

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

**PRIMERJAVA IZGRADNJE METEORNEGA
KANALIZACIJSKEGA SISTEMA Z UPORABO
PP CEVI NAPRAM PVC-UK CEVEM NA
PRAKTIČNEM PRIMERU**

Kandidat: Klemen Kokol

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Bojan Dapčevič, dipl. inž. gradb.

Mentor v podjetju: Petra Marič, inž. gradb.

Lektor: Janja Javornik Prosenak, prof. slovenščine in biologije

Maribor, 2024

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Klemen Kokol, sem avtor diplomskega dela z naslovom Primerjava izgradnje meteornege kanalizacijskega sistema z uporabo PP cevi napram PVC-UK cevem na praktičnem primeru, ki sem ga napisal pod mentorstvom Bojana Dapčeviča dipl. inž. gradb.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne, kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Miklavž na Dravskem polju, september 2024

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, predavatelju Bojanu Dapčeviču, dipl. inž. gradb., za pomoč in usmeritve pri pisanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi podjetju ter mentorju v podjetju, Petri Marič, inž. gradb., za strokovne nasvete in dostop do potrebnega gradiva.

Rad bi se zahvalil tudi svoji družini za vso podporo pri študiju in pisanju diplomske naloge.

POVZETEK

V moji diplomski nalogi je predstavljena primerjava izgradnje kanalizacijskega sistema PP ter PVC-UK, ki temelji na praktičnem primeru.

Govora je o kanalizacijah, načinih odvajanja vode, elementih kanalizacijske mreže ter njihovi razlagi. Na kratko sem opisal različne materiale cevi, izpostavil njihove prednosti in slabosti, vezano na lokacijo in področje uporabe. Opisani so postopki projektiranja ter način izbire pravilne cevi na podlagi odpadne vode. Posledično so opisani tudi načini in faze prečiščevanja odpadnih vod. Glavna cilja diplomskega dela sta: ugotovitev najboljšega načina izvedbe kanalizacij ter opis različnih načinov izvajanja spojev med posameznimi materiali. Tekom diplome so opisani tudi načini izvedbe izkopa pri gradnji kanalizacij ter postopek izvedbe.

Osredotočam se predvsem na material uporabljen pri gradnji kanalizacij, in sicer rebraste PP cevi ter gladke PVC-UK cevi. Namen je ugotoviti primernost zgoraj navedenih materialov za uporabo pri gradnji kanalizacij. Gledano predvsem z vidika zahtevnosti dela ter stroškov materiala. Slikovno in opisno sta predstavljena dva gradbena projekta, pri katerih sem sodeloval v celotni fazi gradnje in na podlagi katerih sem pridobil izhodišča in potrebne informacije za izdelavo te diplome. Ta dva projekta sta: Rekonstrukcija ceste Miklavž - Hajdina skozi naselje Miklavž in ureditev pločnika ter izgradnja kanalizacijskega omrežja v naselju Dravski Dvor. Želel sem predstaviti izvedbo del v praksi na gradbišču. Zato so opisani postopki, tehnike ter pripomočki praktične izvedbe kanalizacije. Pri poglavju Ptujška cesta so opisani postopki priprave posteljice na ustrezno višino z upoštevanjem kanalskega laserja in višinskih profilov. Predstavljene so tudi težave, s katerimi smo se soočali med gradnjo in na kak način smo jih reševali. Veliko vlogo pri tem, da projekti gladko tečejo je pri izvedbi del je ključen stik med izvajalcem ter projektantom in podajanjem predlogom obeh strani.

Razloženo je tudi, kakšni so praktični postopki za spajanje cevi in izdelava požiralniških zvez. Pri izvedbi meteorne kanalizacije za cesto, katere asfaltna površina skupaj s pločnikom znaša najmanj 12 metrov, je pomemben ustrezno izbran in dimenzioniran način ponikanja. Zato se v določenem delu osredotočam na izbiro načina ponikanja. Na koncu naloge sem naredil primerjavo dveh kanalizacijskih sistemov in vse dobljene podatke o času in stroških združil v tabelo.

Ključne besede: *kanalizacija, cevi, izvedba, načini, primerjava*

ABSTRACT

Title: Comparison of the building of a meteor sewage system using PP pipes versus PVC-UK pipes on a practical case

My diploma thesis presents a comparison of the construction of a PP and PVC - UK sewage system, based on a practical example.

I am talking about sewers, ways of draining water, elements of the sewer network and their interpretation. I briefly described the various pipe materials, highlighted their advantages and disadvantages related to the location and field of use. The design procedures and the method of selecting the correct pipe based on wastewater are described. As a result, the methods and stages of wastewater treatment are also described. The main goals of the diploma work are to determine the best way to implement sewers and to describe different methods of implementing joints between individual materials. During the course of the diploma, the methods of excavation in the construction of sewers and the implementation process are also described.

I focus mainly on the material used in the construction of sewers, namely ribbed PP pipes and smooth PVC - UK pipes. The purpose is to determine the suitability of the above - mentioned materials for use in the construction of sewers. Seen mainly from the point of view of the complexity of the work and the cost of the material. Two construction projects in which I participated in the entire construction phase and on the basis of which I obtained the starting points and necessary information for the preparation of this diploma are presented graphically and descriptively. These two projects are the reconstruction of the Miklavž - Hajdina road through the Miklavž settlement and the arrangement of the sidewalk and the construction of the sewage network in the Dravski Dvor settlement. I wanted to present the execution of works in practice on the construction site.

The Ptujška cesta chapter describes the procedures for preparing the crib to the appropriate height, with usage of sewage laser and height profiles. The problems we faced during construction and how we solved them are also presented. A big role in the smooth running of the projects is the key contact between the contractor and the designer and the submission of proposals from both sides. When constructing a storm sewer for a road whose asphalt surface, together with the pavement, is at least 12 meters, it is important to properly select and dimension the sinking method. Therefore, in a certain part I focus on the choice of the method of sprouting. At the end of the seminar assignment, I made a comparison of two sewage systems and combined all the obtained data on time and costs into a table.

Key words: *sewerage, pipes, implementation, methods, comparison*

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	10
1.1	OPREDELITEV PODROČJA IN OPIS PROBLEMA	10
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	11
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	11
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	11
2	DELO V PROJEKTNi SKUPINI	12
3	KANALIZACIJA	14
3.1	SPLOŠNO O KANALIZACIJAH	14
3.2	ELEMENTI KANALIZACIJSKE MREŽE	17
3.2.1	Revizijski jašek.....	17
3.2.2	Kaskadni jašek.....	18
3.2.3	Razbremenilnik.....	18
3.2.4	Cestni požiralnik.....	18
3.2.5	Čistilna naprava	19
3.2.6	Oljni lovilc	20
3.3	PROJEKTIRANJE KANALIZACIJE	21
3.3.1	Izračun predvidenih količin odpadnih vod	21
3.3.2	Določitev premerov cevi	22
4	KAKO LOKACIJA IN NAMEMBNOST KANALIZACIJE VPLIVATA NA IZBIRO CEVI.....	24
4.1	DOLOČITEV CEVI GLEDE NA NAMEMBNOST.....	25
4.2	DOLOČITEV CEVI GLEDE NA LOKACIJO	25
4.2.1	Kanalizacijske cevi za gravitacijsko kanalizacijo.....	26
4.2.1.1	Gladke PVC-UK cevi.....	26
4.2.1.2	Betonske cevi	27
4.2.1.3	Polietilenske cevi (PE)	28
4.2.1.4	Polipropilenske cevi (rebraste PP).....	29
4.3	TABELA LOKACIJ IN NAMEMBNOSTI.....	30
5	NAČINI RAZPIRANJA JARKOV	31
5.1	RAZŠIRJEN IZKOP.....	31
5.2	OPAŽEVAN IZKOP	32
5.2.1	Opaži za jarke.....	32
5.2.2	Zagatne stene.....	33
5.2.3	Drugi načini.....	33
6	PTUJSKA CESTA.....	34
6.1	POTEK IZVEDBE NA TERENU:	35

6.1.1	<i>Zakoličba</i>	35
6.1.2	<i>Pripravljalna dela</i>	36
6.1.3	<i>Rušitvena dela</i>	37
6.1.4	<i>Zemeljska dela</i>	39
6.1.5	<i>Kanalizacijska dela</i>	39
6.2	PONIKOVALNA POLJA.....	40
6.2.1	<i>Problemi zaradi zagatnih sten v naselji</i>	41
6.2.2	<i>Način izvedbe vertikalnih ponikovalnic</i>	42
6.3	VZROKI ZA IZBIRO PP CEVI	43
6.3.1	<i>Postopek naročila PP jaškov</i>	44
6.4	PROBLEMI S KATERIMI SE SOOČAMO MED GRADNJO	45
6.4.1	<i>Izvedba požiralniških zvez</i>	46
6.4.2	<i>Izvedba požiralniških zvez z uporabo PVC-UK</i>	47
6.4.2.1	Spajanje požiralnik–požiralnik.....	48
6.4.2.2	Spajanje požiralnik–cev	49
7	PVC – KANALIZACIJA PROJEKT LOVSKA ULICA	50
7.1	POSTOPEK IZVEDBE KANALIZACIJE IN PROBLEMI PRI GRADNJI	51
7.1.1	<i>Izkop</i>	51
7.1.2	<i>Polaganje cevi</i>	52
7.1.3	<i>Vstavljanje jaška</i>	54
7.1.4	<i>Izvedba hišnih odceпов</i>	56
8	ČASOVNO-STROŠKOVNA PRIMERJAVA IZVEDBE PP TER PVC	57
8.1	PVC-UK 250.....	58
8.1.1	<i>Časovna izvedba del PVC-UK 250</i>	58
8.1.2	<i>Strošek materiala PVC-UK</i>	59
8.2	REBRATA KANALIZACIJA PP 250.....	60
8.2.1	<i>Časovna izvedba del PP fi 250</i>	60
8.2.2	<i>Strošek PP materiala</i>	61
8.3	ČASOVNO-STROŠKOVNA PRIMERJAVA IZRAČUNOV	62
9	HIPOTEZE	63
9.1	H1: KANALIZACIJA IZ PVC-UK JE DRAŽJA ZA 40 %, Vendar časovno hitrejša za 20% (POTRJENA)	63
9.2	H2: REBRATA KANALIZACIJA (PP) JE CENOVNO UGODNEJŠA OD PVC-UK, Vendar je zahtevnejša za vgrajevanja, zaradi vnaprej načrtovanih in tovarniško varjenih spojnih elementov ter odceпов. (POTRJENA)	65
9.3	H3: PRI GRADNJI PP REBRATE KANALIZACIJE PORABIMO 30 % VEČ ZASIPNEGA MATERIALA KOT PRI PVC-UK (OVRŽENA).....	67
9.4	H4: ENERGETSKO UČINKOVITE GRADBENE REŠITVE.....	70
10	SKLEP	73

KAZALO SLIK

SLIKA 1: VGRAJEN OLJNI LOVILEC	20
SLIKA 2: OLJNI LOVILEC MED VGRADNJO	20
SLIKA 3: RAZPREDELNICA ZA IZBIRO CEVI.....	23
SLIKA 4: PVC - UK CEVI	26
SLIKA 5: AB CEVI.....	27
SLIKA 6: POLIETILENSKE CEVI.....	28
SLIKA 7: POLIPROPILENSKE CEVI.....	29
SLIKA 8: OPAŽ ZA JARKE	32
SLIKA 9: MEJA OBDELAVE	34
SLIKA 10: ZAPISNIK O ZAKOLIČBI.....	35
SLIKA 11: VIŠINSKI PROFIL JAŠKA	36
SLIKA 12: ZAKOLIČBA JAŠKOV.....	36
SLIKA 13: RUŠITEV ASFALTNE PLASTI.....	37
SLIKA 14: RUŠITEV BETONSKIH CEVI	38
SLIKA 15: KONTROLA VIŠIN Z NIVELIRJEM	39
SLIKA 16: KANALSKI LASER	39
SLIKA 17: ZAKOLIČBA ZAGATNIH STEN	41
SLIKA 18: POGLED V NOTRANJOST PONIKOVALNICE	42
SLIKA 19: PONIKOVALNICA	42
SLIKA 20: POVEZAVA MED PONIKOVALNICAMA	42
SLIKA 21: JAŠEK PRED OLJNIM LOVILCEM.....	44
SLIKA 22: KRIŽANJE PP CEV - VODOVOD.....	45
SLIKA 23: OVIRANA POSTAVITEV PESKOLOVA.....	45
SLIKA 24: KRIŽANJE UKC - OBSTOJEČI VODI	46
SLIKA 25: ROČNO SONDIRANJE MED IZKOPOM	46
SLIKA 26: POVEZAVA MED POŽIRALNIKI	48
SLIKA 27: POVEZAVA CEV - POŽIRALNIK	49
SLIKA 28: IZKOP V OPAŽU.....	51
SLIKA 29: VSTAVLJANJE CEVI V OPAŽ	52
SLIKA 30: KANALSKI LASER V JAŠKU	53
SLIKA 31: LITA MULDA BETONKEGA JAŠKA.....	54
SLIKA 32: VSTAVLJANJE JAŠKA V OPAŽU.....	55
SLIKA 33: VSTAVLJANJE JAŠKA V RAZŠIRJENEM IZKOPU VIR: (LASTEN)	56

SLIKA 34: LOKACIJSKA TER VIŠINSKA PRILAGODITEV JAŠKA ZARADI NEPREDVIDENIH VODOV	65
SLIKA 35:PP JAŠEK Z TOVARNIŠKO VARJENIM PRIKLJUČKOM	66
SLIKA 36: VARIANTA PRIKLJUČKA ZA PVC - UK CEV NA REBRASTO CEV (JAŠEK)	66
SLIKA 37: DETAJL POLAGANJA.....	68
SLIKA 38: PP CEV,	68

KAZALO TABEL

TABELA 1: PREDNOSTI IN SLABOSTI LOČENEGA SISTEMA	15
TABELA 2: PREDNOSTI IN SLABOSTI MEŠANEGA SISTEMA	16
TABELA 3: TABELA ODTOČNIH KOEFICIENTOV <i>L</i>	22
TABELA 4: KOEFICIENTI HRAPAVOSTI V ODVISNOSTI OD MATERIALA	23
TABELA 5: TABELA NAMEMBNOSTI CEVI GLEDE NA LOKACIJO	30
TABELA 6: POTREBEN ČAS IZVEDBE PVC-UK	58
TABELA 7: STROŠEK IZVEDBE PVC-UK	59
TABELA 8: POTREBEN ČAS IZVEDBE PP	60
TABELA 9: STROŠEK IZVEDBE PP	61
TABELA 10: ČASOVNO - STROŠKOVNA PRIMERJAVA PP - PVC UK.....	62
TABELA 11: NABAVNA VREDNOST PP - PVC UK.....	63
TABELA 12: PRIMERJAVA IZVEDBE PP - PVC UK.....	64
TABELA 13: IZRAČUN ZASIPNEGA MATERIALA	67
TABELA 14: PRIMERJAVA NAČINOV IZKOPA.....	71

1 UVOD

1.1 Opredelitev področja in opis problema

Življenje kot ga poznamo ne bi bilo možno brez kanalizacije. Ta je osnova za normalno funkcioniranje vsakega kraja, saj z njo vzdržujemo higieno in udobje mesta. Zgodovina kanalizacij sega vse od Mezopotamije dalje in se je skozi leta razvila v različne sisteme. Poznamo več vrst teh sistemov, to so: meteorni, fekalni ter mešani sistem, ki se razlikujejo glede na vrsto odpadne vode, ki jo odvajajo.

Osnovni namen kanalizacij v zdajšnjem času je zbiranje odpadnih voda, njihovo prečiščenje in vrnitev prečiščene vode nazaj v reke. Voda je dragocena dobrina, zato si ne smemo privoščiti prevelike potratnosti. Za vsak posamezen sistem kanalizacije poznamo različne načine prečiščevanja vod. Pri fekalnih in mešanih sistemih poznamo: centralne in hišne čistilne naprave. Pri čiščenju meteornih voda s cestišč pa uporabljamo oljne lovilce, ki prečistijo olja in primesi iz vode.

V moji diplomski nalogi se osredotočam na ločeno kanalizacijo – meteorni gravitacijski kanalizacijski sistem, ki odvaja vodo s cestišča. Naredil bom časovno-stroškovno primerjavo izgradnje kanalizacijskega sistema iz PP rebrastih ter PVC-UK cevi, na podlagi posameznih primerov iz prakse.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomske naloge je ugotoviti prednosti in slabosti uporabe cevi ter jaškov iz različnih materialov, podrobneje iz PP rebrastih ter PVC-UK gladkih cevi. Želim ugotoviti, kateri kanalizacijski material je trenutno najboljši, tako iz izvedbenega, časovnega ter finančnega vidika. Cilj je, da bi z analizo na podlagi izvedenih projektov poskušal spoznati dodatne možnosti za pospešitev gradnje in razširiti znanje glede izvajanja spojev kanalizacij različnih materialov. Na podlagi tega sem predpostavil naslednje hipoteze.

H1: Kanalizacija narejena iz PVC-UK cevi je dražja za 40 %, vendar časovno hitrejša za 20 %.

H2: Rebrasta kanalizacija (PP) je cenovno ugodnejša od PVC-UK, vendar je zahtevnejša za vgrajevanje zaradi vnaprej načrtovanih in tovarniško varjenih spojnih elementov ter odcepov.

H3: Pri vgradnji PP rebraste kanalizacije porabimo za 30 % več zasipnega materiala kot pri PVC-UK.

H4: Z uporabo GPS izkopnega sistema za bager, pri izkopu kanalizacijskega jarka, prihranimo čas in energetske vire v primerjavi s klasičnim načinom izkopa in ročnim preverjanjem višin.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri izdelavi diplomskega dela bom uporabljal projektno dokumentacijo, kataloge proizvajalcev cevi ter gradbeniški priročnik. Podatki uporabljeni v izračunih, temeljijo na analizi realnih projektov, vendar so ti zaradi varovanja zaupnih podatkov podjetja in projektov ustrezno prilagojeni.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Uporabljen bo način preučitve projektne dokumentacije, izvedenih projektov, tehničnih podatkov cevi ter analiza pridobljenih podatkov.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

V fazi izbire teme za diplomsko delo smo imeli v sklopu srečanj z mentorji usmeritve glede teme diplome. Tam smo rešili Myers-Briggsov test, ki na podlagi vprašanj in podanih odgovorov določi, kakšen tip osebnosti ima posameznik. Moj tip osebnosti na podlagi testa je izvajalec in skupinski delavec. Na podlagi tega tipa osebnosti in izbrane teme, bodisi nizko gradnje, ali visoko gradnje, so sestavili projektno skupino sestavljeno iz različnih tipov osebnosti z namenom učinkovitosti. V sklopu skupine smo razpravljali o različnih variantah diplomskega dela, potrebnem gradivu in razpoložljivosti virov. Z mentorji in člani skupine smo si medsebojno pomagali in posledično izbrali sebi najbolj primerno temo diplome.

Na podlagi teh srečanj sem se odločil, da je pravilna tema zame: Primerjava kanalizacijskih sistemov. Ta tema mi ustreza, ker se z gradnjo kanalizacij ukvarjam intenzivno že zadnjih nekaj let. V tem času sem imel priložnost izvajati gradnjo kanalizacijskih sistemov različnih materialov in raznovrstnih odpadnih vod. Ker poznam postopke izvedbe, sem lahko približno predvideval pojavljanje težav pri izvedbi in na podlagi tega predpostavil hipoteze ter določil glavni cilj diplome. Ta tema mi je omogočila širitev mojega znanja in reševanje tehničnih problemov pri izvajanju del.

Prvo dejanje v skupinah je bila raziskava zgodovine kanalizacij ter njihov napredek skozi leta. Sledila je raziskava kanalizacijskih materialov glede na lokacijo kanalizacije ter vrsto odpadne vode.

Velik del diplome temelji na primerjavi med prednostmi in slabostmi kanalizacijskih cevi iz plastičnih mas, in sicer Polipropilenske rebraste cevi ter PVC-UK gladke cevi. Pri čemer sem za izhodiščne tehnične podatke uporabil kataloge proizvajalcev oziroma dobaviteljev pri naših projektih. Podatke iz prakse sem pridobil na podlagi analize dveh podobnih praktičnih projektov izvedbe kanalizacije, kjer je bila edina razlika v uporabi materiala, in sicer PP-rebraste cevi ter PVC-UK gladke. Pri obeh projektih sem sodeloval v vseh fazah gradnje kot pomočnik vodje gradbišča – delovodja, projektna skupina pa mi je bila v pomoč z nasvet za analiziranje in urejanje teh podatkov do takšne mere, da so primerni za uporabo v tem delu.

Po končanem zbiranju in urejanju podatkov, sem se lotil časovno-stroškovne primerjave, pri čemer sem uporabil pridobljene podatke o porabi časa pri gradnji kanalizacije iz posamezne plastične mase. Porabljen čas sem pretvorili v stroške glede na porabo ur (delovne sile in mehanizacije), stroške posameznega sistema smo izračunali na podlagi nabavnih vrednosti

cevi, jaškov ter ostalih dejavnikov. Vse pridobljene podatke sem uporabil v predpostavljenih hipotezah v obliki preglednih tabel.

Sledila je raziskava metod razpiranja jarkov, pri čemer sem uporabil gradivo, skice iz projektne dokumentacije, predpise iz pravilnika ter gradbeniškega priročnika. Osredotočil sem se na opaže za jarke ter zagatne stene, saj se ti dve metodi pri gradnji kanalizacij najpogosteje uporabljata.

V nadaljevanju diplomske naloge sem v celoti predstavil dva projekta gradnje kanalizacij, ki sem jih upošteval skozi celotno diplomsko delo. Prikazal sem postopke izvedbe del ter izpostavil težave, ki so se pojavljale tekom projekta ter postopke in načine reševanja le-teh.

Delo v projekti skupini je potekalo dobro in mi je bilo v pomoč pri iskanju rešitev za težave, ki so se pojavile predvsem pri analiziranju podatkov z gradbišča. V skupini smo si vsi sodelujoči medsebojno pomagali in na podlagi pogovora ter različnih pogledov na posamezni problem, oblikovali tudi različne variante rešitev, ki smo jih uporabili pri nadaljnjem pisanju.

3 KANALIZACIJA

3.1 Splošno o kanalizacijah

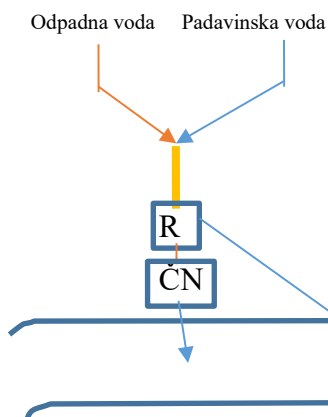
Vrste kanalizacijskih vod so naslednje:

1. Odpadne vode: gospodinjske, industrijske, kmetijske in komunalne.
2. Tuje vode: to so vode, ki nekontrolirano tečejo v kanalizacijo, če ta ni vodotesna
3. Padavinske-meteorne vode: Nastajajo z dežjem in snegom in tečejo na različne površine pri čemer določen procent teh vod teče v kanalizacijo.

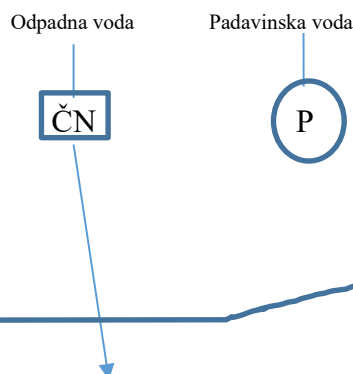
Glede na vrsto odvajane vode poznamo različne kanalizacijske sisteme:

V splošnem poznamo dva glavna kanalizacijska sistema, to sta mešani kanalizacijski sistem in ločeni kanalizacijski sistem. Ta dva sistema ločimo po številu kanalizacijskih cevi, s katerimi odvajamo vodo.

Mešan sistem:



Ločen sistem:



LEGENDA OZNAK:

ČN - Čistilna naprava

R - Razbremenilnik

P - Ponikovalnica

LEGENDA BARV:

— Padavinska voda / čista voda

— Odpadna voda

— Mešana padavinska in odpadna voda

Pri ločenem kanalizacijskem sistemu potekata dve ločeni cevi. Ena cev za odpadne vode ter druga za meteorne vode. Za odpadne vode je uporabljena cev manjšega profila, za meteorne

vode pa cev večjega profila. Praviloma cev za odpadne vode poteka najnižje, cev za meteorne vode pa nad njo.

Tabela 1: Prednosti in slabosti ločenega sistema

PREDNOSTI	SLABOSTI
V primeru pravilnega projektiranja in dimenzioniranja ni nevarnosti izliva vode v kleti.	Večji investicijski strošek (vgradnja dveh cevi).
V čistilno napravo teče vedno približno ista količina vode.	Večji stroški vzdrževanja – pregledi dveh cevi.
Odpadne vode ostanejo v večini koncentrirane, posledično jih je lažje prečistiti v ČN.	Zapleten sistem.
Zaradi manjših kanalizacijskih cevi za odpadne vode dosežemo višjo višino pokritost cevi in s tem zmanjšamo odlaganje usedlin (prevelike cevi in premalo odpadne vode – usedline na dnu cevi).	

Vir: Gradbeniški priročnik 2012

Pri mešanem kanalizacijskem sistemu poteka ena cev večjega premera, v kateri sta združeni meteorna in odpadna voda. Pri tem sistemu je za primere večjih nalivov potrebno zgraditi razbremenilnik, ki preusmeri ali zadrži meteorno vodo pred čistilno napravo. Saj v nasprotnem primeru lahko pride do izlivanja odpadnih vod v kleti.

Tabela 2: Prednosti in slabosti mešanega sistema

PREDNOSTI	SLABOSTI
Enostavna zasnova in izvedba.	Veliki premeri cevi.
Večja preglednost sistema.	Premajhna hitrost vode v sušnih obdobjih, kar privede do usedlin.
Nižji investicijski stroški.	V primeru 100-letnih vod lahko pride do izlivanja v kleti (povratek vode).
	Potrebna je izgradnja razbremenilnika za padavinske vode za primere nalivov.

Vir: Gradbeniški priročnik 2012

Oba sistema imata svoje prednosti in slabosti. Vendar menim, da je v sodobnem času namen, čim boljše prečistiti odpadne vode in jih vrniti v okolje, to pa lahko najbolje storimo tako, da že v osnovi ločimo odpadne vode v odvisnosti od izvora, to je z uporabo ločenega sistema kanalizacije.

Glede na tehnologijo odvajanja vode poznamo:

- gravitacijski kanalizacijski sistem (najbolje poznan in uporabljen),
- gravitacijski kanalizacijski sistem v kombinaciji s prečrpališči (uporabljen v primeru, da je primarni kanalizacijski vod višji od sekundarnega kanalizacijskega voda – hrib/dolina in je potrebno prečrpavanje),
- tlačni kanalizacijski sistem,
- podtlačni (sesalni sistem).

3.2 Elementi kanalizacijske mreže

Kanalizacijska mreža je sestavljena v večini iz kanalizacijskih cevi in objektov. Cevi morajo biti vgrajene pod globino zmrzovanja. Padec cevi poteka v smeri toka vode (gravitacijski sistem). V primeru, da je uporabljena druga tehnologija odvajanja je potrebno zgraditi dodatne objekte (tlačna postaja, prečrpališče, vakumska postaja). Osnovni elementi kanalizacijske mreže so naslednji: revizijski jašek, cestni požiralnik, razbremenilnik, čistilna naprava.

3.2.1 Revizijski jašek

Je osnovni element kanalizacijske mreže. Služi za pregled kanalizacij, dostop za vzdrževanje in čiščenje ter prezračevanje.

Namešča se tam kjer:

1. kanalizacija spreminja smer (prečkanje ceste ...),
2. sprememba materiala cevi (PVC-UK in PP),
3. sprememba padca cevi.

Revizijski jašek je smiselno umestiti na najmanj vsakih 50 m, saj s tem olajšamo preglednost in vzdrževanje cevi.

Glede na način vgradnje poznamo več različnih vrst revizijskih jaškov:

1. Montažni revizijski jašek: lahko je betonski ali plastični.
2. Polmontažni revizijski jašek: baza – spodnji del jaška je zabetoniran na gradbišču nadvišanje jaška (konus,..) se izvede s predfabriciranih elementov.
3. Grajeni na licu mesta: v celoti izdelani na mestu vgradnje s pomočjo betonskih opažev.

Revizijski jašek je lahko okroglega ali pravokotnega notranjega prereza. Vgrajuje se na najmanj 10 cm podbetona. Vrh jaška imenujemo konus, s pomočjo katerega zmanjšamo notranji premer jaška na predpisano širino in s tem omogočimo namestitev predfabriciranega AB venca debeline 20 cm z vgrajenim LTŽ pokrovom nosilnosti 400 kN.

3.2.2 Kaskadni jašek

Kaskadni jašek je uporabljen pri kanalizacijah kadar je nagib terena večji od nagiba cevi in je višinska razlika med vtokom in iztokom več kot 50cm.

3.2.3 Razbremenilnik

Razbremenilnik je objekt mešanega kanalizacijskega sistema. Delovati začne ob nalivih, da padavinsko ne kontaminirano vodo usmeri v odvodnik. Preostalo odpadno vodo pa vodi naprej v čistilno napravo.

3.2.4 Cestni požiralnik

Je objekt nameščen ob cestišču ali pod pločnikom. Njegov namen je odvajanje padavinske vode iz asfaltne površine v kanalizacijo. Požiralnik ima najmanj 50 cm tako imenovanega usedalnika s pomočjo katerega preprečimo vstop peska in kamenja iz cestišča v kanalizacijo. Požiralnik mora omogočati dostop za čiščenje usedlin.

Glede na način odvajanja vode poznamo tri vrste požiralnikov:

1. Cestni požiralnik umeščen v asfaltni muldi ob robu cestišča. Pokrit je z AB vencem v katerega je vgrajena LTŽ kanalsko rešetka standardnih dimenzij preko katere voda vstopa v požiralnik.
2. Robni požiralnik: nameščen je v liniji cestnih robnikov. Nanj je vgrajena robna rešetka iz duktilne litine. Uporablja se takrat, ko je zraven cestišča še pločnik. Robna rešetka je zgoraj ravna s pločnikom (robnikom), na spodnji strani pa je v nivoju cestišča.
3. Cestni požiralnik pod pločnikom, pokrit je z polnim pokrovom okroglega ali kvadratnega prereza. Vtok v požiralnik poteka skozi vtočni robnik pod katerim je nameščena cev fi 125 ali fi 160, ki vodi v požiralnik.

3.2.5 Čistilna naprava

V čistilni napravi poteka čiščenje odpadne vode. Poznamo več različnih čistilnih naprav. V Mariboru in okolici za čiščenje odpadnih vod uporabljamo centralno čistilno napravo. V manj razvitih krajih, kjer ni kanalizacije, čiščenje odpadnih vod opravljajo s pomočjo malih čistilnih naprav (hišne čistilne naprave).

Čiščenje odpadnih vod poteka v treh postopkih:

1. Mehansko čiščenje: Iz odpadne vode se odstranjujejo plavajoči delci, primesi ter maščobe. Pri tem se uporabljajo: Usedalniki, peskolovi ter lovilci olj.
2. Biološko čiščenje: S pomočjo bakterij se organsko blato in mulj pretvori v anorgansko (mineralizacija mulja). Poteka v velikih bazenih, v katere se vpahuje zrak in z uporabo načina plavajočih delcev iz vode odstrani anorgansko blato. Slednje se posuši v boksih in odpelje v predelavo.
3. Kemijsko čiščenje: Iz prečiščene vode se odstranijo še kemijske primesi, ki so lahko v večjih količinah strupene (fosfor in dušik).

3.2.6 Oljni lovilec

Oljni lovilec se vgrajuje povsod, kjer obstaja možnost onesnaženja vode z oljem ali gorivi. Iz tega sledi, da je eden izmed ključnih elementov meteorne kanalizacije, s katero odvajamo vodo iz asfaltnih površin. Lahko je betonski ali plastični. Narejen je po osnovnem fizikalnem principu, da so olja in goriva lažja od vode ter plavajo na površini. Voda v oljni lovilec priteče skozi koalescenčni filter, na vrhu ostajajo maščobe in goriva, čisto vodo pa iz dna oljnega lovilca vodimo naprej v odvodnik ali ponikovalna polja. Velikost oljnega lovilca je odvisna od pričakovane količine vode, ki se izračuna na podlagi prispevnih površin.



Slika 1: Vgrajen oljni lovilec

Vir: (lasten)



Slika 2: Oljni lovilec med vgradnjo

Vir: (lasten)

3.3 *Projektiranje kanalizacije*

Prva faza projektiranja kanalizacije je dimenzioniranje

Dimenzioniranje kanalizacije poteka v naslednjem vrstnem redu:

1. izračun predvidenih količin kanalizacijskih vod;
2. določitev premerov cevi ter padec na podlagi dobljenih rezultatov predvidenih količin;
3. izračun obremenitve in procentualne zapolnjenosti cevi.

3.3.1 *Izračun predvidenih količin odpadnih vod*

1. Izračun gospodinjskih odpadnih vod (Žitnik D., 2012)

$$Q_s = p * q_0 \quad [m^3/s]$$

Q_s = Sušni odtok

p = Število oseb

q_0 = Povprečna poraba vode na osebo = 250l/dan

2. Izračun padavinskih vod (Žitnik D., 2012)

$$Q_p = F * L * q_i * I \quad [m^3/s]$$

Q_p = Padavinski odtok [ha]

F = Prispevna površina [%]

L = Odbojni koeficient (podan tabeli) [%]

q_i = intenziteta padavin = 100 l / s * ha

Tabela 3: Tabela odtočnih koeficientov L

Vrsta površine	L
Pločevinasta streha	95%
Ostale vrste streh	90%
Asfalt	85%
Zelenice	5-15%

Vir: (Gradbeniški priročnik, 2012)

3. Skupni odtok (Žitnik D., 2012)

$$Q = Q_s + Q_p \quad [m^3/s]$$

Skupni odtok za mešani kanalizacijski sistem je izračunan kot vsota padavinskega odтока in sušnega odтока. Podan je v kubičnih metrih na sekundo. Izračuna se za vsak revizijski jašek posebej.

3.3.2 Določitev premerov cevi

Pri ločenem sistemu kanalizacije dimenzioniramo vsako cev posebej.

Pri mešanem sistemu dimenzioniramo cev za skupek odpadnih vod. Pri tem sistemu je potrebno določiti minimalne parametre sušnega odтока ($v=0,5 \text{ m/s}$; $h_{\text{vode min}}=3\text{cm}$ oziroma $1/10$ cevi) in maksimalne parametre ($v_{\text{max}}=2,5\text{m/s}$; $h_{\text{vode max}}=70\%$)

Na podlagi enačbe izpeljane iz Chezyjeve in Manningove enačbe lahko neposredno izračunamo ustrezen notranji premer cevi. Pri čemer je potrebno upoštevati koeficient hrapavosti, ki je vezan na vrsto materiala, iz katerega je cev narejena, izračunan pretok vode in nominiran padec kanalizacije decimalno (I je v enačbi 0,015).

Tabela 4: Koefficienti hrapavosti v odvisnosti od materiala

VRSTA CEVI	KOEFICIENT HRAPAVOSTI – n
PVC-UK ter PP/PE cevi	0,011
Vlknocementne cevi	0,011
Betonske cevi	0,014

Vir: (Gradbeniški priročnik, 2012)

Izpeljana enačba za določitev premera cevi (Žitnik D., 2012).

$$d_{\min} = (3,208 * Q * n * I^{-1/2})^{0,375}$$

Razpredelnica 22. Določitev premera (Q) in dolžine (L) od ponač (Q) na prvi vzorčnem premeru od d₀ = 200 mm do d₀ = 600 mm

Kategorije

Premer cevi d v mm	100		125		150		200		300		400		500		600	
	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L
100	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
125	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
150	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
200	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
300	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
400	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
500	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
600	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Slika 3: Razpredelnica za izbiro cevi

Vir: (Gradbeniški priročnik, 2012)

4 KAKO LOKACIJA IN NAMEMBNOST KANALIZACIJE VPLIVATA NA IZBIRO CEVI

Na izbiro cevi vpliva več faktorjev:

1. kakšno vrsto vode bomo odvajali;
2. kakšna je predvidena globina kanalizacije;
3. ali cev poteka pod cestiščem, pločnikom ali v zelenici;

NA SPLOŠNO O CEVEH:

Pri izbiri cevi je potrebno gledati z vidika ekonomičnosti in uporabnosti. Na trgu je ogromno število cevi, različnih proizvajalcev, drugačne sestave ter posledično raznolikih lastnosti.

Pozornost je potrebno polagati v način izvajanja priključkov in spajanja. Vse to je odvisno od posameznega proizvajalca in njihovega načina proizvodnje določenih elementov. Predvsem pri rebrastih ceveh in določenih detajlih se proizvajalci cevi poslužujejo različnih načinov. Slednji lahko izvajalcem lahko neko prednost ali slabost. Posledično so te razlike vidne v potrebnem času za gradnjo.

Za primer: temenski priključek rebraste in PVC-UK cevi slovenskega proizvajalca se izvede s pomočjo odcepa v obliki kosa cevi in nanj varjenega priključka (vmesni T komad). Enak priključek tujega proizvajalca se pa izvede z vrtanjem v cev, vstavitvijo kombinacije tesnila z navojem za fiksiranje, ki omogoča sestavljanje in redukcijo priključka po želji (guma–plastika).

Splošno pravilo je, da se na določenem odseku (jašek–jašek) uporablja kanalizacijski material enega samega proizvajalca. Vzrok tega je boljša preglednost nad materialom in manjše razlike med posameznimi proizvajalci, ki lahko vodijo v ne tesnost kanalizacije. Sprememba kanalizacijskega materiala se lahko izvede samo v jaških s pomočjo vmesnih reduciranih komadov, vendar moramo pred nadaljevanjem preveriti tesnost jaška.

4.1 Določitev cevi glede na namembnost

Najprej je vezano na lokacijo kanalizacije potrebno izbrati ustrezne vrste materialov, ki so primerni za naš tip odpadne vode. Odpadna voda se razlikuje po vrsti izvora, in sicer lahko je gospodinjska, kmetijska, industrijska in komunalna. Količina in vrsta onesnaženosti je odvisna od vrste dejavnosti in posledično tudi stopnje onesnaženosti. Potrebno je upoštevati, da kmetijske ali industrijske vode lahko vsebujejo za cevi škodljive cevi (hlevska gnojnica je korozivna za kovinske transportne cisterne). Cevi se razlikujejo po stopnji abrazije, pretočnosti, hitrosti vode, tesnosti kanalizacije. Zato je potrebno pred nabavo preveriti ustrezno odpornost cevi na škodljive snovi. Slednja je podrobneje specificirana v tehničnem listu.

4.2 Določitev cevi glede na lokacijo

Globina kanalizacije mora biti najmanj 80 cm pod nivojem terena zaradi zmrzilske odpornosti in zaščite cevi. V primeru, da globina cevi ustreza se ta mehansko zaščiti z betoniranjem. Mehanska zaščita cevi se izvede tudi pri prečkanjih ceste, prečkanju dovozov in povsod, kjer pričakujemo poškodbe zaradi prometa. Primer: Avtobusna postajališča, kjer je ponavljajoča dinamika vožnje (speljevanje – zaviranje – ista pot koles).

Kanalizacija lahko poteka pod cesto, pločnikom ali v zelenici. Ko gradimo meteorno kanalizacijo je skoraj zagotovo, da ta poteka v cesti ali pod pločnikom. Iz tega sledi, da je potrebno cev kanalizacijo ustrezno zaščititi pred poškodbami, saj je sanacije težko izvesti. Pri kanalizacijah, ki potekajo pod asfaltnimi površinami, se praviloma uporabljajo cevi z večjimi tehničnimi lastnosti (SN razred).

4.2.1 Kanalizacijske cevi za gravitacijsko kanalizacijo

4.2.1.1 Gladke PVC-UK cevi



Slika 4: PVC-UK cevi

Vir: (Lasten)

Uporabljajo se predvsem za hišno kanalizacijo, kanalizacijske priključke ter povezave med požiralniki.

Prednosti:

So korozijsko odporne cevi, imajo majhno maso, gladko notranjost (kar zagotavlja boljše odtekanje vode) in so enostavne za spajanje. Prepoznavne so po temni ali svetli oranžni barvi odvisno od razreda SN. Ker je to zelo pogosto uporabljen material lahko sproti nabavljamo potrebne spojne in dodatne elemente, ki so na voljo v skoraj vsaki gradbeni trgovini.

Slabosti:

PVC-UK cevi z boljšimi temenskimi lastnostmi, ki so zahtevanje v pri gradnji cest imajo visoko nabavno ceno in so posledično dražje za uporabo. V primeru neustreznega ravnanja pri transportu ali skladiščenju (sonce) lahko cev počí ali se ji spremenijo tehnične lastnosti ter oblika.

4.2.1.2 Betonske cevi

Najbolj razširjeno področje uporabe teh cevi je v Nemčiji, uporabljajo se za kanale meteornih in odpadnih vod večjih premerov.



Slika 5:

AB cevi

Vir: (lasten)

Prednosti:

Imajo visoko temensko nosilnost, kar je posledica debeline stene. Se ne deformirajo po dolžini posamezni dolžini cevi. Imajo že vgrajeno tesnilo za lažje spajanje. Možna je izvedba različnih profilov s katerimi si lahko olajšamo vgradnjo (ravno dno). So ognjevarne in okolju prijazne, saj veljajo za trajnostni material, ki ga je možno reciklirati .

Slabosti:

So težke za polaganje in mora 95 % dela opraviti težka gradbena mehanizacija. Kljub nizki obrabi je ta večja v primerjavi z plastičnimi cevmi. Ker je najdaljša dolžina posamezne cevi 3 m in ima 2 toni, je dnevna produktivnost polaganja dosti manjša v primerjavi plastičnih cevi, ki do dolge 5 do 6 m in tehtajo okrog 500 kg.

4.2.1.3 Polietilenske cevi (PE)

Imajo visoko odpornost proti poškodbam na nizki temperaturi. So kemično in abrazijsko odporne, zato se lahko uporabljajo za kontaminirano industrijsko in kmetijsko vodo. Izpostavljenost soncu in s tem UV žarkom ne ogrožata strukture in oblike cevi. Imajo nizko težo in pri vgrajevanju niso potrebni posebni napor pri prestavljanju. Pri spajanju (cev–cev) in spuščanju cevi v jarek, je potrebno uporabiti težko gradbeno mehanizacijo. Notranjost cevi je siva.



Slika 6: Polietilenske cevi

Vir: (lasten)

4.2.1.4 Polipropilenske cevi (rebraste PP)

Imajo dolgo življenjsko dobo, dobre hidravlične, mehanske in kemične lastnosti. Vročina in mraz ne vplivata na lastnosti cevi. Zagotavljajo tudi odpornost na abrazijo, dobro tesnenje v vseh položajih cevi (tudi v primeru posedko) in veljajo za fleksibilne cevi. Vezano na vse zgoraj navedene lastnosti se lahko uporabijo tudi v zaščitnih območjih. Notranjost cevi je bela.



Slika 7: Polipropilenske cevi

Vir: (lasten)

4.3 TABELA LOKACIJ IN NAMEMBNOSTI

Tabela 5: Tabela namembnosti cevi glede na lokacijo

LOKACIJA	NAMEMBNOST	PRIPOROČEN MATERIAL CEVI	OBRAZLOŽITEV
POD CESTIŠČEM 2 M	ULIČNA KANALIZACIJA	PVC UK SN8	Lažja in hitrejša vgradnja in spajanje cevi.
GOZD	RAZBREMENILNIK VODE	Vodotesne betonske cevi	Zaradi velikih premerov cevi ni možno uporabiti drugega materiala.
PLOČNIK	METEORNA KANALIZACIJA CESTE	Kombinirano: glavne cevi jaški in peskolovi iz PP, navezave iz PVC-UK	Cenovno in izvedbeno najboljša izbira.

Vir: lastna analiza izvedenih projektov

5 NAČINI RAZPIRANJA JARKOV

Glede na premer kanalizacijske cevi in globino vgradnje je potrebno pri izvajanju del izbrati ustrezen način razpiranja jarka. Pri tem je potrebno upoštevati smernice za varstvo pri delu. Priporočena širina jarka mora znašati najmanj 60 cm za normalno delo, preprosta formula izbira ustrezne širine jarka je: $[2 \times \text{premer cevi}]$ pri čemer moramo zaokrožiti navzgor. V nadaljevanju bom opisal najpogostejše načine razpiranja jarkov.

5.1 *Razširjen izkop*

Pri kanalizacijah, ker ni nevarnosti zaledne vode in s tem zdrsa zemljin, se do določene globine uporablja tako imenovan neopažen izkop. Pri tem načinu izkopa se uporablja geomehanično znanje. Brežine izkopa so narejene pod strižnim kotom zemljine, vendar najmanj 45 % in s stopničastim profiliranjem na določeni globini. V primeru stabilnega skalnatega terena je naklon brežine narejen pod kotom 80 stopinj. Uporaba je povezana tudi z prostorom, ki je na razpolago in vrsto podlage. Tega načina ni možno uporabljati pri gradnji kanalizacije v naselju med hišami, saj bi s tem ogrožali sosednje objekte ter delavce. Pri nekoherentnih materialih (gramoz) je brežino pod kotom nemogoče izvesti, saj se material sproti kruši.

Slaba stvar tega izkopa v primerjavi z opaževanim izkopom je dosti večja količina izkopanega materiala, ki ga je potrebno vgraditi nazaj nad cevno kanalizacijo in po slojih utrjevati do končne kote. Pri čemer trošimo delovne ure strojev in tovornjakov kakor tudi pomemben čas.

Ta način je smiselno uporabiti pri globinah do približno 2m in v območjih kjer je vsaj en sloj vezljiva zemljina, saj s tem pridobimo na času, ki je potreben za polaganje cevi in imamo več manevrskega prostora kot v primeru uporabe opaža.

5.2 Opaževan izkop

5.2.1 Opaži za jarke

Opaž za jarke je narejen iz dveh simetričnih jeklenih plošč, ki sta povezani v celoto s posebej narejenimi štirimi razpiračami. Te služijo za nastavljanje optimalne širine na način privijanja ter odvijanja. Razpirače so nameščene v posebna vodila na notranji strani opaža, s katerimi se lahko na podlagi njihove oddaljenosti in širine nastavi oblika. Pravilna oblika opaža je pomembna zaradi izogiba rotacije opaža. Predvsem v gramoznih materialih mora biti opaž spodaj malo širši kot zgoraj (oblika blagega trapeza). Izkop v opažu se mora izvajati po slojih in posledično se mora opaž sam pomikati do dna izkopa. V primeru, da je jarek globok 4 m, je potrebno uporabiti več opažev, ki se sestavljajo drug na drugega (podoben princip kot pri ladijskih kontejnerjih).



Slika 8: Opaž za jarke

Vir: (lasten)

Notranja širina opaža mora zaradi varnosti znašati dvakratnik širine cevi oziroma najmanj 60 cm. Širina opaža mora biti vedno optimalna tako z varnostnega kot izvedbenega vidika. Če je opaž preširok, se s tem podaljša čas vgradnje, stroški zaradi prevelikih količin ter količina zasipnega materiala.

5.2.2 Zagatne stene

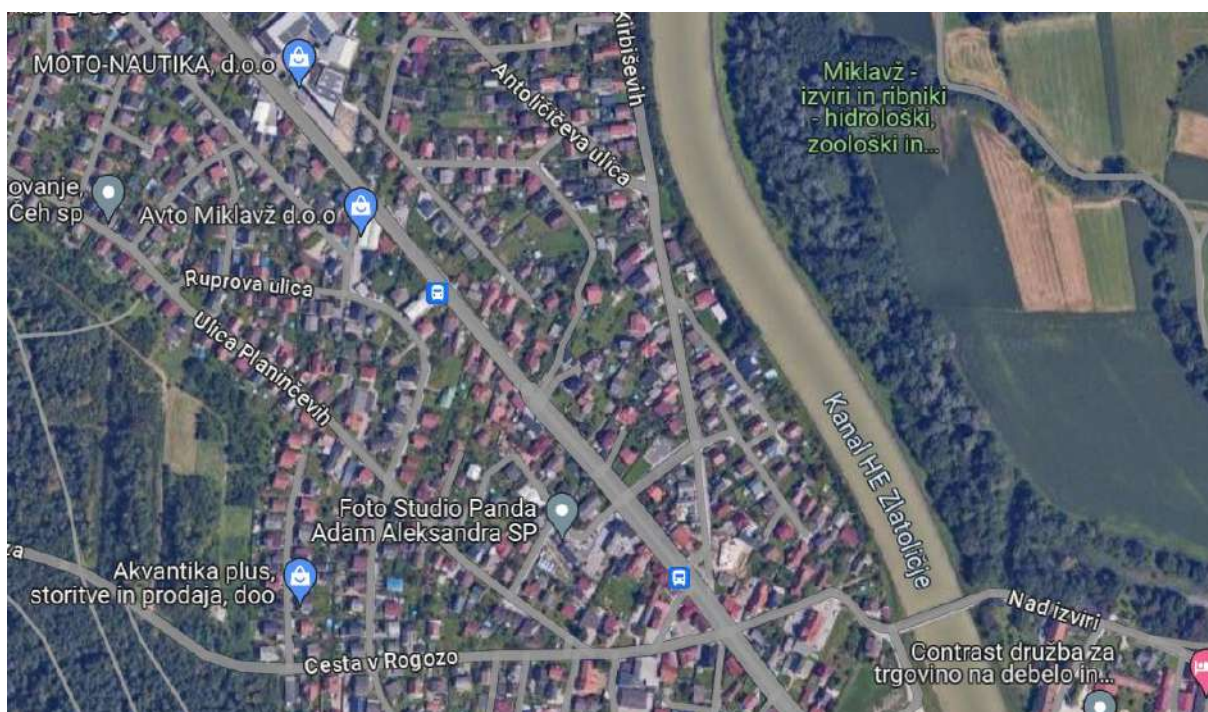
Zagatne stene so različnih oblik in dimenzij. Pri izdelavi zagatne stene se uporabijo enotne zagatnice, ki skupaj tvorijo celoto. Vgradnja poteka s pomočjo posebnih strojev z nameščenimi vibracijskimi nabijali. Pri zabijanju je potrebno paziti, da se utori posameznih zagatnic ujemajo kot celota, saj bi v nasprotnem primeru lahko ogrozili varnost izkopa. Lokacija zagatnih sten je natančno vrisana v gradbeni načrt. Pred samo izvedbo teh del je potrebno preveriti stanje okoliških objektov, saj pri zabijanju prihaja do za objekte škodljivih vibracij, ki se prenašajo po terenu v odvisnosti od sestave zemljine.

5.2.3 Drugi načini

Poznamo ogromno različnih načinov razpiranja gradbenih jam kot so pilotne stene, jet-grouting in podobno. Vendar se ti načini za začasno razpiranje ne splačajo, saj so izvedbeno ter časovno predragi.

6 PTUJSKA CESTA

Izvedbo in primerjavo kanalizacijskih cevi bi rad podrobneje opisal na praktičnem primeru. Moja tema diplomske naloge se najbolj ujema s projektom Ptujška cesta, kjer se pri izgradnji kanalizacije uporabljajo polipropilenske PP cevi kombinirane z PVC-UK cevi. Uraden naziv glavnega projekta, ki je bil izdelan s strani projektivnega podjetja Lineal, d. o. o., se imenuje rekonstrukcija ceste Miklavž–Hajdina skozi naselje Miklavž. Ker pa se v sklopu glavne ceste in križišč urejajo še kolesarske poti, ki jih do sedaj ni bilo in so v določenem procentu sofinanciranje s strani Evropskih skladov, ima projekt še dodaten naziv, in sicer ureditev pločnika in kolesarskih poti skozi Miklavž.



Slika 9: Meja obdelave

Vir: (Google Maps, junij 2024)

6.1 Potek izvedbe na terenu:

6.1.1 Zakoličba

Pred samim pričetkom del smo naročili zakoličbo obstoječih zemeljskih inštalacij pri njihovih upravljalcih in prevzeli zapisnik o zakoličbi, v katerem so bili posebni pogoji za ravnanje pri izkopih, skica območja ter okvirna globina. Za lastno evidenco smo narediti posnetek obstoječega stanja za lažji izračun izvedenih količin. Pred deli smo pri pristojnem gradbenem inštitutu, v našem primeru IGMAT, naročili preglede in fotodokumentacijo bližnjih ograj ter objektov.

ZAPISNIK O ZAKOLIČBI ELEKTROENERGETSKIH VODOV

OBJEKT IN LOKACIJA: ...
IZVAJALEC GRAĐENIH DEL OZ. INVESTITOR: ...
Datum pričetka del: ...

1. Opis zakoličbe: ...

2. Zakoličba izvedena po načrtu: ...

3. Naročnik zakoličbe oz. izvajalec je seznanjen z pogoji za izvedbo elektroenergetskih vodov na območju ubdelave.

4. Navodila:

- a. v bližini elektroenergetskih vodov in naprav (RTF, TF) je prepovedano izvajanje izkopov s strojno mehanizacijo. (ZAHTEVANA ROČNA SONDŽA)
- b. odvzem materiala nad elektroenergetskimi vodi ni dovoljen, v kolikor se to zgodi se vzpostavi teren v prvotno stanje ali se elektroenergetski vod poglobi na predpisano globino.
- c. izkopanja in odnemi se izvedejo v skladu s predpisi in navodili s strani nadzornika Elektro Maribor oz. v skladu s soglasjem.
- d. odnemi od zakoličene trase zahtevajo dodatno zakoličbo.
- e. za vsi odnemi elektroenergetskih vodov se izvede po dokončnem pregledu in soglasju s strani Elektro.
- f. preraščevanje elektroenergetskih vodov brez dogovora in nadzora se prepoveduje.
- g. v slučaju poškodbe elektroenergetskega kabla ali naprave ravnanje za napravo hot da jo poči napelovanje in se izogiba stiku ter pokliče pristojno nadzornišvo; pokličite vodjo nadzornišva:

Rde 041/692-024 Šentilj 041/768-688 Desni breg 051/607-523
Hoče 041/768-173 Levi breg 041/446-887

5. Naročnik zakoličbe izstavi naročilnico na naslov Elektro Maribor z prilogico Vodovodna ulica 2 ali na fax 22-00-303

Zakoličbo izvede: Zakoličbo naročil:

Slika 10: Zapisnik o zakoličbi

Vir: (lasten)

S pomočjo robotskega tahimetra znamke Topcon GT 1200 je bila izvedena zakoličba revizijskih jaškov kanalizacije in cestnih požiralnikov požiralnikov. Podatke za zakoličbo smo pridobili iz meteorne količbene situacije, v kateri so podane koordinate x, y in z, s katerimi prenesemo načrt meteorne kanalizacije na teren. Koordinati x in y podajata točno lokacijo posameznih elementov. Koordinata z poda projektirano globino v obliki nadmorske višine, potrebno je

preveriti ustreznost koordinatnega sistema ter izhodišče višin. Pred izvajanjem izkopa je potrebno zavarovati točke na ustrezno oddaljene profile.

Niveleto vode v jašku, ki je osnova za kanalizacijski kanal, zavarujemo na višinski profil. To storimo tako, da posnamemo višino izbrane fiksne točke lesenega profila in od dobljenega rezultata v n. m. odštejemo niveleto vode. Sedaj dobimo globino v metrih, vendar je za samo kvaliteto izvedbe pomembno, da so profili dveh zaporednih jaškov na trasi narejeni na enakem principu. Enotna višina profila (t. i. križ) se izbere v ustreznosti od globine izkopa in se nastavi s pomočjo prečne letve profila ter posnete višine, fiksne točke v odvisnosti od preračuna.



Slika 12: Zakoličba jaškov

Vir: (lasten)



Slika 11: Višinski profil jaška

Vir: (lasten)

6.1.2 Pripravljalna dela

Pripravljalna dela so vključevala zaščito gradbišča, postavitve gradbiščnih kontejnerjev, vključno s pisarno. V pisarni je po zakonu potrebno hraniti prvo pomoč, gasilni aparat, gradbene dnevnike, knjigo ukrepov za varno delo, seznam delavcev prisotnih na gradbišču, skupaj z dokumentacijo ter evidencami rednih varnostnih pregledov za stroje in orodje.

6.1.3 Rušitvena dela

Rušitvena dela so vključevala odstranitve robnikov asfaltnih plasti ter posameznih betonskih ograj, ki so zaradi novih zemeljskih pritiskov postale neustrezne zaradi nove nivelete ceste, ki se je znižala za povprečno 25 cm.



Slika 13: Rušitev asfaltne plasti

Vir: (lasten)

Porušiti je bilo potrebno obstoječo betonsko meteorno kanalizacijo, ki je potekala v trasi in je bila speljana v Hočki razbremenilnik. Posledično je voda v primeru močnejših padavin povzročila preobremenitev glavne kanalizacije. Betonske cevi so se vključno s pod betonom odstranile in odpeljale v predelavo. Ker pa je projektirana kanalizacija potekala višinsko nad betonskimi cevi, je bilo potrebno poskrbeti za ustrezen zasip z gramoznim materialom, ki se je ustrezno utrdil po slojih. Šele potem je bil teren pripravljen za gradnjo novega sistema. Komprimiranje se je izvajalo s pomočjo eksplozivnega nabijala ter valjarja – jež, ki je narejen predvsem za jarke.



Slika 14: Rušitev betonskih cevi

Vir: (lasten)

6.1.4 Zemeljska dela

Zasip kanalizacije se lahko izvede z ustreznim nekoherentnim materialom, ki izvira iz izkopa. Zato je pomembno, da se izkop izvaja po slojih v odvisnosti od sestave materiala. Na tak način ločujemo ustrezen material od neustreznega, ki gre v trajno deponijo. Ustrezen zasipni material, deponiramo ob trasi kanalizacije in s tem zmanjšamo količino transporta. Pred njegovo uporabo mora material pregledati pristojni geomehanik, ki tudi izvede meritve zbitosti na posameznem zasipnem sloju debeline 20–40 cm.

6.1.5 Kanalizacijska dela

Po končanem prvem sloju, izkopu na terenu, zarišemo linije kanalizacije in označimo osi jaškov. Sedaj je potrebno določiti način za kontrolo višin kanalizacije. V našem primeru smo uporabili način podajanja višin nivelete vode v cevi s kanalskim laserjem ter višinskimi profili za podajanje višin nivelete v jašku.

Približno 95 % kanalizacije smo naredili z uporabo kanalskega laserja znamke Topocon TP L4. Kontrolo na odseku med dvema jaškoma smo preverjali z nivelirjem. Pri kanalskem laserju je pomembno, da je naprava ustrezno fiksirana in uravnana ter ima pravilno nastavljen padec v promilih. V primeru težav s stabilnostjo žarka (vibracije, bleščanje) naprava izpiše napako.



Slika 16: Kanalski laser

Vir: (lasten)



Slika 15: Kontrola višin z nivelirjem

Vir: (lasten)

6.2 Ponikovalna polja

Zaradi dotrajanosti starega načina odvajanja meteorne vode s cestišča, ki je bil neučinkovit in deloma vezan v obstoječo (preobremenjeno, mešano) kanalizacijsko omrežje, se je pri rekonstrukciji predvidela nova meteorna kanalizacija.

Pri projektiranju meteornega kanalizacijskega omrežja so projektanti predvideli različne načine odvajanja vod. Največja težava, s katero so se soočali, je bila, kaj narediti z vso meteorno vodo. Predlagana rešitev so bila ponikovalna polja ter odvajanje vode v hidroenergetski kanal. Najbolj smiselna rešitev na prvi pogled je bila, da bi vso vodo iz trase zbrali in odvajali v hidroenergetski kanal Zlatoličje in se s tem izognili nepotrebnim stroškom. Vendar je bil problem v tem, da bi morali kanalizacijo podaljšati za približno 200 metrov iz naše meje obdelavi ter hkrati posegati na nedavno zgrajeno krožišče. Naslednjo težavo je predstavljalo križanje naše cevi, katere premer bi znašal najmanj 100 cm s hočkim kolektorjem, plinom, vodovodom in drugimi.

Zato so se odločili izbrati drugo najbolj smiselno rešitev, ponikovalna polja. Recenzent je predlagal, da se na najnižjem delu trase izvede večje ponikovalno polje za celotno traso. Vendar so na podlagi pronicanja vode skozi gramoz in količino vode izračunali, da bi morale biti ponikovalna polja horizontalne dolžine okrog 230 metrov in 6 metrov globine, kar pa fizično ni izvedljivo.

Posledično je bila uporabljena naslednja rešitev. Izvedba 7-ih kanalizacijskih sistemov in pri vsakem sistemu lastno ponikovalno polje, katerega velikost je odvisna površine in zemljine sestave.

6.2.1 Problemi zaradi zagatnih sten v naselji

Projektiran način izvedbe horizontalnih ponikovalnih polj z začetnim in končnim jaškom polnega dna je bil narejen na način, da so bile v izvedbo vključene zagatne stene. Ker pa gre za projekt v naselju, kjer je dosti obstoječih zemeljskih vodov ter neposredna bližina stanovanjskih objektov, bi v tem primeru tvegali poškodbe na stanovanjskih objektih. Poleg tega bi za čas izvedbe morali prekiniti ali prevezati zemeljske vode ter sami sebi oteževali dostop s težko gradbeno mehanizacijo. Zato smo predlagali spremembo projekta ter s sodelovanjem projektantov dorekli rešitev. Ta je bila izvedba vertikalnih ponikovalnic s perforiranimi spodnjimi cevmi premera 2 m in globine 6m.

Predvidena lokacija zagatnih sten



Slika 17: Zakoličba zagatnih sten

Vir: (lasten)

6.2.2 Način izvedbe vertikalnih ponikovalnic

Pri tem načinu dela se lahko izognemo ali začasno prestavimo gibljive komunalne vode (Telekom, elektrika), saj izkop izvajamo s pripomočkom imenovanim grajferjem. To je poseben priključek za namestitev na bager, s katerim lahko segamo v globino do 6 m. Stranice izkopa smo zavarovali z jeklenimi opažnimi ploščami, zgornji del izkopa je bil razširjen in narejen pod strižnim kotom zemljine, zaradi lažjega dostopa. Po končanem izkopu smo s prijemali za cevi slednje spuščali v izkop najprej 4 perforirane in 2 polni. Zunanje meje izkopa so bile zaščitene z drenažnim filcem do perforiranih cevi in obsute z drenažnim materialom. Območje okrog ponikovalnic smo ustrezno utrdili z eksplozivno nabijalno žabo ter valjarjem in postopoma odstranjevali opaže. Po izvleku smo ponovno izvedli dosip materiala in še dodatno utrdili območje okrog ponikovalnic. Ponikovalnice smo medsebojno povezali s cevjo premera 40 cm, po kateri se voda preliva med ponikovalnicami na podlagi zaplnjenosti.



Slika 19: Ponikovalnica

Vir: (lasten)



Slika 18: Pogled v notranjost ponikovalnice

Vir: (lasten)



Slika 20: Povezava med ponikovalnicama

Vir: (lasten)

6.3 Vzroki za izbiro PP cevi

Pri projektiranju je bila predviden celotna kanalizacija iz polipropilenskega materiala SN8, kar pomeni cevi, revizijski jaški ter cestni požiralniki.

Razlogi, ki so vplivali na izbiro tega materiala so:

- dolga obstojnost ter dobre mehanske lastnosti,
- pričakovana količina meteorne vode in s tem zapolnjenost cevi to dopuščata,
- trenutno cenovno najcenejši način izvedbe kanalizacije,
- popolno tesnjenje tudi v primeru morebitnih posedkov,
- na voljo je ustrezna obročna togost SN8 / SN12,
- globina kanalizacije je bila 1 m ali več.

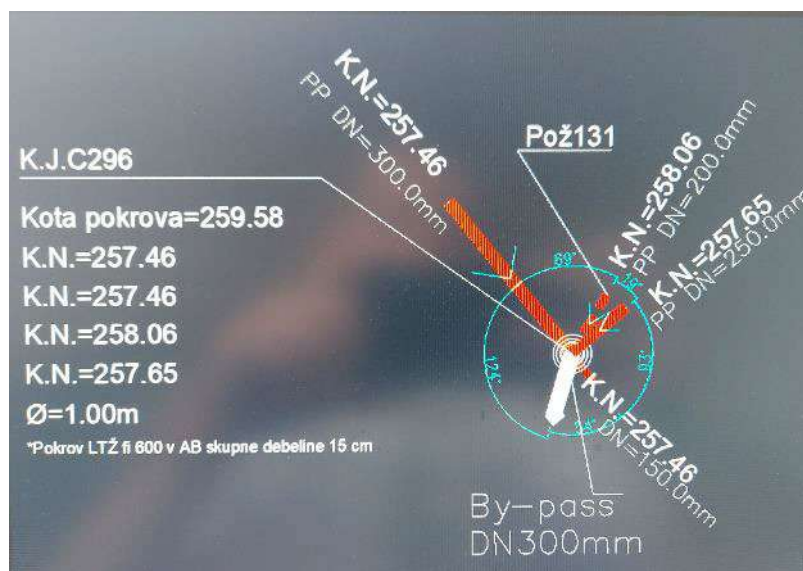
Projektirani premeri cevi so bili $\varnothing$ 200 / 250 / 300 / 400 / 600. Pri čemer je bila za vsak posamezen premer narejena hidravlična analiza in izračunana obremenitev cevi med in po gradnji. Notranji premeri PP ter PE cevne kanalizacije segajo maksimalno do 1 m. Potreben SN se določi v odvisnosti od poteka lokacije cevi. Pri našem projektu kanalizacija poteka po sredini pločnika ter kolesarske steze, zato je izbrana srednja obročna togost SN8. V primerih prečkanja avtobusnega postajališča ter ceste je cev na ustrezni globini in dodatno obbetonirana po tehničnih risbah.

6.3.1 Postopek naročila PP jaškov

Vsi uporabljeni jaški ter peskolovi so izvedeni po naročilu. Slednje smo izvedli z uporabo načrta meteorne kanalizacije v dwg obliki in podatke vnašali v vnaprej narejeno Excellovo tabelo. Pri tem delu je potrebno biti posebej pazljiv predvsem na tok vode ter kaskade, saj napačno naročenega materiala ne moreš uporabiti nikjer drugje zaradi različnih specifikacij.

Za naročilo je bilo iz načrta razbrati podatke o:

- premeru in tehnični specifikaciji cevi,
- premeru in tehnični specifikaciji revizijskega jaška,
- višini nivelete vode (v NMV),
- koti terena (NMV),
- debelini razbremenilnega AB venca s pokrovom (običajno 25 cm), podatki o tem so razvidni iz detajla revizijskega jaška,
- smeri toka vode ter priključni kot,
- lokaciji in premeru priključkov.



Slika 21: Jašek pred oljnim lovilec

Vir: (lasten)

6.4 Problemi s katerimi se soočamo med gradnjo

Največje probleme pri gradnji kanalizacij predstavljajo obstoječi komunalni, telekomunikacijski in energetske vodi.



Slika 22: Križanje PP cev - vodovod

Vir: (lasten)



Slika 23: Ovirana postavitev peskolova

Vir: (lasten)

Odvajanje padavinske vode z asfaltnega cestišča je izvedeno s pomočjo peskolovcev oziroma požiralnikov, ki so narejeni iz PP fi 50. Te peskolovce je potrebno speljati v glavno cev ali jašek. Prvi način so tako imenovane požiralniške zveze (požiralnik–požiralnik), kjer se poveže več požiralnikov zaporedno ter zadnji z višinsko najnižjim iztokom v cev ali jašek. Drugi način je pa povezava posameznih požiralnikov direktno na cev ali jašek.

6.4.1 Izvedba požiralniških zvez

Pri PP materialih se spoji CEV–JAŠEK izvajajo z varjenimi priključki, kar samo po sebi ne predstavlja težav, če se dela izvajajo na območju brez komunalnih vodov. V našem primeru pa je bilo potrebno prilagajanje višin iztokov in vtokov v odvisnosti od višin komunalnih vodov ter zemeljskih inštalacij (TM, TK, EL, JR ...). Slednje pri izvajanju zemeljskih del povzročajo nešteto težav predvsem v primeru starejših inštalacij in neustreznih posnetkih. Ker smo te težave že v začetku pričakovali, saj je Miklavž infrastrukturno zelo razvit in večina teh inštalacij poteka pločnikih, smo projektantu podali predlog izvajanja požiralniških zvez ter navezav za zamenjavo materiala, in sicer iz cevi PP 200 SN 8 na cevi PVC-UK premera 200 SN8.



Slika 24: Križanje UKC - obstoječi vodi

Vir: (lasten)



Slika 25: Ročno sondiranje med izkopom

Vir: (lasten)

6.4.2 Izvedba požiralniških zvez z uporabo PVC-UK

Uporaba teh cevi omogoča izvedbo požiralniških zvez ter navezav z uporabo širokih vstopnih tesnil. Potek in izvajanje del se s tem zelo olajšata in omogočata hitrejše napredovanje. Pri tem načinu dela se z vrtalnikom in kronsko glavo v cev ali požiralnik izvrtata luknja, premer je odvisen od premera cevi ter širine tesnila. Preden zavrtamo v že vgrajene kanalizacijske elemente je potrebno preveriti cev ter tesnilo na kosu odrezanega peskolova. Ta poskus nam omogoči vpogled naleganja tesnila v izvrtano luknjo in potrebno dolžino cevi vstavljene cevi, ki mora segati 5–10 cm iz tesnila v notranjost za zagotavljanje popolne zatesnjenosti.

Pri vrtanju je potrebno biti pazljiv na obliko luknje ter na zagotavljanje hlajenja z metodo izvleka krone, saj bi v drugačnem primeru lahko prišlo do topljenja cevi ali okvare vrtalnega stroja. Po končanem vrtanju se v luknjo popolne oblike vstavi široko tesnilo ter vanj potisne cev. Ker moramo pri izvajanju del povezati dva požiralnika ali požiralnik ter cev, to pomeni, da moramo cev potisniti v dve tesnili.

6.4.2.1 Spajanje požiralnik–požiralnik

To pa lahko v primeru požiralnikov naredimo samo na način izbijanja cevi iz enega požiralnika v drugega.

To storimo na naslednji način:

- 1) pripravimo posteljico iz zemeljsko vlažnega betona 2 cm nižje od predvidene lege cevi,
- 2) zavrtamo luknji v oba požiralnika,
- 3) zmerimo in odrežemo dolžino potrebne cevi, pri čemer upoštevamo, da mora cev pri vsakem tesnilu segati 10 cm v notranjost. Pri tem je potrebno paziti na ustrezno zbrušene robove 30* in ustrezno podmazana tesnila,
- 4) vstavimo cev v 1. požiralnik brez tesnila do stene požiralnika, vstavimo tesnilo v 2. požiralnik in nanj nastavimo cev, okrog cevi napeljemo elastično vrv ter z uporabo vzvoda in moči potisnemo cev skozi tesnilo. Postopek ponavljamo tako dolgo dokler cevi ne potegnemo popolnoma iz 1. požiralnika,
- 5) v 1. požiralnik vstavimo tesnilo in nastavimo cev. Z uporabo elastične vrvi ter vzvoda postopek ponovimo v obratni smeri, dokler cev ne sega 10 cm in tesnila v notranjost,
- 6) Cev popolnoma obbetoniramo in z uporabo zemeljsko vlažnega betona formiramo strešico. Beton po končanem formiranju zalijemo z zadostno količino vode.



Slika 26: Povezava med požiralniki

Vir: (lasten)

6.4.2.2 Spajanje požiralnik–cevi

Pri polaganju cevi se na mestih spajanja pustijo odcepi za PVC-UK pod 90 ali 45 stopinjskim kotom. Odcepi se ustrezno zavarujejo in zaradi kvalitete izvedbe se odcep cevi zasipa ter utrdi do ustrezne kote. Kasneje se na predvideni lokaciji vgradi požiralnik na betonsko posteljico in



Slika 27: Povezava cev - požiralnik

Vir: (lasten)

izvede zasip z gramozom ter utrjevanjem 50 cm nad dnem peskolova. Izveden je s pazljiv strojno - ročnim sondažni odkopom puščenega odcepa in jarkom v smeri peskolova (padec proti glavni cevi). Z uporabo vodne tehtnice preverimo višine in si zarišemo natančno lokacijo kronskega vrtanja v peskolov pri čemer pazimo, da imamo najmanj 60 cm peskolova zaradi preprečevanja usedlin v glavni cevi. Spajanje cevi in peskolova izvedemo na enak način kot spajanje požiralnik – požiralnik.

7 PVC – KANALIZACIJA PROJEKT LOVSKA ULICA

Uraden naziv projekta je bil: Ureditev cestišča s hodniki za pešce, kanalizacije in vodovoda v Dravskem Dvoru. Pri izvedbi tega projekta smo naredili ločen kanalizacijski sistem. Fekalni vod smo povezali v prečrpališče, ki prečrpava odpadno vodo in jo po glavni kanalizaciji pošilja proti centralni čistilni napravi locirani v Dogošah. Odvajanje vode s cestišča je urejeno s pomočjo mulde in muldnih požiralnikov, preko katerih voda steče v ločeno meteorno kanalizacijo, katera poteka višinsko nad fekalno kanalizacijo ter vodo pelje v ponikovalna polja.

Zakoličba je bila izvedena s pomočjo elektronskega tahimetra. Geodet je zakoličil centre kanalizacijskih jaškov glede na situacijski načrt kanalizacije. Pravilo pri projektiranju kanalizacij predvsem v spalnih naseljih je, da v kolikor prostor to omogoča je jašek narejen v osi določenega voznega pasu z namenom ugodnejše vožnje ter preprečevanjem hrupa pri prečkanju z vozilom.

Količbene točke jaškov so bile zavarovane s profili postavljenimi zven območja izkopa. Na profil smo v paralelno prezrcaljeni osi jaška zabili žebliček. Profil je bil kasneje nastavljen na preračunano višini vezano na koto nivelete vode in vrh profila. Postopek izkopa je bil podrobneje opisan v projektu: Ptujška cesta. Globina izkopa za kanalizacijo je bila 5,5 m v gramoznem materialu. Zaradi globine kanalizacije je bila izvedba izredno zahtevna.

Material za gradnjo glavnega cevovoda odpadne vode so bile cevi PP master SN12 od proizvajalca Pipelife, to so v bistvu gladke polipropilenske cevi. Te cevi za razliko od PP rebrastih cevi ne dopuščajo podajanja in lahko v primeru neustreznega ravnanja počijo. Cevi so cenovno med najdražjimi. Vendar njihovo ceno odtehta kvaliteta, dolgotrajnost, trpežnost ter enostavnost spajanja. Postopek izdelave kanalizacije PP gladkih cevi je identičen PVC-UK cevem. Revizijski jaški so bili pred fabricirani armirano betonski od proizvajalca TIBA GMBH in narejeni iz večih segmentov. Ves material uporabljen pri izvedbi mora imeti ustrezne ateste.

Posamezni segmenti jaška od spodaj navzgor so: betonska baza s posebej oblikovano plastično muldo, betonski nastavek za povišanje jaška, betonski konus jašek, s katerim zmanjšamo širino jaška na odprtino pokrova ter predfabriciran AB venec z vgrajenim pokrovom.

7.1 Postopek izvedbe kanalizacije in problemi pri gradnji

7.1.1 Izkop

Izkop se je pričel v najnižji točki kanalizacije, na mestu priključitve in se postopoma dvigoval v odvisnosti od naklona cevi. Uporabljen je bil opaževan izkop, pri katerem je bilo potrebno zaradi globine kanalizacije opaž nadvišati. Pri tem načinu je potrebno izpolniti pogoj (spodaj sega opaž do dna izkopa – zgoraj sega najmanj 20 cm iz terena). V primeru, da je bil opaž prekratek, smo naredili zgoraj širok izkop, na ta način smo znižali teren in posledično zadostili pogoj varnostnemu pogoju.



Slika 28: Izkop v opažu

Vir: (lasten)

7.1.2 Polaganje cevi

Pred polaganjem cevi je potrebno preveriti ustreznost cevi in morebitne poškodbe med transportom. Potrebno je biti pazljiv na lokacijo skladiščenja, način nalaganja ter zavarovanja tovora. Zaradi globine kanalizacije 5 m je minimalna širina jarka na dnu 1 m. Cevi so položene na posteljico debeline 15 cm, ki ustreza padcu vode in je narejena iz ustreznega materiala, ki se ne poseda. Pri fekalni kanalizaciji je potrebno biti še posebej pazljiv na tesnjenje, zato smo pri obsipu področje stikov med cevmi pustili prosto do preiskusa tesnenja. Zasipni material ne sme biti moker (zaradi utrjevanja), zamrznjen (posedki) ali vsebovati večjih kamnov (poškodbe cevi). Cevi je potrebno pred polaganjem lepo očistiti (odstraniti tesnila, obrisati utor in tesnilo ter nato tesnilo vstaviti v očiščen utor).



Slika 29: Vstavljanje cevi v opaž

Vir: (lasten)

Ker jaški niso stalno na razdalji celotnih cevi, je slednje potrebno rezati. Rezanje se izvede pravokotno na os in rezane površine zbrusimo pod kotom. Pred spajanjem cevi je potrebno tesnilo in utor ustrezno podmazati ter izmeriti globino spojke in slednjo zarisati na cev. Na ta način zagotovimo popolno prileganje cevi na spojko ter se izognemo morebitnim poškodbam. Pri polaganju cevi smo kontrolirali padce z elektronskim nivelirjem, in sicer s pomočjo majhnih količkov postavljenih na 2 m v jarku. Na te 20 cm visoke količke smo postavili nivelirno lato in jih sproti zabijali na višino potrebnega padca (višina posteljice), pripravo posteljice smo izvedli v polkrožni obliki z namenom prileganja okrogle cevi, pri tem smo si pomagali z ravno vodno tehtnico dolžine 3 m. Cev smo previdno spustili v opaž in položili na posteljico ter spojili z drugo cevjo. Pred zasipom smo naredili kontrolo z uporabo kanalskega laserja, ki smo ga namestili v cev in usmerili proti tarči.



Slika 30: Kanalski laser v jašku

Vir: (lasten)

7.1.3 Vstavljanje jaška

Lokacije revizijskih jaškov so vidne v kanalizacijski gradbeni situaciji ter vzdolžnem prerezu. Vsi uporabljeni jaški so bili narejeni po naročilu, da so ustrezali padcu vode, premeru cevi ter višini nivelete vode. Material uporabljen pri jaških mora omogočati enostavno priključevanje cevi in zagotavljati vodotesnost spojev. Spodnji del jaška je betonska baza s posebej oblikovano muldo, v katerega se priklaplja glavna kanalizacijska cev. Cevna priključna mesta v betonski bazi so narejena tovarniško z vstavljenimi širokimi tesnili za gladke cevi. Izvedba povezave jašek – cev mora omogočati gladek prehod odpadne vode, zato ne smejo pojavljati prazna mesta med stiki in podobne napake. Zato smo pri izvedbi upoštevali smernice za polaganje cevi in tehnična navodila v primeru rezanja cevi, ki sem jih opisal v naslovu 7.1.2.



Slika 31: Lita mulda betonskega jaška

Vir: (lasten)

Pri vstavljanju jaška je potrebno imeti v jarku zaščitenem z zemeljskim opažem pripravljeno cev odrezano na dolžino in ne zasuto. Cev mora segati iz konca opaža najmanj 0,5 m zaradi manevriranja baze jaška in cevi. Na mestu jaška je jarek razširjen in pravilno globok.



Slika 32: Vstavljanje jaška v opažu

Vir: (lasten)

V primeru, da ni bilo mogoče opraviti ustreznega razširjenega izkopa za jašek, smo na predvideno lokacijo vstavili zemeljski opaž za jašek. Slednji je bil kvadratne oblike dimenzij 2,25 m x 2,25 m ter ga namestili čisto do opaža za jarek in segmetno nadvišali do ustrezne višine. Posteljico jaška smo naredili po tehničnih smernicah z zemeljsko vlažnim betonom ter nekaj procentov višjo zaradi upoštevanja posedka na podlagi teže baze. Jašek smo v jarek spustili s bagrom in uporabo tri-krakih klešč za okrogle betonske elemente. Okrog baze jaška

je bila nameščena vrv, ki je omogočala lažjo namestitev in usmeritev jaška. Široko tesnilo jaška ter robove cevi smo ustrezno podmazali in nastavili na lokacijo spajanja. Široko tesnilo baze jaška in cev smo poravnali na ustrezno višino in s pomočjo škripca približno 2 cm nad tlemi povlekli na cev do vnaprej zarisane črte, ki predstavlja globino tesnila. V notranjosti baze smo preverili spoj mulda -cev ter po potrditvi ustreznosti nadaljevali z obsipom. Nasipan material okrog jaška smo utrjevali po slojih z eksplozivnim nabijalom.



Slika 33: Vstavljanje jaška v razširjenem izkopu

Vir: (lasten)

7.1.4 Izvedba hišnih odcepov

Izvedba hišnih odcepov se je izvedla na koncu gradnje glavnega dela kanalizacije. Pri tem delu smo jašek odkopali do ustrezne globine narisane v načrtu, ki se giblje okrog 1,5 m. Globina hišnega odcepa je odvisna od oddaljenosti in višine objekta. V betonski jašek smo na preračunani globini izvrtali luknjo z diamantno krono nameščeno na vrtnem stroju. Med vrtanjem smo krono hladili s tekočino. V izvrtano luknjo smo vstavili ustrezno široko tesnilo za gladko cev. Slednjo smo usmerili proti objektu in namestili tako, da je segala najmanj 1 m v parcelno mejo zaradi kasnejše priključitve.

8 ČASOVNO-STROŠKOVNA PRIMERJAVA IZVEDBE PP TER PVC

Časovno stroškovno primerjavo bom izvedel na podlagi gradnje kanalizacije dolžine 100 m in uporabo cevi premera 250. Globina kanalizacije znaša 2,5 m v opažu. Vključena je postavitve dveh revizijskih jaškov ter navezava štirih peskolovcev. Potrebne podatke za izračun bom vzel iz praktičnega primera, pri katerem sem sodeloval in naredil analizo porabe časa ter kadra na podlagi izvedenih del. Izračune bom zaradi varovanja podatkov naredil na ustrezno prilagojenih cenah in podatkih.

Strošek delavcev ter mehanizacije je ustrezno prilagojen za namen te naloge:

$$2 \times \text{VK} = x \text{ EUR} / \text{h}$$

$$1 \times \text{PK} = x \text{ EUR} / \text{h}$$

$$1 \times \text{bager 20 ton} = x \text{ EUR} / \text{h}$$

$$1 \times \text{kamion 3 osi} = x \text{ EUR} / \text{h}$$

$$\underline{\text{SKUPAJ} = 117 \text{ EUR} / \text{h}}$$

8.1 PVC-UK 250

8.1.1 Časovna izvedba del PVC-UK 250

Tabela 6: Potreben čas izvedbe PVC-UK

Gradnja kanalizacije	Dodaten čas za postavitev jaškov	Postavitev peskolovov	Strošek delavcev in mehanizacije
30 ur	3 ure	12 ur	5.265 EUR

Vir: (Lasten)

Izračuni narejeni na ustrezno prilagojenem času izvedbe:

Opomba: vključuje izkop v opažu, polaganje / postavljanje in zasip po plasteh.

1) Čas gradnje kanalizacije:

30 metrov na dan (glej H1_2)

$100 \text{ m} / 30 \text{ m} = 3,33 \text{ dni} * 9 \text{ ur} / \text{dan} = 30 \text{ ur}$

2) Dodaten čas za postavitev jaškov:

Iz prakse: en postavljen jašek je časovno enakovreden eni cevi.

1 jašek = 1,5 ure

2 jaška = 3 ure

3) Postavitev peskolovov s navezavami (fi 200 = 3 m):

3 x peskolov = 1 dan = 9 ur

4 peskolovi = 12 ur

Skupen čas izvedbe je 45 ur.

Strošek delavcev ter mehanizacije je $45 \text{ ur} * 117 \text{ EUR} = 5.265 \text{ EUR}$

8.1.2 Strošek materiala PVC-UK

Tabela 7: Strošek izvedbe PVC-UK

Strošek glavne cevi	Strošek cevnih povezav	Strošek peskolovov	Strošek spojnih elementov	Strošek jaška	SKUPEN STROŠEK
2000 EUR	192 EUR	400 EUR	226 EUR	2000 EUR	4.818 EUR

Vir: (Lasten)

Izračuni narejeni na ustrezno prilagojenih cenah:

1) strošek cevi

Nabavna vrednost = 20 EUR / m¹

Skupna nabavna vrednost = 2000 EUR

2) strošek cevnih povezav fi 200

1x peskolov = 3 m povezave fi 200

4 x peskolov = 12 m

Nabavna vrednost = 16 EUR / m¹

Skupna nabavna vrednost = 192 EUR

3) Strošek peskolova fi 500

Nabavna cena PP rebrastega peskolova višine 1,75 m = 100 EUR

Skupna nabavna cena 4 x peskolov = 400 EUR

4) Strošek spojnega elementa za PVC

4 x odcep (250/200) za peskolov = 4 x 35 EUR = 140 EUR

4 x široko tesnilo za fi 200 = 4 x 18 EUR / kos = 72 EUR

2 x mast za cevi = 2 x 7 EUR / kos = 14 EUR

Skupen strošek 226 EUR

5) Strošek PVC jaška

Strošek PVC jaška brez odcepov s tesnili je 1000 EUR / kos

2 x PVC jašek = 2000 EUR

8.2 Rebrasta kanalizacija PP 250

8.2.1 Časovna izvedba del PP fi 250

Tabela 8: Potreben čas izvedbe PP

Gradnja kanalizacije	Dodaten čas za postavitev jaškov	Postavitev peskolovov	Strošek delavcev in mehanizacije
37,5 ur	5 ur	18 ur	7.078,5 EUR

Vir: (lasten)

Izračuni narejeni na ustrezno prilagojenem času izvedbe:

Opomba: vključuje izkop v opažu, polaganje / postavljanje in zasip po plasteh.

1) Čas gradnje kanalizacije:

30 metrov na dan (glej H1_2)

$100 \text{ m} / 24 \text{ m} = 4,17 \text{ dni} * 9 \text{ ur/dan} = 37,5 \text{ ur}$

2) Dodaten čas za postavitev jaškov:

Iz prakse: en postavljen jašek je časovno enakovreden eni cevi.

1 jašek = 2,25 ure

2 jaška = 5 ur

3) Postavitev peskolovov s navezavami (fi 200 = 3m):

2 x peskolov = 1 dan = 9 ur

4 peskolovi = 18 ur

Skupen čas izvedbe je 60,5 ur.

Strošek delavcev ter mehanizacije je $45 \text{ ur} * 117 \text{ EUR} = 7.078,5 \text{ EUR}$

8.2.2 Strošek PP materiala

Tabela 9: Strošek izvedbe PP

Strošek glavne cevi	Strošek cevnih povezav	Strošek peskolovov	Strošek spojnih elementov	Strošek jaška	SKUPEN STROŠEK
1.000 EUR	192 EUR	400 EUR	306 EUR	2.200 EUR	3.198 EUR

Vir: (lasten)

Izračuni narejeni na ustrezno prilagojenih cenah:

1) strošek cevi PP 250

Nabavna vrednost = 10 EUR / m¹

Skupna nabavna vrednost = 1000 EUR

2) strošek cevnih povezav fi 200

1 x peskolov = 3 m povezave

4 x peskolov = 12 m

Nabavna vrednost = 8 EUR / m¹

Skupna nabavna vrednost = 96 EUR

3) Strošek peskolova fi 500

Nabavna cena PP rebrastega peskolova višine 1,75m = 100 EUR

Skupna nabavna cena 4 x peskolov = 400 EUR

4) Strošek spojnega elementa za PVC

4 x odcep (250/200) za peskolov = 4 x 48 EUR = 192 EUR

4 x varjen priključek na peskolov za cev fi 200 = 4 x 25 = 100 EUR

2 x mast za cevi = 2 x 7 EUR/ kos = 14 EUR

Skupen strošek 306 EUR

5) Strošek PVC jaška

Strošek PP jaška z varjenim priključkom za vtok in iztok 1100 EUR / kos

2 x PVC jašek = 2200 EUR

8.3 ČASOVNO-STROŠKOVNA PRIMERJAVA IZRAČUNOV

Tabela 10: Časovno-stroškovna primerjava PP – PVC UK

OPIS	PP	PVC-UK
Poraba delovnih ur	37,5	30
Strošek materiala	3.198 EUR	4.818 EUR
Strošek delavcev	7.078,5 EUR	5.265 EUR
Seštevek stroškov	10.276,2 EUR	10.083 EUR
Medsebojna primerjava stroškov (%)	+1,916 %	SKUPNO NAJCENEJŠI

Vir: (lasten)

Po izvedbi časovno-stroškovne primerjave sem ugotovil, da je navkljub visoki nabavni ceni PVC-UK material po seštevku stroškov materiala, delavcev ter mehanizacije cenejši.

9 HIPOTEZE

9.1 H1: Kanalizacija iz PVC-UK je dražja za 40 %, vendar časovno hitrejša za 20% (potrjena)

H1_1del

Trenutno je na trgu najcenejši kanalizacijski material rebrasti polipropilen. Do tega podatka sem prišel na podlagi podanega povpraševanja podjetju za proizvodnjo kanalizacijskih cevi ter jaškov. Izvedena je bila primerjava cene med rebrastim polipropilenom premera 200mm ter gladko PVC-UK cevjo enakega premera. Glavni namen te diplomske naloge je primerjava dela med rebrastimi in gladkimi cevmi.

Tabela 11: Nabavna vrednost PP – PVC UK

VRSTA CEVI	NABAVNA VREDNOST CEVI (m1)	RAZLIKA V CENI PP NAPRAM PVC-UK (%)
PP 200 (6m)	8 EUR/m1	-50 % = 8 EUR/m1
PVC – UK 200 (5m)	16 EUR/m1	

Vir: (lasten)

Ustrezno prilagojena nabavna vrednost PP cevi je 8 EUR po tekočem metru. Enako prilagojena nabavna vrednost PVC-UK znaša 16 EUR po tekočem metru. Obe cevi imata intergrirane spojke. Dolžina cevi PP 200 je 6 m, PVC-UK 200 pa 5 m.

Prvi del H1 s katero predvidevam, da je PVC-UK dražji material napram PP DRŽI, vendar razlika v ceni materiala ni 40 % ampak je 50 %

H1_2del

Podatke za drugi del hipoteze sem pridobil na podlagi praktičnih izkušenj na terenu. Izbral sem si dva projekta v izvajanju, ki imata podobne gabarite izkopa, način izkopa in premera cevi. Izračun bom izvedel na podlagi primerjave položenih ter zasutih cevi na dan med 7. in 16. uro. Čas izvedbe je bil zaradi varovanja podatkov ustrezno prilagojen.

Delo na obeh projektih se je izvajalo v podobnem terenu. Dela je izvajala številčno in kadrovsko podobna skupina, vendar ne v istem časovnem obdobju. Izkop se je izvajal v opažu. Širina ter vrsta opaža sta bili enaki. Izkopni material je bil nekoherenten. Pri obeh projektih je sodeloval en bager teže 25 ton. Edina razlika je bila podvrsta bagra, in sicer mobilni ter goseničar.

PP 250, dolžina cevi je 6 m.

PVC-UK 250, dolžina cevi je 5 m.

Tabela 12: Primerjava izvedbe PP– PVC UK

Naziv projekta	Premer cevi	Globina izkopa	Opaž	Št. položenih cevi / dan Razdalja položenih cevi	
Ptujska cesta – meteorna kanalizacija sistem_4	PP 250 SN8	2–3 m	DA	4	24 m
Dravski Dvor – komunalna ureditev privatnih parcel	PVC UK 250 – SN8	2–3 m	DA	6	30 m

Vir: (lasten)

Na podlagi pridobljenih podatkov sem izvedel, da s uporabo PVC-UK cevi izvedemo v povprečju 6 m kanalizacije več na dan kot v primeru PP cevi. Menim, da je razlog sledeč. Z gladkimi cevmi delavci lažje manevrirajo in so jih bolj navajeni. Prva težava rebrastih cevi se pa pojavi pri spuščanju v opažen jarek, saj se te predvsem pri večjih premerih pogosto zatikajo ob stene opaža. Pri nameščanju tesnila sta zaradi težavnosti potrebna dva človeka. Spajanje rebrastih cevi se izvaja samo s pomočjo bagra, pri čemer mora strojnik zamenjati delovno orodje za poseben nastavek. Zgoraj navedeno mogoče ni videti kot neka ogromna težava, vendar se ponavljajočem se postopku ta čas pomnoži krat število cevi in v delovnem času nabere razlika, ki je vidna v razdalji narejene kanalizacije.

Na podlagi tega drugi del hipoteze 1, da je delo s PVC-UK cevi časovno hitrejše DRŽI, vendar ne za 20 %, temveč za 25 %.

9.2 H2: Rebrasta kanalizacija (PP) je cenovno ugodnejša od PVC-UK, vendar je zahtevnejša za vgrajevanja, zaradi vnaprej načrtovanih in tovarniško varjenih spojnih elementov ter odcepov. (potrjena)

Da je PP rebrasta kanalizacija cenejša napram PVC-UK sem potrdil že v prvem delu H1. V primeru PP rebrastih cevi ter jaškov se mora kanalizacija izvajati natančno po gradbenem načrtu. Saj so vsi elementi predfabricirani na podlagi nivelete vode cevi in priključkov iz tega načrta. Realnost v praksi na gradbišču, je ta, da dokler ne pričneš z izkopom, ne veš, kaj se nahaja pod terenom, navkljub vsem zakoličenim vodom je velika verjetnost, da odkriješ, kaj nepredvidenega.

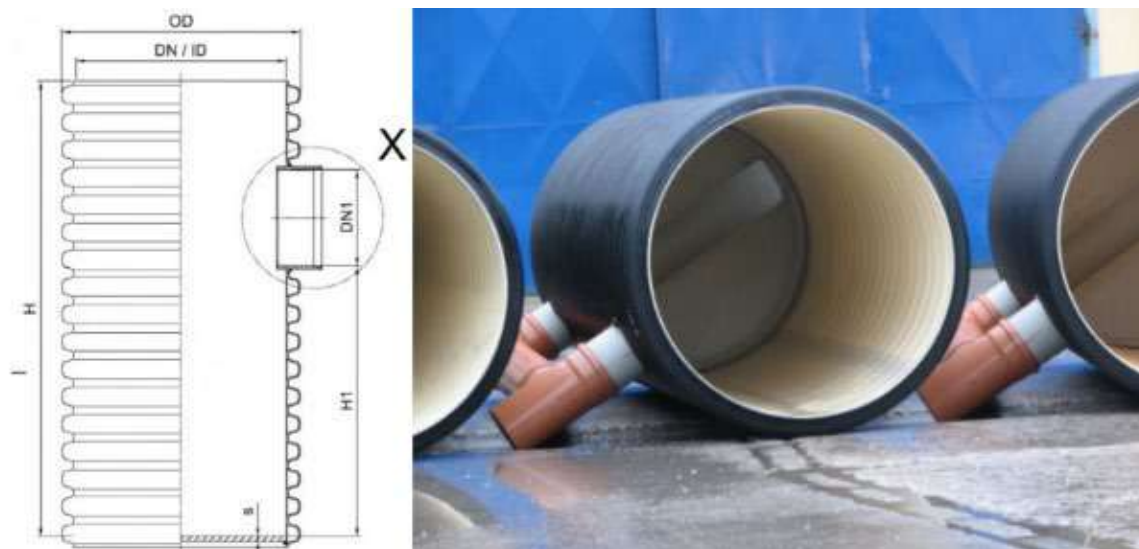


Slika 34: Lokacijska ter višinska prilagoditev jaška zaradi nepredvidenih vodov

Vir: (Lasten)

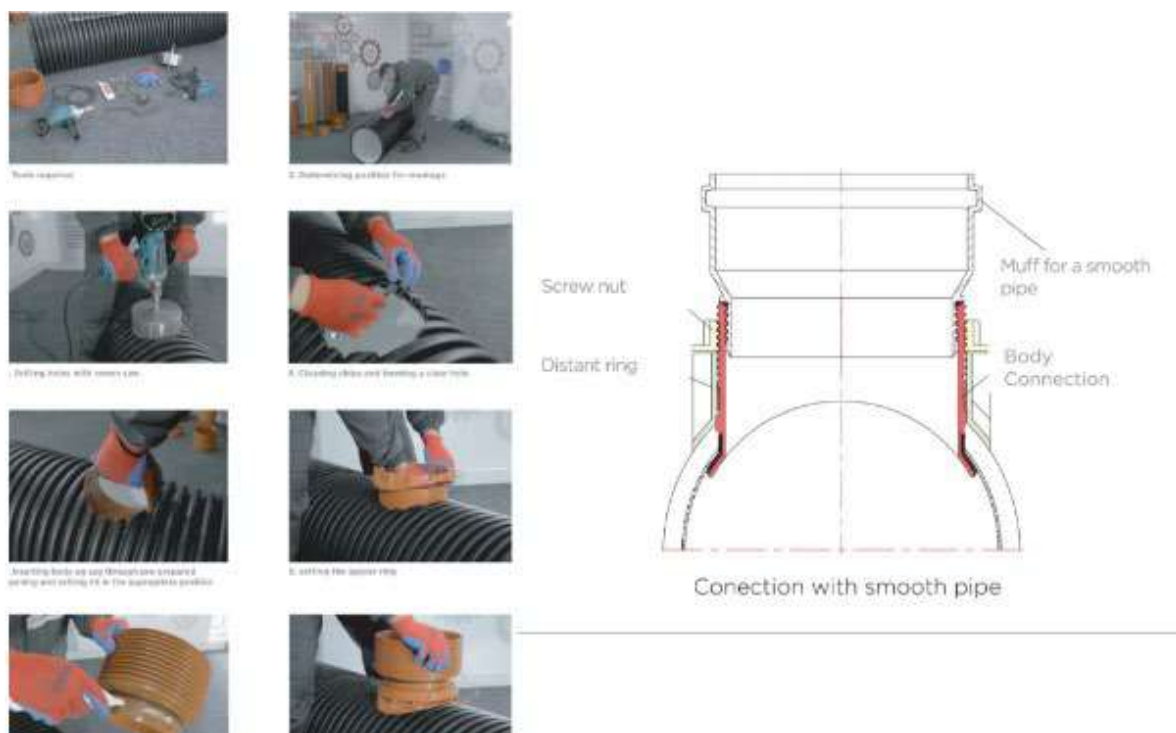
Projektant pri načrtovanju uporablja geodetski posnetek obstoječega stanja. Najbolj zanesljive so zakoličbe kanalizacije, vodovoda ter plinovoda. Glavna kanalizacijska cev je, v primeru križanja s preostalimi komunalnimi vodi, praviloma nižja. Zaradi dobro posnete lokacije in globine cevi projektant predvidi točno lokacijo morebitnega križanja ter izračuna odmik od preostalih inštalacij.

Problem se pojavi pri povezavi peskolovov, kot se nam je v praksi zgodilo na Ptujski cesti. Rebraste cevi je potrebno spajati s pomočjo tovarniško varjenih odcepov na jašek ali peskolov. Kar je v tovarni varjeno je fiksno in morebitno prilagajanje ni več možno, oziroma lahko vodi v ne tesnost sistema. Višinsko prilagoditev cevi na obstoječe inštalacije je najlažje storiti pri PVC-UK ceveh, z uporabo širokega tesnila.



Slika 35: PP jašek s tovarniško varjenim priključkom

Vir: MAPI - PIPE d. o. o., junij 2024



Slika 36: Varianta priključka za PVC-UK cev na rebrasto cev (jašek)

Vir: Peštan d. o. o., junij 2024.

Rebraste cevi PP so relativno poceni. Problem so pa dodatni spojni elementi, ki morajo biti varjeni. Pogosto potrebni spojni elementi so: spojke, kolena, odcepi. Najnižja cena za spojni dodatek PP premera 200 je 30 EUR, za primerjavo je PVC-UK premera 200 okrog 12 EUR. Prednost PVC-UK je tudi v dobavljivosti, saj lahko elemente dokupiš v bližnji gradbeni trgovini, za razliko od PP materialov, ki so večinoma dobavljivi le po naročilu.

Delo s rebrastimi cevmi PP je zahtevnejše, vendar cenejše napram gladkim PVC-UK cevem, zato je hipoteza 2 pravilna.

9.3 H3: Pri gradnji PP rebraste kanalizacije porabimo 30 % več zasipnega materiala kot pri PVC-UK (ovržena)

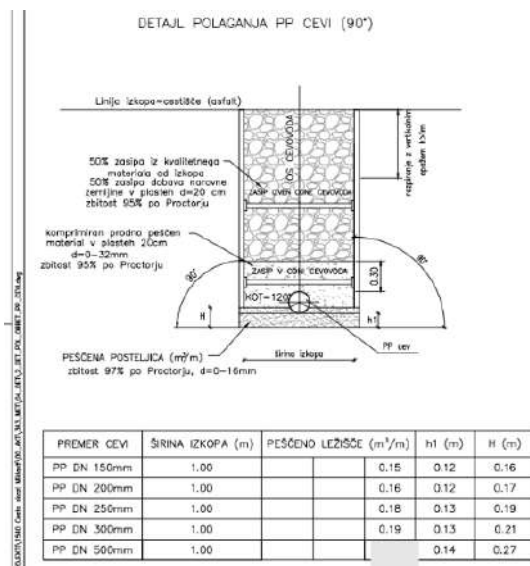
Hipotezo 3 bom skušal dokazati s matematičnim izračunom, ki temelji na podlagi površine votlih mest v rebrih cevi.

Tabela 13: Izračun zasipnega materiala

VRSTA CEVI	$A_{\text{notranja}}(\text{m}^2)$	$A_{\text{zunanja+rebra}}(\text{m}^2)$	$A_{\text{zunanja do stene cevi}}(\text{m}^2)$	$V_{r/2}(\text{m}^3/\text{m}^1)$	Poraba zasipnega materiala (m^3/m^1)	Razlika (%)
PP 250	0,0491	0,0633	0,0547	0,0043	0,1843	2,33%
PVC-UK 250	0,0491	-	-	-	0,18	

Vir: (lasten)

Detajla za polaganje gladke UKC ter rebraste PP cevi sta enaka, v smislu debeline zasipne plasti, debeline posteljice ter nasipnega kota. Ker je pričakovana višja poraba zasipnega materiala pri PP rebrasti cevi zaradi votlega prostora med rebri, je potrebno izračunati volumen vmesnega prostora. Slednje naredimo na podlagi znanja o enakomernih razmakih med rebri s pomočjo matematičnega izračuna aritmetične srednje vrednosti debeline rebra (stena–vrh cevi).

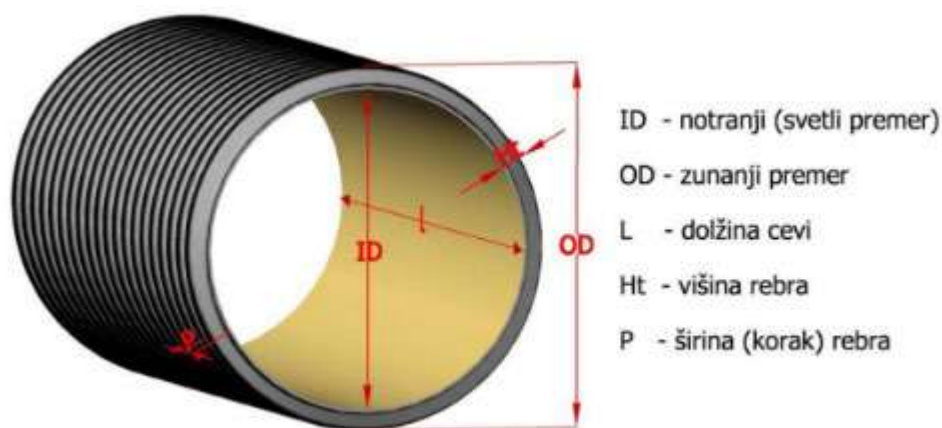


Slika 37: Detajl polaganja

Vir: Lineal, načrt kanalizacije PZI 1540

Izračun:

Da, bi izračunal razliko v porabi materiala v primerjavi z gladko cevjo, me zanima votel prostor med rebrom in steno cevi, zato moram izračunati potrebne podatke.



Slika 38: PP cev,

Vir: MAPI - PIPE d. o. o., junij 2024

$$1) A_{\text{notranja}} = 3,14 * 0,125^2 = 0,0491 \text{ m}^2$$

Višina posameznega rebra do stene cevi je 1 cm. Rebro se pojavlja v enakem zaporedju na 1 cm.

Debelina stene cevi je 7 mm.

$$2) A_{\text{zunanja+rebra}} = 3,14 * 0,142^2 = 0,0633 \text{ m}^2$$

$$3) A_{\text{zunanja do stene cevi}} = 3,14 * 0,132^2 = 0,0547 \text{ m}^2$$

$$4) A_{\text{reber}} = 2 - 3 = 0,0633 - 0,0547 = \underline{0,0086 \text{ m}^2}$$

Dobljen rezultat moram deliti z 2, saj se rebra pojavljajo simetrično po cevi-

Tako je dejanska razlika v porabi:

$$A_{r/2} = 0,0086 \text{ m}^2 / 2 = \underline{V_{r/2} = 0,0043 \text{ m}^3/\text{m}^1}$$

Predpisana poraba zasipnega materiala je za gladko UKC cev 0,18 m³/m¹, če tej vrednosti dodamo V_{dejanski}. Dobimo porabo zasipnega materiala rebraste PP cevi. Ta znaša 0,1843 m³/m¹.

Razlika v porabi znaša 2,33% v prid PVC cevi, kar je zanemarljivo malo. S tem izračunom je hipoteza 3 napačna.

9.4 H4: ENERGETSKO UČINKOVITE GRADBENE REŠITVE

Gradbena industrija je eden izmed največjih onesnaževalcev na svetu. Razlog za to je poraba energetskih virov ter ogljični odtis. Za obratovanje gradbišča je potrebno ogromno goriva, ki ga moramo čim bolj izkoristiti. Sodobna gradbena mehanizacija in vozni park so opremljena z raznimi filtri za prečiščevanje izpušnih plinov. Najbolj poznana sta DPF filter ter AD-BLUE tekočina, katero dodajamo v gorivo. Zadnjih nekaj let je zelo pogosto uporabljen stavek Digitalizacija gradbišča. Med ta pojem se uvršča tudi GPS vodenje gradbenih strojev, ki ga bom opisal.

3D GPS vodenje gradbenih strojev obstaja že vrsto let predvsem v tujini kot so ZDA ter severni del Evrope. Dan danes so ti sistemi tako razviti, da omogočajo centimetrsko natančnost v vseh pogojih. Nameščeni so predvsem na bagrih, grederjih ter buldožerjih in upravljalcu stroja razpolagajo podatke o projektni in dejanski višini kote terena za delo, ki ga izvaja. Na stroju so nameščeni in povezani kalibrirani senzorji, 2 GNSS anteni ter modulni računalnik. Strojnik ima v kabini tablični računalnik, na katerega so mu iz pisarne naložili gradbeni projekt v 3D modelu. Tablični računalnik in modulni računalnik gradbenega stroja sta medsebojno sinhronizirana za podajanje podatkov o aktivnostih na gradbišču, kar nam iz pisarne omogoča neposreden vpogled v izvedeno delo na gradbišču.

Menim, da ta sistem spada v energetske učinkovite gradbene rešitve, saj se z njegovo uporabo povečuje natančnost izvedenih del, zmanjšuje količina porabljenega goriva ter posledično zmanjšajo proizvedene emisije. Drug vidik za uporabnost tega sistema je, da pri izvedbi gradbenih del z natančnimi izkopi in nasipi optimiziramo porabo materialov na minimum. Gradbeništvo je eden izmed največjih onesnaževalcev predvsem zaradi emisij, ki nastajajo pri proizvodnji materialov (beton), predelavi surovin (kamen) in transportiranju. Tako da če z uporabo tega sistema zmanjšamo proizvodne viške, posledično zmanjšamo emisije.

Praktična uporaba tega sistema:

Informativi izračun:

Velik problem na gradbišču predvsem daljših cest so preveč izkopane količine, saj se to izvaja bodisi s pomočjo profilov ali na izgled. Za primer vzamemo cesto širine 5 m, dolžine 100 m. Transportiranje materiala se izvaja s tovornjaki prekucniki volumna 10 m³.

Tabela 14: Primerjava načinov izkopa

Aktivnost	Način z višinskimi profili	Način z 3D GPS
Izkop – natančnost	5 cm	1 cm
Preveč izkopane - nasipane količine na projektu ceste 5m * 100 m.	25 m ³	5 m ³
Poraba goriva za transportiranje izkopa (30 km) preveč izkopanega materiala (poraba 50 l/ 100 km = 10 m ³)	Trije prevozi = 45 l	En prevoz = 15 l

Vir: (lasten)

Na podlagi teh informativnih izračunov, predstavitev pooblaščenega zastopnika v Sloveniji ter lastne analize prednosti – slabosti, smo v podjetju prišli do sklepa, da je za učinkovitost izvedbe gradbenih projektov in energetskih prihrankov mehanizacijo smiselno opremiti s temi sistemi in ustrezno izobraziti kader. Sistem za 3D vodenje z 2 GNSS sprejemnikoma smo v izvedbo projekta testno vpeljali proti koncu, in sicer na bager z gosenicami. Razlog testa je bila preveritev smiselnost naložbe s finančnega pogleda, saj ta elektronski sistem stane med 50.000–70.000 EUR na posamezen delovni stroj. V tesni fazi smo izvajali naslednje aktivnosti: izkop kanalizacije, izkop ceste, nasip ceste ter urejanje brežin. V vseh delovnih aktivnostih se je 3D sistem izkazal učinkovit in natančen ter zmanjšal število potrebnih oseb v delovnem območju stroja. Kar je z vidika varnosti pri delu velik dosežek. Po kontroli globin so bili izkopi ter nasutja narejena v centimetrski natančnosti, posledično je bil dosežen cilj zmanjšanja preveč izkopanih – nasipanih količin. Poraba goriva se v primerjavi z standardnimi metodami ni bistveno spremenila, po vsej verjetnosti zaradi praktičnih izkušenj upravljalca.

Na gradbišču nam je uspelo zmanjšati število oseb v delovnem območju stroja, vendar smo na drugi strani morali povečati število delovnih ur v pisarni, kjer je strokovno usposobljena oseba izdelala 3D model po posameznih fazah gradnje, ki jih je ločila v layerih (zkop, sloji nasipa, brežine). 3D model se na daljavo naloži v sistem za vodenje na terenu, pri čemer se layeri vklaplajo po potrebi glede na vrsto aktivnosti.

Pri 3D vodenju smo opazili dve težavi. Prva težava je večina obstoječe dokumentacije za izvedbo v 2D obliki, ki jo je potrebno ročno transformirati v 3D (zamudno delo – kombiniranje več načrtov). Druga težava je, da GPS signal na odročnih lokacijah zaradi slabe pokritosti ne dopušča velike natančnosti. Velik potencial teh sistemov je v bližnji prihodnosti, ko bo potrebno za vse objekte izdelati projekt ter načrte v 3D.

Če želimo zmanjšati stopnjo onesnaženja, moramo optimizirati količine in s tem zmanjšati porabo energije, bodisi za proizvodnjo materiala ali obratovanje mehanizacije. **Zato je, na podlagi zgoraj navedenega, hipoteza 4 potrjena.**

10 SKLEP

Glaven namen tega diplomskega dela je bila primerjava izvedbe gradnje kanalizacije z uporabo PP in PVC-UK materiala, in na kakšne načine lahko kombiniramo različne materiale. Tekom pisanja sem zato preučeval in analiziral projekte za izvedbo ter medsebojno primerjal gradbišča. Delni namen je bil tudi v optimizaciji kadra na gradbišču z vidika uporabe materiala, ki ni tako zahteven za delo. Z uporabo teh podatkov bi lahko dvignil produktivnost na gradbišču.

V diplomski nalogi sem na kratko opisal pomen kanalizacije in elemente kanalizacijske mreže. Najbolj podrobno sem se osredotočil na projekt Ptujška cesta. Ta projekt je vključeval ogromno sodelovanja in prilagajanja. Najbolj zahtevna zadeva je bila izvedba ponikovalnih polj, zaradi predvidene zagatne stene sredi naselja in bi s tem lahko povzročili škodo stanovanjskim objektom. Ker smo želeli zmanjšati tveganje poškodb, smo predstavili način izvedbe zaporednih cevni ponikovalnih polj globine 6m in premera 2m ter naredili testno ponikovalnico za namen nalivnega preizkusa, s katerim je bila ugotovljena ustreznost tega načina. Največjo težavo pri sami gradnji kanalizacijskega sistema so nam predstavljale obstoječe zemeljske inštalacije zaradi križanj z našimi cevmi predvsem požiralniške zveze, zato smo bili primorani zaradi tekoče izvedbe gradnje deloma polipropilenske požiralniške zveze zamenjati s PVC-UK cevmi enake kvalitete. Vezano na te projektne težave sem podrobneje opredelil to nalogo z namenom čim boljše izvedbe. V začetni fazi sem bil mnenja, da je izvedba kanalizacije s polipropilenom cenejša napram PVC-UK. Na podlagi te trditve sem predpostavil cilje diplomske naloge in hipoteze. Ker je najboljši način za primerjavo na podlagi praktičnega primera sem izbral dva projektov, pri katerih je bil uporabljen različen material. In sicer odsek sistema 4 na Ptujski cesti, kjer je bil uporabljen PP 250 material. Ter odsek ulične kanalizacije v Dravskem dvoru, kjer je bil uporabljen PVC-Uk 250. Pri obeh sta bila uporabljena ta materiala v približno identičnih pogojih. Pri proučevanju pridobljenih podatkov sem ugotovil, da strošek materiala predstavlja manjši delež stroška na gradbišču in večinski delež stroškov pripada porabljenemu času. Na podlagi tega sem prišel do sklepa, da je zaradi hitrejšega in enostavnejšega dela, PVC-UK projektno cenejši, navkljub dražji nabavni ceni v primerjavi s PP.

V fazi izdelave diplomske naloge sem poskušal potrditi oziroma ovreči predpostavljene hipoteze. Prišel sem do naslednjih ugotovitev. PVC-UK je za 50 % dražji material v primerjavi z PP, vendar je delo z njim časovno hitrejša za 25 % (**hipoteza 1 v celoti drži**). Delo z rebrastimi cevmi je zahtevnejše zaradi tovarniško varjenih priključkov (**hipoteza 2 drži**). Razlika v porabi zasipnega materiala, je pri PP ceveh 2,33% večja napram PVC-UK, kar je v praksi zanemarljivo malo (**hipoteza 3 je ovržena**). V primeru uporabe GPS vodenja gradbenih strojev bi zaradi prihranka na količini prihranili energijo in s tem zmanjšali izpuste (**hipoteza 4 drži**).

Izdelana projektna naloga mi je podala specifične odgovore, ki se nanašajo na gradnjo kanalizacij z vidika postopka dela ter izbire materiala. Prišel sem do spoznanja, da je včasih ceneje izbrati v osnovi dražji material, če s tem prihranimo na porabljenem času izvedbe gledano z vidika olajšanega dela ter se izognemo ne tesnosti kanalizacije zaradi zahtevnosti posameznih spojev. Naslednje spoznanje je, da je pri izvedbi ključna prisotnost delovodje, vodje gradbišča ter uvedba novih tehnologij za olajšano izvedbo. Težave pri izvedbi je potrebno pričakovati in se z njimi, kar se da najbolje soočiti. Kader in mehanizacijo na gradbišču je potrebno skrbno planirati in usklajevati z posameznimi fazami izvedbe.

11 VIRI IN LITERATURA

- AMIBLU. (junij 2024). <https://www.amiblu.com/wp-content/uploads/Hobas-Technical-Product-Data-PN1.pdf>.
- Amiblu Holding GmbH. (junij 2024). *Amiblu*. Pridobljeno iz Downloads: <https://www.amiblu.com/wp-content/uploads/Hobas-Technical-Product-Data-PN1.pdf>
- Aplast proizvodnja trgovina d.o.o. (junij 2024). *aplast.si*. Pridobljeno iz katalog: <http://www.aplast.si/si/rotomoulding/kanalizacijski-in-revizijski-jaski>
- Cestni inženiring d.o.o., Luka Lesničar. (junij 2018). PZI 305/16 Ureditev cestišča s hodniki za pešce, kanalizacije in vodovoda v Dravskem Dvoru. Maribor.
- LEICA GEOSYSTEMS. (junij 2024). <https://leica-geosystems.com/products/machine-control-systems/excavator/leica-icon-ixe3---3d-system>. Pridobljeno iz <https://leica-geosystems.com/products/machine-control-systems/excavator/leica-icon-ixe3---3d-system>.
- Lineal d.o.o., Dušan Ogrizek. (januar 2020). PZI 1540 Rekonstrukcija ceste R2-454/1400 Miklavž - Hajdina od km 0+970 do km 2+700 skozi Miklavž . *Načrt meteorne kanalizaije* . Maribor.
- MAPI - PIPE d.o.o. (junij 2024). *mapipipe.si*. Pridobljeno iz uploads: http://www.mapipipe.si/uploads/mapipipe/public/document/44-prospekt_slo_terakan_2015_07_1_sl.pdf
- Peštan d.o.o. (junij 2024). *pestan.net*. Pridobljeno iz catalog: PP-CORUGATED-ID-PIPES-commercial-catalogue-1.pdf (pestan.net)
- Pipe-life d.o.o. (junij 2024). *pipelife.si*. Pridobljeno iz prenosi: <https://www.pipelife.si/content/dam/pipelife/slovenia/marketing/prenosi/infrastuktura/odpadna-voda/navodila-za-polaganje-cevi.pdf>
- Stigma cevni sistemi d.o.o. (junij 2024). *st-cs.si*. Pridobljeno iz uploads: https://www.st-cs.si/wp-content/uploads/2023/01/stigma_catalog_PVC_UK_EN_2022_03.pdf
- Žitnik, D. (2012). *Gradbeniški priročnik (Izvod 5. dopolnjena izdaja*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.