VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

PRIMERJAVA UPORABE BETONSKIH IN PVC CEVI NA PROJEKTU OBČINE LENDAVA – INVESTICIJSKO-VZDRŽEVALNA DELA NA KANALIZACIJSKEM OMREŽJU 2025

Kandidatka: Selvedina Selimović

Vrsta študija: študentka izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Bojan Dapčević, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Aleš Kalamar, univ. dipl. inž. grad.

Lektor: Nastja But, dipl. angl. in prof. ped./lektorica za SI in ANG jezik

Maribor, maj 2026

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisana Selvedina Selimović sem avtorica diplomskega dela z naslovom »Primerjava uporabe betonskih in PVC cevi na projektu občine Lendava – investicijsko-vzdrževalna dela na kanalizacijskem omrežju 2025«, ki sem ga napisala pod mentorstvom g. Bojana Dapčevića, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbela, 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 avtorskih 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.

Maribor, junij 2026 Podpis študentke:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Bojanu Dapčeviću za strokovno vodenje, usmerjanje in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Posebna zahvala gre tudi mentorju v podjetju, Alešu Kalamarju, ter vsem zaposlenim v podjetju LEGARTIS, ki so s svojim znanjem, izkušnjami in pripravljenostjo pomagati pomembno prispevali k nastanku tega dela.

Iskreno se zahvaljujem svojemu očetu, ki me je navdihnil za pot v gradbeništvu in mi s svojim zgledom pokazal pomen dela, vztrajnosti in predanosti. Čeprav danes ni več z nami, ostaja moj največji navdih.

Na koncu se zahvaljujem še svoji družini in bližnjim prijateljem, ki so me skozi celoten študij podpirali, spodbujali in verjeli vame.

POVZETEK

Delovanje sistemov za odpadno vodo ostaja ena ključnih skrbi pri razvoju trajnostnih skupnosti v današnjem času. V zadnjih desetletjih je prišlo do znatnega porasta urbanizacije, kar je povzročilo večje povpraševanje po izboljšanju infrastrukturnih sistemov za odpadne vode. Meteorna kanalizacija predstavlja pomemben del komunalne infrastrukture, saj omogoča odvodnjavanje padavinskih voda ter s tem zmanjšuje tveganje za poplave in druge negativne vplive na urbano okolje. Učinkovito odvajanje odpadnih voda je ključnega pomena tudi za varovanje okolja, saj preprečuje onesnaževanje tal in podzemnih voda ter prispeva k izboljšanju kakovosti bivanja v urbanih in ruralnih območjih.

Zgodovinsko gledano so raziskave načrtovanja kanalizacijskih sistemov večinoma poudarjale maksimiranje ekonomskih koristi, manj pozornosti pa je bilo namenjeno analizi okoljskih posledic kanalizacijskih sistemov, zgrajenih iz različnih materialov za cevi. Pričujoče diplomsko delo obravnava primerjalno analizo življenjskega cikla dveh različnih materialov cevi za odpadne vode, in sicer PVC-ja in armiranega betona. Okoljske posledice so bile ovrednotene in primerjane za oba materiala cevi. Poleg okoljskega vidika delo vključuje tudi analizo stroškov izvedbe, zahtevnosti vgradnje in dolgoročne uporabnosti obravnavanih materialov ter omogoča celovito presojo njihove primernosti v praksi.

Sodobna strategija je povečati splošno učinkovitost življenjskega cikla ob sočasnem doseganju nižjih stroškov namestitve, manjšega puščanja, večje odpornosti proti koroziji in temperaturnim nihanjem ter zmanjšanega vzdrževanja v življenjski dobi cevnega infrastrukturnega sistema. Izbira ustreznega materiala cevi je kritičen vidik pri načrtovanju in izvedbi kanalizacijskega sistema. Pri tem je treba upoštevati tehnične, ekonomske in okoljske kriterije, saj le uravnotežen pristop omogoča optimalno rešitev glede na specifične pogoje projekta.

Ugotovitve kažejo, da ima v gravitacijskih kanalizacijskih sistemih najpomembnejši vpliv proizvodna faza. Izmed obeh obravnavanih materialov cevi se PVC kaže kot manj ugodna izbira, medtem ko se armirani beton kaže kot najoptimalnejša alternativa. Analitični rezultati so lahko v pomoč sedanjim in bodočim projektantom kanalizacijske infrastrukture ter proizvajalcem materialov pri razumevanju in oblikovanju okolju prijaznejših in dolgotrajnejših kanalizacijskih sistemov.

Ključne besede: *kanalizacija, kanalizacijski sistemi, PVC cevi, betonske cevi, analiza stroškov*

ABSTRACT

»COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF CONCRETE AND PVC PIPES IN THE MUNICIPALITY OF LENDAVA PROJECT – INVESTMENT MAINTENANCE WORKS ON THE SEWER NETWORK 2025«

The operation of wastewater systems remains a fundamental concern in the development of sustainable communities in the contemporary context. In recent decades, rapid urbanisation has generated an increasing demand for the modernisation and improvement of wastewater infrastructure systems. Stormwater drainage systems constitute an essential component of municipal infrastructure, as they facilitate the effective conveyance of rainwater and thereby reduce the risk of flooding and other adverse impacts on the urban environment. Efficient wastewater drainage is also of vital importance for environmental protection, as it prevents soil and groundwater contamination and contributes to an improved quality of life in both urban and rural areas.

Historically, research concerning the design of sewerage systems has predominantly focused on the maximisation of economic benefits, whereas comparatively limited attention has been devoted to the environmental implications of sewerage systems constructed from different pipe materials. This thesis presents a comparative life cycle analysis of two commonly used materials for wastewater pipes, namely PVC and reinforced concrete. The environmental impacts associated with both pipe materials were evaluated and compared. In addition to the environmental dimension, the thesis also considers construction costs, installation requirements and the long-term usability of the selected materials, thus enabling a comprehensive assessment of their practical suitability.

Current strategies seek to enhance the overall efficiency of the life cycle by achieving lower installation costs, reduced leakage, greater resistance to corrosion and temperature variations, and lower maintenance requirements throughout the service life of pipeline infrastructure systems. The selection of an appropriate pipe material therefore represents a critical aspect of the design and construction of sewerage systems. In this regard, technical, economic and environmental criteria must be considered, as only a balanced approach can provide an optimal solution in relation to the specific conditions of the project.

The findings indicate that, in gravity sewerage systems, the production phase represents the most significant source of environmental impact. Among the analysed materials, PVC appears to be the less favourable option, while reinforced concrete emerges as the most suitable

alternative. The results of this analysis may provide useful support to current and future designers of sewerage infrastructure, as well as to material manufacturers, in the development of more environmentally sustainable and durable sewerage systems.

Keywords: *wastewater systems, sewerage systems, PVC pipes, concrete pipes, cost analysis*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 9
1.1 Opis področja in opredelitev problema 9
1.2 Namen, cilji in osnovne trditve 9
1.3 Predpostavke in omejitve 10
1.4 Uporabljene raziskovalne metode 10
2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 11
2.1 Varstvo pri delu in organizacija gradbišča 13
3 KANALIZACIJA 16
3.1 Kratek povzetek zgodovine kanalizacije in aktualna zakonodaja 16
3.1.1. Zgodovina 16
3.1.2 Zakonodaja 17
3.2 Kanalizacijska omrežja 18
3.3 Zahteve za projektiranje kanalizacije 20
3.4 Dimenzioniranje kanalizacije 22
3.4.1 Določitev premera cevi 22
3.4.2 Globina vgradnje 23
3.4.3 Izbira materiala in vpliv na dimenzioniranje 23
3.4.4 Dejavniki, ki vplivajo na izbiro terase kanalizacije 23
3.4.5 Pomen pravilnega dimenzioniranja 24
3.4.6 Izračun količine padavinskih voda 24
3.5 Kratek povzetek projekta Investicijsko-vzdrževalna dela na kanalizacijskem omrežju 2025 25
3.6 Orientacijski izračun dimenzioniranja meteorne kanalizacije na odseku Gregorčičeva in Kajuhova ulica 26
3.7 Vzdrževanje kanalizacijskega sistema 27
3.7.1 Posledice neustreznega vzdrževanja kanalizacijskega sistema 28
3.7.2 Vpliv rednega vzdrževanja na življenjsko dobo kanalizacije 29
4 BETONSKE CEVI 30
4.1 Osnovne lastnosti betona 30
4.2 Vgradnja 31
4.3 Analiza cene za vgradnjo betonske cevi 32
5 PVC CEVI 35
5.1 Osnovne lastnosti PVC cevi 35
5.2 Vgradnja 36
5.3 Analiza cene vgradnje PVC cevi 37

6 CENOVNO DOSTOPNA STANOVANJA – KROVNA TEMA 40
6.1 Celovit pristop k reševanju problema dostopnosti stanovanj 41
6.2 Vpliv komunalne infrastrukture na dolgoročne stroške bivanja 42
7 SKLEP 44
8 VIRI IN LITERATURA 47
BIBLIOGRAFIJA 48
9 PRILOGE 50
..... 53

KAZALO SLIK

Slika 1: Načrt trase nove meteorne kanalizacije 12
Slika 2: Opozorilna tabla 14
Slika 3: Rimska kloaka EMONA - pokrov kanalizacijskega kanala 16
Slika 4 : Revizijski jašek in hišno črpališče 19
Slika 5: Mešan kanalizacijski sistem 20
Slika 6: Ločen kanalizacijski sistem 20
Slika 7: Lasten shematski prikaz rednega vzdrževanja kanalizacijskega sistema 28
Slika 8: Betonske cevi 30
Slika 9: Vgradnja betonskih cevi za meteorno odvodnjavanje 31
Slika 10: Prerez vgradnje betonske cevi DN400 na betonski posteljici z obbetoniranjem 32
Slika 11: PVC cevi 35
Slika 12: Vgradnja PVC cevi za meteorno kanalizacijo 36
Slika 13: Prerez vgradnje PVC cevi na betonski posteljici z obbetoniranjem 37

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz stroškov vgradnje betonske cevi 33
Tabela 2: Prikaz stroškov vgradnje PVC cevi 38

KAZALO GRAFOV

Grafikon 1: Prikaz stroškov vgradnje betonskih cevi 33
Grafikon 2: Prikaz stroškov vgradnje PVC cevi 38

1 UVOD

Diplomsko delo obravnava področje gradnje in obnove kanalizacijskih sistemov, ki predstavlja enega ključnih segmentov nizke gradnje. Gradnja oziroma rekonstrukcija kanalizacijskega omrežja je v sodobnem času izjemno pomembna, saj je ustrezno odvajanje odpadnih voda nujno za zagotavljanje varovanja okolja in zdravja ljudi. Z naraščanjem števila prebivalstva in povečevanjem proizvodnih dejavnosti se povečuje tudi potreba po gradnji novih oziroma rekonstrukciji obstoječih kanalizacijskih omrežij. Neustrezno ravnanje z odpadnimi vodami lahko namreč povzroči resne okoljske in zdravstvene posledice. Pri sodobnem načrtovanju kanalizacijskih sistemov zato ni več pomembna zgolj osnovna funkcija odvajanja odpadnih in padavinskih voda, temveč tudi zagotavljanje dolgoročne stabilnosti sistema, varnega obratovanja in zmanjšanja stroškov vzdrževanja.

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Pri projektiranju kanalizacijskih omrežij oziroma sistemov ima projektant na voljo širok izbor različnih materialov kanalizacijskih cevi. V zadnjem času se v svetu vse več pozornosti namenja trajnostni gradnji in ponovni uporabi dotrajanih materialov. V diplomskem delu se osredotočam na primerjavo dveh najpogosteje uporabljenih materialov, in sicer PVC cevi in betonskih cevi. Analizo sem izvedla na projektu, ki je trenutno aktiven v našem podjetju in se izvaja po posameznih sklopih. Menim, da lahko takšne primerjave pripomorejo k temu, da se bo vse več projektantov in investitorjev odločalo v korist prihodnjih generacij. Poleg same izbire materiala je pri projektiranju pomembno tudi razumevanje vpliva tehničnih lastnosti cevi na izvedbo, stroške vgradnje, možnosti vzdrževanja in dolgoročno življenjsko dobo sistema. Prav zato je primerjalna analiza različnih materialov pomembna tako s tehničnega kot tudi z ekonomskega vidika.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

V diplomskem delu bom podrobneje predstavila kanalizacijska omrežja in možne materiale cevi, pri čemer se bom posebej posvetila PVC cevem in betonskim cevem ter njuni primerjavi. Trditve oziroma hipoteze bom skušala podpreti s čim več praktičnimi podatki in ugotovitvami iz obravnavanega projekta. Zastavljene hipoteze so:

- H1 – Uporaba betonskih cevi za gradnjo kanalizacije je 20 % dražja kot uporaba PVC cevi.

- H2 – PVC cevi so primernejše za izgradnjo hišnih priključkov.
- H3 – Tehnika vgrajevanja PVC cevi je 15 % cenejša kot vgrajevanje betonskih cevi.
- H4 – Uporaba PVC cevi je z vidika dostopnosti, tj. nižje cene materiala in vgradnje, ugodnejša kot uporaba betonskih cevi.

Predpostavljam, da je tehnika vgrajevanja PVC cevi cenejša in enostavnejša kot tehnika vgrajevanja betonskih cevi, medtem ko je uporaba betonskih cevi z vidika trajnosti in mehanske odpornosti ugodnejša izbira. Na koncu bom skušala potrditi ali zavrniti tudi trditev, da je uporaba PVC cevi primernejša pri izgradnji hišnih kanalizacijskih priključkov. Končni cilj diplomskega dela je podati utemeljeno primerjavo, ki bi lahko bila v pomoč projektantom in investitorjem pri sprejemanju odločitev.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavke glede zastavljenih hipotez so, da bom s pomočjo literature in analize stanja na terenu eno hipotezo zavrnila, tri pa potrdila. Kot že omenjeno, bom izhajala iz strokovne literature, znanstvenih člankov, dosedanjih primerjav in praktičnega vidika, pri čemer bom vključila tudi neposredne ugotovitve s terena.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

V diplomskem delu bom uporabila teoretična izhodišča, za nazornejšo predstavitev obravnavane problematike pa bom na aktualnem projektu izvedla tudi praktično analizo. Svoje ugotovitve bom predstavila starejšim sodelavcem, ki imajo več praktičnih izkušenj s področja gradbeništva, nato pa bom diplomsko delo zaključila s povezavo teoretičnih izhodišč in rezultatov opravljene analize. Pri praktičnem delu sem se osredotočila predvsem na analizo projektne dokumentacije, primerjavo stroškov vgradnje PVC cevi in betonskih cevi ter obravnavo dejanskih pogojev izvedbe na izbranem odseku projekta v občini Lendava. S kombinacijo teoretičnih izhodišč in praktičnih ugotovitev sem želela podati celovito primerjavo, ki temelji na dejanskih podatkih in strokovni presoji. Takšen pristop omogoča realnejšo primerjavo materialov, saj ne temelji zgolj na teoretičnih izhodiščih, temveč vključuje tudi praktične izkušnje, dejanske pogoje izvedbe in analizo stroškov. Na ta način je mogoče oblikovati strokovno utemeljene zaključke, ki imajo uporabno vrednost tudi v praksi.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

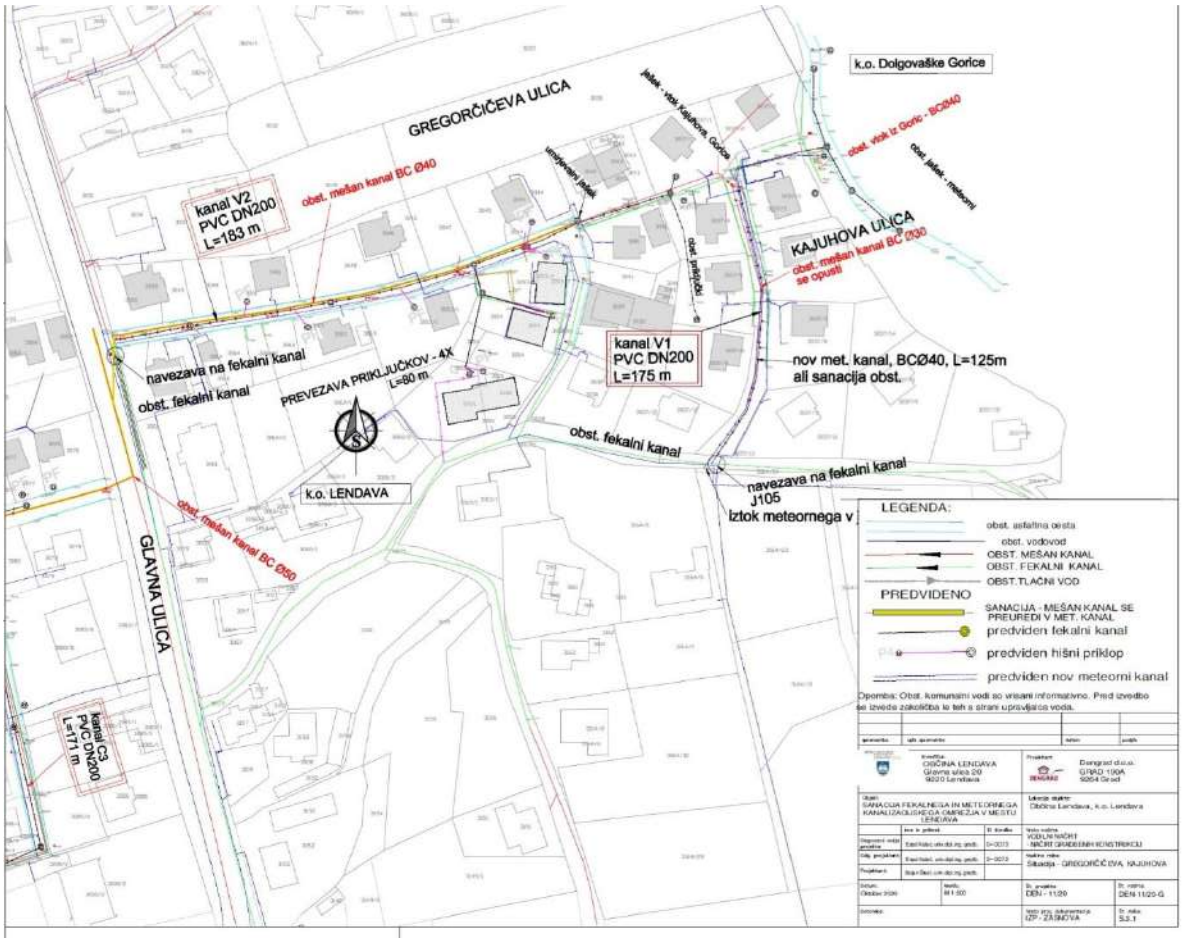
V okviru diplomskega dela sem sodelovala tudi pri projektnem delu, pri katerem smo na začetku rešili dva osebnostna testa, in sicer Belbinov test timskih vlog in test 16 osebnosti. Namen testov je bil boljše razumevanje lastnih sposobnosti, načina dela in vloge v timu, kar je še posebej pomembno na področju gradbeništva, kjer je uspešnost projektov v veliki meri odvisna od sodelovanja različnih strokovnjakov.

Na podlagi rezultatov Belbinovega testa sem bila opredeljena kot zaključevalka. Ta vloga mi je zelo blizu, saj se prepoznavam kot oseba, ki rada poskrbi, da so naloge izvedene do konca, natančno in brez napak. Pri delu mi veliko pomeni natančnost, kar se je pokazalo tudi pri obravnavi diplomskega dela, v katerem sem primerjala uporabo PVC cevi in betonskih cevi. Pri analizi sem se osredotočila na podrobnosti, kot so način vgradnje, tehnične lastnosti materialov in vpliv na stroške, saj menim, da prav te podrobnosti bistveno vplivajo na končno odločitev in kakovost izvedbe.

Pri testu 16 osebnosti sem bila opredeljena kot branilka. Ta osebnostni tip me opisuje kot odgovorno, zanesljivo in organizirano osebo, ki ji je pomembno, da je delo opravljeno pravilno in v skladu z zahtevami. Te lastnosti so se pokazale tudi pri obravnavi projekta kanalizacije, pri katerem je bilo treba upoštevati različne tehnične standarde, kot so pravilna vgradnja cevi, izbira ustreznih materialov in zagotavljanje dolgoročne stabilnosti sistema. Pri tem sem si prizadevala, da so bile vse rešitve premišljene in strokovno utemeljene.

V okviru projektnega dela sem sodelovala pri obravnavi problematike načrtovanja in izvedbe kanalizacijskega sistema. Moja naloga je bila predvsem analiza tehničnih rešitev, primerjava materialov in obdelava stroškovnih vidikov projekta. Pri tem sem se osredotočila na natančnost podatkov in smiselno interpretacijo rezultatov.

Delo v skupini je potekalo usklajeno, saj smo si naloge razdelili glede na sposobnosti posameznikov. Skupaj smo obravnavali tehnične rešitve, analizirali projektno dokumentacijo in iskali optimalne rešitve glede na pogoje izvedbe. Poseben poudarek smo namenili tudi organizaciji gradbišča in varnosti pri delu, saj sta to ključna dejavnika pri izvedbi infrastrukturnih projektov.



Slika 1: Načrt trase nove meteorne kanalizacije

Vir: (Lasten posnetek projektne dokumentacije)

Na zgornji sliki je prikazan načrt predvidene trase nove meteorne kanalizacije iz betonskih cevi. V okviru projektnega dela sem članom skupine predstavila tudi temo svoje diplomske naloge, ki obravnava primerjavo različnih materialov za izgradnjo kanalizacijskega sistema.

Na podlagi predstavitve smo v skupini razpravljali o različnih možnih tehničnih rešitvah ter izmenjali mnenja in izkušnje. Vsak član skupine je predstavil svojo temo ter prispeval strokovno mnenje in dosedanje izkušnje, kar nam je omogočilo širši pogled na obravnavano problematiko.

Pri projektnem delu smo se srečali tudi z izzivi, povezanimi z usklajevanjem različnih tehničnih rešitev in omejitev na terenu. Pri načrtovanju kanalizacijskega sistema je bilo treba upoštevati obstoječo infrastrukturo, konfiguracijo terena in možnosti izvedbe glede na dostopnost gradbene mehanizacije. Takšni dejavniki pomembno vplivajo na izbiro trase, materiala cevi in tehnologije vgradnje.

Projekt, ki sem ga obravnavala v diplomskem delu, jasno kaže, kako pomembno je timsko delo

v gradbeništvu. Pri izvedbi kanalizacijskega sistema sodelujejo projektanti, izvajalci, nadzorniki in drugi strokovnjaki, zato sta dobra komunikacija in usklajenost med vsemi udeleženci ključnega pomena. Vsak posameznik ima svojo vlogo, zato je pomembno, da se naloge razdelijo glede na sposobnosti in izkušnje posameznikov.

Na podlagi lastnih izkušenj lahko ugotovim, da sem se v tem procesu najbolje znašla v vlogi osebe, ki skrbi za natančnost in pregled nad izvedbo. Takšen pristop je še posebej pomemben pri kanalizacijskih projektih, kjer lahko že manjše napake pri vgradnji ali načrtovanju povzročijo večje težave v prihodnosti.

Skozi projektno delo sem dodatno spoznala, da uspešen projekt ni odvisen le od tehničnih rešitev, temveč tudi od ljudi, ki pri njem sodelujejo. Pravilna razporeditev nalog, upoštevanje sposobnosti posameznikov in dobro timsko delo so ključni dejavniki, ki vplivajo na kakovostno in uspešno izvedbo projekta.

2.1 Varstvo pri delu in organizacija gradbišča

Pri izvedbi kanalizacijskega sistema je varstvo pri delu izjemno pomembno, saj gre za gradbena dela, ki vključujejo izkope, delo v jarkih, uporabo gradbene mehanizacije in delo v bližini obstoječe infrastrukture.

V okviru obravnavanega projekta bi bilo treba pred začetkom del izdelati varnostni načrt, ki bi določal vse potrebne ukrepe za zagotavljanje varnosti delavcev in okolice. Poseben poudarek je treba nameniti varnemu izvajanju izkopov, saj obstaja nevarnost porušitve brežin jarka. Zato je treba zagotoviti ustrezno zaščito jarkov, na primer z opaženjem ali ustreznim naklonom brežin.

Pomemben vidik varnosti predstavlja tudi uporaba osebne varovalne opreme, kot so zaščitne čelade, varnostni čevlji, zaščitni jopiči in rokavice. Pri delu z gradbeno mehanizacijo je treba zagotoviti ustrezno usposobljenost delavcev in jasno označiti območja gibanja strojev.

Izvedba kanalizacijskega sistema poteka v več fazah, ki vključujejo izkop jarka, pripravo posteljice, polaganje cevi, zasipavanje in zbijanje materiala. Poseben poudarek je namenjen pravilni pripravi podlage, saj ta vpliva na stabilnost cevovoda.

Pri polaganju cevi je treba upoštevati predpisane naklone, ki omogočajo nemoten odtok vode. Prav tako je pomembno pravilno zbijanje materiala okoli cevi, saj to preprečuje posedanje in poškodbe cevovoda.

Na gradbišču se predvideva uporaba težke gradbene mehanizacije, kamionov, poltovornih kombijev, ročnega električnega orodja in opažnih elementov. Nevarnosti, ki so predvidene pri teh delih in lahko ob neupoštevanju predpisov, navodil ter ukrepov za varno delo privedejo do poškodb delavcev, materialne škode ali zdravstvenih okvar, so predvsem:

- splošna nevarnost pri gibanju na delovišču,
- nevarnost pri nalaganju ali razlaganju tovora (izkopane zemlje, cevi, beton ipd.),
- nevarnost pri delu z gradbeno mehanizacijo,
- nevarnost zrušitve ali padca materiala v izkopan kanal,
- nevarnost zdrsov in padcev,
- nevarnost padca bremen/materiala na delavca,
- nevarnost zaradi neusklajenega izvajanja del.

Pred začetkom izvajanja del je treba gradbišče zavarovati pred vplivi okolice in hkrati zaščititi okolico pred vplivi gradbišča. Delovišče je treba označiti s podatki izvajalca, naročnika, vodje gradnje in nadzornika ter ga ustrezno opremiti z opozorilnimi tablami. Nato je treba označiti vse obstoječe podzemne vode, ki potekajo po predvideni trasi nove kanalizacije oziroma v njeni neposredni bližini, da se med izvedbo del preprečijo poškodbe komunalnih vodov.



Slika 2: Opozorilna tabla

Vir: (https://shop.maneksal.com, 2026)

Organizacija gradbišča mora omogočati nemoten in varen potek del. To vključuje ureditev dostopnih poti za mehanizacijo, določitev mest za skladiščenje materiala in ustrezno prometno signalizacijo, zlasti pri izvajanju del na območju obstoječih cest, kjer so lahko potrebne delne

ali popolne zapore cest. Prav tako je treba zagotoviti zaščito obstoječih komunalnih vodov, da med izvajanjem del ne pride do poškodb.

Posebno pozornost je treba nameniti tudi varovanju okolja, saj lahko nepravilno izvajanje del povzroči onesnaženje tal ali voda. Zato je treba zagotoviti ustrezno ravnanje z izkopanim materialom in preprečiti nenadzorovano iztekanje odpadnih voda.

Na podlagi navedenega lahko zaključim, da sta ustrezna organizacija gradbišča in dosledno upoštevanje varnostnih ukrepov ključnega pomena za varno in uspešno izvedbo kanalizacijskega sistema.

3 KANALIZACIJA

3.1 Kratek povzetek zgodovine kanalizacije in aktualna zakonodaja

3.1.1. Zgodovina

Prve zabeležene sledi kanalizacije segajo približno 6.500 let v preteklost. V Indiji, v mestu Dare, so bila odkrita prva stranišča in kanalizacijski sistemi. Odkritja v starem Babilonu kažejo, da so ljudje kopali greznice pod nivojem hiš ter ob hišah gradili preproste drenažne sisteme za odvajanje meteornih voda. Neprijeten vonj in zavedanje, da lahko odpadne vode škodujejo zdravju ljudi, sta pripomogla k razvoju ustreznejših kanalizacijskih omrežij. Tudi v Sloveniji so arheološka izkopavanja razkrila ohranjeno kanalizacijsko omrežje z vsemi pripadajočimi elementi. Gre za izkopavanja v nekdanjem rimskem naselju Emona. Odkrili so sedem kanalov oziroma kloak, ki so se izlivale v Ljubljanico. Vse kloake so bile zasnovane po enakem principu; njihova svetla širina je znašala približno 0,8 m, višina 2 m, padec pa 4–5 %. Dno kloake je bilo ravno in obloženo s strešniki, položenimi v plast malte, stene so bile izvedene kot kamniti zid, krov pa je bil oblikovan kot polkrožni lok. Kanalizacijski sistem je bil mešan, padci pa so zadoščali za ustrezno samoizpiranje (Kolar, 1983).



Slika 3: Rimska kloaka iz časa Emone – pokrov kanalizacijskega kanala

Vir: (www.hiluk.com, 2026)

V srednjem veku so spoznanja o povezanosti osnovne higiene in zdravja nekoliko potonila v pozabo. Skrb za osnovno higieno se je ponovno okrepila šele po hudih izbruhih epidemij kolere.

Britanski parlament je zaradi odplak, ki so se izlivale v reke in povzročale uničenje biološkega ravnovesja, saj so reke postajale smrdeči kanali brez življenja, leta 1861 izdal uredbo o

obveznem čiščenju odplak (Slokan, 2003).

Onesnažene odpadne vode lahko tudi ponikajo in onesnažujejo podtalnico, ki je eden najpomembnejših vodnih virov. Nenadzorovano izpuščanje odpadnih voda pa še danes lahko povzroča širjenje nalezljivih bolezni (Slokan, 2003)

3.1.2 Zakonodaja

V Gradbenem zakonu (GZ-1, povzeto po UL RS, št. 199/21, 105/22) so opredeljeni pogoji za graditev objektov, določitev bistvenih zahtev in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov. Ta zakon se ne uporablja, kadar je treba gradnjo izvesti nemudoma zaradi odvračanja nevarnosti, preprečitve nadaljnje škode ali ob nastanku naravnih nesreč. Namen zakona je zaščita javnega interesa pri graditvi objektov, kar vključuje varnost objektov, varstvo okolja, ohranjanje narave, varstvo voda, varstvo kulturne dediščine in trajnostno gradnjo. Objekti morajo biti skladni s prostorskimi izvedbenimi akti in predpisi, izpolnjevati morajo bistvene zahteve in biti evidentirani. Gradnja mora potekati v skladu z gradbenim dovoljenjem (Gradbeni zakon [GZ-1], 2026).

Zakon o vodah (ZV-1, povzeto po UL RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 – odl. US in 78/23 – ZUNPEOVE) ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči. Ureja tudi javno dobro in javne službe na področju voda, vodne objekte in naprave ter druga vprašanja, povezana z vodami. Cilj upravljanja voda ter vodnih in priobalnih zemljišč je doseganje dobrega stanja voda in drugih z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje in uravnavanje vodnih količin ter spodbujanje trajnostne rabe voda. Takšna raba omogoča različne vrste uporabe voda ob hkratnem upoštevanju dolgoročnega varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti (Zakon o vodah [ZV-1], 2026).

Zakon o varstvu okolja (ZVO-2, povzeto UL RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-1O in 78/23 – ZUNPEOVE) ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj. V tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja ter druga vprašanja, povezana z varstvom okolja.

Namen varstva okolja je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za zdravje, dobro počutje in kakovost življenja ljudi ter ohranjanje biotske

raznovrstnosti (Zakon o varstvu okolja [ZVO-2], 2026).

3.2 Kanalizacijska omrežja

Z naraščanjem števila prebivalcev je količina odpadnih voda postala prevelika za samočistilno sposobnost vodotokov. Onesnaženost vodotokov je zato začela predstavljati resno grožnjo za zdravje ljudi. Zaradi vse večjih količin porabljene vode doma in na delovnem mestu se odpadne vode zbirajo s kanalizacijskimi sistemi, nato pa se s pomočjo čistilnih naprav očiščene vračajo v vodotoke.

Kanalizacijske sisteme oziroma njihove posamezne sklope je treba načrtovati, projektirati, zgraditi, obnoviti in posodobiti z namenom varnega in učinkovitega zbiranja, odvajanja ter čiščenja odpadne vode. Pri obratovanju in vzdrževanju javnih kanalizacijskih sistemov je treba upoštevati vse varnostne ukrepe za varovanje okolja, zdravje ljudi in varno delo. Zmogljivost sistemov mora ustrezati tako trenutnim kot dolgoročnim potrebam skupnosti. Kanalizacijski sistemi danes predstavljajo nepogrešljiv del infrastrukture, saj omogočajo nadzorovano zbiranje, odvajanje in čiščenje odpadnih voda.

Kanalizacijsko omrežje je infrastruktura, namenjena odvajanju odpadnih in padavinskih oziroma meteornih voda. Običajno je zgrajeno pod cestnimi površinami in deluje po principu gravitacijskega toka, pri katerem voda odteka od višjih proti nižjim točkam. Pri projektiranju si prizadevamo ohranjati enakomerno globino polaganja cevi ter upoštevati smer padca kanala glede na padec terena, pri čemer mora biti tok vedno usmerjen proti čistilni napravi oziroma izlivu v vodotok. Če je teren raven, se globina položene cevi zaradi zagotavljanja ustreznega padca postopoma povečuje. Omrežje se gradi na ustrezni globini, pri kateri so cevi zaščitene pred zmrzovanjem, hkrati pa je omogočeno priključevanje uporabnikov. Po pravilniku je najmanjše kritje cevi 80 cm za padavinsko vodo, za odpadne vode in mešane kanale pa vsaj 120 cm. Cevi se vedno začnejo polagati na spodnjem koncu cevovoda, da lahko odpadne vode tudi med gradnjo nemoteno odtekajo. Pri načrtovanju je ključnega pomena zagotavljanje ustreznega padca, ki omogoča nemoten pretok in preprečuje nalaganje usedlin.

Osnovni gradniki omrežja so kanalski odseki oziroma kanali. Najmanjši premer cevi za javno kanalizacijo je 250 mm, pri odvajanju izključno padavinskih voda pa zadošča že 200 mm. Kanali do premera fi 800 so neprehodni kanali, pri katerih se jaški postavijo do 50 m narazen. Kanali večjega premera so prehodni kanali, pri katerih so jaški postavljeni do 100 m narazen. Odsek kanala ima vedno enak hidravlični padec I, enako smer, brez horizontalnih in vertikalnih

lomov, ter enak premer cevi.

Drugi gradniki omrežja so:

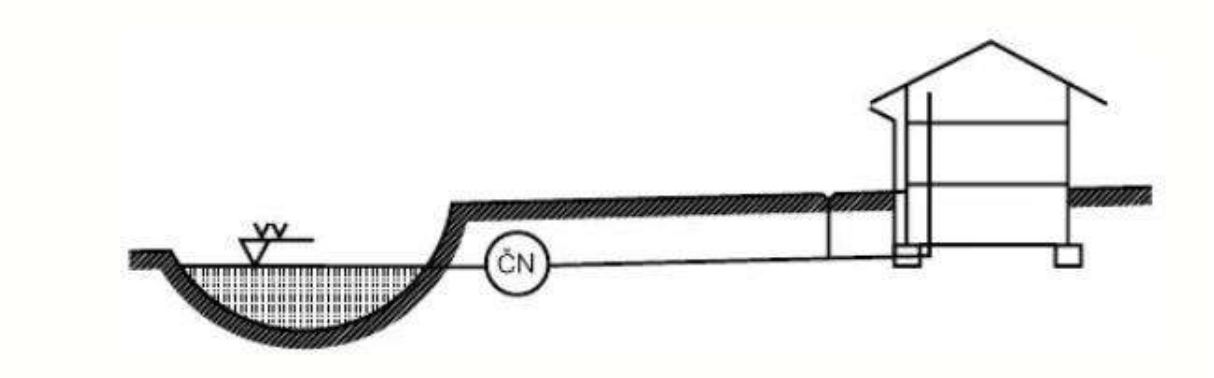
- revizijski jaški, ki se uporabljajo za združevanje dveh ali več cevi ter za spremembo smeri in padca;
- črpališča, ki se zgradijo na omrežju za prečrpavanje vode na višjo raven oziroma v višje ležeče kanale;
- razbremenilniki, ki ob močnejših padavinah na kanalizacijskem omrežju omogočajo preliv padavinske vode neposredno v odvodnik;
- cestni požiralniki in peskolovi, ki s cestišč in drugih urejenih površin odvajajo padavinsko vodo; ker padavinska voda prinaša tudi pesek, se vgradijo peskolovi, ki preprečujejo vnos peska v sistem oziroma čistilno napravo;
- zadrževalni bazeni, ki pomagajo pri močnejših padavinah tako, da del padavinske vode začasno zadržijo oziroma ga preusmerijo neposredno v odvodnik;
- objekti za izpiranje kanalskega omrežja, t. i. prekucniki, ki omogočajo izpiranje omrežja pri padcih, manjših od 0,4 m/s;
- lovilci maščob in lahkih tekočin, ki omogočajo izločanje maščob in lahkih tekočin iz odpadnih voda;
- združitveni objekti, ki združujejo kanale s premerom, večjim od fi 800 mm.



Slika 4 : Revizijski jašek in hišno črpališče

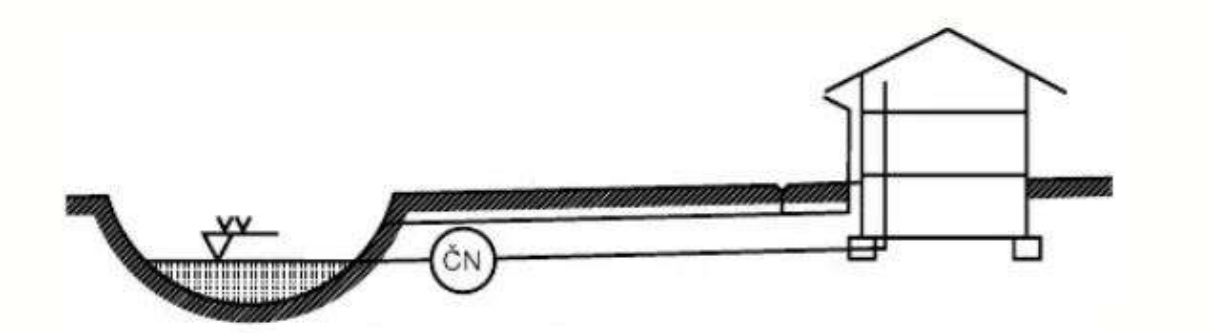
Vir: (Aquahit, 2026) (Rotoeu, 2026)

Poznamo mešani in ločeni kanalizacijski sistem. Pri mešanem kanalizacijskem sistemu se odpadna in meteorna voda odvajata skupaj po istem kanalu. Kanali morajo biti položeni dovolj globoko, da je omogočeno priključevanje hišnih priključkov, vključno s priključki iz kletnih prostorov. Takšni sistemi so enostavnejši in cenejši za izvedbo, vendar pri večjih nalivih obstaja povečana nevarnost poplav oziroma preobremenitve sistema. Ločen kanalizacijski sistem pa je zasnovan tako, da se odpadne vode odvajajo ločeno od padavinskih oziroma meteornih voda. Prednosti takšnega sistema so večja varnost pred poplavljanjem kleti ter enakomernejša in manjša obremenitev čistilne naprave. Med pomanjkljivosti pa spadajo višji stroški investicije, dražje vzdrževanje dvojnega kanalizacijskega sistema ter možnost napak pri priključevanju odpadnih voda.



Slika 5: Mešan kanalizacijski sistem

Vir: (Slokan, 2003)



Slika 6: Ločen kanalizacijski sistem

Vir: (Slokan, 2003)

3.3 Zahteve za projektiranje kanalizacije

Pri načrtovanju in izvedbi kanalizacijskih sistemov je treba upoštevati strokovne smernice,

veljavne predpise in standarde, kot so SIST EN 1610, ATV in PTP. Projekt mora zagotoviti ustrezno zasnovo sistema za odvajanje odpadnih in padavinskih voda ter preprečevati nepravilne priključitve, na primer dovod gnojevke v kanalizacijo.

Pomemben vidik projektiranja je tudi pravilna določitev tras kanalizacije, ki mora omogočati nemoten dostop za vzdrževanje in obratovanje sistema. Pri dimenzioniranju je treba upoštevati predpisane minimalne premere cevi in ustrezne mehanske lastnosti materialov, pri čemer se za PVC cevi praviloma uporablja razred togosti SN 8 ali višji.

Projekt mora vključevati statične in hidravlične izračune, ki temeljijo na geomehanskih lastnostih tal, zato je nujna izdelava geološkega in geomehanskega poročila. Prav tako mora vsebovati natančno določeno tehnologijo izvedbe, vključno z načinom izkopa, pripravo posteljice, zasipavanjem in zbijanjem materiala okoli cevi, saj ti postopki bistveno vplivajo na stabilnost cevovoda.

Posebno pozornost je treba nameniti tudi izbiri ustreznega nasipnega materiala, pravilni zbitosti slojev ter prilagoditvi postopkov glede na vrsto cevi, tj. glede na to, ali gre za toge ali gibke cevi. Pomembni so tudi podatki o geološki sestavi terena, še posebej kadar kanalizacija poteka na območju cest.

Ustrezni morata biti tudi izbira pokrovov in dimenzioniranje revizijskih jaškov. Po izvedbi je obvezno preverjanje vodotesnosti cevi in jaškov, snemanje kanalizacije s kamero in vnos podatkov v digitalni kataster.

Poleg vseh tehničnih zahtev mora projekt zagotoviti tudi ustrezno dokumentacijo o stanju sistema, vključno s podatki o jaških, ceveh in vzdolžnih profilih. Če je to zaradi zahtevnosti terena potrebno, je treba predvideti tudi dodatne ukrepe, kot so umiritveni objekti.

Pri načrtovanju kanalizacije je treba upoštevati tudi organizacijske vidike, kot je umeščanje kanalizacije v cestišče, s čimer se zmanjša vpliv na promet in olajša vzdrževanje. Vsi objekti, kot so črpališča, zadrževalni bazeni in čistilne naprave, morajo biti ustrezno projektirani, vključno z nakloni dna.

Pomembno je tudi, da bodoči upravljavec sodeluje pri določanju opreme in tehnologije, pri izvedbi elektroinštalacij pa je treba upoštevati veljavne standarde.

Za gradnjo kanalizacijskih omrežij se uporabljajo različne vrste cevi, pri čemer je izbira odvisna od premera, zahtev projekta in pogojev uporabe. Za manjše premere se najpogosteje uporabljajo PVC cevi, za večje premere pa armiranobetonske cevi. Poleg teh se lahko v posebnih primerih

uporabijo tudi drugi materiali, kot so lito železo, PE-HD in PP.

Pri načrtovanju je pomembno zagotoviti ustrezno dimenzioniranje, pravilno izbiro materiala ter združljivost z jaški in priključki. Kanalizacijske cevi morajo izpolnjevati ključne zahteve, kot so trajnost, vodotesnost, mehanska trdnost, odpornost proti kemičnim vplivom in koroziji ter dobre hidravlične lastnosti, ki omogočajo učinkovit pretok in zmanjšujejo nastajanje usedlin.

3.4 Dimenzioniranje kanalizacije

Dimenzioniranje kanalizacije predstavlja enega ključnih korakov pri načrtovanju kanalizacijskega sistema, saj neposredno vpliva na varno, učinkovito in dolgoročno delovanje celotnega omrežja. Namen dimenzioniranja je določiti ustrezne premere cevi, padce cevovodov, globino vgradnje ter zmogljivost sistema glede na predvidene količine odpadnih in padavinskih voda.

Pri načrtovanju kanalizacije je treba upoštevati hidravlične, geomehanske in tehnične zahteve ter veljavne standarde, kot je SIST EN 1610, ki opredeljuje izvedbo, polaganje in preskušanje kanalizacijskih cevovodov v zemljini.

3.4.1 Določitev premera cevi

Premer kanalizacijske cevi je odvisen predvsem od količine vode, ki jo mora sistem prevzeti. Pri dimenzioniranju se upoštevajo:

- število uporabnikov oziroma predvidena obremenitev,
- količina odpadnih voda,
- količina padavinskih voda pri meteorni kanalizaciji,
- površina prispevnega območja,
- intenziteta padavin,
- koeficient odtoka.

Pri javnih kanalizacijskih sistemih je pomemben tudi ustrezen padec cevovoda. Kanalizacija praviloma deluje gravitacijsko, zato mora biti padec dovolj velik, da omogoča samočistilno hitrost toka in preprečuje nalaganje usedlin.

Če je padec premajhen, lahko pride do zastajanja vode, nastajanja usedlin in zamašitve

cevovoda. Če pa je padec prevelik, lahko pride do prehitrega toka vode, spiranja drobnih delcev in prevelikih obremenitev sistema. Zato je pri projektiranju nujno uravnotežiti hidravlično učinkovitost in stabilnost sistema.

3.4.2 Globina vgradnje

Pomemben element dimenzioniranja je tudi določitev globine vgradnje cevi. Ta je odvisna od:

- zaščite pred zmrzaljo,
- prometnih obremenitev,
- konfiguracije terena,
- priključevanja objektov,
- obstoječe komunalne infrastrukture.

Pri kanalizacijskih sistemih mora biti zagotovljena zadostna zaščita cevovoda pred zunanjimi vplivi in mehanskimi poškodbami.

3.4.3 Izbira materiala in vpliv na dimenzioniranje

Material cevi bistveno vpliva na projektiranje in dimenzioniranje kanalizacijskega sistema. Betonske in PVC cevi imajo različne mehanske lastnosti, nosilnost in način vgradnje.

PVC cevi zaradi gladke notranje površine omogočajo dobre hidravlične lastnosti in manjši upor toka, zato se pogosto uporabljajo pri manjših in srednje velikih kanalizacijskih sistemih. Betonske cevi pa se uporabljajo predvsem pri večjih premerih, večjih obremenitvah in zahtevnejših infrastrukturnih projektih.

Pri obravnavanem projektu v občini Lendava je bilo dimenzioniranje pomembno predvsem zaradi pravilne izbire cevi DN 400, ustreznega padca cevovoda ter zagotavljanja varnega odvajanja meteornih voda ob večjih padavinah.

3.4.4 Dejavniki, ki vplivajo na izbiro terase kanalizacije

Pri načrtovanju kanalizacijskega sistema je poleg samega dimenzioniranja zelo pomembna tudi pravilna izbira trase cevovoda. Trasa mora biti določena tako, da omogoča tehnično ustrezno izvedbo, dolgoročno stabilnost sistema in enostavno vzdrževanje. Pri tem je pomembno

upoštevati konfiguracijo terena, obstoječo komunalno infrastrukturo, prometne obremenitve in dostopnost gradbene mehanizacije.

Pomemben dejavnik predstavlja tudi globina vgradnje, saj mora biti kanalizacija zaščitena pred zmrzaljo, mehanskimi poškodbami in vplivom prometnih obremenitev. Pri umeščanju trase je treba upoštevati tudi križanja z vodovodom, plinovodom, električnimi vodi ter drugo obstoječo infrastrukturo, saj lahko neustrezno načrtovanje povzroči dodatne zaplete pri izvedbi.

Pri projektiranju je pomembna tudi možnost dostopa do sistema zaradi pregledov, čiščenja in sanacijskih posegov. Zato se kanalizacijski vodi pogosto umeščajo v območje cestnih površin ali v pasove, kjer je vzdrževanje lažje izvedljivo.

Na obravnavanem projektu v občini Lendava je bila pravilna izbira trase pomembna predvsem zaradi umeščanja novega meteornega kanala na območju Gregorčičeve in Kajuhove ulice. Pri tem je bilo treba upoštevati potek obstoječega cestišča, prometne pogoje ter možnost varne in tehnično ustrezne izvedbe sistema.

3.4.5 Pomen pravilnega dimenzioniranja

Nepravilno dimenzioniran kanalizacijski sistem lahko povzroči številne težave, kot so zamašitve, poplave, poškodbe cevi, povečani stroški vzdrževanja in krajša življenjska doba sistema. Pravilno dimenzioniranje zato predstavlja temelj kakovostnega načrtovanja kanalizacije, saj omogoča dolgoročno zanesljivo delovanje sistema, racionalne stroške vzdrževanja ter večjo varnost za uporabnike in okolje.

3.4.6 Izračun količine padavinskih voda

Diplomsko delo obravnava primerjalno analizo izvedbe kanalizacijskega sistema s poudarkom na izgradnji meteorne kanalizacije, zato je smiselno prikazati tudi orientacijski izračun količine padavinskih voda.

Količina padavinske vode, ki se steka v kanalizacijo, se izračuna glede na velikost prispevne površine in koeficient odtoka:

$$\boldsymbol{Q = \psi \cdot A \cdot i}$$

pri čemer je:

Q – količina padavinske vode oziroma maksimalni pretok (l/s),

ψ – koeficient oziroma faktor odtoka, ki je odvisen od vrste površine,
A – prispevna površina (ha ali m²),
i – intenzivnost kritičnega naliva (l/s.ha).

Koeficienti odtoka (**ψ**) so:

- 0,90–1,00: klasične poševne strehe (opeka, pločevina), asfaltirane in betonirane površine,
- 0,70–0,80: tlakovane površine s fugami,
- 0,30–0,50: ravne strehe z nanosom prodca,
- 0,10–0,20: zelene površine, parki in zelenice.

3.5 Kratek povzetek projekta Investicijsko-vzdrževalna dela na kanalizacijskem omrežju 2025

Predmet javnega naročila je sanacija obstoječe mešane kanalizacije v delih občine Lendava, predvsem na odsekih, ki so tehnično neustrezni, dotrajani in najstarejši.

Glede na podatke upravljavca so obstoječi kanali izvedeni iz betonskih cevi, ki so dotrajane in ne tesnijo, kar pomeni, da niso primerne za fekalno kanalizacijo. Osnovni koncept projekta je izvedba ločenega kanalizacijskega sistema.

Projekt zajema več odsekov, v diplomskem delu pa se bom osredotočila na sanacijo kanala na Kajuhovi in Gregorčičevi ulici.

Podatke sem povzela iz tehnične dokumentacije, ki je bila priložena javnemu naročilu. Obstoječi kanal na lokaciji je mešan, izveden iz betonskih cevi premera 40 cm, poteka po sredini ceste in ima precejšnje padce. Prek Glavne ulice se priključuje na Cankarjevo ulico, ki je prav tako predmet sanacije. Pri večjih nalivih voda s fekalijami izteka iz jaškov na Kajuhovi ulici, zato je predvidena izvedba novega, ločenega meteornega kanala v dolžini 125 m.

3.6 Orientacijski izračun dimenzioniranja meteorne kanalizacije na odseku Gregorčičeva in Kajuhova ulica

Za potrebe analize je bil izveden orientacijski hidravlični izračun dimenzioniranja meteorne kanalizacije na odseku Gregorčičeve in Kajuhove ulice v Lendavi. V skladu s projektno dokumentacijo je na obravnavanem območju predviden meteorni kanal M1 v dolžini 125 m, izveden iz betonske cevi BC Ø 400.

Pri izračunu je bila upoštevana širina cestišča 3,6 m, kar pomeni, da osnovna prispevna površina znaša:

$$A = 125\ m\ x\ 3{,}6\ m = 450\ m^2$$

Ker se na obravnavanem območju voda zbira tudi z delno utrjenih robnih površin, je bila za orientacijski izračun upoštevana skupna prispevna površina 500 m².

Za izračun pretoka meteorne vode je bila uporabljena racionalna metoda:

$$\boldsymbol{Q = \psi \cdot A \cdot i}$$

Pri tem je bil uporabljen koeficient odtoka ψ = 0,9, saj gre pretežno za asfaltirane površine, ter orientacijska intenziteta padavin i = 0,015 l/s/m².

Izračunani pretok znaša:

$$\boldsymbol{Q} = 0{,}9\ x\ 500\ m^2 * \frac{0{,}015\ \frac{l}{s}}{m^2} = \boldsymbol{6{,}75\ \frac{l}{s}}$$

Na podlagi orientacijskega izračuna je mogoče oceniti, da izbrani profil betonske cevi BC Ø 400 zagotavlja ustrezno hidravlično zmogljivost za odvajanje meteorne vode na obravnavanem odseku. Pri dimenzioniranju namreč ni pomembna le trenutna količina pretoka, temveč tudi dolgoročna varnost in zanesljivost sistema ob večjih padavinskih obremenitvah.

Pri dimenzioniranju meteorne kanalizacije je pomembno upoštevati tudi možnost prihodnjih obremenitev, saj se lahko zaradi urbanizacije in večje pozidanosti prispevne površine sčasoma povečajo. Ustrezno dimenzioniran sistem zato ne zagotavlja le trenutne funkcionalnosti, temveč

tudi večjo varnost in dolgoročno uporabnost infrastrukture.

Na območjih, kjer se kanalizacija nahaja pod prometnimi površinami, sta pomembni tudi mehanska odpornost cevovoda in njegova stabilnost pri obremenitvah. Glede na konfiguracijo terena, prometne obremenitve in pričakovane količine meteorne vode je uporaba betonske cevi ustrezna rešitev, saj omogoča dobro nosilnost, stabilnost in dolgoročno uporabnost sistema.

Takšna izvedba lahko zmanjša možnost poškodb, kasnejših sanacij in dodatnih stroškov vzdrževanja. S praktičnega vidika je zato pravilno dimenzioniranje eden ključnih dejavnikov kakovostne izvedbe meteorne kanalizacije.

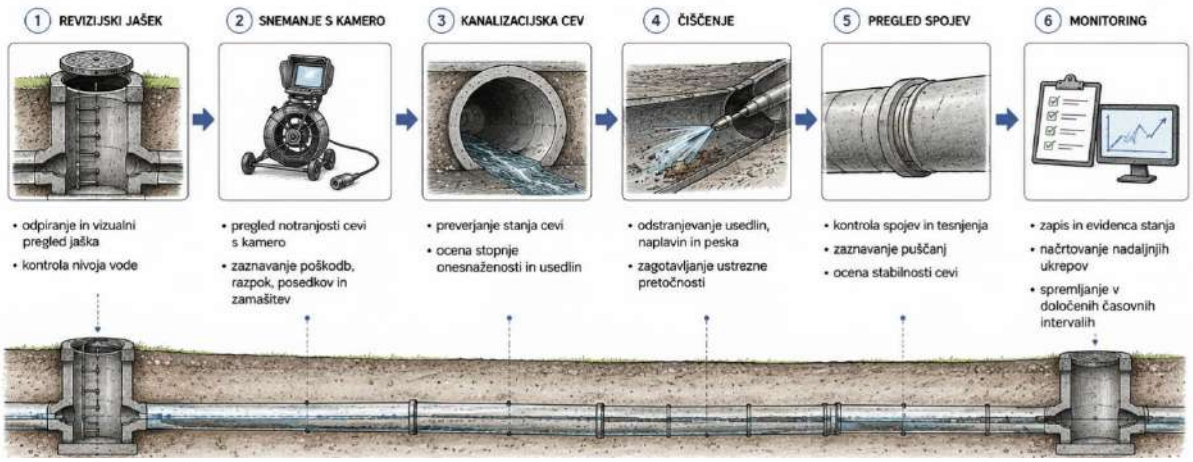
3.7 Vzdrževanje kanalizacijskega sistema

Po izvedbi kanalizacijskega sistema je redno vzdrževanje ključnega pomena za zagotavljanje varnega, učinkovitega in dolgoročnega delovanja celotnega omrežja. Kanalizacijski sistemi so skozi svojo življenjsko dobo izpostavljeni mehanskim obremenitvam, vplivom podtalnice, usedlinam, prometnim obremenitvam in obrabi materiala. Če sistem ni redno nadzorovan, lahko pride do zamašitev, poškodb cevi, puščanja ali celo porušitve posameznih odsekov.

Vzdrževanje kanalizacije vključuje redne vizualne preglede revizijskih jaškov, snemanje kanalizacijskih vodov s kamero, kontrolo vodotesnosti ter odstranjevanje usedlin in naplavin. Posebej pomembno je preventivno vzdrževanje, saj omogoča pravočasno odkrivanje poškodb, še preden pride do potrebe po večjih sanacijskih posegih. Pri občinskih kanalizacijskih sistemih to pomeni tudi nižje stroške vzdrževanja in manjšo možnost izrednih okvar.

Pri betonskih ceveh se lahko v daljšem časovnem obdobju pojavijo mehanske poškodbe, razpoke ali obraba notranje površine, predvsem na območjih večjih hidravličnih in prometnih obremenitev. Kljub visoki mehanski odpornosti je pomemben reden nadzor spojev in stabilnosti cevi. Pri PVC ceveh pa je treba posebno pozornost nameniti deformacijam, posedanju zasipa in mehanskim poškodbam, saj gre za bolj gibljiv material.

Na obravnavanem projektu v občini Lendava je ustrezno vzdrževanje posebej pomembno, saj gre za sanacijo obstoječega dotrajanega kanalizacijskega sistema in izvedbo novega meteornega kanala. Redni pregledi jaškov, kontrola pretoka meteorne vode in pravočasno čiščenje usedlin lahko bistveno vplivajo na dolgoročno stabilnost sistema in zmanjšanje stroškov prihodnjih sanacij.



Slika 7: Lasten shematski prikaz rednega vzdrževanja kanalizacijskega sistema

Vir: (lasten vir)

3.7.1 Posledice neustreznega vzdrževanja kanalizacijskega sistema

Neustrezno vzdrževanje kanalizacijskega sistema lahko povzroči številne tehnične, okoljske in ekonomske posledice. Kanalizacijski cevovodi so skozi celotno življenjsko dobo izpostavljeni vplivom podtalnice, prometnim obremenitvam, usedlinam in mehanski obrabi, zato je reden nadzor ključnega pomena za dolgoročno stabilnost sistema.

Med najpogostejše težave sodijo zamašitve cevovodov, zmanjšan pretok vode, poškodbe spojev, posedanje zasipa in vdor podtalnice v sistem. Pri meteorni kanalizaciji lahko ob večjih padavinah pride tudi do preobremenitve sistema, zaradi česar se voda lahko zadržuje v jaških ali celo preliva na prometne površine. Takšne situacije lahko povzročijo poškodbe vozišča, zmanjšano prometno varnost in dodatne stroške sanacije.

Če se manjše poškodbe ne odkrijejo pravočasno, se lahko sčasoma razvijejo v večje konstrukcijske napake, kot so razpoke, puščanje ali porušitev posameznih odsekov cevovoda. Posledično so potrebni zahtevnejši in dražji sanacijski posegi, ki vplivajo tako na upravljavca infrastrukture kot tudi na uporabnike prostora.

Na podlagi navedenega lahko zaključim, da preventivno vzdrževanje ne predstavlja le tehnične zahteve, temveč je pomemben del učinkovitega upravljanja kanalizacijskega sistema. Redni pregledi, čiščenje in pravočasno ukrepanje lahko bistveno podaljšajo življenjsko dobo sistema ter zmanjšajo dolgoročne stroške vzdrževanja.

3.7.2 Vpliv rednega vzdrževanja na življenjsko dobo kanalizacije

Redno vzdrževanje kanalizacijskega sistema neposredno vpliva na življenjsko dobo cevovodov, jaškov in drugih pripadajočih elementov. Kanalizacijski sistemi so skozi svojo uporabo stalno izpostavljeni mehanskim obremenitvam, vplivu vode, temperaturnim spremembam, posedanju terena in prometnim obremenitvam, zato je pravočasno odkrivanje nepravilnosti zelo pomembno.

S preventivnim vzdrževanjem lahko bistveno zmanjšamo možnost večjih poškodb cevovoda, porušitev spojev, vdora podtalnice v sistem ali izpiranja zasipa okoli cevi. Prav tako se zmanjša možnost zamašitev, zmanjšanega pretoka in posledičnih preobremenitev ob večjih padavinah.

Ne glede na izbrani material cevovoda je osnovni cilj vzdrževanja zagotavljanje vodotesnosti, pretočnosti in stabilnosti sistema.

Na občinskih kanalizacijskih omrežjih lahko redno vzdrževanje dolgoročno pomeni nižje stroške upravljanja, manj sanacijskih posegov in manjšo možnost nenadnih okvar. Poleg tehničnega vidika ima to pomemben vpliv tudi na okolje in prometno varnost.

Na podlagi navedenega lahko zaključim, da redno vzdrževanje ne predstavlja zgolj tehnične obveznosti, temveč pomemben del trajnostnega upravljanja komunalne infrastrukture.

4 BETONSKE CEVI

Betonske cevi se v kanalizacijskih sistemih uporabljajo že od 19. stoletja, pri čemer so nekateri sistemi iz tega obdobja še danes v uporabi. Razvoj tehnologije ter znanja na področju hidravlike in statike je omogočil njihovo širšo uporabo ter izboljšanje dimenzioniranja in nosilnosti. V 20. stoletju so bile razvite metode za ocenjevanje obremenitev podzemnih cevi, kar je pomembno prispevalo k zanesljivosti armiranobetonskih cevovodov.

Z razvojem novih materialov so se v drugi polovici 20. stoletja uveljavile tudi plastične cevi, kot sta PVC in PE-HD, predvsem pri manjših premerih. Kljub temu armiranobetonske cevi ostajajo ključne pri večjih infrastrukturnih projektih, saj omogočajo odvodnjavanje velikih količin vode in so odporne proti zahtevnim obratovalnim pogojem.

Njihova kakovost se preverja s standardiziranimi preizkusi nosilnosti in vodotesnosti, pri čemer morajo izpolnjevati določene tehnične zahteve. Zaradi svoje mase in dimenzij je njihova vgradnja zahtevnejša ter zahteva uporabo mehanizacije in več delovne sile, vendar v zameno zagotavljajo visoko stabilnost in dolgoročno zanesljivost sistema.



Slika 8: Betonske cevi

Vir: (www.gorec.info, 2026)

4.1 Osnovne lastnosti betona

Beton je dokazano zelo odporen gradbeni material, pri čemer se trdnost in stabilnost betona oziroma armiranega betona v življenjski dobi bistveno ne spreminjata. Zaradi tega praviloma ne prihaja do deformacij, ki bi lahko nastale kot posledica obremenitev. Tudi sama teža cevi prispeva k stabilnosti položene cevi, saj ta kljub ekstremnim vremenskim pojavom ohranja stabilen položaj. Beton je tudi kemično odporen proti agresivnim odplakam s pH-vrednostjo do 14. Če pH-vrednost pade pod 4,5, se lahko uporabijo protikorozijski premazi, ki beton dodatno zaščitijo. Beton oziroma betonske cevi so prav tako ognjevarni, kar pomeni, da se v primeru požara ogenj ne širi naprej, ne nastaja dim in se ne sproščajo strupeni plini. Zato so betonske

cevi primerne za uporabo na območjih letališč, črpalk, industrijskih obratov in obremenjenih cest. Zaradi svoje sestave, ki vključuje pesek, cement in vodo, je beton primeren tudi za recikliranje, saj se lahko ponovno uporabi. Pri tem ni potrebna termična obdelava, temveč se material mehansko zmelje in nato ponovno uporabi. Takšen postopek prispeva k varčevanju z naravnimi surovinami.

4.2 Vgradnja

Pri vgradnji betonskih cevi je treba upoštevati veljavne predpise. V projektu se določijo širina gradbene jame, nagibi brežin, material za posteljico in zahtevana trdnost posteljice, karakteristike betonskih cevi skupaj z niveleto ter ustrezen material za zasip. Pred vgradnjo betonskih cevi je treba odstraniti grobo kamenje in skale, dno kanala pa mora biti suho in homogeno. Posebno pozornost je treba nameniti padcu dna betonskih cevi in ustreznim poglobitvam na mestih spojev. Zaradi teže betonskih cevi sta za njihovo vgradnjo potrebna uporaba gradbene mehanizacije ali žerjava.



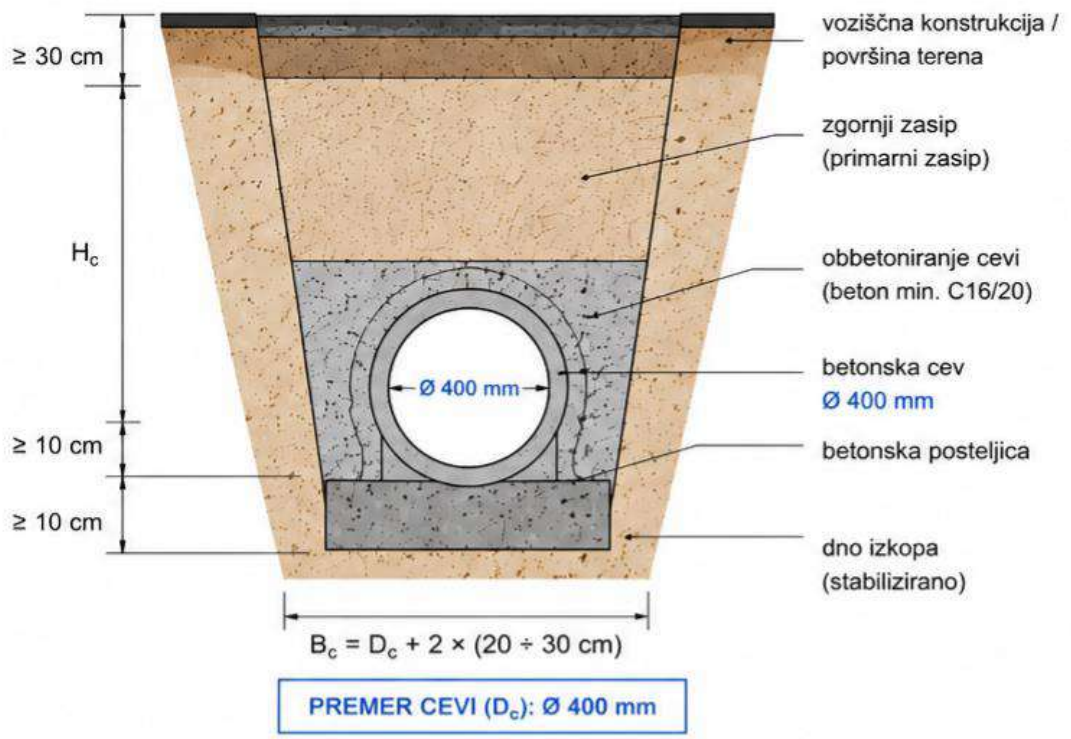






Slika 9: Vgradnja betonskih cevi za meteorno odvodnjavanje

Vir: (lasten vir)



Slika 10: Prerez vgradnje betonske cevi DN 400 na betonski posteljici z obbetoniranjem

Vir: (lasten prikaz)

Na sliki 10 je prikazan prerez vgradnje betonske kanalizacijske cevi na betonski posteljici. Cev je obbetonirana po celotnem obodu do višine najmanj polovice premera cevi, v spodnjem delu pa najmanj do tangente cevi. Minimalna debelina betonske posteljice znaša 10 cm pod cevjo in 10 cm ob straneh cevi. Cev mora biti obojestransko zasuta z ustreznim materialom do višine najmanj 30 cm nad temenom cevi. Skupna širina izkopa (Bc) je odvisna od premera cevi (Dc), kar v obravnavanem primeru znaša od 80 do 100 cm.

4.3 Analiza cene za vgradnjo betonske cevi

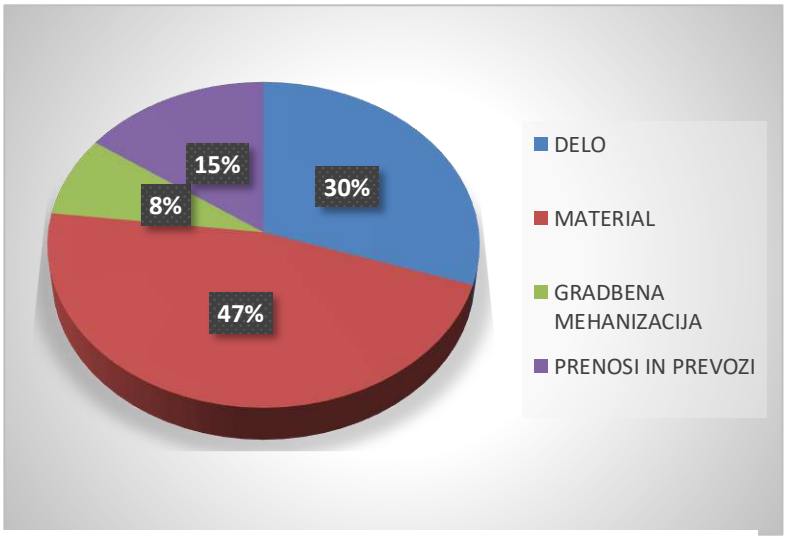
Kalkulativno ceno stroška oblikujemo s pomočjo normativov[1], ki prikazujejo strošek dela, porabo materiala in uporabo osnovnih sredstev za določeno vrsto dela. Ker se dinamika dela spreminja, tehnologija pa nenehno napreduje, se nekatera podjetja odločajo, da normative za posamezna dela oblikujejo sama glede na dejansko stanje na terenu.

[1] GNG gradbene norme GIPOSS, Ljubljana, 1973.

Tabela 1: Prikaz stroškov vgradnje betonske cevi

Polaganje kanalizacijske cevi iz cementnega betona, premera 40 cm, na globini do 1,0 m, vključno z izvedbo podložne plasti iz cementnega betona. V ceno so vključeni tudi obbetoniranje cevi s cementnim betonom C 16/20 ter vsi potrebni prevozi in prenosi.	**M**	**1,0000**	**140,59 €**	**140,59 €**
Režijska ura – polkvalificirani delavec (PK)	€/URA	0,7120	22,30 €	15,88 €
Režijska ura – kvalificirani delavec (KV) (strojnik, voznik, zidar, tesar)	€/URA	0,5120	25,10 €	12,85 €
JCB 4CX – kombinirani bager rovokopač, skupne teže 9 tone	€/URA	0,2000	55,70 €	11,14 €
C16/20 X0 Cl0,1 Dmax16 S3	m3	0,1300	103,72 €	13,48 €
BETONSKA CEV GOREC FI 40/100 CM	Kos	1,0000	28,65 €	28,65 €
Malta cementna fina 1:2	m3	0,0120	185,60 €	2,23 €
Prenosi in prevozi – betonska cev in beton za podlago/posteljico	T	0,5150	21,60 €	11,12 €
Režijska ura – polkvalificirani delavec (PK)	€/URA	0,2880	22,30 €	6,42 €
Režijska ura – kvalificirani delavec (KV) (strojnik, voznik, zidar, tesar)	€/URA	0,2880	25,10 €	7,23 €
C16/20 X0 Cl0,1 Dmax16 S3	m3	0,2060	103,72 €	21,37 €
Prenosi in prevozi – beton za obbetoniranje cevi	T	0,4730	21,60 €	10,22 €

Vir: (lasten vir)



Grafikon 1: Prikaz stroškov vgradnje betonskih cevi

Vir: (lasten vir)

Na podlagi prikazane tabele in grafa stroškov vgradnje betonske cevi DN 400 je razvidno, da največji delež skupnih stroškov predstavljajo materialni stroški, in sicer 47 %. Visok delež materialnih stroškov je značilen za tovrstne sisteme, saj so betonske cevi masivne in za zagotavljanje stabilnosti zahtevajo dodatne sloje.

Pomemben delež predstavljajo tudi stroški dela, ki znašajo približno 30 %. Relativno visok delež teh stroškov je posledica zahtevnejše vgradnje betonskih cevi, ki vključuje več faz. Zaradi večje mase cevi sta potrebni tudi večja usklajenost med delavci in upravljavci mehanizacije.

Stroški prevozov in prenosov znašajo približno 15 %, kar je povezano s transportom betonskih cevi in betona do gradbišča ter z njihovim premikanjem na samem gradbišču.

Najmanjši delež predstavljajo stroški gradbene mehanizacije, ki znašajo 8 %. Kljub temu je uporaba mehanizacije nujna zaradi manipulacije težkih cevi, vendar njen strošek v primerjavi z materialom in delom ostaja relativno nizek.

Analiza jasno kaže, da je vgradnja betonskih cevi delovno in logistično zahtevnejša ter posledično tudi stroškovno bolj obremenjujoča, predvsem zaradi večjega deleža dela in transporta.

Povezava s hipotezami

Na podlagi izvedene analize lahko ugotovim, da so betonske cevi z vidika materiala in vgradnje praviloma dražja rešitev v primerjavi s PVC cevmi, kar potrjuje hipotezo H1. Razlog za višje stroške so predvsem večja masa cevi, zahtevnejši transport in potreba po uporabi težke gradbene mehanizacije.

Prav tako analiza kaže, da je vgradnja betonskih cevi zahtevnejša in časovno bolj potratna, kar pomeni, da so stroški izvedbe višji. S tem se potrjuje tudi hipoteza H3, ki predpostavlja, da je tehnika vgrajevanja PVC cevi cenejša od vgradnje betonskih cevi.

5 PVC CEVI

Polivinilklorid (PVC) je široko uporabljen termoplastični material, ki se v gradbeništvu uporablja predvsem zaradi svoje trdnosti, cenovne dostopnosti in odpornosti proti kemičnim vplivom. PVC cevi so zaradi majhne mase, gladke notranje površine in dobre tesnosti zelo razširjene v sistemih za odvajanje in oskrbo z vodo, kjer predstavljajo pomemben delež uporabljenih cevnih materialov.

Njihova glavna prednost sta enostavna vgradnja in odpornost proti koroziji, vendar imajo tudi določene omejitve. Ker gre za fleksibilen material, je njihova nosilnost močno odvisna od kakovosti vgradnje in lastnosti okoliške zemljine. Nepravilno zbijanje zasipa ali neustrezna priprava podlage lahko povzročita deformacije, lezenje materiala ali celo poškodbe cevi.

PVC cevi so lahko občutljive na mehanske poškodbe med transportom in vgradnjo, prav tako pa na njihove lastnosti vplivajo zunanji dejavniki, kot so temperatura, UV-sevanje in pogoji skladiščenja. Zaradi teh lastnosti je pri projektiranju in izvedbi ključnega pomena natančno upoštevanje tehničnih smernic in nadzor kakovosti materiala.



Slika 11: PVC cevi

Vir: (Pipelife, 2026)

Kljub določenim pomanjkljivostim PVC cevi ostajajo pomemben material v sodobni infrastrukturi, saj ob pravilnem skladiščenju, transportu in vgradnji zagotavljajo učinkovito, zanesljivo in dolgoročno delovanje kanalizacijskih sistemov.

5.1 Osnovne lastnosti PVC cevi

Glavne prednosti PVC cevi so majhna masa, enostavna vgradnja, visoka korozijska in kemična odpornost ter zelo dobre hidravlične lastnosti zaradi gladke notranje površine. Prav tako omogočajo dobro tesnjenje, dolgo življenjsko dobo in nizke stroške vzdrževanja. Kljub temu je pri transportu in vgradnji potrebna previdnost, saj so občutljive na mehanske poškodbe, zlasti pri nizkih temperaturah.

Na trajnost PVC cevi vplivajo različni mehanizmi staranja, kot so fizično staranje, mehanska degradacija, kemična razgradnja in napetostno razpokanje. Na te procese vplivajo dejavniki,

kot so temperatura, obremenitve, kakovost izdelave in okoljski vplivi. Nepravilna vgradnja ali slabša kakovost materiala lahko povzročita nastanek razpok in zmanjšanje nosilnosti.

Kljub navedenim omejitvam PVC cevi ob pravilni uporabi in vgradnji zagotavljajo zanesljivo, trajno in učinkovito rešitev za kanalizacijske sisteme.

5.2 Vgradnja

Vgradnjo cevi morajo izvesti usposobljeni delavci pod strokovnim nadzorom. Pri vgradnji je treba upoštevati splošne smernice za polaganje cevovodov, ki so položeni v zemljino in so okvirno določene v standardih SIST EN 1610 in DIN 4033. S pravilno pripravo posteljice debeline 15 cm, izvedene iz peska ali druge ustrezne zemljine, ki jo je mogoče utrjevati in ne vsebuje kamenja oziroma zrn, večjih od 20 mm, ter z dobrim in postopnim utrjevanjem zasipa ob cevi in 30 cm nad temenom cevi se zagotovi, da se cevi, prekrite z zemljino od 0,8 m do 8 m, tudi pod najtežjo prometno obremenitvijo ne deformirajo nad dopustno mejo 6 %. Če je prekritje cevi manjše od 0,8 m, je treba zagotoviti ustrezno porazdelitev obremenitev, na primer z obbetoniranjem.

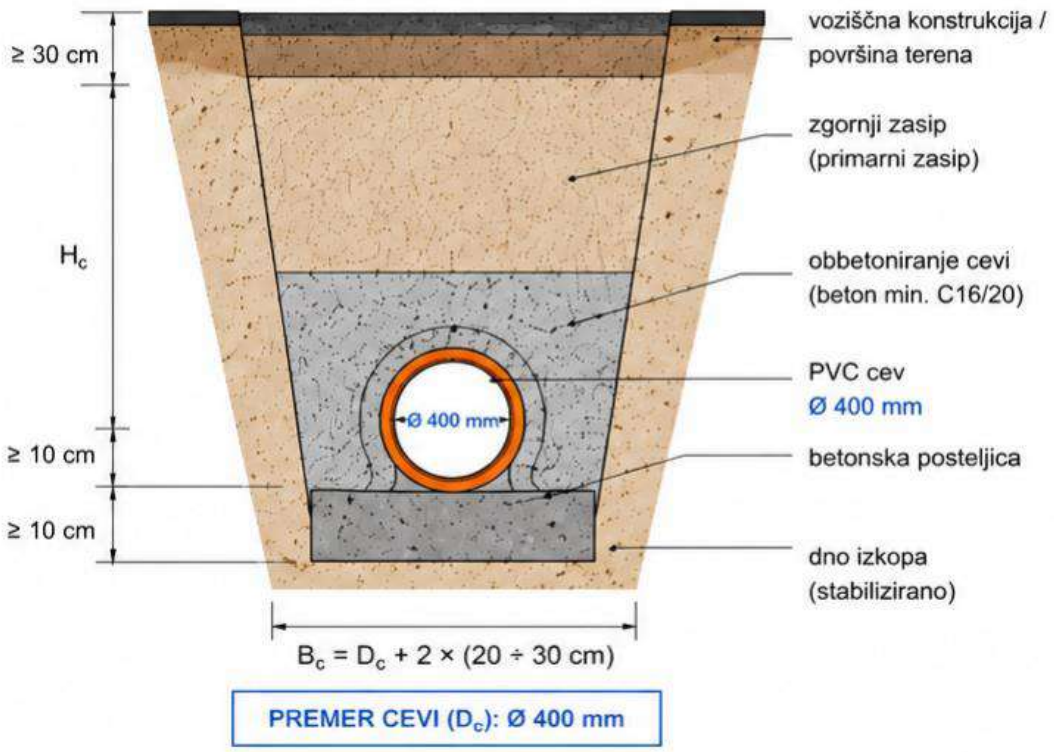






Slika 12: Vgradnja PVC cevi za meteorno kanalizacijo

Vir: (lasten vir)



Slika 13: Prerez vgradnje PVC cevi na betonski posteljici z obbetoniranjem

Vir: (lasten prikaz)

Na sliki 12 je prikazan primer vgradnje PVC cevi na betonski posteljici. Betonska posteljica zagotavlja stabilno in enakomerno nosilno površino ter preprečuje neenakomerno posedanje cevovoda. Cev je obbetonirana po celotnem obodu do višine najmanj polovice premera cevi, v spodnjem delu pa najmanj do tangente cevi. Takšna izvedba omogoča boljšo porazdelitev obremenitev in zmanjšuje možnost deformacij pod vplivom zunanjih obtežb. Nad obbetoniranim delom je predviden zasip z ustreznim materialom, ki mora biti vgrajen in zbit po plasteh. Ustrezna širina izkopanega jarka omogoča pravilno izvedbo obbetoniranja in kakovostno zbitje materiala ob cevi.

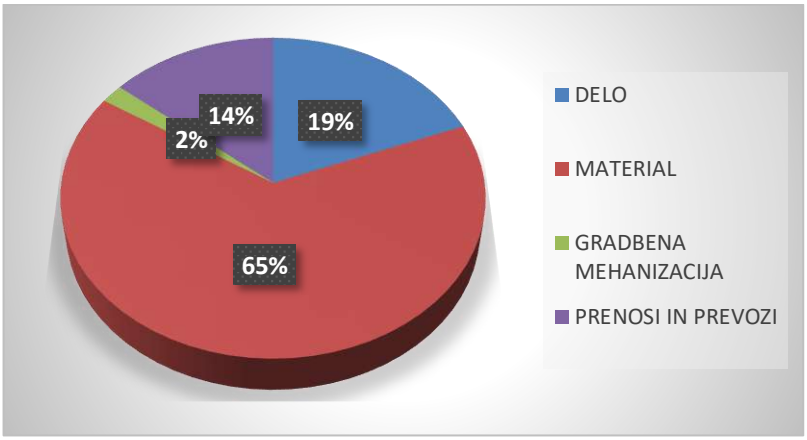
5.3 Analiza cene vgradnje PVC cevi

Pri analizi stroškov vgradnje PVC cevi sem uporabila dejanske podatke iz normativov, ki vključujejo vse potrebne faze za polaganje in obbetoniranje cevi.

Tabela 2: Prikaz stroškov vgradnje PVC cevi

Opis	Em	Norm/Koli	Cena/em	Znesek
Polaganje kanalizacijske cevi iz PVC, vključno s podložno plastjo iz cementnega betona, premera 40 cm, na globini do 1,0 m. V ceno so vključeni tudi obbetoniranje kanalizacijske cevi s cementnim betonom C 16/20, premera 40 cm, ter vsi potrebni prevozi in prenosi.	**m**	**1,0000**	**129,57 €**	**129,57 €**
Režijska ura – polkvalificirani delavec (PK)	€/URA	0,2315	22,30 €	5,16 €
Režijska ura – kvalificirani delavec (KV) (strojnik, voznik, zidar, tesar)	€/URA	0,2315	25,10 €	5,81 €
JCB 4CX – kombinirani bager rovokopač, skupne teže 9 tone	€/URA	0,0441	55,70 €	2,46 €
C16/20 X0 Cl0,1 Dmax16 S3	m3	0,1500	103,72 €	15,56 €
CEV PVC – UK 400X 6 M SN 8 KOEX. P	kos	0,1600	168,52 €	26,96 €
Fazonski kos PVC DN 400	kos	0,2000	102,50 €	20,50 €
Režijska ura – polkvalificirani delavec (PK)	€/URA	0,2880	22,30 €	6,42 €
Režijska ura – kvalificirani delavec (KV) (strojnik, voznik, zidar, tesar)	€/URA	0,2880	25,10 €	7,23 €
Prenosi in prevozi – PVC cev in beton za podlago/posteljico	t	0,3650	21,60 €	7,88 €
C16/20 X0 Cl0, 1 Dmax16 S3	m3	0,2060	103,72 €	21,37 €
Prenosi in prevozi – beton za obbetoniranje cevi	t	0,4730	21,60 €	10,22 €

Vir : (lasten vir)



Grafikon 2: Prikaz stroškov vgradnje PVC cevi

Vir: (lasten vir)

Na podlagi tabele in grafa stroškov vgradnje PVC cevi DN 400 je razvidno, da največji delež skupnih stroškov predstavljajo materialni stroški, ki znašajo 65 %. Visok delež materialnih stroškov je značilen za PVC sisteme, saj sama cev predstavlja relativno visok strošek v primerjavi z drugimi elementi izvedbe.

Stroški dela predstavljajo 19 % celotne vrednosti, kar je občutno manj kot pri betonskih ceveh.

To je posledica enostavnejše in hitrejše vgradnje PVC cevi. Zaradi manjše mase te ne zahtevajo zahtevne manipulacije in večjega števila delavcev.

Delež prevozov znaša 14 %, kar je povezano s transportom materiala in betona. PVC cevi so lažje in enostavnejše za transport, zato je ta delež manjši kot pri betonskih ceveh.

Najmanjši delež predstavlja gradbena mehanizacija, ki znaša 2 %. To potrjuje, da vgradnja PVC cevi ne zahteva obsežne uporabe težke mehanizacije, kar dodatno prispeva k nižjim stroškom izvedbe.

Analiza jasno kaže, da je pri PVC kanalizacijskih sistemih ključni stroškovni dejavnik material, medtem ko so stroški dela in mehanizacije relativno nizki. To potrjuje, da sta glavni prednosti PVC cevi predvsem enostavna in hitra vgradnja, kar pomembno vpliva na ekonomičnost projekta.

Povezava s hipotezami

Analiza stroškov PVC cevi kaže, da so zaradi manjše mase ter enostavnejše in hitrejše vgradnje stroški nižji v primerjavi z betonskimi cevmi, kar dodatno potrjuje hipotezo H1. Prav tako je vgradnja PVC cevi enostavnejša in zahteva manjšo uporabo težke mehanizacije, kar potrjuje hipotezo H3.

PVC cevi se zaradi svoje prilagodljivosti, enostavne vgradnje in nižjih stroškov izkažejo kot primernejša izbira za prevezavo hišnih priključkov, kar potrjuje hipotezo H2.

6 CENOVNO DOSTOPNA STANOVANJA – KROVNA TEMA

V zadnjih letih se številne države soočajo z izrazitim porastom cen nepremičnin in gradnje, kar je bistveno zmanjšalo dostopnost stanovanj širšemu krogu prebivalstva. Razlogi za to so predvsem rast cen gradbenih materialov, dela in zemljišč ter povečano povpraševanje po stanovanjih. Reševanje te problematike zahteva celovit pristop, ki ne vključuje le gradnje objektov, temveč tudi učinkovito načrtovanje komunalne infrastrukture, med katero ima pomembno vlogo prav kanalizacijski sistem. Glavni cilj je zmanjšanje stroškov gradnje in uporabe ob hkratnem zagotavljanju kakovostnega bivanja.

Poleg ekonomskega vidika je pomembno poudariti tudi družbeni pomen cenovno dostopnih stanovanj, saj ta omogočajo stabilno bivalno okolje širšemu krogu prebivalstva in zmanjšujejo socialne razlike. Stanovanjska politika mora zato vključevati rešitve, ki zagotavljajo dolgoročno dostopnost in kakovost bivanja, ne pa zgolj kratkoročnega znižanja stroškov gradnje.

Eden izmed ključnih pristopov za znižanje stroškov gradnje je uporaba modularne oziroma prefabricirane gradnje. Takšen način omogoča hitrejšo izvedbo, boljšo organizacijo gradbišča in manjšo porabo delovne sile, kar neposredno vpliva na nižje stroške. Posledično je mogoče stanovanja ponuditi po dostopnejših cenah. Pri takšnih projektih mora biti tudi komunalna infrastruktura načrtovana usklajeno in pravočasno. V praksi se modularna gradnja uspešno uporablja v številnih državah. Na Nizozemskem in v Skandinaviji so na primer z modularnimi sistemi uspeli skrajšati čas gradnje stanovanjskih objektov tudi za več kot 30 %, hkrati pa ohraniti visoke standarde kakovosti.

Poleg skrajšanja časa gradnje modularni sistemi omogočajo tudi večjo ponovljivost in standardizacijo elementov, kar prispeva k večji predvidljivosti stroškov in kakovosti izvedbe. Takšen pristop zmanjšuje možnost napak na gradbišču in omogoča boljši nadzor nad celotnim procesom gradnje.

Pomembno vlogo ima tudi uporaba lokalnih in trajnostnih materialov. Z uporabo materialov, ki so dostopni v lokalnem okolju, se zmanjšajo stroški transporta in vpliv na okolje. Primeri vključujejo uporabo lesa v alpskih državah ali recikliranih materialov v urbanih območjih. Uporaba trajnostnih materialov ne vpliva le na zmanjševanje stroškov, temveč tudi na zmanjšanje ogljičnega odtisa gradnje. S tem se dolgoročno izboljšuje vpliv gradnje na okolje, kar je eden izmed ključnih ciljev sodobnega trajnostnega razvoja.

Pomemben vidik predstavljajo tudi tehnologije obnovljivih virov energije, kot so sončne

elektrarne, toplotne črpalke in sistemi za zbiranje deževnice. Čeprav lahko začetna investicija nekoliko poviša stroške gradnje, se ti dolgoročno znižajo zaradi nižjih obratovalnih stroškov.

Rešitev predstavlja tudi digitalizacija načrtovanja infrastrukture. Uporaba sodobnih orodij, kot je BIM, omogoča natančno načrtovanje kanalizacijskih sistemov, zmanjšanje napak in boljšo koordinacijo med različnimi fazami projekta. S pomočjo digitalnih modelov je mogoče natančno določiti dimenzije cevovodov, optimizirati trase in zmanjšati izgube v sistemu. Digitalni modeli omogočajo tudi boljše upravljanje infrastrukture po izgradnji, kar je pomembno z vidika dolgoročnega vzdrževanja. Pomembno vlogo imajo tudi pametni sistemi upravljanja infrastrukture, ki omogočajo spremljanje delovanja sistema v realnem času. Senzorji v kanalizacijskih sistemih lahko na primer zaznajo preobremenitve ali poškodbe, kar omogoča hitrejše ukrepanje in zmanjšanje stroškov vzdrževanja. Digitalizacija omogoča tudi boljše povezovanje med različnimi deležniki v projektu, kot so projektanti, izvajalci in upravljavci infrastrukture. S tem se izboljša komunikacija, zmanjša možnost napak ter poveča učinkovitost izvedbe projektov.

6.1 Celovit pristop k reševanju problema dostopnosti stanovanj

Za učinkovito reševanje stanovanjske problematike je potreben celovit pristop, ki ne vključuje le gradnje objektov, temveč tudi načrtovanje infrastrukture, dostopnost storitev in dolgoročno obstojnost sistemov. Pri načrtovanju novih stanovanjskih območij je ključnega pomena optimizacija komunalne infrastrukture. Kanalizacijski sistemi morajo biti dimenzionirani tako, da omogočajo zanesljivo delovanje ob minimalnih stroških gradnje in vzdrževanja. To vključuje ustrezno izbiro materiala, optimalno traso cevovodov in pravilno globino vgradnje. Dober primer so t. i. kompaktna naselja, kjer se stanovanjski objekti gradijo znotraj obstoječih urbanih območij ali v njihovi neposredni bližini. Takšna rešitev omogoča boljšo izrabo obstoječe infrastrukture in zmanjšuje potrebo po novih investicijah.

Takšen pristop prispeva tudi k racionalnejši rabi prostora in zmanjšuje obremenitve okolja. Zgoščena gradnja omogoča boljšo dostopnost do javnih storitev in infrastrukture, kar dodatno izboljšuje kakovost bivanja

Reševanje problema dostopnih stanovanj zahteva usklajen pristop, ki združuje inovativne gradbene metode, trajnostne materiale in premišljeno načrtovanje infrastrukture. Ključno je, da se pri tem ne osredotočamo le na začetne stroške gradnje, temveč tudi na dolgoročno vzdržnost

in stroške uporabe. Načrtovanje cenovno dostopnih stanovanj je tesno povezano z učinkovitim načrtovanjem komunalne infrastrukture, zlasti kanalizacije. Ustrezna izbira materialov, pravilna izvedba in optimizacija sistema lahko bistveno vplivajo na skupne stroške projekta. Zato je pri takšnih projektih nujno celostno načrtovanje, ki združuje gradbene, ekonomske in infrastrukturne vidike.

Na podlagi obravnavanih pristopov lahko zaključimo, da je problem dostopnosti stanovanj kompleksen in zahteva usklajeno delovanje različnih področij. Le s povezovanjem gradbenih, ekonomskih in infrastrukturnih rešitev je mogoče doseči trajnostne in dolgoročno učinkovite rezultate.

6.2 Vpliv komunalne infrastrukture na dolgoročne stroške bivanja

Pri načrtovanju cenovno dostopnih stanovanj se pogosto poudarja predvsem začetna investicija v gradnjo objekta, vendar je dolgoročna dostopnost bivanja močno povezana tudi s kakovostjo komunalne infrastrukture. Ustrezno načrtovana in izvedena infrastruktura, predvsem kanalizacijski sistemi, neposredno vpliva na stroške vzdrževanja, sanacij in dolgoročne uporabnosti prostora.

Slabo projektirani ali tehnično neustrezni kanalizacijski sistemi lahko povzročajo pogoste okvare, puščanje, posedanje cestnih površin in povečane stroške sanacij. Posledično se povečujejo občinski stroški upravljanja infrastrukture, kar lahko dolgoročno vpliva tudi na stroške komunalnih storitev za uporabnike.

V kontekstu cenovno dostopnih stanovanj je zato pomembno, da se pri načrtovanju ne osredotočamo zgolj na nižje začetne stroške, temveč tudi na trajnost in dolgoročno ekonomičnost sistema. Izbira ustreznega materiala ima pri tem pomembno vlogo.

PVC cevi predstavljajo cenovno ugodnejšo rešitev pri manjših premerih in enostavnejših priključkih, predvsem zaradi nižjih stroškov materiala, lažje vgradnje in manjših transportnih stroškov. Betonske cevi pa kljub višji začetni investiciji pogosto predstavljajo ustreznejšo rešitev pri večjih premerih, večjih prometnih obremenitvah in sistemih meteorne kanalizacije, kjer je ključna mehanska odpornost.

Na projektu občine Lendava se to jasno kaže pri izvedbi novega meteornega kanala BC Ø 400, pri katerem je bila zaradi večjih obremenitev in zagotavljanja dolgoročne stabilnosti izbrana betonska cev. Čeprav je začetni strošek takšne rešitve lahko višji, ta zmanjšuje možnost

kasnejših poškodb, posedanja in obsežnejših sanacijskih posegov.

Z vidika dolgoročnih stroškov bivanja kakovostna infrastruktura pomeni manj okvar, manj izrednih posegov, večjo varnost uporabnikov in racionalnejše upravljanje občinskih sredstev. Posredno to vpliva tudi na dostopnost stanovanj, saj nižji stroški upravljanja in vzdrževanja infrastrukture dolgoročno zmanjšujejo finančne obremenitve uporabnikov in lokalnih skupnosti.

Na podlagi navedenega lahko ugotovimo, da komunalna infrastruktura predstavlja pomemben del trajnostnega razvoja ter bistveno vpliva na kakovost bivanja in ekonomsko dostopnost stanovanjskih območij.

Povezava s hipotezami

Na podlagi obravnave cenovno dostopnih stanovanj lahko ugotovim, da ima izbira materiala pomemben vpliv na skupne stroške gradnje infrastrukture. PVC cevi zaradi nižjih stroškov materiala in vgradnje predstavljajo dostopnejšo rešitev, kar potrjuje hipotezo H4. To je še posebej pomembno pri projektih, pri katerih je cilj zmanjšanje stroškov in povečanje dostopnosti stanovanj za širši krog uporabnikov.

7 SKLEP

V diplomskem delu sem obravnavala primerjavo uporabe PVC cevi in betonskih cevi pri izgradnji kanalizacijskega sistema na konkretnem projektu v občini Lendava. Namen naloge je bil analizirati tehnične lastnosti, način vgradnje in stroške obeh sistemov. Na podlagi teh podatkov sem skušala ugotoviti, kateri material predstavlja optimalnejšo rešitev glede na različne pogoje uporabe.

V teoretičnem delu sem ugotovila, da imata oba materiala pomembne prednosti. PVC cevi se odlikujejo po majhni masi, enostavni in hitri vgradnji ter dobrih hidravličnih lastnostih, medtem ko betonske cevi zagotavljajo visoko mehansko odpornost, stabilnost in dolgo življenjsko dobo. Razlike med njima se najbolj izrazito pokažejo pri načinu vgradnje in strukturi stroškov.

Analiza dejanskih podatkov iz projekta je pokazala, da znaša vgradnja PVC cevi DN 400 približno 130 EUR/m, pri čemer največji delež predstavljajo materialni stroški, in sicer 65 %, medtem ko so stroški dela in mehanizacije relativno nizki. Pri betonskih ceveh je struktura stroškov drugačna, saj material predstavlja 47 %, večji delež pa predstavljata delo, ki znaša 30 %, in transport. To je predvsem posledica zahtevnejše vgradnje in večje mase cevi.

Na podlagi primerjave lahko ugotovimo, da so PVC cevi praviloma cenejša in enostavnejša rešitev, saj omogočajo hitrejšo izvedbo in manjšo potrebo po uporabi težke mehanizacije. Betonske cevi pa so primernejše za zahtevnejše pogoje, pri katerih je ključna mehanska odpornost, na primer pri večjih globinah, večjih premerih ali večjih obremenitvah.

Na osnovi izvedene analize lahko ovrednotim zastavljene hipoteze:

- **H1 – Uporaba betonskih cevi za izgradnjo kanalizacije je 20 % dražja kot uporaba PVC cevi.**

Hipotezo lahko **delno potrdim**, saj analiza kaže, da so betonske cevi dražje, vendar razlika ne znaša nujno 20 %. Višina razlike je v veliki meri odvisna od pogojev posameznega projekta, predvsem od globine izkopa, vrste tal, zahtevnosti vgradnje in transporta.

- **H2 – PVC cevi so primernejše za izgradnjo hišnih priključkov.**

Hipotezo lahko **potrdim**, saj PVC cevi zaradi enostavne vgradnje, manjše mase in nižjih stroškov predstavljajo optimalno rešitev za manjše sisteme in hišne priključke.

- **H3 – Tehnika vgrajevanja PVC cevi je 15 % cenejša kot vgrajevanje betonskih cevi.**

Hipotezo lahko **potrdim**, saj analiza stroškov kaže, da so stroški dela in mehanizacije pri PVC

ceveh bistveno nižji, kar vpliva na nižjo skupno ceno vgradnje.

- **H4 – Uporaba PVC cevi je z vidika dostopnosti, tj. nižje cene materiala in vgradnje, boljša kot uporaba betonskih cevi.**

Hipotezo lahko **potrdim**, saj PVC cevi omogočajo bolj ekonomično izvedbo, kar je pomembno predvsem v kontekstu sodobnih projektov, pri katerih je cilj zmanjšanje stroškov gradnje, tudi na področju cenovno dostopnih stanovanj.

Pomembna ugotovitev diplomskega dela je, da izbira materiala ni enoznačna, temveč je odvisna od konkretnih pogojev projekta. V praksi se kot najučinkovitejša rešitev pogosto izkaže premišljena kombinacija različnih materialov, pri kateri se njihove prednosti medsebojno dopolnjujejo.

Skozi izdelavo diplomskega dela sem ugotovila tudi, da je pri načrtovanju kanalizacijskih sistemov ključnega pomena celovit pristop. Ta poleg tehničnih vključuje tudi ekonomske in trajnostne vidike. To je še posebej pomembno v povezavi z zagotavljanjem cenovno dostopnih stanovanj, kjer ima učinkovito načrtovana komunalna infrastruktura pomembno vlogo.

Na podlagi celotne analize lahko zaključim, da izbira materiala ne sme temeljiti zgolj na začetni investiciji, temveč na celoviti presoji tehničnih, ekonomskih in izvedbenih dejavnikov. Ključ do uspešne izvedbe je zato v pravilni izbiri oziroma kombinaciji obeh materialov ter v natančnem načrtovanju in organizaciji gradnje. Takšen pristop omogoča ne le tehnično ustrezne, temveč tudi stroškovno učinkovite rešitve, kar je v sodobnem času, ko je poudarek na racionalni porabi sredstev, še posebej pomembno.

Glede na obravnavani projekt v občini Lendava lahko zaključim, da izbira materiala kanalizacijskih cevi pomembno vpliva ne le na stroške vgradnje, temveč tudi na mehansko odpornost, življenjsko dobo sistema, zahtevnost vzdrževanja in dolgoročno stabilnost infrastrukture. Pri takšnih projektih je zato pomembno, da se odločitev ne sprejema zgolj na podlagi začetne investicije, temveč tudi na podlagi tehničnih lastnosti materiala, pogojev vgradnje in pričakovanih obremenitev.

Praktični del diplomskega dela je pokazal, da imajo pravilno načrtovanje, dimenzioniranje in izvedba meteorne kanalizacije pomembno vlogo pri zagotavljanju varnega in učinkovitega delovanja sistema. S strokovnim pristopom, ustrezno izbiro materialov in kakovostnim vzdrževanjem je mogoče bistveno zmanjšati možnost poškodb, dodatnih sanacij in dolgoročnih stroškov upravljanja.

Poleg same primerjave materialov je praktični del diplomskega dela pokazal tudi, kako pomembno je povezovanje teoretičnih znanj s stanjem na terenu. Analiza projektne dokumentacije, primerjava stroškov in obravnava dejanskih pogojev izvedbe so omogočile boljše razumevanje dejavnikov, ki vplivajo na načrtovanje in izvedbo kanalizacijskega sistema. Takšen pristop je pomemben predvsem pri infrastrukturnih projektih, kjer lahko že manjša odstopanja pri načrtovanju, izbiri materiala ali izvedbi dolgoročno vplivajo na stroške, stabilnost sistema in potrebe po kasnejšem vzdrževanju.

Pridobljene ugotovitve lahko predstavljajo koristno osnovo za projektante, izvajalce in investitorje pri sprejemanju tehnično ustreznih ter ekonomsko upravičenih odločitev. Ustrezno načrtovanje kanalizacijskih sistemov ne vpliva le na samo izvedbo projekta, temveč tudi na dolgoročno funkcionalnost, varnost in trajnost komunalne infrastrukture.

Kanalizacijski sistemi so pogosto skriti pod površjem, vendar njihov vpliv na varnost, okolje in kakovost bivanja ostaja izjemno velik. Prav zato je vsaka pravilna tehnična odločitev pri načrtovanju in izvedbi infrastrukture pomembna naložba v dolgoročno stabilnost prostora in prihodnje generacije. V tem se kaže pomen sodobnega in trajnostnega pristopa v gradbeništvu.

8 VIRI IN LITERATURA

1. Slokan, I. 2003. Nizke zgradbe: Temeljenje, vodovod, kanalizacija. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije
2. Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda : tehnika zbiranja, odvoda, čiščenja in dispozicije odpadne ter padavinske vode. Ljubljana, Državna založba Slovenije
3. Gradbeniški priročnik. 2001. Tehniška založba Slovenije. Ljubljana
4. JP Vodovod-Kanalizacija (Ljubljana). Vodovod-Kanalizacija. Ljubljana : JP Vodovod-Kanalizacija, 2015
5. Normativi za zemeljska in kanalizacijska dela. 2006. Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev
6. Kramer Stajnko, Janja. Vodovod in kanalizacija. 2020. Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
7. Concrete Products. Concrete scores high in sewer infrastructure, life cycle study. 2003. SEMCO Publishing
8. Feng, Chaochao; Yu, Feng; Fang, Yuan. Mechanical behavior of PVC tube confined concrete and PVC-FRP confined concrete: A review. 2021. Elsevier Ltd
9. Ridgers, Don; Rolf, Kaj; Stål, Örjan. Management and plannings solutions to lack of resistance to root penetration bv modern PVC and concrete sewer pipes. 2006. Taylor & Francis Group
10. Fraunhofer UMSICHT. (2024). Which is ecologically better: Concrete or plastic pipes? Tech Xplore (povzetek poročila). Pridobljeno z https://techxplore.com/news/2024-09-ecologically-concrete-plastic-pipes.pdf
11. Makris, K. F., Langeveld, J., & Clemens, F. H. L. R. (2020). A review on the durability of PVC sewer pipes: research vs. practice. Structure and Infrastructure Engineering, 16(6), 880–897. https://doi.org/10.1080/15732479.2019.1673442
12. Peters, T. (2024, December 6). PVC Sewer Pipe: A Material & Design Comparison. CSEAO Winter Conference. Pridobljeno z https://www.cseao.org/images/2024-winter-conference-presentations/Gasketed%20PVC%20Pipe%20Design.pdf
13. Gradbeni zakon (GZ-1). Uradni list RS, št. 199/21, 105/22
14. GNG Gradbene norme GIPOSS, Ljubljana, 1979

BIBLIOGRAFIJA

Aquahit. (28. 04 2026). Pridobljeno iz https://www.aquahit.si/kanalizacija/revizijski-jasek-z-protipovratno-loputo-400/200: https://www.aquahit.si/kanalizacija/revizijski-jasek-z-protipovratno-loputo-400/200

Gradbeni zakon (GZ-1). (16. 05 2026). Pridobljeno iz https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8244: https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8244

https://shop.maneksal.com. (16. 05 2026). Pridobljeno iz https://shop.maneksal.com/product/pozor-gradbisce/: https://shop.maneksal.com/product/pozor-gradbisce/

Kolar, J. (1983). *Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda : tehnika zbiranja, odvoda, čiščenja in dispozicije odpadne ter padavinske vode.* Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Pipelife. (29. 04 2026). Pridobljeno iz https://www.pipelife.si/nizkogradnja/odpadna-voda/pvc-cevi.html: https://www.pipelife.si/nizkogradnja/odpadna-voda/pvc-cevi.html

Rotoeu. (29. 04 2026). Pridobljeno iz https://rotoeco.eu/hisno-crpalisce-ropump-dn-1200/: https://rotoeco.eu/hisno-crpalisce-ropump-dn-1200/

Slokan, I. (2003). *Nizke zgradbe : temeljenje, vodovod, kanalizacija.* Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

www.gorec.info. (29. 04 2026). Pridobljeno iz https://gorec.info/cevi-polovicne.php: https://gorec.info/cevi-polovicne.php

www.hiluk.com. (28. 04 2026). Pridobljeno iz https://www.hikuk.com/si/slovenija/osrednjeslovenska/mestna-obcina-ljubljana/ljubljana/lokacije/rimska-kloaka-pokrov-kanalizacijskega-kanala-BC496DD3-D998-358C-4288-978320915847/: https://www.hikuk.com/si/slovenija/osrednjeslovenska/mestna-obcina-ljubljana/ljubljana/lokacije/rimska-kloaka-pokrov-kanalizacijskega-kanala-BC496DD3-D998-358C-4288-978320915847/

Zakon o varstvu okolja (ZVO-2). (16. 05 2026). Pridobljeno iz https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8286: https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8286

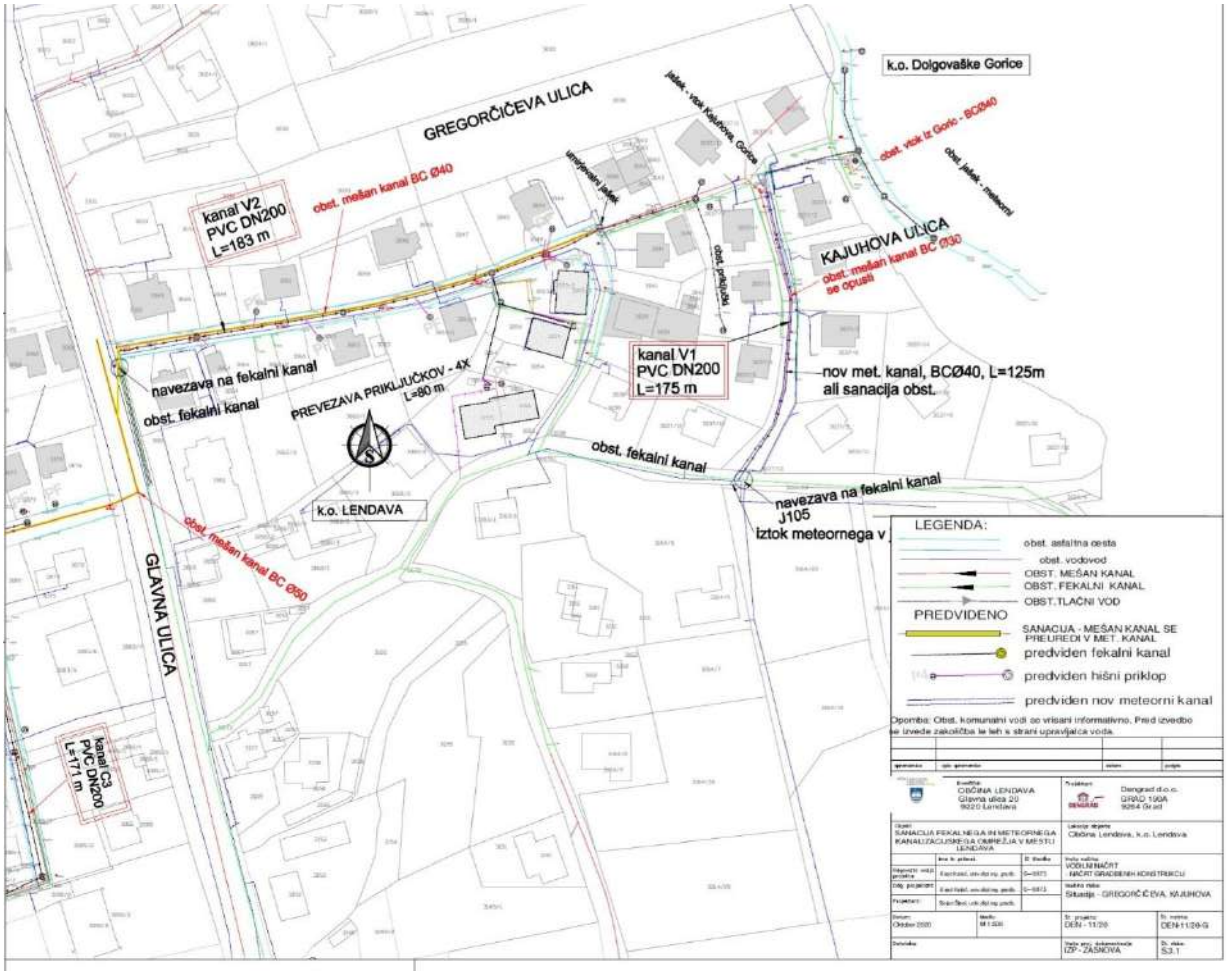
Zakon o vodah (ZV-1). (16. 05 2026). Pridobljeno iz https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO1244: https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO1244

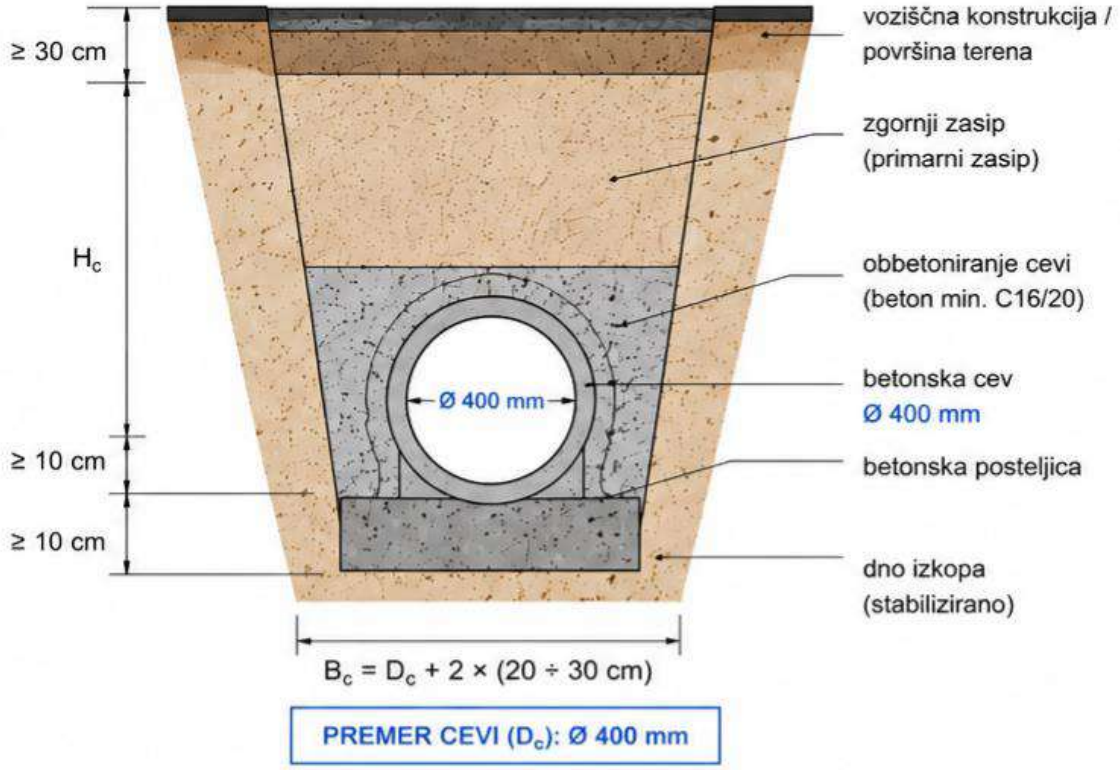
9 PRILOGE

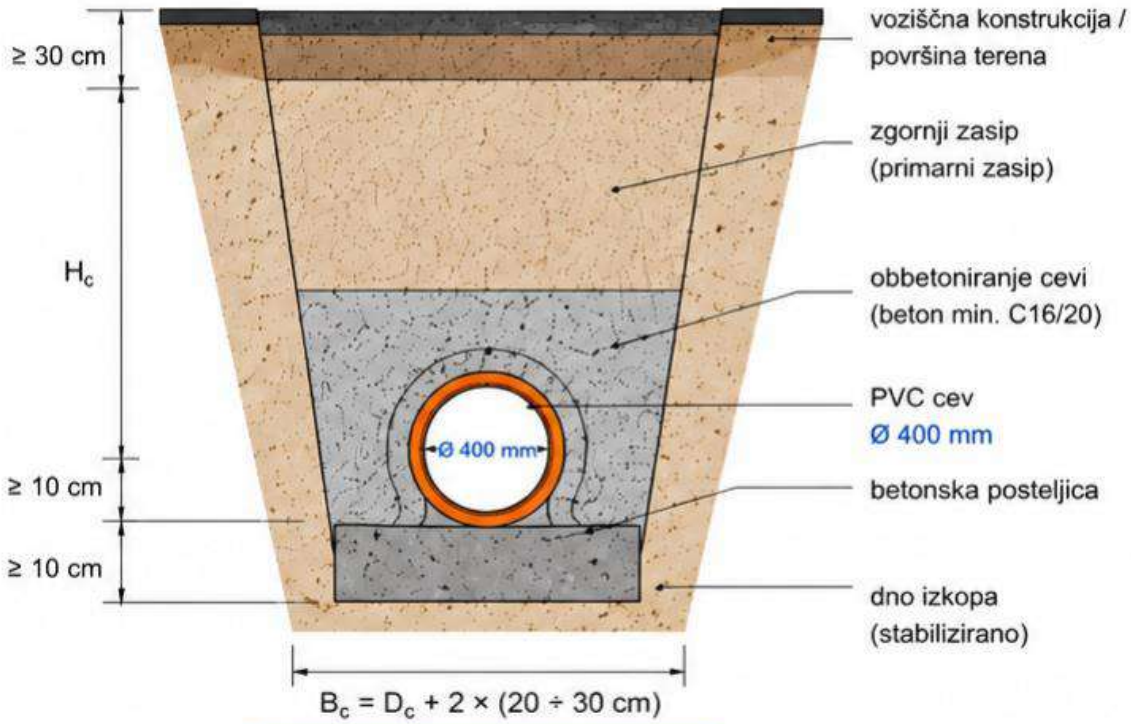
Priloga 1: Načrt trase nove meteorne kanalizacije

Priloga 2: Prerez vgradnje betonske cevi DN 400 na betonski posteljici z obbetoniranjem

Priloga 3: Prerez vgradnje PVC cevi na betonski posteljici z obbetoniranjem


k.o. Dolgovaške Gorice
GREGORČIČEVA ULICA
Jašek - vtok Kajuhova, Gorica
obst. vtok iz Goric - BCØ40
obst. jašek - meteorni
umirjevalni jašek
obst. mešan kanal BC Ø40
kanal V2
PVC DN200
L=183 m
KAJUHOVA ULICA
obst. mešan kanal BC Ø30
se opusti
obst. priključki
kanal V1
PVC DN200
L=175 m
nov met. kanal, BCØ40, L=125m
ali sanacija obst.
navezava na fekalni kanal
obst. fekalni kanal
PREVEZAVA PRIKLJUČKOV - 4X
L=80 m
k.o. LENDAVA
obst. fekalni kanal
navezava na fekalni kanal
J105
Iztok meteornega v
obst. mešan kanal BC Ø30
GLAVNA ULICA
kanal C3
PVC DN200
L=171 m
LEGENDA:
obst. asfaltna cesta
obst. vodovod
OBST. MEŠAN KANAL
OBST. FEKALNI KANAL
OBST.TLAČNI VOD
PREDVIDENO
SANACIJA - MEŠAN KANAL SE PRELUREDI V MET. KANAL
predviden fekalni kanal
predviden hišni priklop
predviden nov meteorni kanal
Opomba: Obst. komunalni vodi so vrisani informativno. Pred izvedbo se izvede zakoličba le teh s strani upravljalca voda.
OBČINA LENDAVA
Glavna ulica 20
9220 Lendava
Dengrad d.o.o.
GRAD 199A
9264 Grad
SANACIJA FEKALNEGA IN METEORNEGA KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA V MESTU LENDAVA
Občina Lendava, k.o. Lendava
VODILNI NAČRT
NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ
Situacija - GREGORČIČEVA, KAJUHOVA
Oktober 2020
DEN - 11/20
DEN-11/20-G
IZP - ZASNOVA
S3.1


≥ 30 cm
H_c
≥ 10 cm
≥ 10 cm
Ø 400 mm
vozišča konstrukcija / površina terena
zgornji zasip (primarni zasip)
obbetoniranje cevi (beton min. C16/20)
betonska cev Ø 400 mm
betonska posteljica
dno izkopa (stabilizirano)
$B_c = D_c + 2 \times (20 \div 30\ cm)$
PREMER CEVI (D_c): Ø 400 mm



PREMER CEVI (D_c): Ø 400 mm