču [15]

Lokalni transport na gradbišču (Slika 5.4) izvajamo s pomočjo gradbene mehanizacije ter jeklenih vrvi, prirejenih v ta namen.



Slika 5.4: Prikaz lokalnega transporta na gradbišču [15]

Poliestrška cev tip »HOBAS«



Slika 5.5: Prerez poliestrske cevi »HOBAS« [4]

Prednosti poliestrskih cevi:

- nizka teža in enostavno spajanje cevi, kar močno olajšuje polaganje,
- homogena struktura cevne stene zaradi patentiranega centrifugiranega postopka,
- visoka obstojnost proti obrabi,
- majhno usedanje blata,
- izredno gladka notranja površina,
- neobčutljivost na mraz in zvišane temperature,
- majhen dilatacijski koeficient,
- dobra odpornost proti UV-žarkom,
- velika statična obremenljivost,
- velika trpežnost,
- možno upogibanje v spojki,
- enostavna obdelava cevi. [16]

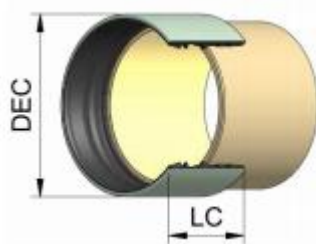
Slabosti poliestrskih cevi:

- zelo drage cevi,
- nimajo še 50-letnih izkušenj,
- slabši razvoj biofilma. [16]

Tabela 5.3 prikazuje le cevi nazivne togosti SN 10000 in premere samo tistih cevi, ki jih lahko primerjamo s premeri armiranobetonskih cevi (Tabela 5.1).

Tabela 5.3: Tehnične lastnosti poliestrskih cevi [4]

SN 10000	Standardna dolžina cevi je 600 cm						
	DN (mm)	500	600	700	800	900	1000
	de (mm)	501	616	718	820	924	1026
	m (kg/m)	41	56	75	98	124	151
	e (mm)	12	14	17	19	21	23
Toleranca dolžine proizvodov je +0/-0,60 mm							



Slika 5.6: Detajl standardnega spoja cevi »HOBAS« [4]

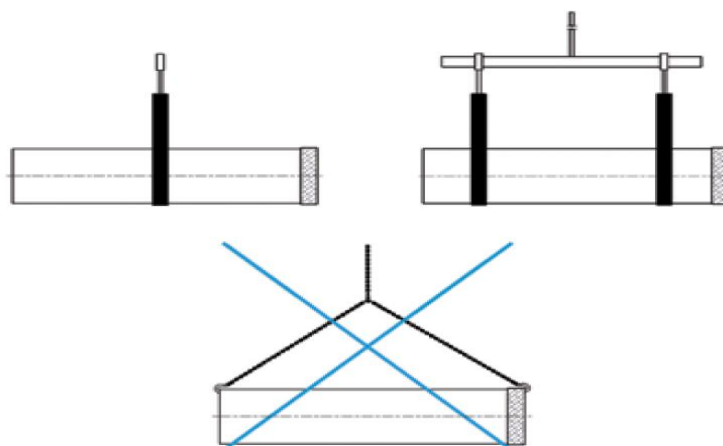
Tabela 5.4: Dimenzije stika poliestrskih cevi [4]

Skupni podatki						
DN (mm)	500	600	700	800	900	1000
de (mm)	501	616	718	820	924	1026
LC (mm)	230	230	230	230	230	230
DEC (mm)	518	635	736	841	944	1047

Poliestrške cevi so sodobne cevi, s steklenimi vlakni ojačana nenasičena poliestrska smola je iz treh komponent sestavljen kompozit. Izhodiščni material za njegovo izdelavo so nenasičena poliestrska smola kot vezivo, steklena vlakna kot ojačenje in polnila. Poliestrska smola ima funkcijo vezanja posameznih komponent. Naloga steklenih vlaken je ojačitev materiala, zvišanje upogibne in natezne trdnosti (Tabela 5.5). Polnila so primerna za sprejemanje tlačnih napetosti. [16]

Cevi se dobavljajo z eno spojko pritrjeno na enem koncu cevi. Tesnilni element pri spoju cevi (Slika 5.6) mora biti čist in podmazan z proizvajalčevim mazivom. Tabela 5.4 prikazuje dimenzije stikov poliestrskih cevi. [5]

Priporočljivo je skladiščenje cevi na ravni površini, z enakomerno porazdelitvijo. Pomembno je preprečiti mehanske poškodbe in stik z umazanijo, kjer skladiščimo cevi. Cevi na tovornjake nalagamo s pomočjo viličarja ali žerjava, pri samem transportu cevi z različnimi premerov, je dovoljeno cevi z manjšim premerom ugnezditi znotraj večjih cevi. Cevi do DN 500 lahko v jarek spuščamo ročno, za večje cevi uporabljamo dvizne zanke (Slika 5.7). [5]



Slika 5.7: Prikaz lokalnega transporta poliestrskih cevi tip »HOBAS« [5]

Tabela 5.5: Podatki materiala [4]

Lastnosti materiala	Merska enota	Orientacija	
		obodno	vzdolžno
Gostota	kg/m ³		~ 2000
natezni modul elastičnosti (pri 23°)	Mpa	10000–15000	10000–12000
natezna trdnost (standardno)	Mpa	90–130	15–40
natezna trdnost (zaklenjeno oblikovanje)	Mpa	200	80–100
raztezek: < nazivni tlak 10	%	1,2–1,5	0,25
raztezek: ≥ nazivni tlak 10	%	1,8–2,0	1,0–1,4
Poissonov količnik	/	~ 0,3	~ 0,25
tlačno elastični modul (pri 23°)	Mpa	12000–18000	12000–18000
tlačna trdnost	Mpa	130–140	90–100
tlačna obremenitev (pri zlomu)	Mpa	1,2–1,5	1,8–2,0
upogibni modul	Mpa	10000–15000	/
upogibna trdnost	Mpa	120–140	15–40
upogibna obremenitev (pri zlomu)	%	1,6–2,2	1,0
obodna odpornost pri nazivnem tlaku	%	0,2–0,3	/

obodna odpornost pri $1,5 \times$ nazivnem tlaku	%	0,3–0,4	/
temperaturna obstojnost	° C		≤ 40
kemična odpornost	pH		1–10
razteznostni koeficient	1/K		$26 - 30 \times 10^6$
toplotna prevodnost	W/(mK)		0,5–1,0
toplotna kapaciteta	J/(kgK)		1000–1400
hrapavost (po Colebrook-u)	mm		0,01–0,016

Tabela 5.6: Splošna primerjava med betonskimi in poliestrskimi cevmi

	Betonske cevi	Poliestrške cevi
Fleksibilnost	Trde (toge) cevi. Pomanjkanje fleksibilnosti v kombinaciji z relativno kratko spojko lahko povzroči netesnost kanala.	Fleksibilne cevi, ki se po celotni dolžini prilagajajo neravnemu terenu, cev pa ostane nepoškodovana in spoji tesni.
Življenjska doba	100 let in več	80 let in več
Hidravlične karakteristike (majhna hrapavost)	Zadovoljive. Notranja površina ni tako gladka kot pri ceveh iz plastičnih mas	Zelo dobre. Gladka in neporozna notranja površina omogoča maksimalni pretočni volumen.
Zahtevnost vgradnje	Hitro in enostavno polaganje.	Enostavna in varna manipulacija ter vgradnja.
Vzdrževanje	Enostavno in poceni. Cevi so ugodne za samočiščenje.	Enostavno vzdrževanje. Cevi so pogojno zadovoljive za samočiščenje.
Abrazija, korozija	Slabša odpornost.	Izredna odpornost.
Cena	Cevi so cenovno ugodne.	Cevi so drage.

Mehanska trdnost	Dobra.	Zelo dobra.
Polaganje cevi	Z uporabo težke gradbene mehanizacije.	Brez težke gradbene mehanizacije.
Kakovost cevi	Dobra.	Zelo dobra.
Temperaturna odpornost	Dobra.	Zelo dobra.
Odpornost na udarce	Zadovoljivo.	Dobra.
Odpornost proti kemijskim vplivom	Dobra.	Zelo dobra.

Za izbiro cevi smo izvedli primerjavo med armiranobetonskimi cevmi z vgrajenimi tesnili in poliestrskimi cevmi (*Tabela 5.6*), kjer smo primerjali splošne lastnosti materiala cevi. Ugotovili smo, da cevi iz poliestra izkazujejo malenkost boljše karakteristike, izkušnje s terena pa kažejo, da se tudi stroka (projektanti) nagibajo v večji meri k temu izboru. Na podlagi teh ugotovitev bo tudi naša predvidena rešitev glede izbora materiala iz poliestrske smole.

5.4.3 Hidravlična presoja cevnega pretočnega profila

Pri hidravlični presoji smo s pomočjo znanih enačb geometrije in hidravlike, razdelili izbrano cev na sto delov ter za izbrani minimalni in maksimalni hidravlični padec, izračunali pretoke in hitrosti vode v odvisnosti od polnitve cevi (*Slika 5.9*).

$$Q = A \times v, \quad (5.1)$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times A, \quad (5.2)$$

$$R = A/O. \quad (5.3)$$

Q ... pretok (m³/s),

v ... hitrost vode (m/s),

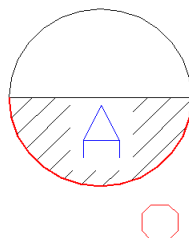
A ... ploskev prereza cevi (m²),

R ... hidravlični radij, razmerje med ploskvijo cevi in omočenim obodom (Slika 5.8),

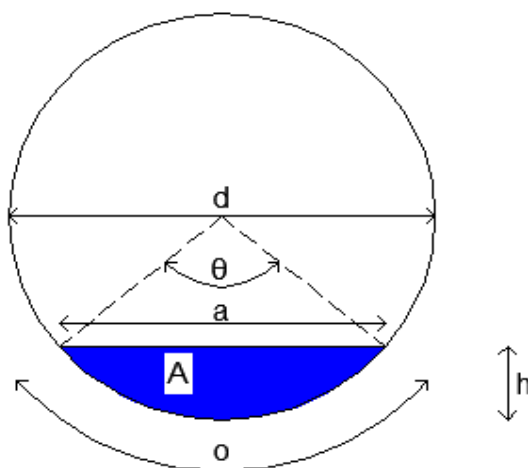
I ... hidravlični padec (%),

d ... notranji premer cevi (m),

n ... koeficient hrapavosti. [23]



Slika 5.8: Delno polnjena cev [23]



Slika 5.9: Kot polnitve [26]

θ ... središčni kot (v stopinjah),

a ... tetiva (m),

A ... ploščina krožnega odseka (m^2),

O ... dolžina omočenega oboda (m),

h ... višina polnitve (m),

d ... notranji premer cevi (m).

$$\theta = 2 \times \arcsin \frac{a}{d}, \quad (5.4)$$

$$O = \pi \times d \times \frac{\theta}{360}. \quad (5.5)$$

Slika 5.10 in Slika 5.11 prikazujeta dobljene pretoke v odvisnosti od polnitve cevi pri minimalnemu padcu 0,60% in maksimalnem padcu 1,23% predvidenega cevovoda. Iz rezultatov (Tabela 5.8 ter Tabela 5.10) je razvidno, da gladina vode pri desetini premera cevi presega predpisano hitrost 0,4 m/s oziroma tolikšno hitrost doseže že pri višini 2,00 cm polnitve. Pri zgornji meji mešanega sistema kanalizacije 70% višini vode v cevi, cevovod dosega priporočljive vrednosti hitrosti od 2,43 m/s do 3,48 m/s. Maksimalni pretok 0,86 m³/s, pri minimalnem padcu, ki se pojavi na predvidenem cevovodu, zagotavlja pretočnost tudi v primeru ekstremnih prilivov (0,7 – 0,8 m³/s je pretok stoletnih vod na obravnavanem področju, po podatkih Komunalnega podjetja Velenje).

Tabela 5.7 in Tabela 5.9 prikazujeta izračunana maksimalna pretoka in pretoka pri polni cevi.

Tabela 5.7: Vstopni podatki za izračun pretoka ($I=0,60\%$)

d (m)	0,6848	notranji premer cevi
I (%)	0,6	hidravlični padec
n	0,011	Manningovo število
Q _{max}	0,86044	maksimalni pretok
Q _{polno}	0,799977	pretok pri polni cevi

Tabela 5.8: Pretoki skozi cevni profil pri minimalnem hidravličnem padcu

%	h (m)	θ (°)	A (m ²)	O (m)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
1	0,006848	22,95668	0,000633	0,137245	0,195082	0,000123
2	0,013696	32,52041	0,001771	0,19442	0,307169	0,000544
3	0,020544	39,89689	0,003236	0,23852	0,400566	0,001296
4	0,027392	46,14784	0,004961	0,275891	0,483303	0,002398
5	0,03424	51,68387	0,006906	0,308987	0,558746	0,003859
6	0,041088	56,71527	0,009046	0,339067	0,628713	0,005687
7	0,047936	61,36683	0,011359	0,366876	0,694329	0,007887
8	0,054784	65,71976	0,013831	0,3929	0,756353	0,010461
9	0,061632	69,83041	0,016448	0,417475	0,815325	0,01341
10	0,06848	73,7398	0,019199	0,440847	0,871649	0,016735
11	0,075328	77,47885	0,022075	0,463201	0,925637	0,020434
12	0,082176	81,0716	0,025069	0,48468	0,977535	0,024505
13	0,089024	84,53717	0,028172	0,505398	1,027544	0,028947
14	0,095872	87,89104	0,031378	0,525449	1,075829	0,033757

15	0,10272	91,14599	0,034681	0,544908	1,122526	0,03893
16	0,109568	94,31271	0,038077	0,56384	1,167752	0,044464
17	0,116416	97,40025	0,041559	0,582299	1,211608	0,050353
18	0,123264	100,4164	0,045124	0,60033	1,254179	0,056593
19	0,130112	103,3677	0,048767	0,617975	1,29554	0,063179
20	0,13696	106,2602	0,052484	0,635267	1,335758	0,070105
21	0,143808	109,0989	0,056271	0,652238	1,374892	0,077367
22	0,150656	111,8884	0,060125	0,668915	1,412992	0,084956
23	0,157504	114,6327	0,064043	0,685322	1,450105	0,092869
24	0,164352	117,3355	0,06802	0,70148	1,486272	0,101097
25	0,1712	120	0,072055	0,71741	1,521532	0,109634
26	0,178048	122,6292	0,076144	0,733128	1,555918	0,118474
27	0,184896	125,2258	0,080284	0,748651	1,589461	0,127609
28	0,191744	127,7922	0,084473	0,763995	1,622189	0,137031
29	0,198592	130,3308	0,088708	0,779171	1,654127	0,146734
30	0,20544	132,8436	0,092986	0,794194	1,685298	0,156709
31	0,212288	135,3326	0,097305	0,809074	1,715725	0,166949
32	0,219136	137,7996	0,101663	0,823823	1,745426	0,177445
33	0,225984	140,2463	0,106056	0,83845	1,77442	0,188189
34	0,232832	142,6742	0,110484	0,852965	1,802723	0,199172
35	0,23968	145,0848	0,114944	0,867377	1,830351	0,210387
36	0,246528	147,4796	0,119432	0,881694	1,857317	0,221824
37	0,253376	149,8599	0,123949	0,895924	1,883635	0,233474
38	0,260224	152,2269	0,12849	0,910075	1,909317	0,245329
39	0,267072	154,5819	0,133055	0,924155	1,934374	0,257378
40	0,27392	156,9261	0,137641	0,938169	1,958815	0,269613
41	0,280768	159,2605	0,142246	0,952125	1,982651	0,282024
42	0,287616	161,5862	0,146868	0,966029	2,00589	0,294601
43	0,294464	163,9043	0,151505	0,979888	2,02854	0,307334
44	0,301312	166,2158	0,156156	0,993707	2,050608	0,320214
45	0,30816	168,5217	0,160818	1,007492	2,072101	0,33323
46	0,315008	170,8229	0,165489	1,02125	2,093025	0,346373
47	0,321856	173,1204	0,170168	1,034985	2,113385	0,35963
48	0,328704	175,4151	0,174852	1,048704	2,133186	0,372993
49	0,335552	177,708	0,179541	1,062412	2,152432	0,386449
50	0,3424	180	0,184231	1,076114	2,171128	0,399989
51	0,349248	182,292	0,188921	1,089817	2,189277	0,4136
52	0,356096	184,5849	0,193609	1,103525	2,206881	0,427272
53	0,362944	186,8796	0,198294	1,117244	2,223943	0,440994
54	0,369792	189,1771	0,202973	1,130979	2,240465	0,454753
55	0,37664	191,4783	0,207644	1,144737	2,256448	0,468538

56	0,383488	193,7842	0,212306	1,158522	2,271894	0,482336
57	0,390336	196,0957	0,216956	1,172341	2,286802	0,496136
58	0,397184	198,4138	0,221594	1,1862	2,301174	0,509926
59	0,404032	200,7395	0,226216	1,200104	2,315008	0,523692
60	0,41088	203,0739	0,230821	1,21406	2,328303	0,537421
61	0,417728	205,4181	0,235407	1,228074	2,341059	0,551101
62	0,424576	207,7731	0,239971	1,242153	2,353273	0,564718
63	0,431424	210,1401	0,244513	1,256304	2,364944	0,578259
64	0,438272	212,5204	0,249029	1,270535	2,376067	0,59171
65	0,44512	214,9152	0,253518	1,284852	2,386639	0,605056
66	0,451968	217,3258	0,257977	1,299264	2,396656	0,618283
67	0,458816	219,7537	0,262405	1,313779	2,406114	0,631377
68	0,465664	222,2004	0,266799	1,328406	2,415007	0,644321
69	0,472512	224,6674	0,271156	1,343154	2,423329	0,657101
70	0,47936	227,1564	0,275476	1,358034	2,431072	0,669701
71	0,486208	229,6692	0,279754	1,373057	2,438229	0,682104
72	0,493056	232,2078	0,283989	1,388234	2,444791	0,694292
73	0,499904	234,7742	0,288177	1,403577	2,450748	0,70625
74	0,506752	237,3708	0,292318	1,419101	2,456089	0,717958
75	0,5136	240	0,296406	1,434819	2,460802	0,729398
76	0,520448	242,6645	0,300441	1,450749	2,464873	0,740549
77	0,527296	245,3673	0,304419	1,466907	2,468287	0,751393
78	0,534144	248,1116	0,308336	1,483314	2,471027	0,761908
79	0,540992	250,9011	0,312191	1,49999	2,473074	0,77207
80	0,54784	253,7398	0,315978	1,516961	2,474407	0,781858
81	0,554688	256,6323	0,319695	1,534254	2,475001	0,791245
82	0,561536	259,5836	0,323338	1,551898	2,474829	0,800206
83	0,568384	262,5997	0,326903	1,56993	2,47386	0,808711
84	0,575232	265,6873	0,330385	1,588388	2,472058	0,816731
85	0,58208	268,854	0,33378	1,60732	2,469383	0,824232
86	0,588928	272,109	0,337084	1,62678	2,465788	0,831177
87	0,595776	275,4628	0,34029	1,64683	2,461216	0,837527
88	0,602624	278,9284	0,343393	1,667549	2,455603	0,843237
89	0,609472	282,5212	0,346386	1,689028	2,448869	0,848255
90	0,61632	286,2602	0,349263	1,711382	2,440918	0,852521
91	0,623168	290,1696	0,352014	1,734754	2,431631	0,855968
92	0,630016	294,2802	0,354631	1,759329	2,420858	0,858511
93	0,636864	298,6332	0,357102	1,785352	2,408401	0,860046
94	0,643712	303,2847	0,359416	1,813161	2,393996	0,86044
95	0,65056	308,3161	0,361555	1,843241	2,377267	0,859514
96	0,657408	313,8522	0,363501	1,876338	2,357649	0,857008

97	0,664256	320,1031	0,365226	1,913709	2,334209	0,852513
98	0,671104	327,4796	0,36669	1,957808	2,305167	0,845282
99	0,677952	337,0433	0,367829	2,014984	2,26603	0,833511
100	0,6848	360	0,368462	2,152229	2,171128	0,799977



Slika 5.10: Prikaz pretoka pri minimalnem hidravličnem padcu v odvisnosti od višine polnitve cevi

Tabela 5.9: Vstopni podatki za izračun pretoka ($I=1,23\%$)

d (m)	0,6848	notranji premer cevi
I (%)	1,23	hidravlični padec
n	0,011	Manningovo število
Q_{max}	1,231963	maksimalni pretok
Q_{polno}	1,145393	pretok pri polni cevi

Tabela 5.10: Pretoki skozi cevni profil pri maksimalnem hidravličnem padcu

%	h (m)	θ (°)	A (m ²)	O (m)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
1	0,006848	22,95668	0,000633	0,137245	0,279315	0,000177
2	0,013696	32,52041	0,001771	0,19442	0,439799	0,000779
3	0,020544	39,89689	0,003236	0,23852	0,573523	0,001856
4	0,027392	46,14784	0,004961	0,275891	0,691984	0,003433
5	0,03424	51,68387	0,006906	0,308987	0,800002	0,005525
6	0,041088	56,71527	0,009046	0,339067	0,90018	0,008143

7	0,047936	61,36683	0,011359	0,366876	0,994128	0,011292
8	0,054784	65,71976	0,013831	0,3929	1,082932	0,014978
9	0,061632	69,83041	0,016448	0,417475	1,167367	0,0192
10	0,06848	73,7398	0,019199	0,440847	1,248011	0,02396
11	0,075328	77,47885	0,022075	0,463201	1,32531	0,029257
12	0,082176	81,0716	0,025069	0,48468	1,399618	0,035086
13	0,089024	84,53717	0,028172	0,505398	1,47122	0,041446
14	0,095872	87,89104	0,031378	0,525449	1,540352	0,048333
15	0,10272	91,14599	0,034681	0,544908	1,607212	0,05574
16	0,109568	94,31271	0,038077	0,56384	1,671967	0,063663
17	0,116416	97,40025	0,041559	0,582299	1,734758	0,072095
18	0,123264	100,4164	0,045124	0,60033	1,795711	0,081029
19	0,130112	103,3677	0,048767	0,617975	1,854931	0,090459
20	0,13696	106,2602	0,052484	0,635267	1,912515	0,100376
21	0,143808	109,0989	0,056271	0,652238	1,968545	0,110772
22	0,150656	111,8884	0,060125	0,668915	2,023096	0,121639
23	0,157504	114,6327	0,064043	0,685322	2,076234	0,132967
24	0,164352	117,3355	0,06802	0,70148	2,128018	0,144748
25	0,1712	120	0,072055	0,71741	2,178503	0,156972
26	0,178048	122,6292	0,076144	0,733128	2,227736	0,169629
27	0,184896	125,2258	0,080284	0,748651	2,275762	0,182708
28	0,191744	127,7922	0,084473	0,763995	2,322621	0,196199
29	0,198592	130,3308	0,088708	0,779171	2,368349	0,210091
30	0,20544	132,8436	0,092986	0,794194	2,41298	0,224373
31	0,212288	135,3326	0,097305	0,809074	2,456544	0,239034
32	0,219136	137,7996	0,101663	0,823823	2,499069	0,254062
33	0,225984	140,2463	0,106056	0,83845	2,540582	0,269445
34	0,232832	142,6742	0,110484	0,852965	2,581106	0,285171
35	0,23968	145,0848	0,114944	0,867377	2,620663	0,301228
36	0,246528	147,4796	0,119432	0,881694	2,659273	0,317604
37	0,253376	149,8599	0,123949	0,895924	2,696955	0,334284
38	0,260224	152,2269	0,12849	0,910075	2,733726	0,351257
39	0,267072	154,5819	0,133055	0,924155	2,769602	0,368509
40	0,27392	156,9261	0,137641	0,938169	2,804597	0,386027
41	0,280768	159,2605	0,142246	0,952125	2,838725	0,403796
42	0,287616	161,5862	0,146868	0,966029	2,871998	0,421804
43	0,294464	163,9043	0,151505	0,979888	2,904428	0,440036
44	0,301312	166,2158	0,156156	0,993707	2,936024	0,458477
45	0,30816	168,5217	0,160818	1,007492	2,966797	0,477113
46	0,315008	170,8229	0,165489	1,02125	2,996755	0,49593

47	0,321856	173,1204	0,170168	1,034985	3,025906	0,514912
48	0,328704	175,4151	0,174852	1,048704	3,054257	0,534044
49	0,335552	177,708	0,179541	1,062412	3,081814	0,553311
50	0,3424	180	0,184231	1,076114	3,108582	0,572697
51	0,349248	182,292	0,188921	1,089817	3,134567	0,592185
52	0,356096	184,5849	0,193609	1,103525	3,159772	0,611761
53	0,362944	186,8796	0,198294	1,117244	3,184202	0,631407
54	0,369792	189,1771	0,202973	1,130979	3,207858	0,651107
55	0,37664	191,4783	0,207644	1,144737	3,230742	0,670844
56	0,383488	193,7842	0,212306	1,158522	3,252857	0,6906
57	0,390336	196,0957	0,216956	1,172341	3,274203	0,710359
58	0,397184	198,4138	0,221594	1,1862	3,29478	0,730103
59	0,404032	200,7395	0,226216	1,200104	3,314587	0,749812
60	0,41088	203,0739	0,230821	1,21406	3,333623	0,76947
61	0,417728	205,4181	0,235407	1,228074	3,351887	0,789056
62	0,424576	207,7731	0,239971	1,242153	3,369375	0,808553
63	0,431424	210,1401	0,244513	1,256304	3,386084	0,827941
64	0,438272	212,5204	0,249029	1,270535	3,40201	0,847199
65	0,44512	214,9152	0,253518	1,284852	3,417147	0,866308
66	0,451968	217,3258	0,257977	1,299264	3,43149	0,885247
67	0,458816	219,7537	0,262405	1,313779	3,445032	0,903994
68	0,465664	222,2004	0,266799	1,328406	3,457764	0,922528
69	0,472512	224,6674	0,271156	1,343154	3,469679	0,940826
70	0,47936	227,1564	0,275476	1,358034	3,480765	0,958866
71	0,486208	229,6692	0,279754	1,373057	3,491012	0,976624
72	0,493056	232,2078	0,283989	1,388234	3,500408	0,994076
73	0,499904	234,7742	0,288177	1,403577	3,508937	1,011196
74	0,506752	237,3708	0,292318	1,419101	3,516584	1,027959
75	0,5136	240	0,296406	1,434819	3,523332	1,044338
76	0,520448	242,6645	0,300441	1,450749	3,529161	1,060305
77	0,527296	245,3673	0,304419	1,466907	3,534049	1,075831
78	0,534144	248,1116	0,308336	1,483314	3,537972	1,090886
79	0,540992	250,9011	0,312191	1,49999	3,540903	1,105437
80	0,54784	253,7398	0,315978	1,516961	3,542811	1,11945
81	0,554688	256,6323	0,319695	1,534254	3,543662	1,13289
82	0,561536	259,5836	0,323338	1,551898	3,543415	1,14572
83	0,568384	262,5997	0,326903	1,56993	3,542028	1,157898
84	0,575232	265,6873	0,330385	1,588388	3,539449	1,169381
85	0,58208	268,854	0,33378	1,60732	3,535619	1,18012
86	0,588928	272,109	0,337084	1,62678	3,530471	1,190065

87	0,595776	275,4628	0,34029	1,64683	3,523926	1,199157
88	0,602624	278,9284	0,343393	1,667549	3,515888	1,207331
89	0,609472	282,5212	0,346386	1,689028	3,506246	1,214516
90	0,61632	286,2602	0,349263	1,711382	3,494862	1,220625
91	0,623168	290,1696	0,352014	1,734754	3,481566	1,22556
92	0,630016	294,2802	0,354631	1,759329	3,466141	1,2292
93	0,636864	298,6332	0,357102	1,785352	3,448306	1,231398
94	0,643712	303,2847	0,359416	1,813161	3,427681	1,231963
95	0,65056	308,3161	0,361555	1,843241	3,403729	1,230636
96	0,657408	313,8522	0,363501	1,876338	3,37564	1,227048
97	0,664256	320,1031	0,365226	1,913709	3,342079	1,220613
98	0,671104	327,4796	0,36669	1,957808	3,300497	1,21026
99	0,677952	337,0433	0,367829	2,014984	3,244461	1,193406
100	0,6848	360	0,368462	2,152229	3,108582	1,145393



Slika 5.11: Prikaz pretoka pri maksimalnem hidravličnem padcu v odvisnosti od višine polnitve cevi

5.5 Orodja pri izdelavi projekta

Pri projektiranju oziroma izdelavi projektne dokumentacije se uporabljajo predvsem računalniške naprave in programska oprema. Na trgu obstaja velika ponudba, kjer lahko izbiramo med različnimi ponudbami programske opreme. Bistveno je, da se odločimo za programe, ki bodo zadovoljili naše potrebe in nam bodo v pomoč pri konstruiranju rešitev.

Programska oprema, potrebna za izdelavo projektne dokumentacije:

- programi za urejanje besedil in podatkov (preglednica),
- grafični programi,
- brskalniki, elektronska pošta,
- programi za načrtovanje in konstruiranje.

6 IZGRADNJA S TEHNIČNIMI ELEMENTI

6.1 Splošne zahteve

Preden začnemo z izgradnjo predvidenega kanalizacijskega voda, je potrebno zakoličiti vse nevidne naprave in objekte, ter pisno pozvati upravljavce obstoječih komunalnih napeljav. Med gradnjo kanala moramo vsa dela v bližini teh napeljav opravljati skladno s pogoji izstavljenih soglasij ter ustrezno poskrbeti za zaščito tistih vodov, ki prečkajo predvideno traso kanala.

Med gradnjo se morajo upoštevati veljavni higiensko-tehnični predpisi o varstvu pri delu, ker pa bo gradnja potekala v mestu, je potrebno poleg ukrepov za zaščito delavcev upoštevati varstvene ukrepe za zaščito mimoidočih. V ta namen se postavi varnostna ograja vzdolž izkopane gradbene jame, uredijo se prehodi za pešce in zapore ter urejanje avtomobilskega prometa z ustrezno signalizacijo.

Na območju, kjer predvideni kanalizacijski vod prečka obstoječo kanalizacijo, je potrebno med gradnjo izvesti prečrpavanje obstoječe kanalizacije za nemoten odtok odpadne vode.

Po končani gradnji se poleg preizkusa tesnosti izvede tudi snemanje kanalizacije s kamero in se pridobi soglasje pristojnega komunalnega podjetja za priključitev na kanalizacijsko omrežje.

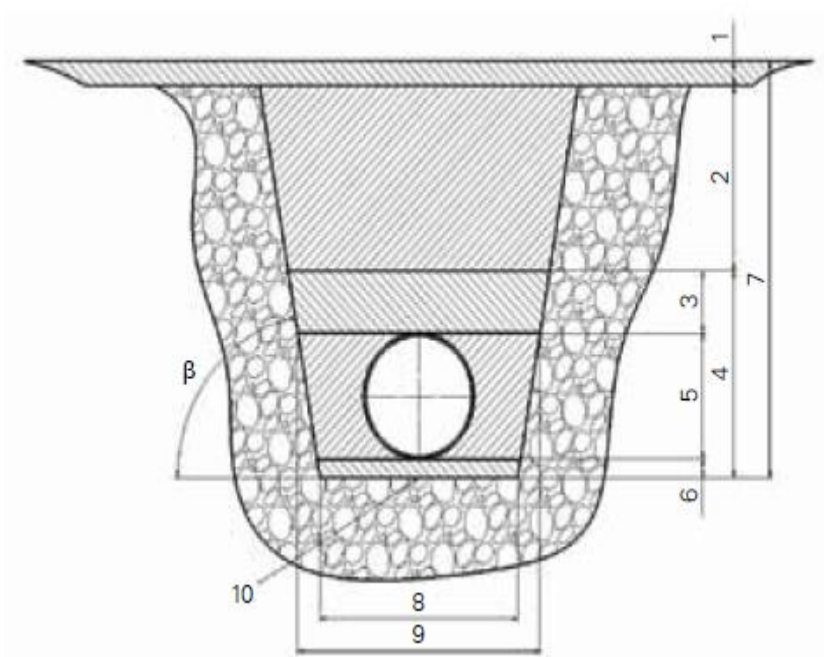
Vse položene kanale, objekte in križanja z ostalimi komunalnimi vodi obvezno sproti posnamemo z zbirnim katastrom podzemnih komunalnih vodov in izdelamo geodetski elaborat ter vnesemo podatke v zbirni kataster upravljavca komunalnih vodov, ki podatke posreduje Geodetski upravi Republike Slovenije.

Podpoglavje 6.1 povzeto po: Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode (Uradni vestnik MOV, št. 015/2013).

6.2 Izkop gradbenega jarka

Po prenosu osi cevovoda na profile in ko smo v skladu s pogoji označili vse podzemne komunalne napeljave, lahko prično z izvedbo izdelave jarka (Slika 6.1). Ker bo gradnja potekala tudi po urbaniziranem zemljišču, opremljenim z mrežo komunalnih vodov, moramo biti pazljivi in dosledno upoštevati varnostne in tehnične predpise. Jarek mora biti dimenzioniran in izkopan na način, da je zagotovljeno strokovno in varno vgrajevanje cevovoda. Predvidena je izvedba širokega izkopa s širino dna 1,40 m in nagibom brežine 70° ter globino maksimalno do 2,60 m (Priloga 5), v primeru potrebe po stabilnosti jarka, se to zagotovi z ustreznim varovalnim opažem. Izkopani material odlagamo ob gradbeni jami, kjer pa to ni mogoče, je potrebno le-tega nakladati na kamione in odvažati na začasno deponijo. Izkop jarka se izvaja strojno in po potrebi ročno, kjer uporaba s strojem ni možna oziroma na lokacijah križanja s ostalimi komunalnimi vodi, da ne pride do poškodb. Med izkopavanjem je potrebno višinsko kontrolirati dno jarka in objektov.

- 1 Površina
- 2 Glavni zasip
- 3 Pokrivna plast
- 4 Območje cevovoda
- 5 Stranski zasip
- 6 Debelina posteljice
- 7 Globina jarka
- 8 Širina posteljice
- 9 Stene jarka
- 10 Dno jarka



Slika 6.1: Prikaz jarka s pojmi [5]

Med polaganjem cevovoda morajo biti izkopani jarki suhi, v njih se ne sme zadrževati deževnica, voda iz puščajočega cevovoda ali izvorna voda. Način odvodnjavanja ne sme vplivati na cevovod in na območje cevovoda, prav tako je potrebno predvideti ukrepe za preprečitev izpiranja drobnih frakcij med odvodnjavanjem. Odvodnjavanje lahko izvedemo s pomočjo drenažne cevi v primeru betonske posteljice ali pa z uporabo črpalke z neposrednim črpanjem iz jarka. Po končanih ukrepih odvodnjavanja je potrebno vsečasne drenažne poti primerno zatesniti. [18]

Minimalne širine dna jarka določamo s pomočjo tabel (*Tabela 6.1* in *Tabela 6.2*).

Tabela 6.1: Najmanjša širina jarka po navedbah SIST EN 1610:2001 [18]

DN	Najmanjša širina jarka ($Dz + x$) v m		
	Opažen jarek	Neopažen jarek	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	$Dz + 0,40$	$Dz + 0,40$	
> 225 do ≤ 350	$Dz + 0,50$	$Dz + 0,50$	$Dz + 0,40$
> 350 do ≤ 700	$Dz + 0,70$	$Dz + 0,70$	$Dz + 0,40$
> 700 do ≤ 1200	$Dz + 0,85$	$Dz + 0,85$	$Dz + 0,40$
> 1200	$Dz + 1,00$	$Dz + 1,00$	$Dz + 0,40$

V vrednosti $Dz + x$, pomeni $x/2$ minimalni prostor med cevjo in steno jarka, oziroma varovalnim opažem,

Dz – zunanji premer cevi (m),

β – kot naklona stene jarka.

Izjeme širine jarkov iz preglednic se smejo spremeniti v naslednjih pogojih:

- če se od oseb nikoli ne zahteva, da stopijo v jarek (npr. pri mehaniziranih tehnikah),
- če se od oseb nikoli ne zahteva, da stopijo v prostor med cevovodom in steno jarka,
- na ozkih mestih in v neizogibnih položajih. [18]

Za vsakega od teh primerov posebej se zahtevajo posebni ukrepi v projektu pri izvedbi.

Tabela 6.2: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od globine jarka [18]

Globina jarka (m)	Najmanjša širina jarka (m)
< 1,00	ni podana
$\geq 1,00 \leq 1,75$	0,80
$\geq 1,00 \leq 4,00$	0,90
> 4,00	1,00

6.3 Polaganje cevi in materiali za območje cevovoda

Vsa dela pri gradnji cevovodov moramo izvajati skladno z določili standarda SIST EN 1610:2001: Polaganje in preizkušanje vodov in kanalov za odvod vode.

Pri polaganju cevi moramo zagotavljati kar se da enakomerno porazdelitev obremenitve. To dosežemo s pravilno izvedbo posteljice, ki je bistvenega pomena za nosilnost ter trajno stabilnost cevovoda in je potrebno njeni izvedbi posvetiti vso pozornost.

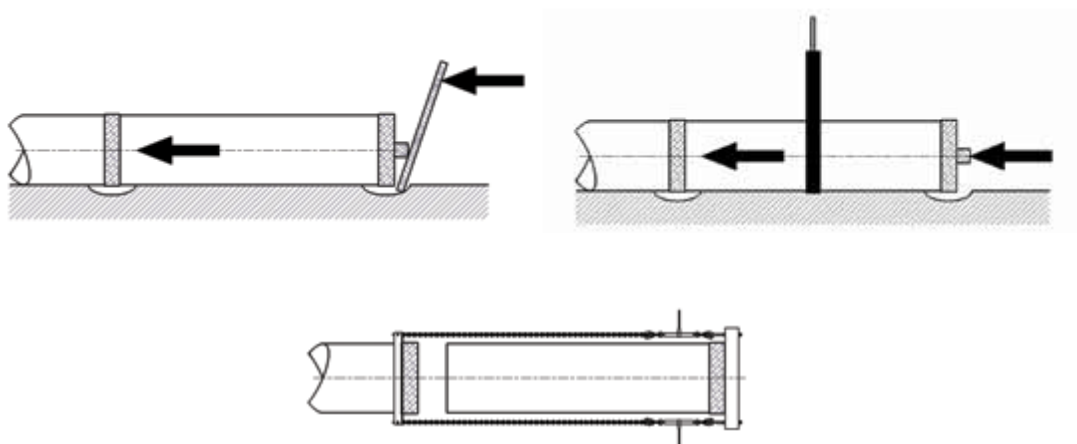
Pred vgrajevanjem posteljice mora strokovnjak za geomehaniko pregledati in prevzeti temeljna tla na dnu izkopanega jarka. Betonsko posteljico izdelamo v širini jarka na ravno dno v debelini 15 cm, iz betona kakovosti C 12/15 (*Priloga 5*). V primeru da pri izkopu naletimo na slabo nosilna tla, moramo dno jarka poglobiti in debelino temeljne plasti povečati na 15 do 20 cm. Podobno postopamo tudi, ko na dnu jarka naletimo na skale ali večje kamne. Material, ki ga uporabimo za izdelavo posteljice, mora zagotoviti ustrezno nosilnost in trajno stabilnost cevovoda.

Pri prevzemu je potrebno cevi in spojne materiale preveriti, če imajo potrebne certifikate in na vseh gotovih izdelkih ter izdelkih, ki se bodo vgradili v objekte na mestu, opraviti preizkuse tlačne trdnosti na vzorcih, vzetih na mestu vgradnje. Nakladanje, razkladanje, prevoz na gradbišču, skladiščenje in samo polaganje cevi moramo izvajati v skladu z navodili proizvajalca izbranih cevi.

Polaganje cevi naj se začne na spodnjem (dovodnem) koncu cevovoda, pri čemer cevi polagamo tako, da so obojke obrnjene proti gornjemu (gorvodnemu) koncu. V primeru če prekinemo dela za dalj časa, je potrebno konce cevi zaščitno zapreti. Cevi, ki jih polagamo, moramo zaščititi pred vnosom tujih snovi in sleherni material, ki se pojavi v cevi, je potrebno odstraniti. Cevi spajamo s postopnim potiskanjem v smeri osi, pri tem moramo biti pazljivi, da ne pride do siljenja in do preobremenitve sestavnih delov. Deli cevne površine, ki pridejo v stik z deli za spajanje, morajo biti nepoškodovani, čisti in po potrebi suhi. Vtične spoje premažemo z mazivi in po postopkih proizvajalca, prav tako vsako rezanje cevi izvajamo s primernim orodjem po priporočilu proizvajalca, poskrbimo, da je zagotovljena pravilna funkcija spoja v izdelavi. Pri spajanju, zlasti za vodenje in potiskanje cevi v predhodno položeno cev, je potrebno uporabljati opremo, ki dovoljuje kontrolirano obvladovanje sile potiskanja (Slika 6.2). Tudi pri rezanju cevi je zahtevana uporaba takšne opreme.

Načini vodenja in potiskanja cevi:

- z vzvodom,
- z ustrezno potisno silo,
- montažno.



Slika 6.2: Prikaz polaganja poliestrskih cevi tip »HOBAS« [5]

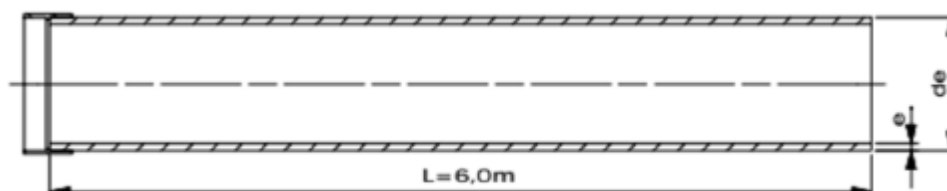
Talno vodo, ki se lahko pojavi v jarku, je potrebno črpati, dokler cevi niso položene in zasute do take višine, da je preprečen dvig cevi zaradi vzgona. Montažo in zasip cevovoda je potrebno vršiti sproti, tako da ne puščamo daljših odsekov nezasutih. S tem se izognemo neprijetnostim pri močnejših padavinah in morebitnim mehanskim poškodbam cevovoda ter zmanjšamo nevarnosti pri delu.

Podpoglavje 6.3 povzeto po: Petrešin E., Vodovod in kanalizacija, AENA, Ljubljana, 1999.

6.4 Cevni material

Za izgradnjo cevovoda smo predvideli cevi nazivnega premera DN 700 mm (*Slika 6.3*) na večjem delu trase, pri prevezavah pa ostale premere DN 200, 250 in 300 mm, nazivne togosti SN 10000 (*Tabela 6.3*). Cevi morajo biti izdelane iz centrifugiranega poliestra skladno s standardom SIST EN 14364. Cevi so dolžine 6 m in na eni strani imajo izdelano spojko iz poliestra z vstavljenim tesnilom. Notranji zaščitni sloj cevi je iz čistega poliestra, brez polnila in ojačitve, mora imeti minimalno debelino 1,0 mm s ciljem doseganja tesnosti, kemijske in abrazijske obstojnosti in odpornosti na obrus pri visokotlačnem čiščenju.

Cevi morajo biti tovarniško preizkušane tako na vodotesnost kot tudi na temensko nosilnost (trdnost) in jih spajamo po navodilih proizvajalca cevi.



Slika 6.3: Poliestrska cev SN 10000 tip »HOBAS« [5]

Tabela 6.3: Poliestrska cev SN 10000 tip »HOBAS« [4]

SN 10000			
DN	m (kg/m)	e (mm)	de (mm)
700	75,50	16,60	718

6.5 Revizijski jaški

Revizijski jaški (*Priloga 6*), ki smo jih predvideli za kontrolo in vzdrževanje cevovoda, so iz armiranega betona z ekscentričnim vstopnim konusom. Jaški so predvideni na vseh vertikalnih in horizontalnih lomih cevovoda, priključkih oziroma odcepkih. Svetli premer tipskih revizijskih jaškov je DN 1000 mm. Jaški morajo imeti tovarniško izdelane nastavke za priključne cevi in muldo pod padcem. Vtoki kanalov v jaške morajo biti izvedeni v smeri toka odpadne vode. Kaskadni vpadnik se izdelava po potrebi, v primeru da je razlika med koto vtoka v jašek in koto iztoka enaka ali večja kot 0,5 m. Jaški, katerih globina presega 2 m, morajo imeti omogočen dostop do dna jaška in morajo biti opremljeni z vstopnimi lestvami ali z že vgrajenimi vzpenjalnimi klini, povezanimi s prečkami. [21]

Jašek vgradimo na splanirano dno in izravnalni sloj dobro utrjenega suhega betona debeline 15 cm oziroma v skladu z zahtevami proizvajalca. Obsip jaška ob bokih izvedemo po celotni višini do zaključnega vrhnjega sloja s peskom v širini 50 cm, vgrajeni zasipni material pa ustrezno utrdimo. Pokrovi jaškov so tipski in morajo odgovarjati zahtevani nosilnosti (400 kN). [21]

Izvedeni jaški morajo biti v skladu s standardom SIST EN 13598-2:2009 in Pravilnikom za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode (Uradni vestnik MOV, št. 015/2013).

6.6 Križanja projektiranega dela kanalizacije s podzemnimi vodi, napravami in objekti

Na celotni trasi projektiranega cevovoda je več križanj z obstoječimi komunalnimi vodi (vodovod, cevni prepusti, elektro vodi, TK vodi) z vertikalnim odmikom 0,5 m pod obstoječimi komunalnimi vodi. Križanja so na podlagi razpoložljivih podatkov informativna, zato je potrebno pred samo izvedbo narediti mikrozakoličbo obstoječih vodov. V podolžnih prerezih in situaciji so razvidni vsi komunalni vodi, ki prečkajo predvideno traso cevovoda oziroma so z njim vzporedni.

Vsa križanja projektiranega cevovoda z obstoječimi in predvidenimi komunalnimi vodi morajo biti izvedena skladno s pogoji, ki jih k projektni dokumentaciji v svojih soglasjih oziroma projektnimi pogoji podajo upravljavci posameznih komunalnih vodov in naprav skladno z normativi in standardi.

Ker to diplomsko delo ne predvideva in nimamo možnosti pridobivanja projektnih pogojev, ta niso sestavni del diplomskega dela, ampak bomo teoretično obravnavali pogoje tistih upravljavcev, ki so razvidni v situaciji projektiranega cevovoda. Natančneje so predvidena križanja razvidna iz grafične priloge detajlov križanj (*Priloga 5*).

- **Potek v varovalnem pasu cest oziroma cestnem telesu, prečkanju cest**

Obnova obstoječega kanalizacijskega voda posega v kategorizirano občinsko lokalno cesto LK 453 791. V skladu s projektnim pogojem upravljavca cest je potrebno pridobiti soglasje na predvidene rešitve. Hkrati si mora izvajalec pridobiti soglasje za prometno zaporo in narediti načrt obvoza v času zapore ceste. Natančneje je polaganje cevi v povozni površini razvidno v grafični prilogi detajlov križanja (*Priloga 5*).

- **Potek ob elektro kablh in prečkanju teh kablov**

Na območju predvidenega posega potekajo SN daljnovod 20 kV in SN kablovod 20 kV v upravljanju elektrodistribucijskega podjetja. Predviden kanalizacijski vod se nahaja tudi v vplivnem pasu VN daljnovoda 110 kV in javne razsvetljave.

Najmanj osem dni pred pričetkom izvajanja del je potrebno obvestiti upravljavca, da zakoliči svoje vode in v času gradnje opravlja strokovni nadzor nad deli, ki potekajo v območju njegovih vodov.

Pri paralelnem poteku je zagotovljena potrebna minimalna razdalja med predvidenim cevovodom in podzemnim elektro vodom 1,00 m. Pri križanju cevovoda z elektro kabli je potrebno le-te mehansko zaščiti s cevmi. Vertikalna razdalja je na večjem delu trase večja od minimalno zahtevane razdalje 0,50 m. Zaščita se izvede v širini 1,50 m na vsako stran elektrovoda, natančneje je križanje z elektro vodom razvidno v grafični prilogi detajlov križanja (*Priloga 5*). V skladu s projektnimi pogoji upravljavca elektrodistribucijskega podjetja je potrebno predvideti izkope v bližini stojnih mest nadzemnih elektroenergetskih vodov, s katerim bi lahko bila zmanjšana statična stabilnost. Prav tako je potrebno zagotoviti minimalni odmik, da ročice gradbenih strojev ali njihovi deli ne posegajo v

bližino elektro vodnika. Ustreznost izvedbe vsakokratnega križanja ali približevanja si mora ogledati predstavnik elektrodistribucijskega podjetja. Za vsa izvedena križanja je potrebno izvesti geodetske meritve, ki morajo vsebovati podatke o varnostni višini oziroma odmiku med kanalizacijo in elektrovodom. [21]

- **Potek ob telekomunikacijskih kablih in prečkanju teh kablov**

Potek predvidene trase cevovoda zagotavlja minimalno razdaljo 1,00 m in vertikalni odmik 0,50 m. Obvezno je upoštevati projektne pogoje upravljavca telekomunikacijske infrastrukture in skladno z njimi zagotoviti pravilno zaščito in ostale pogoje upravljavca TK kablov. V grafični prilogi detajlov križanja (*Priloga 5*), je natančneje prikazano križanje predvidenega voda kanalizacije s TK vodi, kjer je tudi prikazana morebitna zaščita omenjenih vodov iz poliestrskih cevi DN 160, v širini 0,50 m. [21]

- **Potek ob vodovodu in prečkanju vodovoda**

Predvideni javni kanalizacijski cevovod dimenzije DN 700 poteka vzporedno in prečka vodovod. Projekt kanalizacijskega transportnega voda upošteva zahtevani vertikalni odmik 0,50 m, horizontalni odmik pri vzporednem poteku pa je na večjem delu trase večji od 3,00 m. Obvezno je upoštevati projektne pogoje pristojnega upravljavca komunalne infrastrukture, po dodatni zaščiti in ostalih pogojih. Prečkanje kanalizacije z obstoječim vodovodom, je natančneje prikazano v grafični prilogi detajlov križanja (*Priloga 5*). [21]

- **Potek ob vodotoku**

Predvideni javni kanalizacijski vod tekom celotne trase poteka v varovalnem pasu reke Pake. V skladu s projektnimi pogoji upravljavca DRSV je potrebno uskladiti morebitne zahteve upravljavca.

- **Potek kanalizacije ob daljnovodu in prečkanju daljnovodov**

Predvidena kanalizacija prečka daljnovod Šoštanj–Velenje, 2×110 kV. Pri gradnji se na mestih predvidenih posegov ne bo spreminjala višinska razlika med višinskim potekom daljnovoda in obstoječim terenom, saj bo kanalizacijski vod v celoti vkopan. Prav tako se pri gradnji ne bo posegalo v območja stojnih mest in območja poteka ozemljitvenih krakov. Obvezno je upoštevati projektne pogoje upravljavca ELES-a in uskladiti morebitne zahteve upravljavca.

- **Prečkanje meteornih kanalov in kanalizacije**

Pri prečkanju cevnih prepustov meteornih kanalov je zagotovljen najmanjši vertikalni odmik 0,50 m, kjer pa prihaja do odstopanja navedenega odmika, je potrebno s posebnimi ukrepi in z izpolnjevanjem pogojev soglasja upravljavca obstoječih komunalnih vodov poskrbeti za dodatno zaščito oziroma preprečiti prenose sil. [21]

6.7 Zasip gradbenega jarka

Zasip jarka moramo izvajati skladno s standardom SIST EN 1610:2001 in z zahtevami proizvajalca cevi. Pred zasutjem je potrebno izvesti preizkus tesnosti cevovoda, ker se s tem izognemo tveganju, da bi zasuli netesno položen cevovod. Obsip in zasip izvedemo z zmrzlinško odpornim peščenim materialom ali prebrano zemljino, frakcije materiala 4–16 mm (*Tabela 6.4*). Materiali, ki jih vgrajujemo, ne smejo biti škodljivi za cev, material cevi ali za podtalnico. Zasipni material mora biti v takem stanju vlažnosti, da je možna kontrolirana izvedba zasipa in njegovo utrjevanje, nikakor ne sme vsebovati ostrorobih kamnov ali gradbenih odpadkov takih oblik, ki bi poškodovale cevi. Pozorni morami biti pri utrjevanju zasipa ob boku cevi, kjer lahko nezadostno utrjeni boki povzročijo prevelike deformacije cevi. [21]

Nad območjem cevovoda lahko zasipavamo z izkopanim materialom, vendar pod določenimi pogoji. V kolikor je material za zasip zrnat, je priporočljivo, da je zrnavost dobro stopnjevana, ker ga na tak način bolje utrdimo. Preveriti je potrebno, če vlažnost materiala na začasni deponiji omogoča doseganje predpisane stopnje utrditve.

Zasip z izkopanim materialom nad cono cevovoda izvajamo v slojih debeline maksimalno 0,30 m, nato sledi utrjevanje vgrajenega sloja. [5]

Tabela 6.4: Nazivni premeri in dopustna debelina zrn [5]

Nazivni premer cevi	Debelina zrn
≤ DN 400	8–16 mm
≥ DN 500	16–32 mm

Med izvajanjem del s preizkusi kontroliramo:

- vse lastnosti materiala (klasifikacija, zrnastost, vsebnost humusnih primesi, podatke o plastičnosti) iz izkopa ter iz nahajališča,
- material izkopa pri vsaki vidni spremembi kakovosti,
- nosilnost sloja s ploščo za vsako plast posteljice,
- zgostitev sloja, vlažnost in gostoto zemljine za bočni zasip za vsako plast na vsaki strani cevi z odvzemom vzorca.

- **Izvedba zgornje posteljice in obsipa cevi**

Obsip cevi izvajamo ročno, in sicer obsujemo v več plasteh, pri čemer upoštevamo, da debelina posameznega sloja ne presega 0,30 m. Po vgradnji ga temeljito utrdimo z lahkim strojnim nabijačem (do 30 kg). Delo izvajamo izmenično iz ene in druge strani, da preprečimo premikanje cevi. Prav tako moramo biti pazljivi, da vibrirna plošča ne udarja neposredno na zunanjo steno cevi. Kot del obsipa vgrajujemo tudi prekrivno cono cevovoda do 0,30 m nad temenom cevi pod istimi pogoji. [5]

- **Izvedba glavnega zasipa**

Glavni zasip se nahaja neposredno nad prekrivno cono in je zunaj cone cevovoda. Za zasipanje lahko uporabimo izkopani material. Za utrjevanje posameznih slojev od prekrivne cone pa do višine 1,00 m lahko uporabljamo strojni nabijač (60 kg) ali z vibracijskimi ploščami (do 500 kg), nad višino 1,00 m nad temenom cevi pa že lahko uporabimo težke stroje. [5]

Zasip cevovoda, ki poteka v cestnem telesu lokalne ceste, ustrezno utrdimo do predpisane zbitosti in vgradimo asfalt (6+4 cm) na tamponsko podlago v debelini minimalno 50 cm. V cestišče lahko vgrajujemo le zmrzlinško odporni peščeni material, ki ga komprimiramo v plasteh po 0,20 m.

- **Izvedba zasipa v primeru opaženega izkopa**

Odstranjevanje vodoravnega zaščitnega opaža izvajamo vzporedno z napredovanjem zasipa in po utrditvi predhodne plasti. Pri navpično postavljenem opažu lahko zagatnice praviloma izvlečemo po zapolnitvi ali delni zapolnitvi jarka na določenem odseku. Paziti moramo, da je po izvlačenju opaža utrjen celotni prerez jarka.

6.8 Tesnost cevovoda in jaškov

Tesnost vsakega položenega cevovoda je potrebno preizkusiti in oceniti po postopkih in merilih določenih v SIST EN 1610. Prvi preizkus izvedemo pred zasutjem, in sicer lahko na delno zasutem cevovodu, kjer so stiki vidni.

Potek preizkusa po podatkih pridobljenih iz strani Komunalnega podjetja Velenje:

- preizkus izvajamo od jaška do jaška ob ustrezni zatesnitvi odprtin,
- ustvari se tlak preizkušanja, to je tisti tlak, ki se ustvari s polnjenjem preizkušene odseka cevovoda z vodo do nivoja površine jaška,
- po polnjenju cevovoda in ustvarjenem zahtevanem tlaku je potreben pripravljalni čas (običajno zadošča 1 ura, razen pri betonskih ceveh, kjer je potreben 24-urni pripravljalni čas) – betonski priključni jašek,
- po izteku pripravljalnega časa izvedemo preizkus tesnosti kanala,
- preizkusni tlak se vzdržuje z natančnostjo 1 kPa.

6.9 Kontrola skladnosti in prevzem

- Pred vgrajevanjem posteljice je potrebno pozvati strokovnjaka za geomehaniko, ki pregleda temeljna tla na dnu izkopanega jarka.
- Za ugotavljanje skladnosti betona glede na tlačno trdnost veljajo neodvisno od mesta proizvodnje in uporabe določila SIST EN 206. Beton, ki se namerava uporabiti za proizvodnjo cevi in drugih gotovih izdelkov, mora imeti certifikat. Enako velja tudi za katerikoli drugi material.
- Za vse gotove izdelke kot tudi izdelke, ki se bodo vgradili v objekte na mestu, je potrebno opraviti preizkuse tlačne trdnosti na vzorcih, vzetih na mestu vgradnje in pridobiti odobritev nadzora gradnje.
- Pri prevzemu je potrebno poleg certifikata za vsako pošiljko preveriti oznako na vsakem proizvodu ali paketu proizvodov.
- Sprotna vizualna kontrola izvedbe spojev v skladu z navodili proizvajalca.
- Zasip po slojih z ustreznim utrjevanjem.

7 SKLEP

Živimo v sodobnem svetu, kjer se v mestnih središčih soočamo z vedno večjo mrežo podzemne kot tudi nadzemne gospodarske javne infrastrukture. Prav tako se na trgu razvija in pojavlja vedno večja izbira kanalizacijskih elementov. Še vedno pa ostaja velika odgovornost projektantov, da v omejenih prostorskih zmožnostih in s pravo predvideno rešitvijo ter izbiro kanalizacijskih elementov, načrtujejo kanalizacijske sisteme, ki bodo zagotavljali optimalen odvod odpadne in padavinske vode, kot tudi tehnično vzdrževanje v njihovi življenjski dobi.

Cilj diplomskega dela je bil podrobneje predstaviti postopke projektiranja dela kanalizacijskega cevovoda, od opisa problematike, umeščanja trase, upoštevanja veljavne zakonodaje, pa vse do projektiranja predvidenega mešanega transportnega voda z izbranim cevničnim materialom in hidravlično presojo pretočnega profila.

Najprej smo preučili obstoječe stanje ter veljavne zakone, pravilnike in dokumente, pomembne za izdelavo našega projekta. Na podlagi pridobljenih podatkov komunalnega podjetja Velenje smo izrisali situacijo in podolžne profile predvidenega kanalizacijskega cevovoda, ki bo nadomestil dotrajan obstoječi vod. Sočasno smo se na podlagi primerjave med obstoječimi betonskimi in sodobnejšimi cevmi iz poliestra odločili za slednje. Prav tako pa smo izvedli hidravlično kontrolo za izbrani premer cevi. Kontrola je potrdila ustreznost in racionalnost izbranega premera, ki je enak obstoječemu premeru cevi DN 700.

Sledil je opis izgradnje mešanega kanalizacijskega cevovoda s tehničnimi elementi. Predstavili smo v skladu z veljavnimi predpisi in smernicami, predviden izkop gradbenega jarka, polaganja cevi, zasip jarka. Prav tako smo opisali izbrani cevni material in revizijske jaške, kot tudi splošne zahteve ter kontrole tesnosti in prevzem.

Pri križanjih z obstoječimi komunalnimi vodi smo povzeli bistvene zahteve Pravilnika za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode (Uradni vestnik MOV, št. 015/2013),

glede vertikalnih ter horizontalnih odmikov. Ob teh zahtevah pa smo teoretično nakazali na določene pogoje posameznih upravljavcev gospodarske javne infrastrukture.

Čez celotno diplomsko delo, posebno pa skozi dejansko izdelavo projekta, smo ugotovili, da je pri projektiranju kanalizacijskega sistema potrebno zajeti mnogo podatkov. Zelo pomembno je poznati veljavno zakonodajo, pravilnike, standarde in jih pravilno tolmačiti ter upoštevati. Ko temu dodamo dane možnosti na terenu ter interese oziroma želje investitorjev, ostane projektantu relativno malo manevrskega prostora za iskanje optimalnih rešitev. V takih primerih se zahteva od projektantov veliko izkušenj, potrpežljivosti, vključevanje vseh pristojnih organov, pogajalskih zmožnosti in znanj. Vse to in še več je naloga projektantov, ki lahko samo z neprestanim izobraževanjem oziroma delom na različnih projektih napredujejo, pridobivajo izkušnje in tako pripomorejo k izboljšanju kanalizacijskih sistemov, ki so pomembni za zagotavljanje zdravja prebivalcev in kakovosti bivalnega okolja.

Tudi pri našem projektu smo v iskanju optimalnih rešitev bili razpeti med izvedbo v istem kanalu s prečrpavanjem ali pa izgradnjo nadomestnega kanala po drugi trasi. Kljub zahtevnosti umeščanju osi v prostor, kjer je potrebno v skladu s projektnimi pogoji in soglasji predvideti ustrezno rešitev, smo se odločili za izgradnjo nadomestnega kanala, s ciljem zagotavljanja čim manj motenega odtoka odpadne vode proti CČN v času izgradnje. Z izbiro cevne materiala, smo zagotovili tehnično in cenovno optimalno vzdrževanje nadomestnega kanala v njegovi življenjski dobi. S prikazom načina določevanja hitrosti in pretoka na prerezu pretočnega profila z uporabo Manningove enačbe, pa je predstavljena uporaba teoretičnega znanja na realnem projektu. Rezultati zagotavljajo pretočnost predvidenega kanalizacijskega cevovoda, ki tako lahko postane del kanalizacijskega sistema in služi svojemu namenu.

8 VIRI IN LITERATURA

- [1] Acman D., Analiza obremenjenosti mešane komunalne odpadne vode iz kanalizacijskega sistema Velenje–Šoštanj, diplomsko delo, Velenje, 2014.
- [2] <http://www.alpro-menges.si/cevni-sistemi/ulicna-kanalizacija/pe-dvoslojne-cevi-za-ulicno-kanalizacijo>, medmrežje 12. 05. 2016.
- [3] <http://www.hr.aps-sales.com/hr/products.html>, medmrežje 12. 05. 2016.
- [4] http://www.hobas.com/fileadmin/Daten/PUBLIC/Brochures_World_pdf/1606_HOBAS_Gravity_Pipe_Systems_web.pdf, medmrežje 20.05.2016.
- [5] http://www.hobas.com/fileadmin/Daten/PUBLIC/Brochures_World_pdf/1605_HOBAS_Installation_Manual_small.pdf, medmrežje 22.05.2016.
- [6] <http://www.kp-velenje.si>, medmrežje 10.05.2016.
- [7] <http://www.kp-velenje.si/images/stories/Dokumenti/Zgodovina%20podjetja.pdf>, medmrežje 11. 05. 2016.
- [8] http://mapipipe.si/prodajni_program/cevi_za_odvod_odpadnih_voda/ukc_cevi_za_kanalizacijo/, medmrežje 12. 05. 2016.
- [9] <http://www.mix-trgovina.si/--p-405.html?osCsid=ge2pbkthccbhnf7ilc55gftk81>, medmrežje 12. 05. 2016.
- [10] <http://www.saleska-kanalizacija.si>, medmrežje 11.05.2016.
- [11] <http://www.sanivod.rs/duktilne-cevi.php>, medmrežje 12. 05. 2016.
- [12] <http://www.vo-ka.si/o-druzbi/odvajanje-ciscenje-odpadne-vode/kako-deluje-kanalizacijski-sistem>, medmrežje, 11. 05. 2016.
- [13] Kolar J., Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1989.
- [14] Komunalno podjetje Velenje, Projektna naloga za obnove dela magistralnega

- mešanega kanalizacijskega voda ob Partizanski cesti v Velenju, 13.01.2015.
- [15] NIVO gradnje in ekologija d.d., Celje, Navodila za montažo cevnih sistemov, 2007
- [16] Ofak, Z., Tehnična, tehnološka in cenovna primerjava lastnosti in vgradnje kanalizacijskih cevi, diplomska naloga, Ljubljana, 2009.
- [17] Odlok o prostorskih ureditvenih pogojih planske celote 04 – PUP 04 za dele mesta Velenje (Uradni vestnik MOV, št. 22/06 – UPB1, 04/07, 03/08, 11/12, 16/14).
- [18] Petrešin, E., Vodovod in kanalizacija, AENA, Ljubljana, 1999.
- [19] PGM Žalec, predstavitveni katalog, 2007, dostopno na http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/pgm_kanalizacija_katalog_comp.pdf, medmrežje 25.05.2016.
- [20] Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08).
- [21] Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo objektov in naprav za izvajanje javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode (Uradni vestnik MOV, št. 015/2013).
- [22] Prostorski informacijski sistem občin, dostopno na <http://www.geoprostor.net/>, 18.04.2016.
- [23] Slokan I., Petek I., Gradbeniški priročnik, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2008.
- [24] Slokan I., Nizke zgradbe, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2003.
- [25] Slokan I., Odvajanje in čiščenje odpadne vode, zapiski predavanj, Ljubljana, 2013.
- [26] Steinman F., Hidravlika, Hidrotehnična smer FAGG, Laboratorij za mehaniko tekočin FAGG, Ljubljana 1992.
- [27] Uredba o državnem prostorskem načrtu za državno cesto od priključka Velenje jug do priključka Slovenj Gradec jug (Uradni list RS, št. 72/13).
- [28] Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11).
- [29] Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15)
- [30] Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo,

14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09,
61/10 – Zrud-1, 20/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZdavNepr, 110/13 in 19/15).

[31] Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06
– ZmetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09
– ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16).

[32] Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/11).

9 PRILOGE

9.1 Seznam slik

<i>Slika 2.1: Mešani kanalizacijski sistem [16]</i>	7
<i>Slika 2.2: Ločeni kanalizacijski sistem [16]</i>	8
<i>Slika 3.1: Cevi iz polivinilklorida [8]</i>	11
<i>Slika 3.2: Strukturirane cevi [2]</i>	12
<i>Slika 3.3: Poliestrska cev [3]</i>	13
<i>Slika 3.4: Betonske cevi [9]</i>	14
<i>Slika 3.5: Cevi iz nodularne litine [11]</i>	15
<i>Slika 3.6: Revizijski jašek [25]</i>	
<i>Slika 3.7: Kaskadni jašek [25]</i>	16
<i>Slika 3.8: Cestni požiralnik pod pločnikom [25]</i>	17
<i>Slika 3.9: Črpališče z vgrajeno polžasto črpalko (prerez) [24]</i>	18
<i>Slika 3.10: Razbremenilnik z bočnim prelivanjem [25]</i>	19
<i>Slika 4.1: Kanalizacijski sistem šaleške doline s črpališči in čistilnimi napravami [6]</i>	22
<i>Slika 4.2: Lokacija dela kanalizacijskega transportnega voda [22]</i>	24
<i>Slika 4.3: Območje predvidenega in sprejetega državnega prostorskega akta [22]</i>	27
<i>Slika 5.1: Prerez armiranobetonske cevi »NIVO« [19]</i>	35
<i>Slika 5.2: Detajl stika armiranobetonske cevi tip »NIVO« [19]</i>	36
<i>Slika 5.3: Prikaz odlaganja cevi na gradbišču [15]</i>	38
<i>Slika 5.4: Prikaz lokalnega transporta na gradbišču [15]</i>	38
<i>Slika 5.5: Prerez poliestrske cevi »HOBAS« [4]</i>	38
<i>Slika 5.6: Detajl standardnega spoja cevi »HOBAS« [4]</i>	40
<i>Slika 5.7: Prikaz lokalnega transporta poliestrskih cevi tip »HOBAS« [5]</i>	41
<i>Slika 5.8: Delno polnjena cev [23]</i>	44
<i>Slika 5.9: Kot polnitve [26]</i>	44

<i>Slika 5.10: Prikaz pretoka pri minimalnemu hidravličnemu padcu v odvisnosti od višine polnitve cevi</i>	48
<i>Slika 5.11: Prikaz pretoka pri maksimalnemu hidravličnem padcu v odvisnosti od višine polnitve cevi</i>	51
<i>Slika 6.1: Prikaz jarka s pojmi [5]</i>	54
<i>Slika 6.2: Prikaz polaganja poliestrskih cevi tip »HOBAS« [5]</i>	57
<i>Slika 6.3: Poliestrska cev SN 10000 tip »HOBAS« [5]</i>	58

9.2 Seznam tabel

<i>Tabela 4.1: Lega v prostoru in klasifikacija objekta [28]</i>	24
<i>Tabela 5.1: Tehnične lastnosti armiranobetonske cevi [19]</i>	36
<i>Tabela 5.2: Dimenzije stika armiranobetonskih cevi [19]</i>	37
<i>Tabela 5.3: Tehnične lastnosti poliestrskih cevi [4]</i>	39
<i>Tabela 5.4: Dimenzije stika poliestrskih cevi [4]</i>	40
<i>Tabela 5.5: Podatki materiala [4]</i>	41
<i>Tabela 5.6: Splošna primerjava med betonskimi in poliestrskimi cevmi</i>	42
<i>Tabela 5.7: Vstopni podatki za izračun pretoka ($I=0,60\%$)</i>	45
<i>Tabela 5.8: Pretoki skozi cevni profil pri minimalnemu hidravličnem padcu</i>	45
<i>Tabela 5.9: Vstopni podatki za izračun pretoka ($I=1,23\%$)</i>	48
<i>Tabela 5.10: Pretoki skozi cevni profil pri maksimalnemu hidravličnem padcu</i>	48
<i>Tabela 6.1: Najmanjša širina jarka po navedbah SIST EN 1610:2001 [18]</i>	55
<i>Tabela 6.2: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od globine jarka [18]</i>	56
<i>Tabela 6.3: Poliestrska cev SN 10000 tip »HOBAS« [4]</i>	58
<i>Tabela 6.4: Nazivni premeri in dopustna debelina zrn [5]</i>	62

9.3 Grafične priloge

Priloga 1: Situacijski načrt kanalizacije

Priloga 2: Situacijski načrt komunalnih vodov

Priloga 3: Vzдолžni prerez

Priloga 4: Vzдолžni prerez – prevezave

Priloga 5: Karakteristični detajli križanj

Priloga 6: Detajl jaškov

9.4 Naslov študenta

Rok Petric

Stantetova ulica 16

3320 Velenje

e-mail: petric_rok@hotmail.com

9.5 Kratek življenjepis

Rojen: 10. 08. 1988

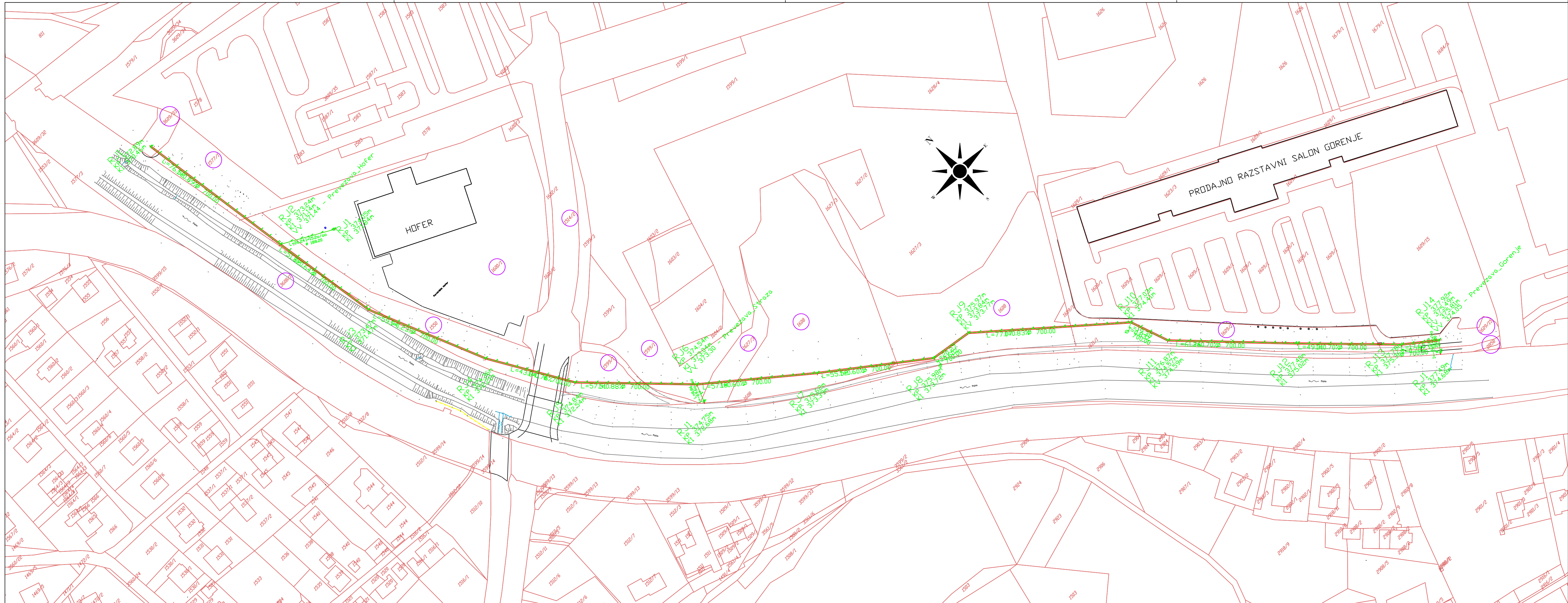
Šolanje: 1995–2003 Osnovna šola Livada

2003–2007 Šolski center Celje, Poklicna in tehnična gradbena šola


2007–2008 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

2008–2016 Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo

in arhitekturo



Ime	X	Y	Stacionaza	Kota pokrova	Kota dna	Kota vtoka	Kota iztoka	Globina jaška	Fi jaška
Glavni kanal									
RJ1	507182,39	135869,97	0,00	372,89	370,46	370,46	370,46	2,43	1000
RJ2	507193,04	135794,20	76,52	373,24	371,14	371,14	371,14	2,10	1000
RJ3	507200,68	135742,94	128,34	373,47	371,47	371,47	371,47	2,00	1000
RJ4	507223,48	135687,50	188,28	374,36	372,21	372,21	372,21	2,15	1000
RJ5	507245,42	135649,54	232,13	374,84	372,54	372,54	372,54	2,30	1000
RJ6	507285,42	135608,23	289,63	374,54	373,04	373,04	373,04	1,50	1000
RJ7	507329,45	135571,76	346,81	375,62	373,39	373,39	373,39	2,23	1000
RJ8	507373,39	135537,82	402,33	375,98	373,72	373,72	373,72	2,26	1000
RJ9	507393,40	135534,59	422,60	375,97	373,84	373,84	373,84	2,13	1000
RJ10	507451,32	135483,75	499,67	377,03	374,43	374,43	374,43	2,60	1000
RJ11	507457,62	135465,41	519,06	376,87	374,57	374,57	374,57	2,30	1000
RJ12	507499,90	135421,08	580,32	377,40	375,02	375,02	375,02	2,38	1000
RJ13	507534,41	135385,86	629,62	377,78	375,36	375,36	375,36	2,42	1000
RJ14	507548,25	135374,90	647,28	377,92	375,35	375,49	375,81	2,57	1000
Prezavava Hofer									
RJ2	507193,04	135794,20	0,00	373,24	371,13	371,14	371,13	2,10	1000
RJ1	507215,88	135781,29	26,24	374,05	371,84	371,84	371,84	2,21	1000
Prezavava Straža									
RJ6	507285,42	135608,23	0,00	374,54	373,04	373,04	373,06	1,50	1000
RJ1	507282,08	135600,03	8,86	374,75	373,25	373,25	373,25	1,50	1000
Prezavava Gorenje									
RJ14	507548,25	135374,90	0,00	377,92	375,35	375,49	375,49	2,57	1000
RJ1	507544,63	135370,25	5,89	377,49	375,61	375,61	375,61	1,89	1000

Investitor:  **UNIVERZA V MARIBORU**
 Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
 Smetanova ulica 17
 2000 Maribor

Vrsta načrta/prikaza: **NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI**

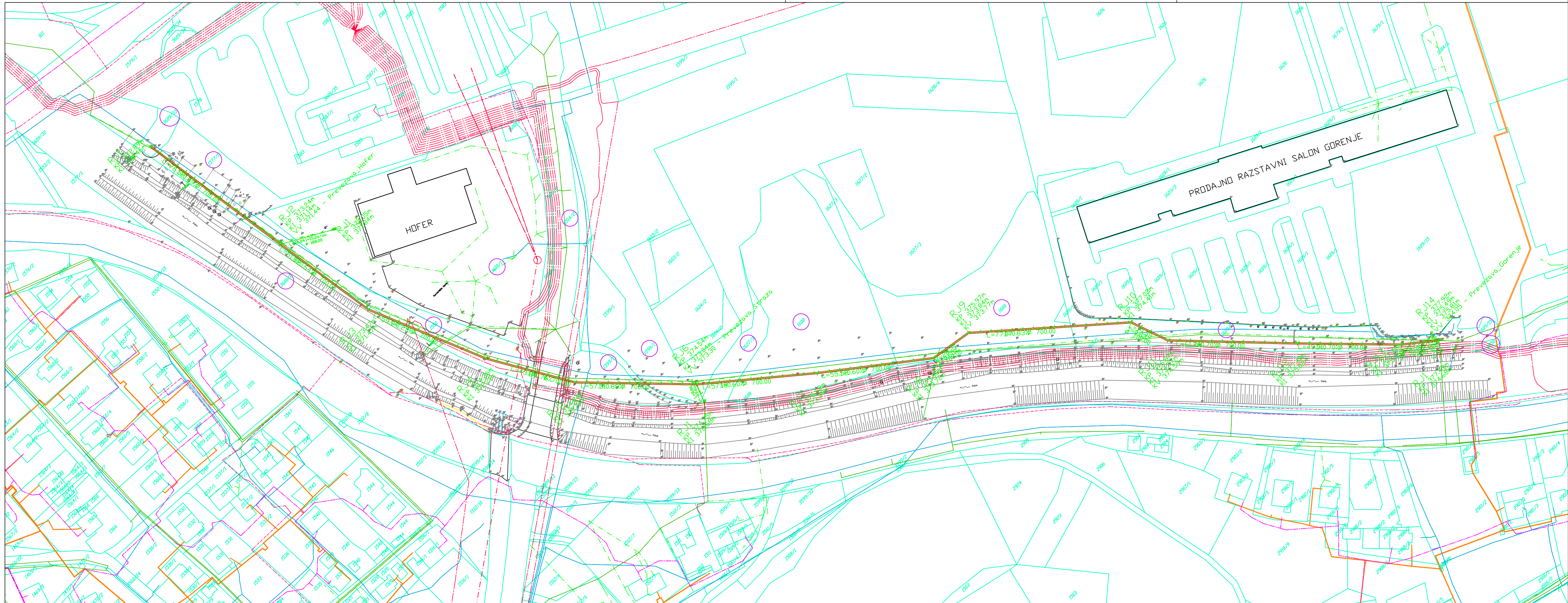
Objekt: **REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA**

Vseбина: **SITUACIJSKI NAČRT KANALIZACIJE** Merilo: **1:1000**

Vrsta projekta: **Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa** Smer: **Prometno - hidrotehnična**


Izdovalec: **Rok Petric** Vpisna št.: **93648614**

Datum: **Julij 2016** Št. lista: **1**

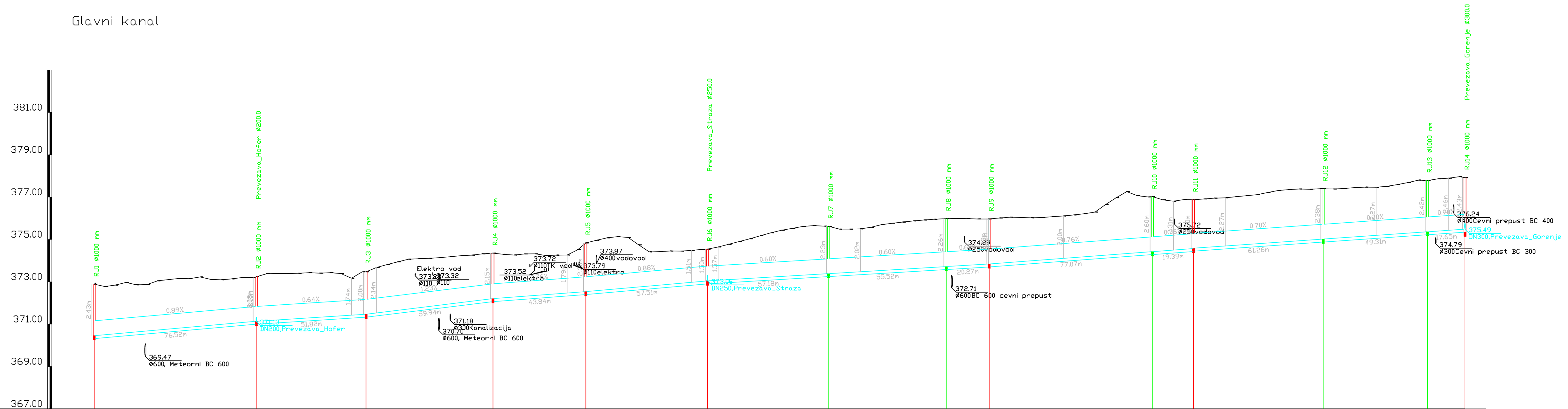


LEGENDA:


	Obstoječi vodi
Kanalizacija	
Vodovod	
Elektrovod - Eles	
Elektrovod	
Komunikacijski vod - Telekom	
Meteorni kanal	

Investitor:	 UNIVERZA V MARIBORU Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Smetanova ulica 17 2000 Maribor
Vrsta načrta/prikaza:	NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI
Objekt:	REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA
Vsebina:	SITUACIJSKI NAČRT KOMUNALNIH VODOV
Vrsta projekta:	Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa
Izdovalec:	Rok Petric
Datum:	Julij 2016
Vpisna št.:	93648614
Merilo:	1:1000
Smer:	Prometno - hidrotehnična
Št. lista:	2

Glavni kanal



IME	RJ1	RJ2	RJ3	RJ4	RJ5	RJ6	RJ7	RJ8	RJ9	RJ10	RJ11	RJ12	RJ13	RJ14
STACIONAŽA	0.00	76.52	128.34	188.28	232.13	289.63	346.81	402.33	422.60	499.67	519.06	580.32	629.62	647.28
KOTA TERENA	372.89 372.78 372.85 372.97 372.88 373.05 373.11 373.15 373.23 373.11 373.09 373.14 373.21 373.21 373.39 373.39 373.39 373.40 373.43 373.41 373.43 373.39 373.37 373.47 373.68 372.82 373.94 374.07 374.09 374.11 374.14 374.19 374.23 374.26 374.32 374.36 374.30 374.27 374.32 374.32 374.24 374.26 374.26 374.52 374.84 374.96 375.08 375.13 375.10 374.75 374.42 374.43 374.46 374.45 374.49 374.54 374.54 374.77 374.77 374.90 375.03 375.18 375.32 375.44 375.53 375.61 375.65 375.63 375.66 375.49 375.49 375.50 375.58 375.70 375.77 375.82 375.88 375.92 375.96 375.98 375.98 376.00 375.98 375.97 375.97 376.02 376.05 376.04 376.02 376.04 376.08 376.11 376.16 376.22 376.29 376.65 376.97 377.26 377.07 377.07 377.12 377.22 377.31 377.36 377.39 377.37 377.37 377.38 377.41 377.45 377.47 377.47 377.51 377.59 377.69 377.81 377.78 377.87 377.89 377.97 377.97													
KOTA IZTOKA, VTOKA	370.46	371.14	371.47	372.21	372.54	373.04	373.39	373.72	373.84	374.43	374.57	375.02	375.36	375.49
GLOBINA IZKOPA	2.57	2.24	2.14	2.29	2.44	1.64	2.38	2.40	2.27	2.74	2.44	2.52	2.56	2.57
PADEC		0.89	0.64	0.76	0.88	0.60	0.76	0.70						
DOLŽINA	76.52	51.82	59.94	43.84	57.51	57.18	55.52	20.27	77.07	19.39	61.26	49.31	17.65	
CEV PROFIL DOLŽINA	DN 700 SNI0000 , L=647.28													

Investitor:  UNIVERZA V MARIBORU
Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
Smetanova ulica 17
2000 Maribor

Vrsta načrta/prikaza: **NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI**

Objekt: **REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA**

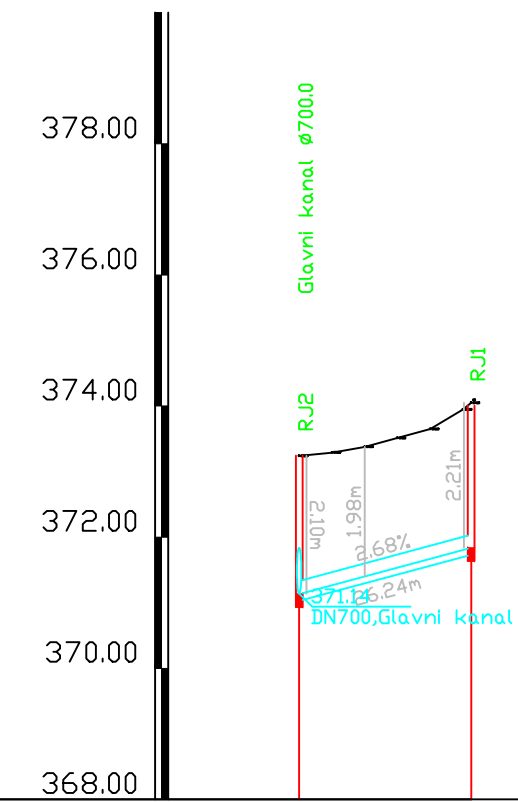
Vsebina: **VZDOLŽNI PREREZ** Merilo: **1:1000/100**

Vrsta projekta: **Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa** Smer: **Prometno - hidrotehnična**

Izdovalec: **Rok Petric** Vpisna št.: **93648614** Št. lista: **3**

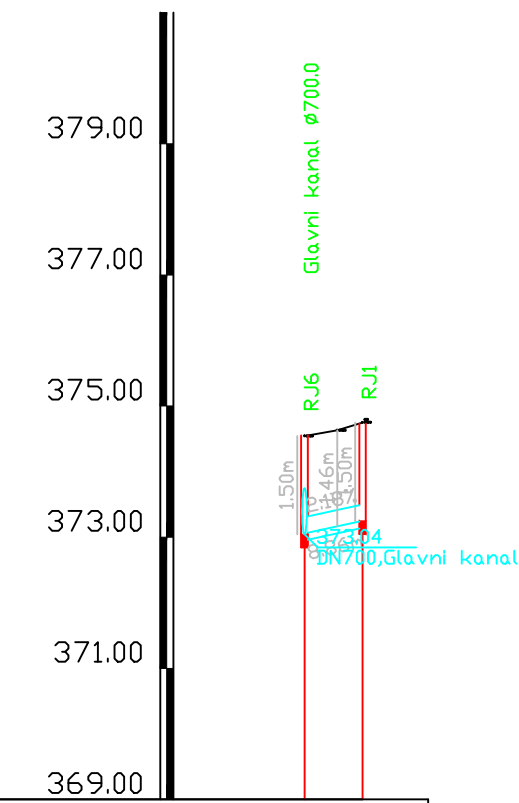
Datum: **Julij 2016**

Prevezava_Hofer



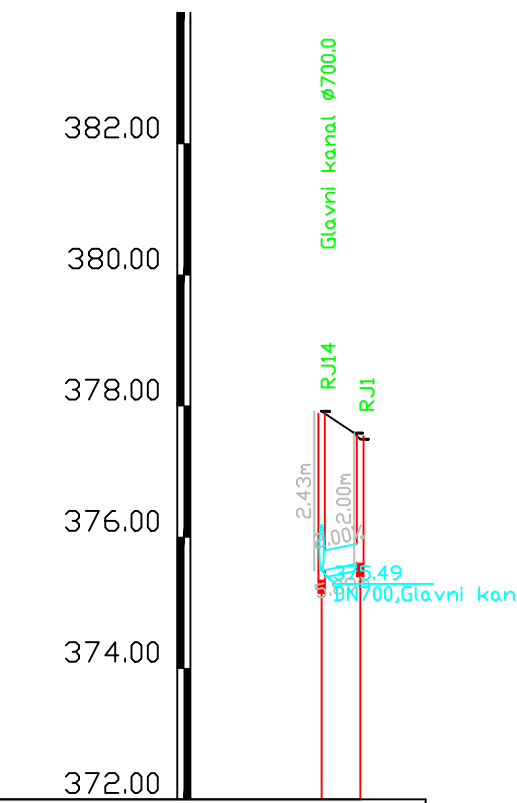
IME	RJ2 - Glavni kanal RJ1	
STACIONAŽA	0.00	
KOTA TERENA	373.24 373.29 373.38 373.51 373.65	26.24
KOTA IZTOKA, VTOKA	371.14 371.13	371.84
GLOBINA IZKOPA	2.21 2.21	2.32
PADEC	2.68	
DOLŽINA	26.24	
CEV PROFIL DOLŽINA	DN 250 SN10000 , L=26.24	

Prevezava_Straza




IME	RJ6 - Glavni kanal RJ1	
STACIONAŽA	0.00	
KOTA TERENA	374.54 374.63 374.73	8.86
KOTA IZTOKA, VTOKA	373.04 373.06 373.25	373.25
GLOBINA IZKOPA	1.61 1.59 1.61	1.61
PADEC	2.18	
DOLŽINA	8.86	
CEV PROFIL DOLŽINA	DN 250 SN10000 , L=8.86	

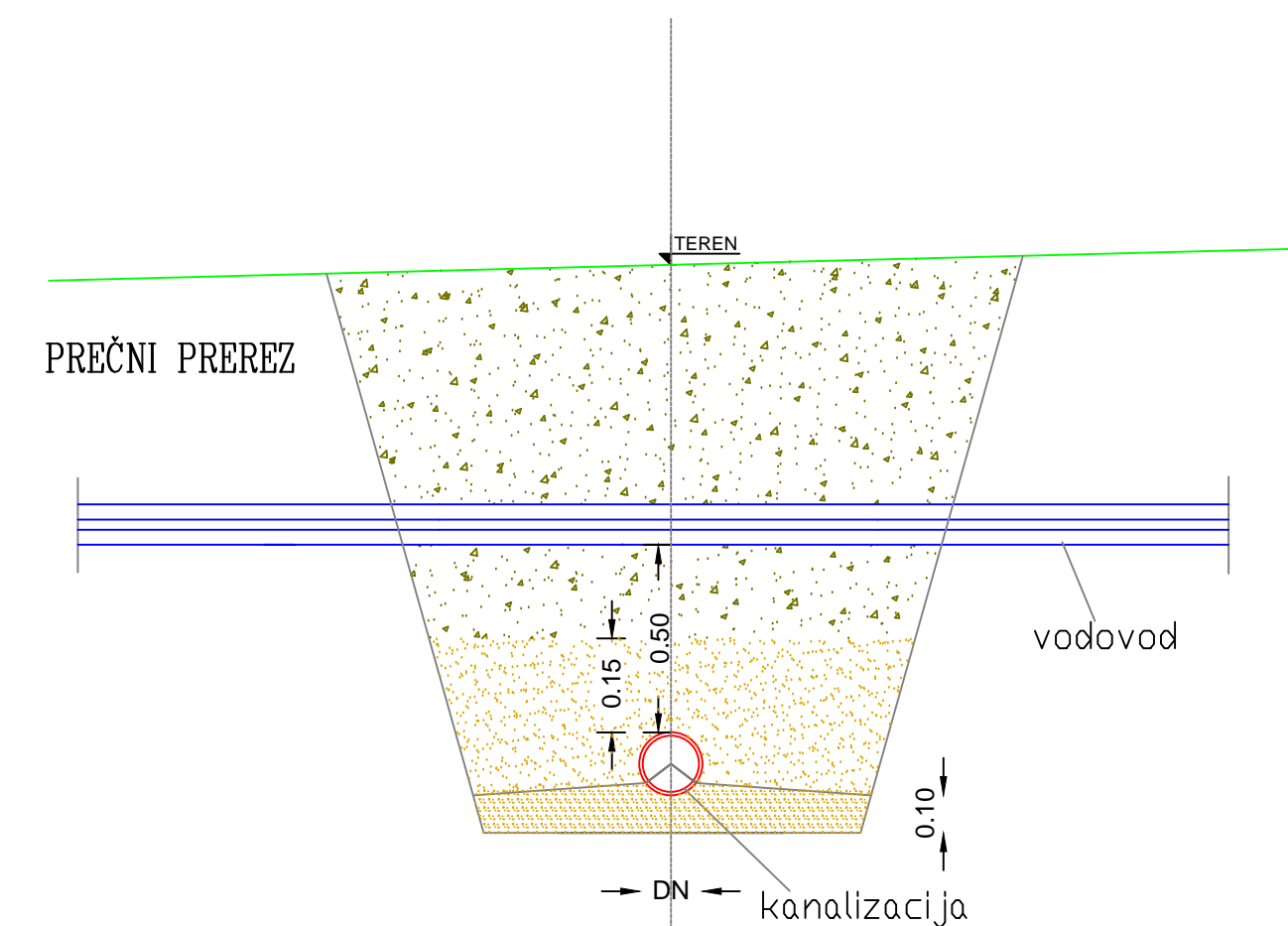
Prevezava_Gorenje



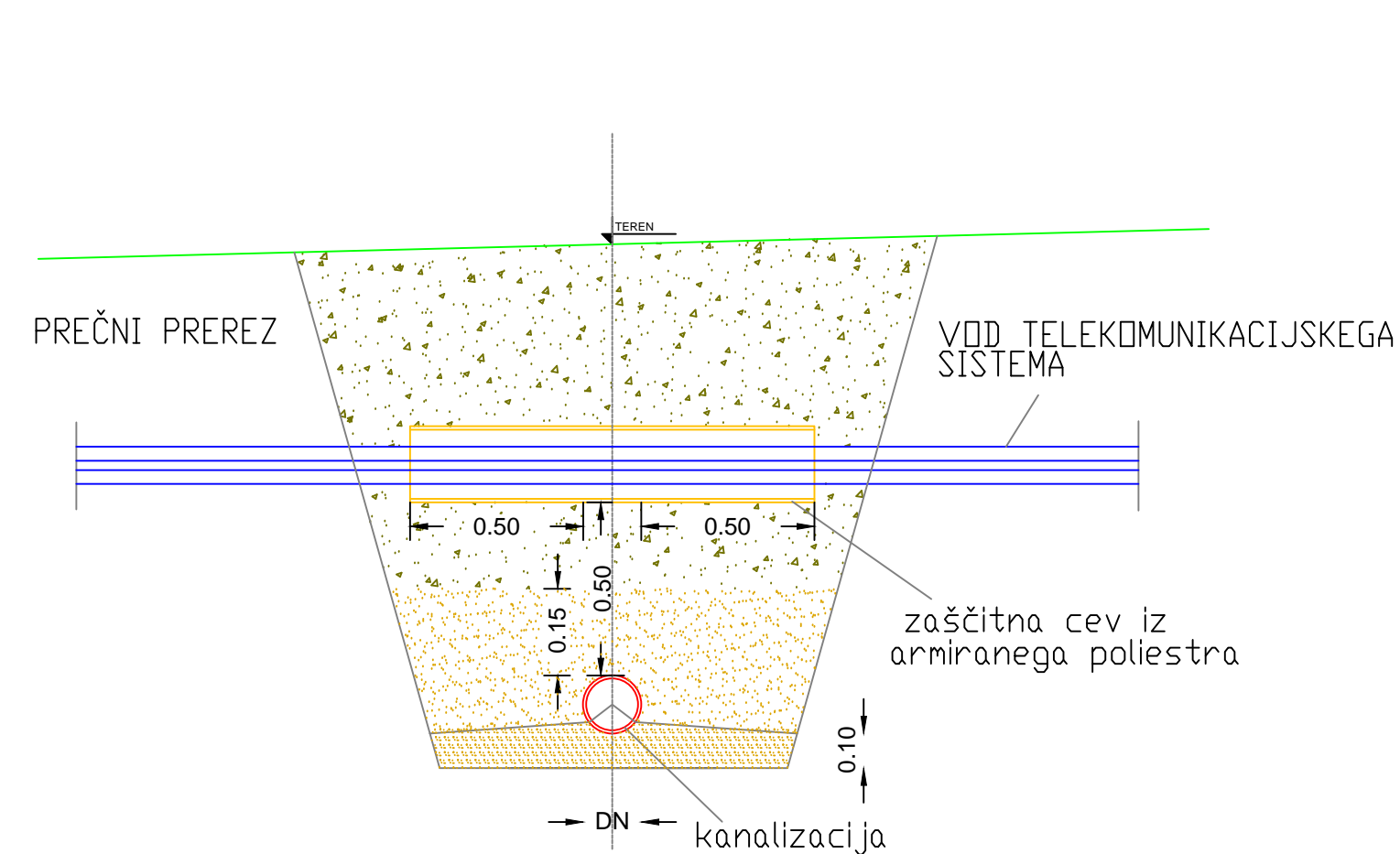
IME	RJ14 - Glavni kanal RJ1	
STACIONAŽA	0.00	
KOTA TERENA	377.92 377.93	5.89
KOTA IZTOKA, VTOKA	375.49 375.61	375.61
GLOBINA IZKOPA	2.54 1.99	1.99
PADEC	2.00	
DOLŽINA	5.89	
CEV PROFIL DOLŽINA	DN 300 SN10000 , L=5.89	

Investitor:	 UNIVERZA V MARIBORU Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Smetanova ulica 17 2000 Maribor
Vrsta načrta/prikaza:	NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI
Objekt:	REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA
Vsebina:	VZDOLŽNI PREREZ - PREVEZAVE
Merilo:	1:1000/100
Vrsta projekta:	Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa
Smer:	Prometno - hidrotehnična
Izdovalec:	Rok Petric
Vpisna št.:	93648614
Datum:	Julij 2016
Št. lista:	4

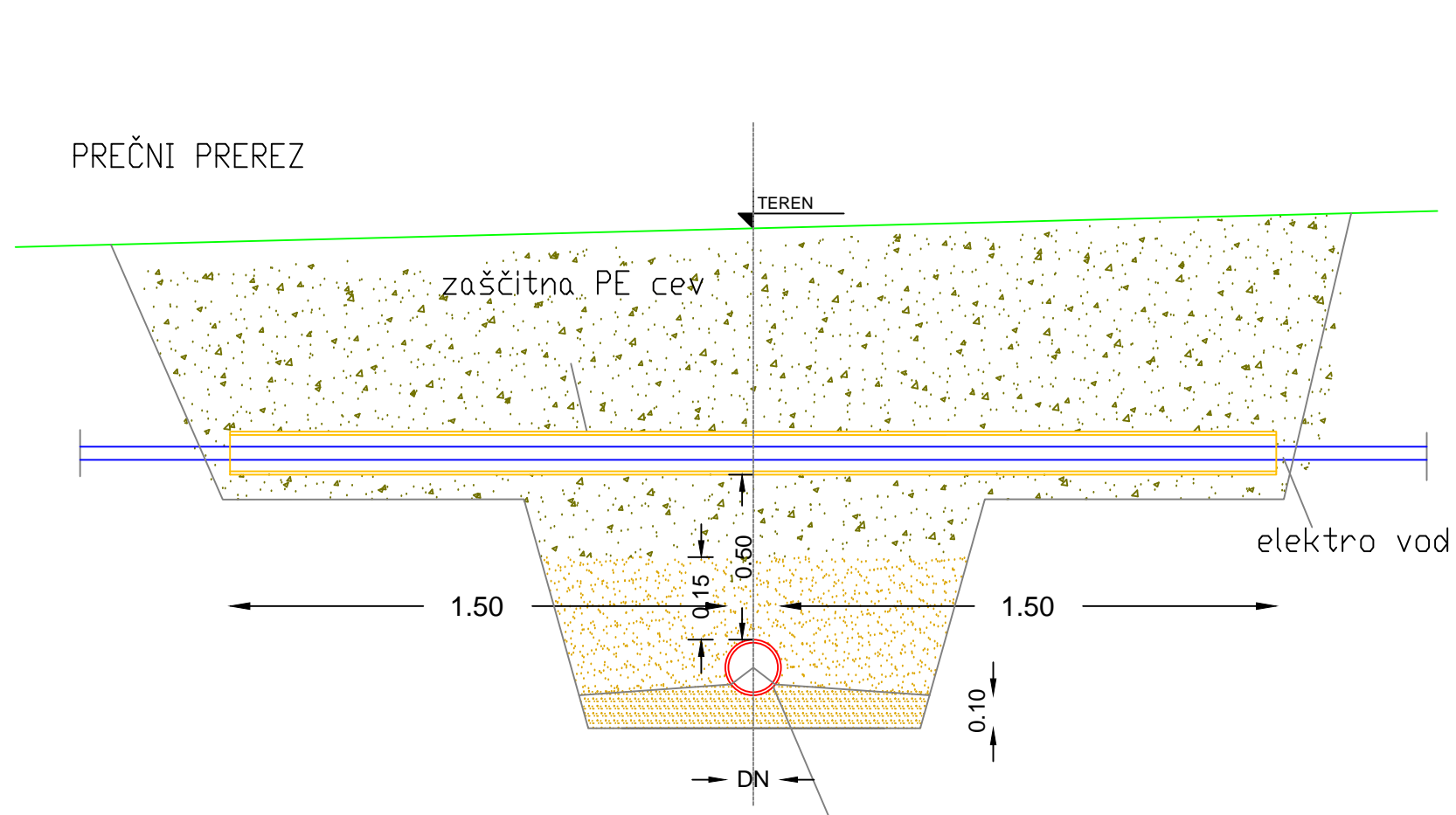
KRIŽANJE Z VODOVODOM



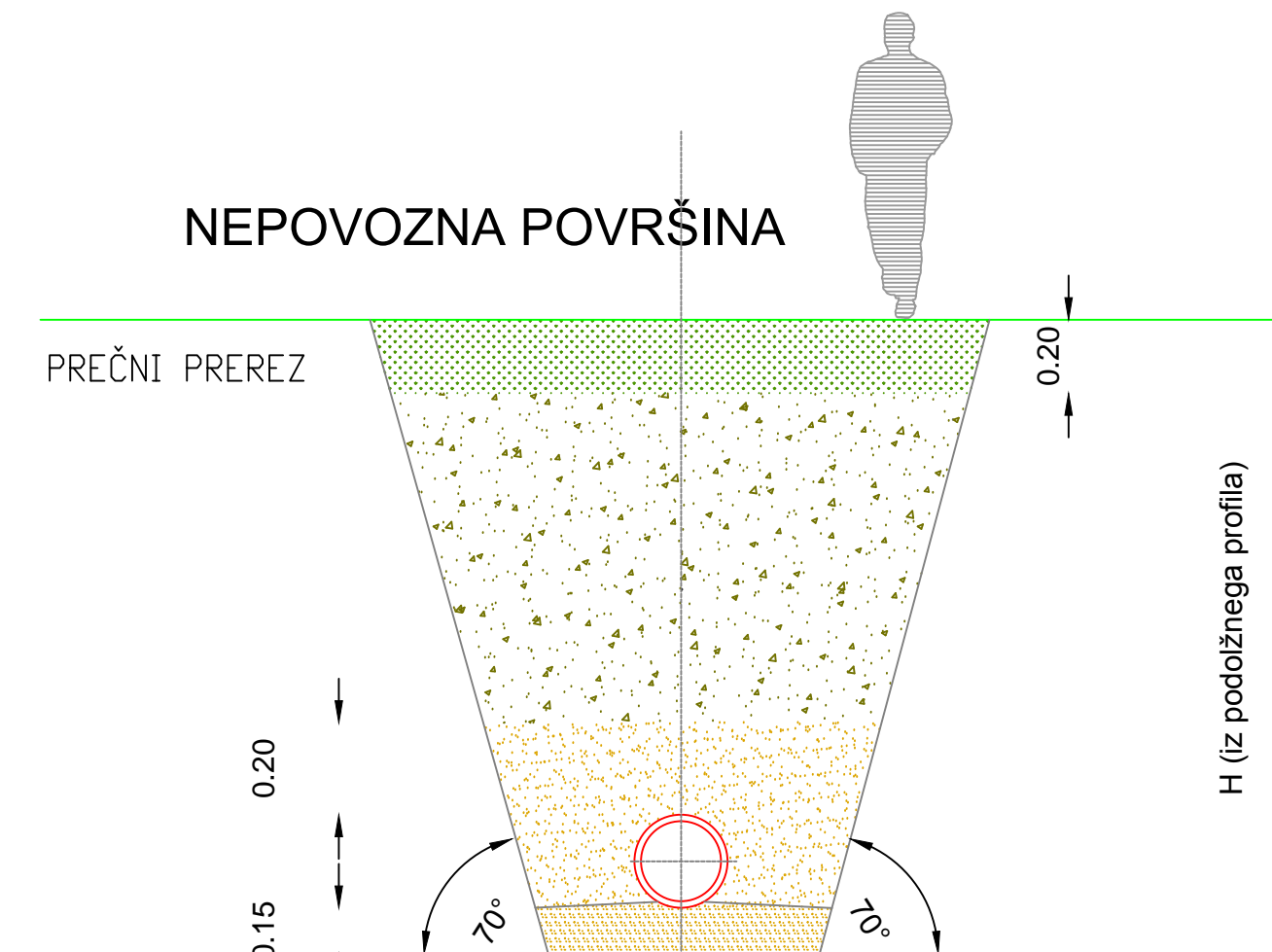
KRIŽANJE S KOMUNIKACIJAMI



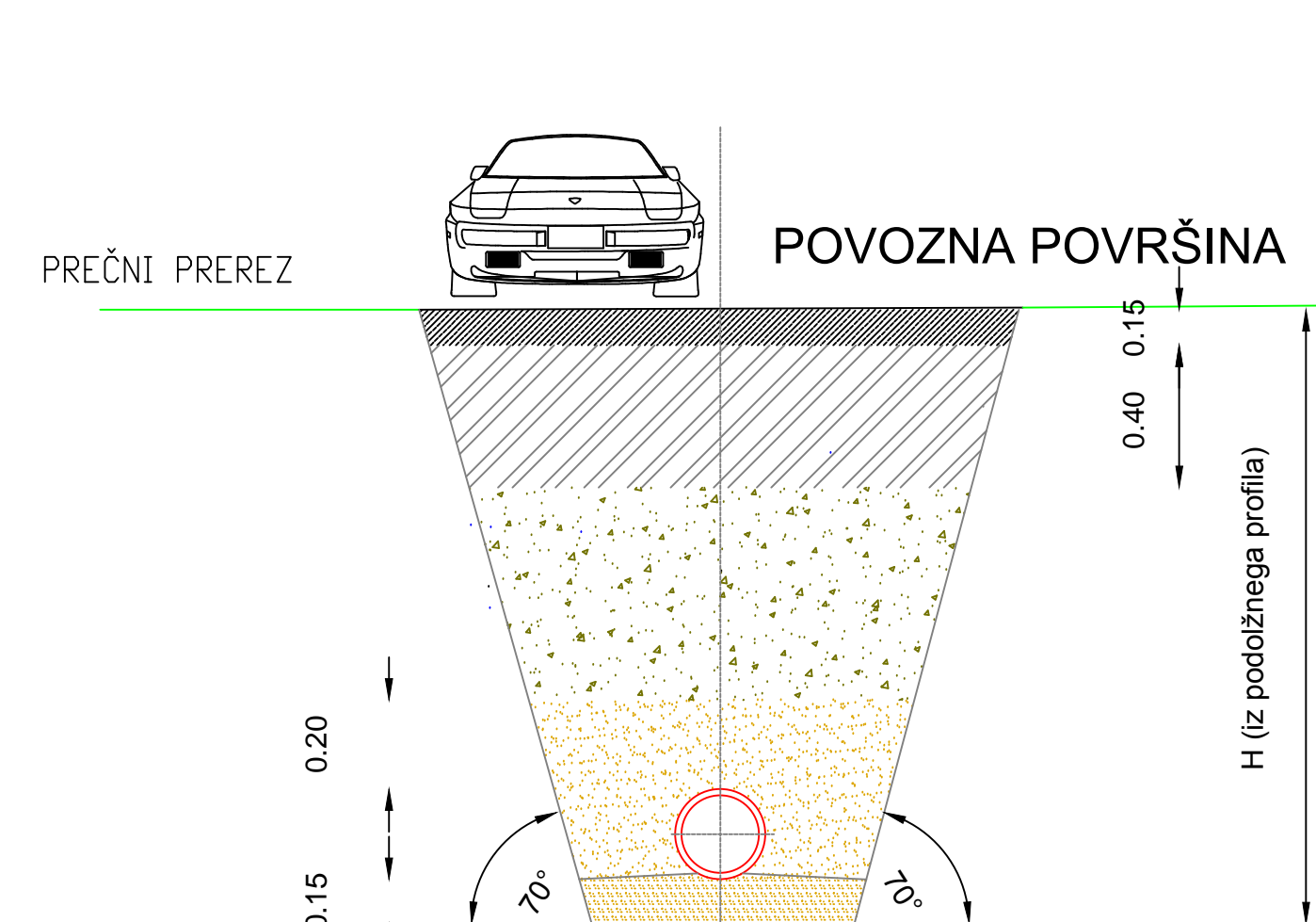
KRIŽANJE Z ELEKTRO VODOM



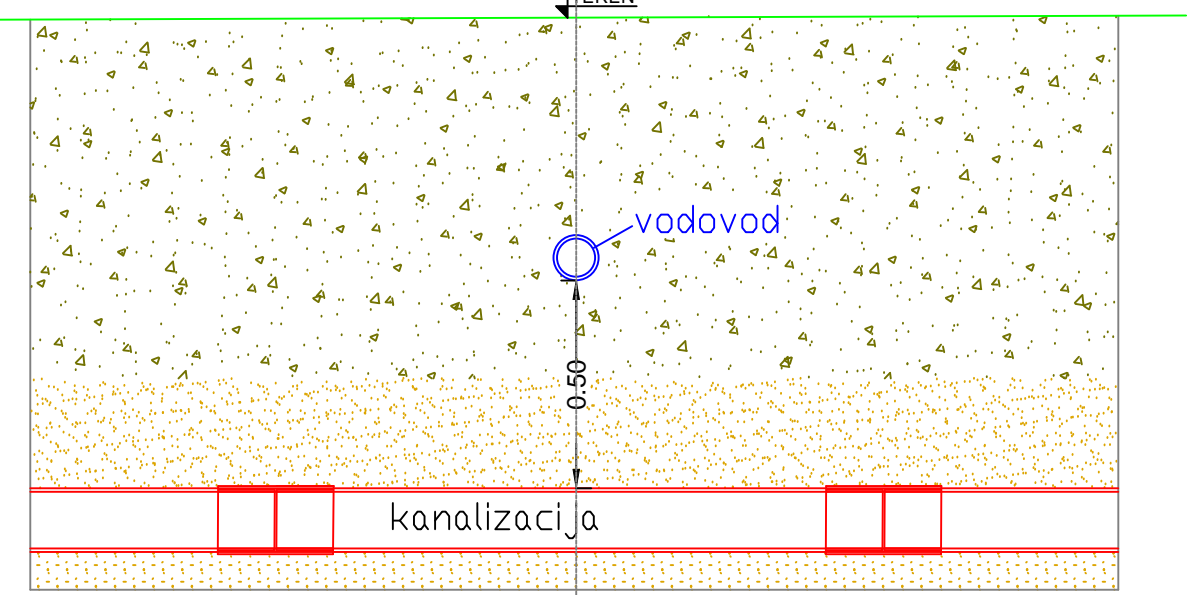
POLAGANJE CEVI V NEPOVOZNI POVRŠINI



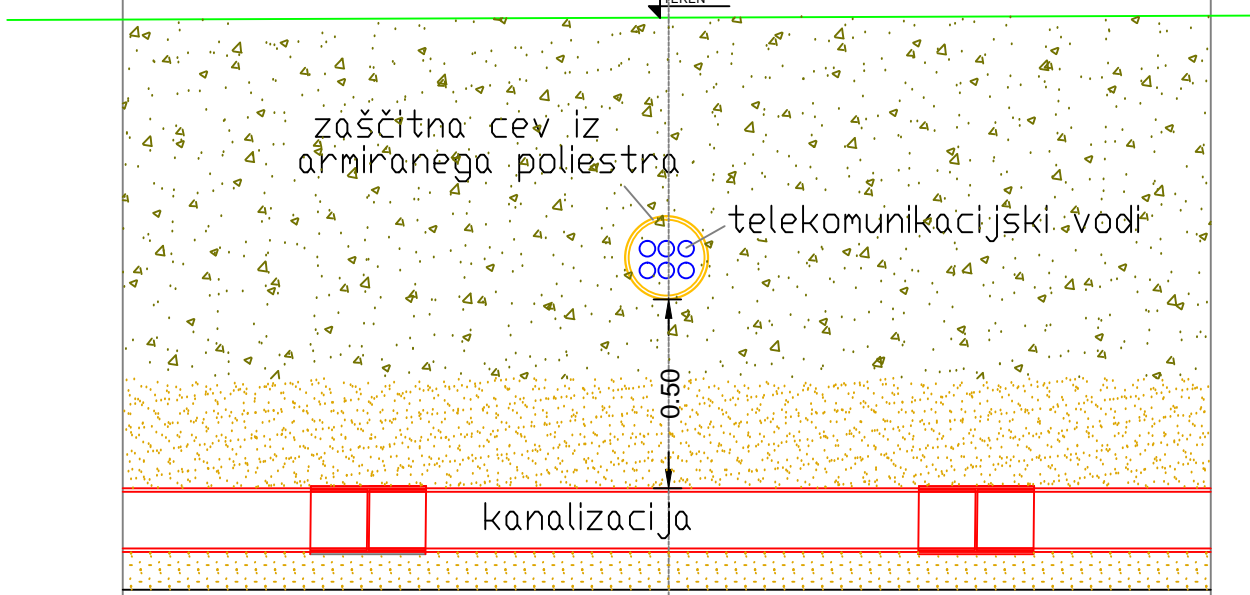
POLAGANJE CEVI V POVOZNI POVRŠINI



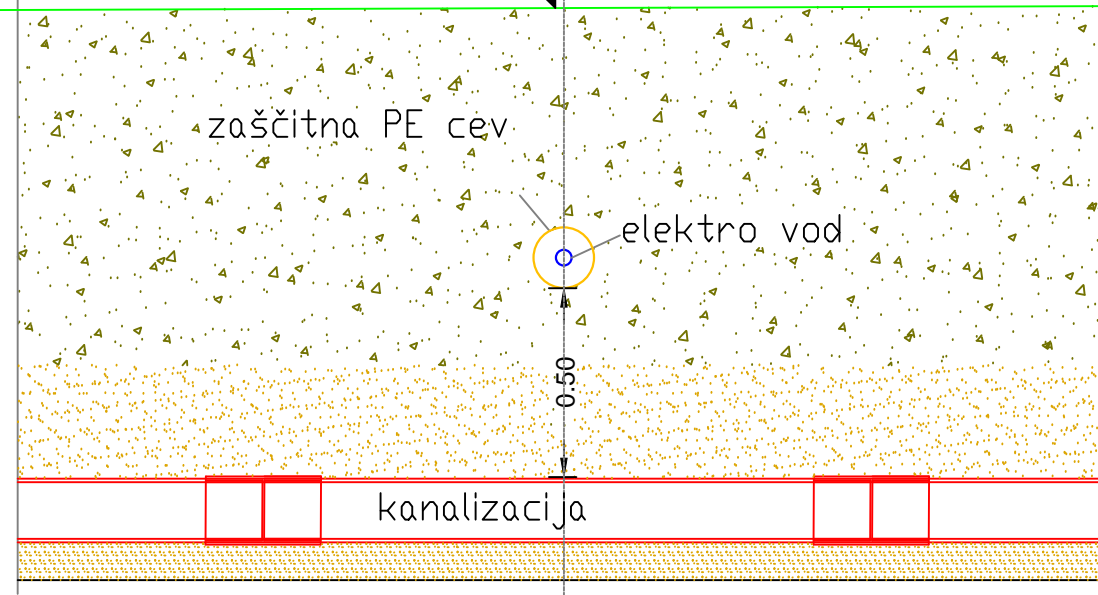
VZDOLŽNI PREREZ



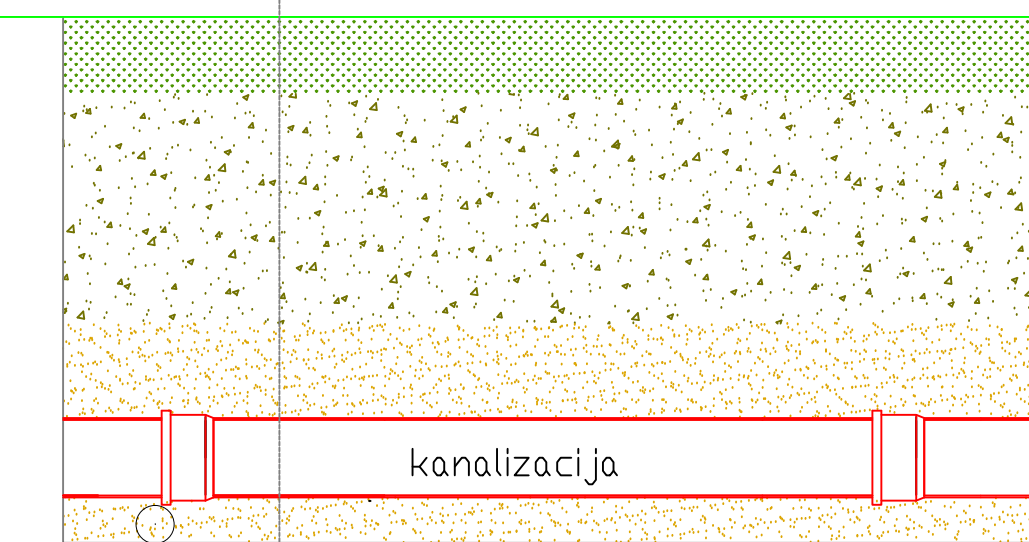
VZDOLŽNI PREREZ



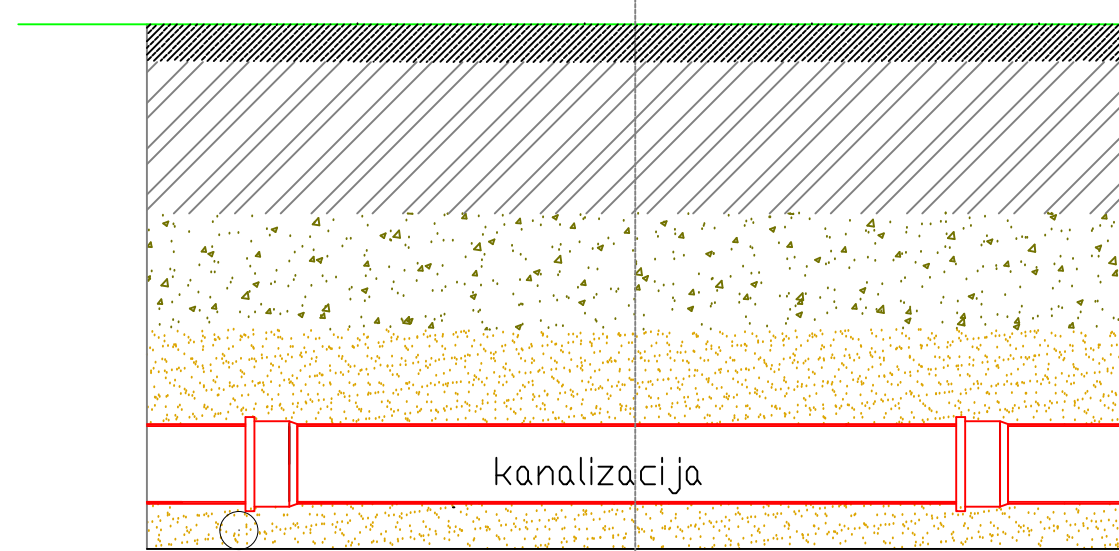
VZDOLŽNI PREREZ



VZDOLŽNI PREREZ



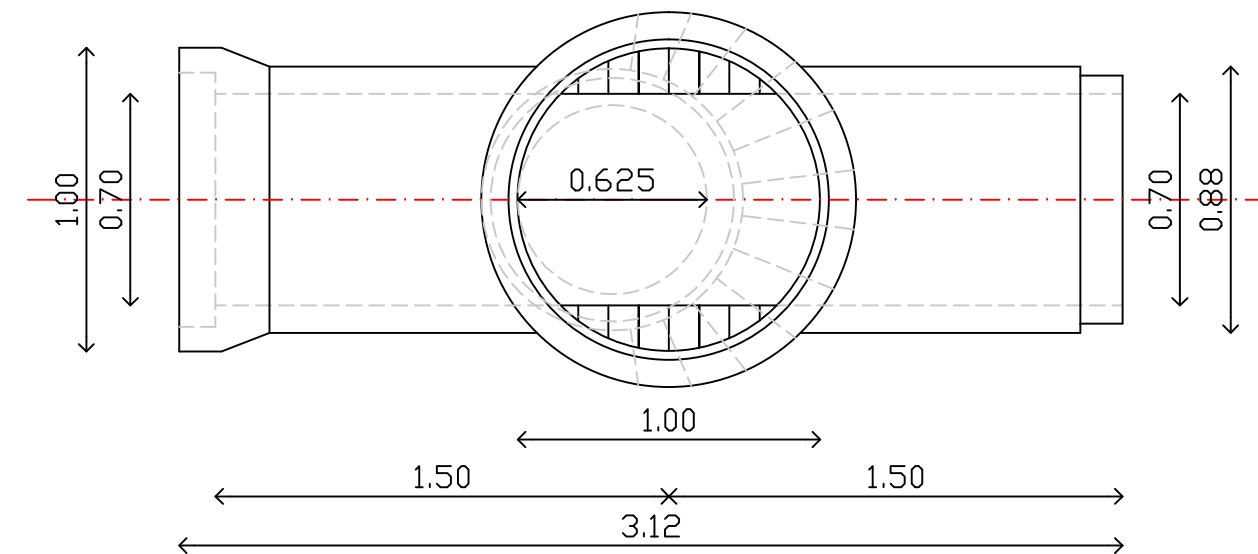
VZDOLŽNI PREREZ



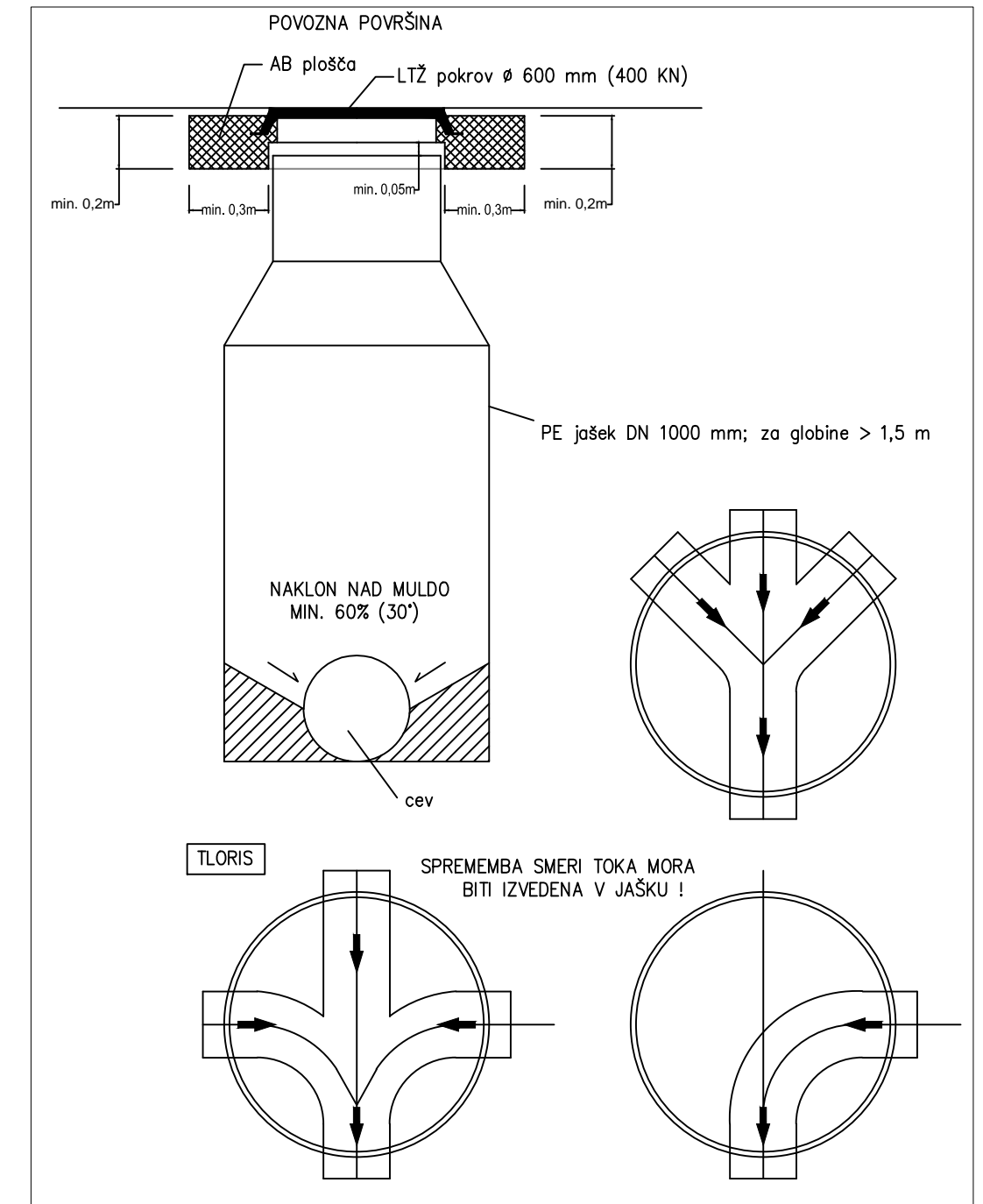
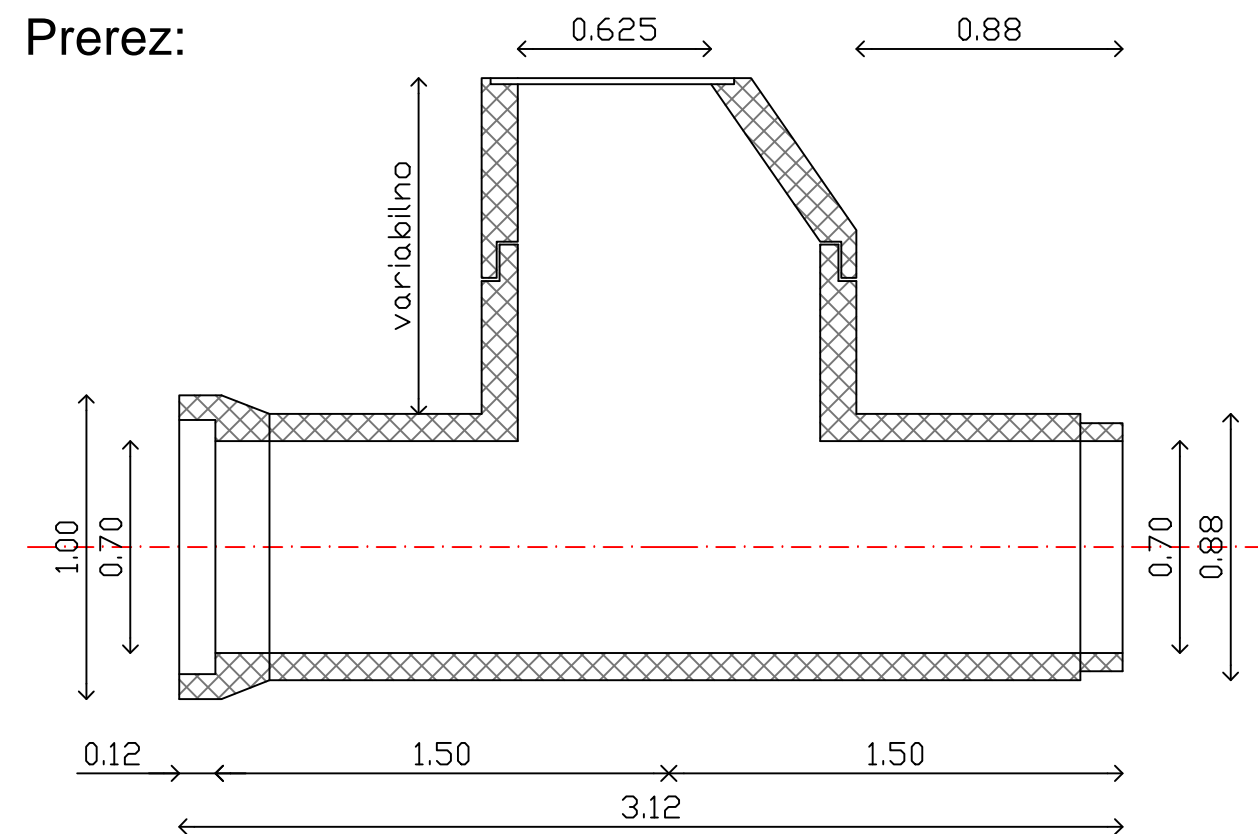
Investitor:		UNIVERZA V MARIBORU Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženjstvo in arhitekturo Smetanova ulica 17 2000 Maribor	
Vrsta načrta/prikaza:			
3 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI			
Objekt:			
REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA			
Vsebinska:	KARAKTERISTIČNI DETALJI KRIŽANJ		Merilo:
			1:20
Vrsta projekta:	Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa		
Izdelovalec:	Rok Petric	Vpisna št.:	93648614
Datum:	Julij 2016	Prometno - hidrotehnična	
		Št. lista:	5

Jasek globine nad 1,5 m

Tloris:



Prerez:



Investitor:



UNIVERZA V MARIBORU
Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
Smetanova ulica 17
2000 Maribor

Vrsta načrta/prikaza:

NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI

Objekt:

REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKEGA TRANSPORTNEGA VODA
VELENJE - CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA S HIDRAVLIČNO
PRESOJO PRETOČNEGA PROFILA

Vsebina:

DETAJL JAŠKOV

Merilo:

1:25

Vrsta projekta:

Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa

Smer:

Prometno -
hidrotehnična

Izdovalec:

Rok Petric

Vpisna št.:

93648614

Datum:

Julij 2016

Št. lista:

6