VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

ZASNOVA IN DIMENZIONIRANJE LOČENEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA ZA STANOVANJSKO OBMOČJE ŠIŠKA V OBČINI PREDDVOR

Kandidat: Blaž Žlindra

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

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

Mentor v podjetju: Matic Zakotnik. mag. inž. ok. grad.

Lektorica: Simona Špolad, prof. slov. in univ. lit. dipl. komp.

Maribor, 2026

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Blaž Žlindra sem avtor diplomskega dela z naslovom Zasnova in dimenzioniranje ločenega kanalizacijskega sistem za stanovanjsko območje Šiška v občini Preddvor, ki sem ga napisal pod mentorstvom Vladimirja Dragorajca in Bojana Dapčevića.

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.

Preddvor, julij 2026 Podpis študenta:

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorjema Vladimirju Dragorajcu in Bojanu Dapčeviću za strokovno vodenje, usmeritve, koristne nasvete ter pomoč pri izdelavi diplomskega dela. Posebna zahvala gre Maticu Zakotniku, mag. inž. ok. grad., mentorju v podjetju, in sodelavcem v podjetju za strokovno podporo, ki so bili pripravljeni deliti svoje znanje, dragocene praktične izkušnje in pomoč pri reševanju strokovnih izzivov med izdelavo diplomskega dela.

Posebna zahvala je namenjena moji družini, ki mi je ves čas študija stala ob strani, me spodbujala in podpirala pri doseganju zastavljenih ciljev.

Hvala prijateljem in sodelavcem za razumevanje, spodbudo ter podporo med študijem in pripravo diplomskega dela.

Vsem iskrena hvala.

POVZETEK

Diplomsko delo obravnava načrtovanje ločenega kanalizacijskega sistema za novo stanovanjsko območje v naselju Šiška v občini Preddvor. Obravnavano območje je namenjeno gradnji enodružinskih stanovanjskih objektov. Namen diplomske naloge je zasnovati ustrezne rešitve za ločeno odvajanje fekalnih in meteornih voda, preveriti tehnično izvedljivost in predlagati ustrezno okoljsko rešitev.

Pri načrtovanju komunalne infrastrukture je bil predviden ločen sistem odvajanja voda, pri katerem sta fekalni in meteorni sistem ločena. Takšne rešitve zmanjšajo obremenitve komunalnih čistilnih naprav in okolja. Ugodna konfiguracija terena obravnavanega območja omogoča izgradnjo gravitacijskega kanalizacijskega sistema brez potreb po črpanju, zato se predvidi zanesljiv gravitacijski odvod z nižjimi stroški obratovanja in vzdrževanja.

Za dimenzioniranje obeh kanalizacijskih sistemov so bili izvedeni hidravlični izračuni. Projektirani pretok je določen z racionalno metodo; za dimenzioniranje premerov cevi je bila uporabljena Manningova enačbo, premeri so bili preverjeni tudi s programsko opremo Sewer+. Meteorni kanalizacijski sistem je pred iztokom v vodotok Suha očiščen z lovilcem olj, kar prispeva k večjemu varovanju okolja.

Posebna pozornost je bila namenjena tudi odvajanju meteornih voda. Pred iztokom v vodotok Suha je predvidena vgradnja lovilca olj, ki omogoča odstranjevanje olj in drugih onesnaževal iz padavinskih voda ter zmanjšuje njihov vpliv na vodno okolje. Takšna rešitev prispeva k varovanju površinskih voda in je skladna z načeli trajnostnega upravljanja voda ter veljavno okoljsko zakonodajo.

Na podlagi izvedenih analiz in hidravličnih izračunov je bilo ugotovljeno, da predlagana rešitev omogoča učinkovito gravitacijsko odvajanje fekalnih in meteornih voda z ločenim kanalizacijskim sistemom. Dimenzionirani cevovodi zagotavljajo ustrezne hidravlične razmere za predvidene obremenitve, izbrana zasnova pa zmanjšuje obremenitev čistilne naprave, izboljšuje varovanje vodnega okolja ter predstavlja ustrezno strokovno podlago za nadaljnje projektiranje in izvedbo komunalne infrastrukture na obravnavanem območju.

Ključne besede: *ločen kanalizacijski sistem, meteorna kanalizacija, fekalna kanalizacija, dimenzioniranje, hidravlični izračun*

ABSTRACT

This thesis presents the planning of a separate sewage system for a new residential area in the settlement of Šiška in the municipality of Preddvor

The area is intended for the construction of single-family residential buildings. The purpose of this thesis is to design appropriate solutions for the separate discharge of waste water and storm water, to verify technical feasibility and to propose an appropriate environmental solution.

When planning the sewage infrastructure, a separate water discharge system was designed, where the waste water and storm water systems are separate. Such solutions reduce the load on waste water treatment plants and the environment. The configuration of the terrain in the area allows a gravity sewage system without pumping, therefore a reliable gravity discharge with lower operating and maintenance costs is planned.

Hydraulic calculations were performed to dimension both sewage systems. The designed flow rate was determined using a rational method, the Manning equation was used to dimension the pipe diameters, and the diameters were also checked with Sewer+, a specialized application software. The storm water sewage system is cleaned with an oil trap before it flows into the Suha watercourse, which contributes to greater environmental protection.

Special attention was paid to the discharge of storm water. Before the discharge into the Suha watercourse, an oil trap is planned to be installed, which will enable the removal of oil and other pollutants from storm water and reduce their impact on the water environment. Such a solution contributes to the protection of surface water and complies with the principles of sustainable water management and applicable environmental legislation.

Based on the analysis and calculation, it was found that the proposed solutions enable the gravity discharge of waste water with a separate sewage system.

The dimensioned pipelines provide appropriate hydraulic conditions for the anticipated loads, and the selected design reduces the load on the treatment plant, improves the protection of the water environment, and presents an appropriate professional foundation for further design and implementation of municipal infrastructure in the area.

Keywords: *separate sewage system, storm water sewage, waste water sewage, dimensioning, hydraulic calculation*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 10

1.1 Opis področja in opredelitev problema 10
1.2 Namen 11
1.3 Cilj diplomskega dela 12

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 13

2.1 Organizacija projektnega dela 14
2.2 Organizacija projektnega dela 15
2.3 Moja vloga v projektni skupini 15
2.4 Varstvo pri delu in organizacija gradbišča 16

3 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA 19

3.1 Splošni opis občine in naselja 19
3.2 Opis obravnavanega območja 20
3.3 Komunalna opremljenost območja 22
3.4 Geomorfološke značilnosti terena 23
3.5 Dostopna stanovanja 24

4 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA 26

4.1 Geodetske značilnosti terena 26
4.2 Obstoječa komunalna infrastruktura in možnosti priključitve 26

5 URBANISTIČNA ZASNOVA IN TIPSKI OBJEKTI 29

5.1 Predvidena stanovanjska pozidava 29
5.2 Določitev tipskega enodružinskega objekta 30
5.2.1 Osnovne značilnosti enodružinske hiše YTONG POLONA 30
5.2.2 Število prebivalcev 30
5.3 Faktor zazidanosti parcele 31
5.4 Utrjene površine na parcelah 31

6 ZAKONODAJA 33

6.1 Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode 33
6.2 Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo javne kanalizacije Komunale Kranj 33
6.3 Odlok o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v občini Preddvor 34
6.4 Standard SIST EN 752 34

7 DIMENZIONIRANJE FEKALNE KANALIZACIJE 35

7.1 Določitev projektne obremenitve (število prebivalcev) 36

7.2 Specifična poraba vode ... 36
7.3 Faktor končne obremenitve ... 37
7.4 Izbor minimalnega premera cevi ... 37
7.5 Hidravlični izračun fekalne kanalizacije po Manningovi enačbi ... 37
7.6 Dimenzioniranje meteorne kanalizacije ... 40
7.6.1 Projektni naliv ... 41
7.6.2 Obremenitev kanala padavinske vode ... 42
7.6.3 Izračun pretoka Q ... 43
7.6.4 Dimenzioniranje cevovoda ... 44
7.6.5 Koeficient zakasnitve ψ ... 45
7.6.6 Izračun projektnega pretoka ... 45
7.6.7 Predhodna izbira premera cevi ... 45
7.7 Hidravlično dimenzioniranje meteorne kanalizacije po Manningovi enačbi ... 46
7.7.1 Preveritev zapolnitve cevi ... 48
7.7.2 Izpust meteorne kanalizacije v vodotok ... 49

8 DIMENZIONIRANJE LOVILCA OLJ ... 51

8.1 Določitev projektnega pretoka ... 51
8.2 Izbira tipa lovilca olj ... 51
8.3 Izbira velikosti separatorja ... 52
8.4 Sestavni deli lovilca olj ... 54
8.5 Vzdrževanje in obratovanje ... 54

9 ORIENTACIJSKI IZRAČUN HIDRAVLIČNE OBREMENITVE PRI MEŠANEM IN LOČENEM KANALIZACIJSKEM SISTEMU ... 55

10 RACIONALNO NAČRTOVANJE KOMUNALNE INFRASTRUKTURE NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU ... 57

10.1 Načela racionalnega načrtovanja kanalizacijskega sistema ... 57
10.2 Prednosti ločenega kanalizacijskega sistema na obravnavanem območju ... 58
10.3 Trajnostni vidik načrtovane rešitve ... 59
10.4 Preveritev hipoteze H4 ... 60

11 TEHNIČNI OPIS KANALIZACIJSKEGA SISTEMA ... 62

11.1 Kanalizacijske cevi ... 62
11.2 Revizijski jaški ... 62
11.3 Hišni priključki ... 63
11.4 Vzdrževanje kanalizacijskega sistema ... 64
11.5 Načrtovanje kanalizacijskega sistema v programu sewer+ ... 64

12 FAZE IZVEDBE IN ORGANIZACIJE GRADBIŠČA ... 66

13 ANALIZA RAZVOJNIH, OKOLJSKIH, TEHNIČNIH IN EKONOMSKIH UČINKOV 67

14 PREVERJANJE HIPOTEZ 68

15 SKLEP 70

16 LITERATURA IN VIRI 72

17 PRILOGE 74

Kazalo slik

SLIKA 1: POTEK DELA V PROJEKTNI SKUPINI PRI IZDELAVI DIPLOMSKEGA DELA 14

SLIKA 2: IZKOPNI JAREK 17

SLIKA 3: UREDITEV GRADBIŠČA 18

SLIKA 4: LEGA OBČINE PREDDVOR V SLOVENIJI 19

SLIKA 5: 3D-PRIKAZ OBRAVNAVANEGA OBMOČJA V NASELJU ŠIŠKA 20

SLIKA 6: OBRAVNAVANO OBMOČJE Z OZNAČENIMI PARCELAMI 21

SLIKA 7: DIGITALNI MODEL TERENA (DTM) OBRAVNAVANEGA OBMOČJA V NASELJU ŠIŠKA, OBČINA PREDDVOR. 23

SLIKA 8: POVRATNE DOBE ZA EKSTREMNE PADAVINE 41

SLIKA 9: OCENA PODNEBNIH SPREMEMB DO KONCA 21. STOLETJA V ATLASU PODNEBNIH PROJEKCIJ 42

SLIKA 10: OCENA PODNEBNIH SPREMEMB DO KONCA 21. STOLETJA V ATLASU PODNEBNIH PROJEKCIJ 53

SLIKA 11: GLAVNE PREDNOSTI LOČENEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA 59

SLIKA 12: TRAJNOSTNI VIDIKI NAČRTOVANJA LOČENEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA 60

SLIKA 13: POSTOPEK RACIONALNEGA NAČRTOVANJA LOČENEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA 61

SLIKA 14: REVIZIJSKI JAŠEK 63

SLIKA 15: SITUACIJA KANALIZACIJE NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU, IZDELANA S V PROGRAMU AUTOCAD Z DODATKOM SEWER+ 65

Kazalo tabel

TABELA 1: POPIS PARCEL 21
TABELA 2: URBANISTIČNI KAZALNIKI PO PARCELAH 32
TABELA 3: KOEFICIENT ODTOKA K. 43
TABELA 4: POVRŠINE PRISPEVNIH POVRŠIN 43
TABELA 5: PRETOK CEVI GLEDE NA PREMER CEVI. 44
TABELA 6: PRIMERJAVA PRETOKOV. 47
TABELA 7: TIPI LOVILCEV OLJ. 52
TABELA 8: TEHNIČNI PODATKI LOVILCA OLJ ROSEP NS 80 53
TABELA 9: PREVERITEV HIPOTEZ. 69

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

V občini Preddvor je v delu naselja Šiška z Občinskim prostorskim načrtom (OPN) predvideno stanovanjskoposelitveno območje, ki še ni opremljeno z javnim kanalizacijskim sistemom za odvajanje fekalne in meteorne vode. Pri načrtovani širitvi poselitve to predstavlja infrastrukturni problem, ker brez ustrezne zasnove javne infrastrukture ni mogoče zagotavljati varnega in trajnostnega razvoja območja.

Urbanizacija prostora vpliva na vodne režime, ker s povečevanjem deleža utrjenih površin zmanjšujemo infiltracijo vode v tla in povečujemo odtok površinskih voda, ki jih je potrebno ustrezno odvesti v vodotok ali ponikati. Nepravilno zasnovan odvod meteornih voda v vodotok lahko privede do onesnaženosti vodotoka, posledično se poveča poplavno ogroženost območja dolvodno. Območje, ki je obravnavano v diplomski nalogi, ima predviden iztok meteorne vode v vodotok Suha, zato je potrebno preveriti, ali vodotok dopušča dodatne obremenitve po izgradnji naselja in ne bo poslabšal obstoječega vodnega režima.

Tehnični in ekonomski izziv pri zasnovi odvodnega sistema fekalne in meteorne vode predstavlja razgibanost terena, saj višinske razlike in naravni nakloni določajo, ali bodo cevovodi lahko potekali gravitacijsko oziroma ali bo zaradi višinskih razlik potrebno prečrpavanje, ki poveča finančne stroške investicije in obratovalne stroške. Z natančno geodetsko izmero terena in s hidravličnimi izračuni se zagotovi ustrezen vzdolžni padec cevovodov, ki omogoča optimalno hitrost toka in stabilno delovanje sistema.

V diplomski nalogi je predstavljena celotna tehnična rešitev ločenega kanalizacijskega sistema Šiška, ki je skladen z zakonodajo, uredbami, s pravilniki in standardi, ki so veljavni v Republiki Sloveniji in občini Preddvor. Sistema sta računsko hidravlično dimenzionirana ter ekonomsko in okoljsko upravičena. Pri tem je izbira ločenega sistema utemeljena s prednostmi v primerjavi z mešanim sistemom.

1.2 Namen

Namen diplomskega dela je izdelava idejne zasnove ločenega kanalizacijskega sistema z navezavo fekalnega kanalizacijskega sistema obravnavanega območja na obstoječi fekalni sistem ter odvajanje meteornih in padavinskih voda v bližnji vodotok Suha za predvideno novo stanovanjsko območje Šiška v občini Preddvor, pri kateri so preverjeni tehnična, hidravlična, okoljska in ekonomska upravičenost zasnove sistema. Delo bo usmerjeno v praktično inženirsko reševanje infrastrukturnega problema, pri katerem bodo uporabljene metode projektiranja, ki se uporabljajo pri izdelavi projektne dokumentacije idejnih zasnov.

V diplomskem delu bosta opravljena analiza možnosti priključitve sistema na obstoječe omrežje občine in preverjanje ustreznosti gravitacijskega odvoda fekalne kanalizacije. Pri dimenzioniranju bo z izračunom projektnih pretokov komunalne in padavinske vode določen ustrezen premer cevi. Pozornost bo namenjena odvodnjavanju meteornih voda v vodotok Suha in preveritvi potrebe po zadrževalniku za omejitev koničnega pretoka.

Diplomsko delo ne bo samo teoretična obravnava problematike, ampak tudi strokovna podlaga za nadaljnjo izdelavo projektne dokumentacije in možnost realizacije. Poleg tehničnega dela bo obravnavan tudi širši razvoj komunalne infrastrukture, saj je ustrezno načrtovanje sistema ključno za znižanje stroškov komunalnega opremljanja območij in dolgoročno vzdrževanje sistema, kar posledično vpliva na ceno komunalnih storitev.

Predstavljene hipoteze, ki bodo raziskane v diplomski nalogi:

- H1 – Ločen kanalizacijski sistem v naselju Šiška (Preddvor) je 20–30 % dražji od mešanega, vendar dolgoročno zmanjša obratovalne stroške in obremenitev čistilne naprave za ≥ 25 %;
- H2 – Nakloni terena omogočajo gravitacijsko odvajanje fekalne kanalizacije (≥ 0,5--odstotnega padca) brez potrebe po črpališču;
- H3 – Meteorne vode je možno odvajati v vodotok Suha brez bistvenega vpliva na vodotok, saj iztok ne preseže 10–15 % nad naravnim odtokom;
- H4 – Z racionalnim načrtovanjem komunalne infrastrukture (projekt BTEC 2025 »Dostopna stanovanja«) je možno znižati stroške komunalnega opremljanja za 10–15 %.

1.3 Cilj diplomskega dela

Cilj diplomskega dela je izdelati ustrezno tehnično idejno zasnovo ločenega kanalizacijskega sistema za predvideno območje v naselju Šiška v občini Preddvor. Idejna zasnova, ki temelji na realnih prostorskih pogojih in veljavni zakonodaji, lahko predstavlja strokovno podlago za nadaljnjo projektno obdelavo.

V okviru naloge se najprej analizira prostorske in geodetske značilnosti območja ter oceni predvideno obremenitev sistemov glede na predvideno število prebivalcev. Na takšni osnovi se določi projektne pretoke komunalnih odpadnih voda, kar služi kot izhodišče za dimenzioniranje fekalne kanalizacije in preverjanje možnosti gravitacijskega odvodnjavanja z ustreznimi vzdolžnimi padci in s hitrostmi toka ter stopnje polnitve cevi. S tem se zagotovi stabilno delovanje sistema brez potrebe po prečrpavanju.

Naslednji cilj naloge je dimenzioniranje meteorne kanalizacije na podlagi projektnih nalivov, ustrezne povratne dobe in določitev efektivnih prispevnih površin za obravnavano območje. Izračunani konični pretoki se bodo uporabili za preverjanje kapacitete cevovoda in za oceno vpliva odvoda na vodotok Suha. V primeru, da bi izračunani odvod presegal dopustne obremenitve vodotoka, se preveri možnost zadrževanja padavinskih voda v zadrževalniku, pri kateri se omeji in zakasni iztok na raven, ki je primerljiv z naravnim odtokom pred pozidavo.

Dodatni cilj naloge je dimenzioniranje lovilca olj, ki je skladen z zahtevanimi standardi, in preverjanje njegove ustrezne umestitve na sistemu meteorne kanalizacije. S tem se zagotavlja zaščita površinskih voda pred onesnaženjem z naftnimi derivati s prometnih površin.

Poleg tehničnega vidika je cilj še preveritev ekonomske upravičenosti predlagane rešitve. Na podlagi ocene investicijskih stroškov se bo izvedla analiza racionalnosti zasnove ter preverilo postavljene hipoteze primerjave ločenega in mešanega sistema.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

Na pripravah za izdelavo diplomske naloge na Višji strokovni šoli Academia Maribor smo bili razdeljeni v projektne skupine. Na začetku smo opravili Belbinov in Myers-Briggsov test. Na podlagi rezultatov smo bili razdeljeni v skupine, v katerih je vsak dobil svojo vlogo.

Moja tema je bila zasnova in dimenzioniranje kanalizacijskega sistema za stanovanjsko območje Šiška v občini Preddvor.

Članom projektne skupine so bili predstavljeni osnovni problem diplomskega dela, cilj raziskave in predvidene metode za načrtovanje ločenega kanalizacijskega sistema. Območje novopredvidene pozidave v Šiški trenutno ni komunalno opremljeno, zato je bilo potrebno načrtovati sistem za odvajanje odpadne in padavinske vode.

Pri izdelavi naloge sem pridobil podatke o predvideni pozidavi in obstoječi komunalni infrastrukturi. Analizirali smo geodetske značilnosti območja, višinsko razliko in naravne padce terena, ki vplivajo na zasnovo gravitacijskega kanalizacijskega sistema. Ti podatki vplivajo na potek cevovodov in določajo, ali bo lahko sistem deloval gravitacijsko.

Nadaljeval sem z zasnovo ločenega kanalizacijskega sistema, v katerem sem sistem razdelil na fekalno in meteorno kanalizacijo. Posebno pozornost smo v skupini namenili načrtovanju odvajanja padavinskih voda v vodotok Suha in preverjanju vpliva načrtovanega iztoka na vodni režim.

V okviru projektnega dela sem pripravil načrt ureditve gradbišča, v katerem so bili določeni dostopne poti, območje deponije materiala, gradbiščna baza in organizacija izvajanja del.

Pri načrtovanju je potrebno posebno pozornost nameniti ekonomskemu vidiku projekta: izbira trase cevovodov, globina izkopov, dimenzije cevi in morebitna potreba po dodatnih objektih, kot so revizijski jaški ali zadrževalniki – vsi dejavniki neposredno vplivajo na investicijsko vrednost projekta. Projektna skupina mora iskati tehnično optimalne rešitve ob čim nižjih stroških izvedbe in kasnejšega vzdrževanja sistema.

2.1 Organizacija projektnega dela



Slika 1: Potek dela v projektni skupini pri izdelavi diplomskega dela

Vir: lasten

V okviru projektnega dela je bila izdelava diplomske naloge sistematično razdeljena na več medsebojno povezanih faz. V začetni fazi je bila opredeljena tematika diplomskega dela, določeni pa so bili tudi raziskovalni cilji in izhodišča za načrtovanje kanalizacijskega sistema. Temu sta sledila zbiranje in obdelava prostorskih, geodetskih ter tehničnih podatkov, ki so predstavljali temelj za nadaljnje analize in projektne rešitve.

Na podlagi zbranih podatkov je bila izvedena analiza obstoječega stanja obravnavanega območja, ki je omogočila pripravo idejne zasnove ločenega kanalizacijskega sistema. V nadaljevanju so bili izvedeni hidravlični izračuni fekalne in meteorne kanalizacije ter dimenzioniranje posameznih elementov kanalizacijskega omrežja – skladno z veljavnimi projektantskimi smernicami in s tehničnimi zahtevami.

Pridobljeni rezultati hidravličnih izračunov so bili preverjeni z uporabo programske opreme Sewer+, s katero je bila potrjena ustreznost predlaganih tehničnih rešitev in dimenzioniranja

sistema. V zaključni fazi so bili rezultati celovito analizirani, ovrednotene postavljene hipoteze in pripravljeno končno besedilo diplomskega dela.

2.2 Organizacija projektnega dela

Projektno delo je potekalo v okviru skupinskega dela pri predmetu Priprava diplomskega dela, katerega namen je bil spodbujanje strokovnega sodelovanja, izmenjave znanj in medsebojne podpore pri izdelavi diplomskih nalog. Delo v projektni skupini je omogočalo obravnavo tehničnih in strokovnih vprašanj, skupno iskanje ustreznih rešitev in sprotno spremljanje napredka posameznih nalog. Čeprav je vsak član skupine pripravljal diplomsko nalogo s svojega strokovnega področja, je s svojim znanjem in z izkušnjami prispeval tudi k razpravam in reševanju problematik drugih članov skupine.

V začetni fazi projektnega dela je bil pripravljen časovni načrt aktivnosti, v okviru katerega so bili opredeljeni posamezni vsebinski sklopi, določeni roki za njihovo izvedbo in usklajena organizacija dela. Izdelava diplomskih nalog je potekala po jasno opredeljenih fazah, ki so obsegale zbiranje in obdelavo podatkov, analizo obstoječega stanja, pripravo idejnih rešitev, izvedbo hidravličnih izračunov ter pripravo končne projektne in pisne dokumentacije.

Tovrstni način organizacije dela je zagotovil sistematičen in metodološko ustrezen pristop k izdelavi diplomskega dela, omogočil učinkovito spremljanje napredka ter sprotno odpravljanje ugotovljenih pomanjkljivosti in usklajevanje posameznih projektnih rešitev.

2.3 Moja vloga v projektni skupini

V projektni skupini sem bil odgovoren za področje načrtovanja komunalne infrastrukture, predvsem za zasnovo in dimenzioniranje ločenega kanalizacijskega sistema za novo stanovanjsko območje Šiška v občini Preddvor. Moje delo je obsegalo zbiranje prostorskih in geodetskih podatkov, analizo obstoječe komunalne infrastrukture, izdelavo idejne zasnove kanalizacijskega sistema ter izvedbo hidravličnih izračunov za fekalno in meteorno kanalizacijo.

Posebno pozornost sem namenil preverjanju možnosti gravitacijskega odvajanja odpadnih voda, dimenzioniranju cevovodov po Manningovi enačbi in izbiri ustreznega lovilca olj pred iztokom meteorne kanalizacije v vodotok Suha. Izvedene izračune sem preveril tudi s programsko opremo Sewer+, s čimer sem potrdil ustreznost predlaganih tehničnih rešitev.

Sodelovanje v projektni skupini mi je omogočilo izmenjavo izkušenj z ostalimi člani skupine, kritično presojo predlaganih rešitev in pridobitev novih znanj s področja projektiranja komunalne infrastrukture. Redne predstavitve napredka so pripomogle k sprotnemu odpravljanju napak in izboljšanju kakovosti diplomskega dela.

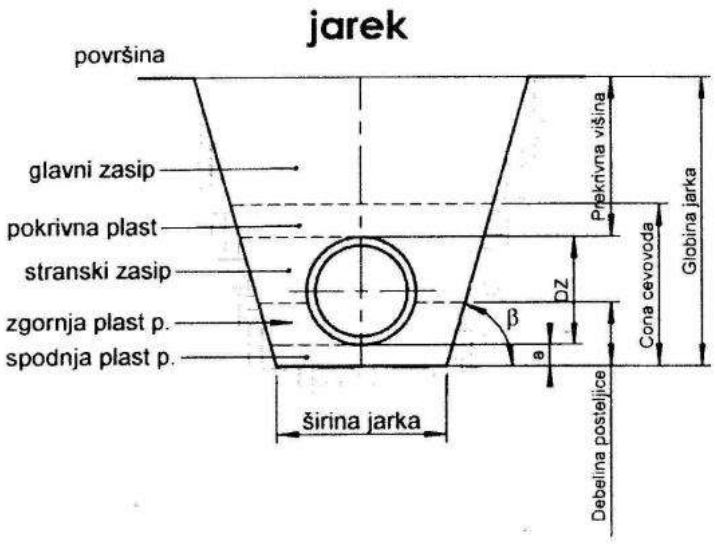
2.4 Varstvo pri delu in organizacija gradbišča

Izvedba kanalizacijskega sistema na območju nove stanovanjske pozidave zahteva dobro organizacijo gradbišča in varnost pri delu. Gradnja kanalizacijskega omrežja je tvegana, ker vključuje zemeljska dela, globoke izkope in uporabo gradbene mehanizacije.

Pred začetkom del je potrebno pripraviti načrt organizacije gradbišča. V tem načrtu so določeni: delovne površine, dostopne poti, območja za skladiščenje materiala in začasni objekti za potrebe gradbišča. Na našem projektu je predvidena ureditev delovišča na severovzhodnem delu območja. Tam so organizirani dostop za gradbeno mehanizacijo, skladišče cevi in materiala, prostori za administrativne potrebe in začasna deponija izkopanega materiala.

Gradbišče mora omogočati nemoten potek del ter hkrati zagotavljati varnost delavcev in prebivalcev. Dostopne poti morajo biti ustrezno utrjene, označene in ločene od območij izkopov.

Izvedba globokih izkopov je zelo tvegana. Pri globinah, večjih od 1,3 metra, je potrebno zagotoviti zaščito sten izkopa z opažnimi sistemi ali z izdelavo brežin. To prepreči porušitev zemljine in zasutje delavcev.



Slika 2: Izkopni jarek

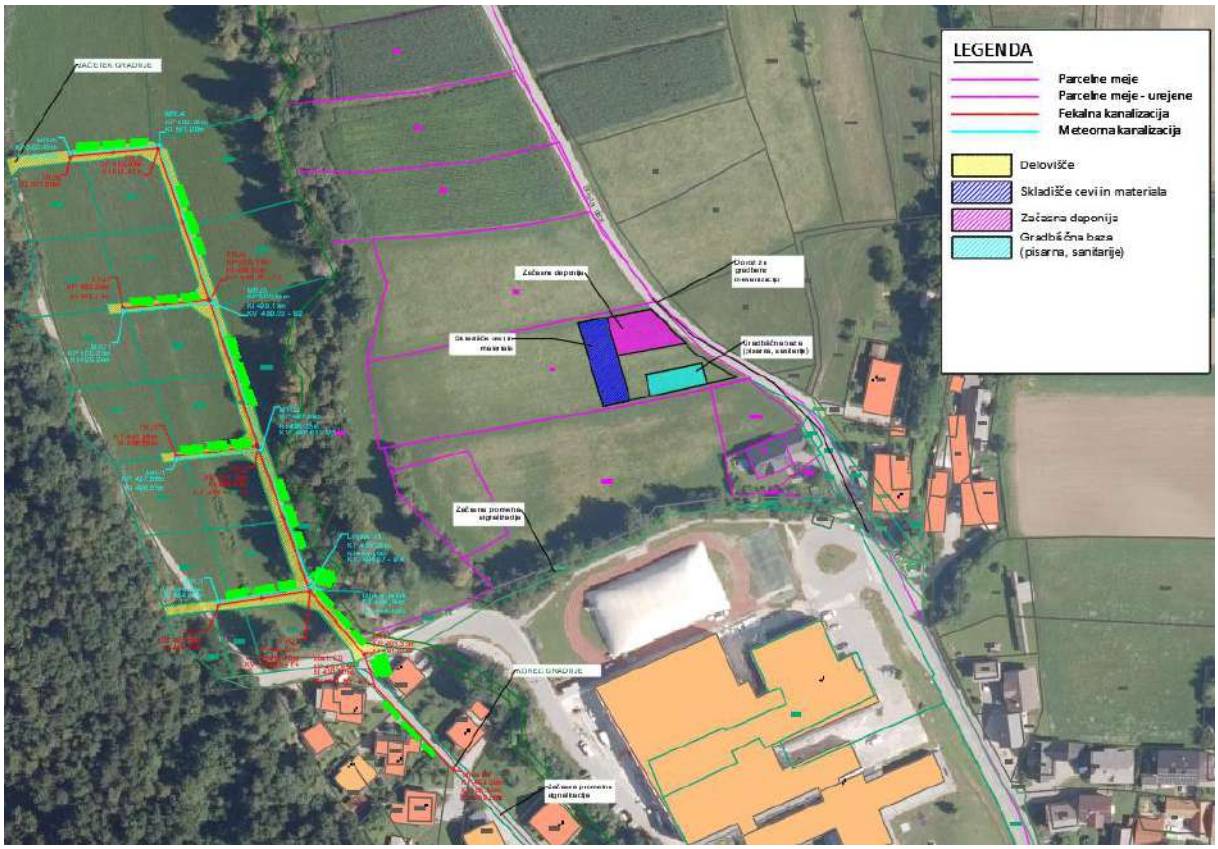
Vir: lasten

Pri delu se bo uporabljala gradbeno mehanizacijo (tovornjak, bager, valjar in manjša ročna oprema). Vsi delavci morajo uporabljati osebno varovalno opremo, kot so varnostna čelade, varnostna obutev in zaščitni odsevni jopič.

Pomemben del varnosti je tudi zaščita obstoječe komunalne infrastrukture. Pred začetkom izvajanja zemeljskih del je potrebno natančno določiti trase obstoječih vodov in kablov.

Gradbišče mora biti ustrezno označeno z opozorilnimi tablami in zaporami, ki preprečujejo dostop nepooblaščenim osebam.

Pri organizaciji gradbišča je zelo pomembno ravnanje z gradbenimi odpadki. Izkopani material, ki ni primeren za ponovno uporabo, mora biti odpeljan na ustrezno deponijo. Uporabni material se začasno skladišči na posebej določenem območju.



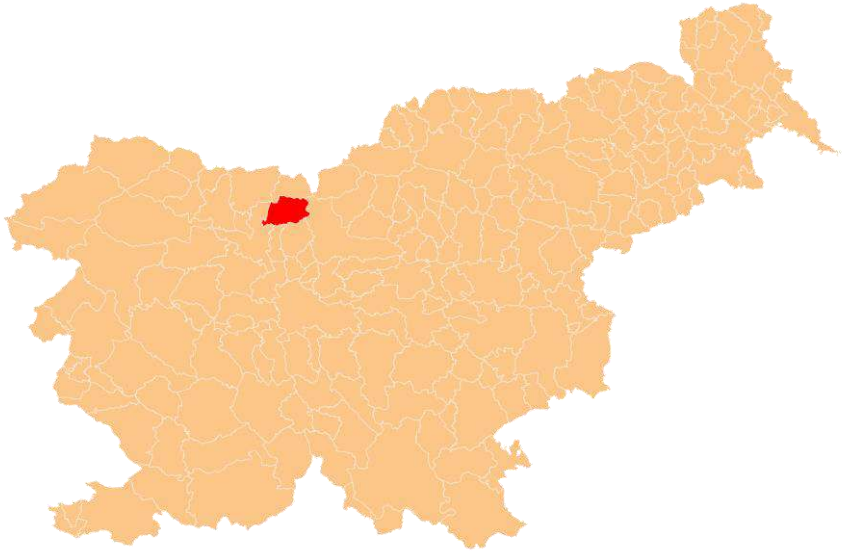
Slika 3: Ureditev gradbišča

Vir: lasten

3 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

3.1 Splošni opis občine in naselja

Občina Preddvor leži na severnem delu Gorenjske. Nahaja se v predalpskem delu ob vznožju Kamniško-Savinjskih Alp. Območje ima zelo razgiban relief. Poselitev je v manjših strnjenih naseljih. Prostorski razvoj občine je usmerjen v postopno širitev obstoječih naselij za gradnjo individualnih stanovanjskih objektov s poudarkom na urejeni komunalni infrastrukturi in varovanju naravnega okolja.



Slika 4: Lega občine Preddvor v Sloveniji

Vir: Wikipedia – občina Preddvor, 2026

Naselje Šiška se nahaja neposredno v centru Preddvora, kjer je na robu obstoječe zazidave predvidena širitev stanovanjskih površin. Območje se nahaja v bližini vodotoka Suha, kar predstavlja možnost načrtovanja meteorne kanalizacije z odvajanjem padavinskih voda v vodotok.

3.2 Opis obravnavanega območja

Območje predstavlja predvideno stanovanjsko naselje, ki je že geodetsko urejeno z urejenimi gradbenimi parcelami. Parcelacija je izvedena tako, da so urejene notranje dostopne ceste, ki potekajo vzdolž območja v smeri sever–jug. Posamezne parcele po obliki in velikosti omogočajo gradnjo enodružinskih stanovanjskih objektov z urejenim dostopom.



Slika 5: 3D-prikaz obravnavanega območja v naselju Šiška

Vir: Google Earth, lastna obdelava.

Na parcelah se predvidi tipske enodružinske hiše s tlorisno površino 110 m^2. Objekti bodo namenjeni štiri- do petčlanskemu gospodinjstvu. Podatek o številu oseb bo osnova za izračun projektnega pretoka komunalne odpadne vode.



Slika 6: Obravnavano območje z označenimi parcelami

Vir: Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS), eProstor – IPI-portal, lastna obdelava

Tabela 1: Popis parcel

Namenska raba	**Naziv katastrske občine**	**Šifra katastrske občine**	**Parcelna številka**	**Površina parcele v m^2**
površine cest	BREG OB KOKRI	2083	526/1	1893
površine cest	BREG OB KOKRI	2083	526/66	689
parkirišče	BREG OB KOKRI	2083	526/47	306
parkirišče	BREG OB KOKRI	2083	526/48	268
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/51	710
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/52	695
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/53	1310
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/54	706
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/55	1230
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/56	826
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/57	710
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/59	832
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/60	669
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/61	661
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/62	614
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/64	626
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/65	615
površine za enodružinsko hišo	BREG OB KOKRI	2083	526/67	809

Vir: https://gis.iobcina.si/

V Tabeli 1 so prikazani podatki o parcelah na obravnavanem območju. Obravnavali bomo območje od parcele št. 526/47 do 526/67 in parcelo za dostopno cesto 526/1 v katastrski občini Breg ob Kokri 2083.

Iz podatkov o površinah je razvidno, da so parcele velike med 600 in 800 m^2, kar omogoča enodružinsko stanovanjsko pozidavo. Razlike v velikosti parcel vplivajo na:

– faktor zazidanosti,

– delež utrjenih površin,

– efektivne prispevne površine za dimenzioniranje meteorne kanalizacije.

Pri izdelavi idejne zasnove smo predvideli, da bodo na vseh parcelah, predvidenih za gradnjo, postavljeni objekti enake bivalne površine, razlikoval pa se bo delež zelenih in utrjenih površin.

3.3 Komunalna opremljenost območja

Na obravnavanem območju trenutno ni zgrajenega sistema za odvajanje komunalnih in padavinskih voda. Zato se predvidi celovita izgradnja ločenega kanalizacijskega sistema, ki obsega:

– fekalno kanalizacijo za odvajanje komunalnih odpadnih voda iz stanovanjskih objektov,

– meteorno kanalizacijo za odvajanje padavinskih voda z dostopnih cest in internih prometnih površin (dovozi).

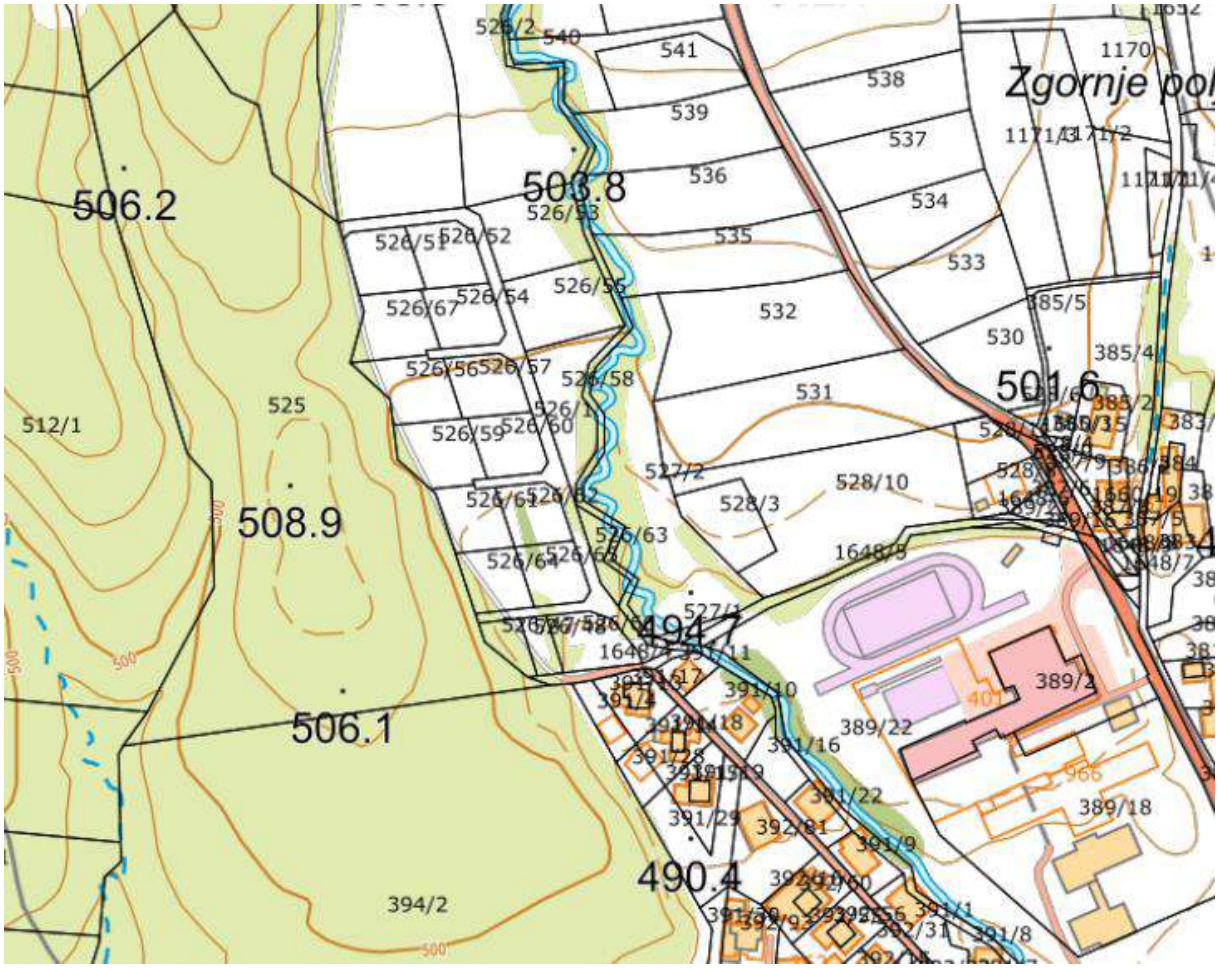
Fekalna kanalizacija je načrtovana kot gravitacijski sistem, ki se bo priključil na obstoječe javno kanalizacijsko omrežje občine. Pri tem bo zelo pomembno pravilno določiti padce in nivelete cevovodov glede na višinske kote terena.

Meteorna kanalizacija bo urejena ločeno. Predvidoma se bo odvajala proti vodotoku Suha, pri čemer bo treba preveriti, kolikšne iztočne količine so še dopustne, da ne poslabšajo poplavne ogroženosti dolvodno. Če bo potrebno, se bodo načrtovali tudi zadrževalni ali regulacijski objekti.

Obravnavano območje je značilen primer nove stanovanjske gradnje na robu obstoječega naselja. Zato je pomembno, da se komunalna infrastruktura načrtuje celostno in dolgoročno – ob upoštevanju zakonodaje, tehničnih zahtev, vplivov na okolje in tudi ekonomskega vidika.

3.4 Geomorfološke značilnosti terena

Obravnavano območje se nahaja na rahlo do zmerno nagnjenem terenu, ki pada v smeri proti jugovzhodu oziroma proti dolini vodotoka Suha. Relief je tipičen za robna predalpska območja občine Preddvor, na katerih se naselja umeščajo na prehodu med gozdnimi pobočji in nižinskim delom ob vodotokih.



Slika 7: Digitalni model terena (DTM) obravnavanega območja v naselju Šiška, občina Preddvor

Vir: (eprostor, 2026)

Prikaz reliefa omogoča analizo višinskih razlik in smeri gravitacijskega padca terena proti vodotoku Suha, kar predstavlja ključno podlago za hidravlično dimenzioniranje.

Na podlagi analize situacije (Slika 3 in 4) se vidi, da interna dostopna cesta obravnavanega območja na začetku poteka ob robu območja ob vodotoku Suha, parcele pa so razporejene na levi oz. zahodni strani, nato na polovici območja dostopna cesta preide na sredino, kjer so parcele razporejene na levo in desno. Takšna ureditev je precej ugodna, saj omogoča, da se kanalizacija vodi po osi ceste, kar je v praksi najbolj enostavno tako za izvedbo kot tudi za kasnejše vzdrževanje.

Teren na obravnavanem območju pada v smeri predvidenega iztoka, zato je mogoče fekalno kanalizacijo zasnovati kot gravitacijski sistem. Pri tem je treba paziti predvsem na ustrezne padce cevovodov – ti morajo biti dovolj veliki, da se zagotovi normalno odtekanje in da ne prihaja do nalaganja usedlin. Predlagana rešitev se preveri z vzdolžnim profilom, kjer se upoštevajo potek terena, globine cevi, padci in globine priključkov objektov.

Če se izkaže, da so na posameznih delih terena manjši padci ali celo lokalne depresije, se mora niveleta nekoliko prilagoditi oziroma cevi na teh mestih položiti globlje. Ena od možnosti je tudi vgradnja črpališča, vendar to pomeni dodatne stroške in dolgoročno večje stroške vzdrževanja, zato se temu, če je le mogoče, izognemo.

Pri meteornem odvodnjavanju naklon terena vpliva predvsem na hitrost odtoka vode. Večji kot je naklon, hitrejši je odtok vode, kar pa lahko povzroči težave na iztoku, na primer erozijo. Zato je treba pri iztoku v vodotok Suha predvideti ustrezno umiritev toka, po potrebi pa tudi umirjevalni objekt.

Velik vpliv na celotno zasnovo kanalizacije tako z vidika izvedbe kot tudi stroškov in delovanja sistema v prihodnje imajo višinske značilnosti terena.

3.5 Dostopna stanovanja

Pri načrtovanju novih stanovanjskih naselij je pomembno, da se zagotovi primerne pogoje bivanja za čim širši krog ljudi. Pri tem ne gre samo za povprečnega uporabnika, ampak tudi za starejše, invalide in osebe z omejeno mobilnostjo, zato je smiselno že v osnovi razmišljati o dostopnosti stanovanj.

Dostopna stanovanja so načrtovana tako, da omogočajo čim bolj enostaven dostop tako do objekta in tudi znotraj njega, in sicer brez večjih arhitektonskih ovir. To pomeni, da se že pri

zasnovi upoštevajo dovolj široki hodniki in prehodi, primerno urejeni vhodi, dovolj veliki sanitarni prostori ter možnost, da se notranji prostori po potrebi kasneje tudi prilagodijo.

V obravnavanem naselju so predvidene tipske enodružinske hiše s približno 160–180 m² bivalne površine. Takšna velikost omogoča precej fleksibilno razporeditev prostorov, kar je pomembno z vidika prilagajanja različnim potrebam stanovalcev skozi čas. Pri zasnovi parcelacije in prometne ureditve je bila upoštevana tudi dostopnost do objektov, predvsem v smislu zadostne širine dovozov in enostavnega dostopa.

Na splošno je dostopnost grajenega okolja pomemben del trajnostnega razvoja prostora, saj omogoča, da lahko prostor enakovredno uporabljajo vsi, ne glede na svoje fizične sposobnosti.

4 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA

4.1 Geodetske značilnosti terena

Geodetske značilnosti obravnavanega območja so bile določene na podlagi digitalnega modela terena (DTM), pridobljenega preko portala IPI – eProstor. S prikaza reliefa (Slika 4) so razvidni potek terena, višinske razlike in niveleta terena, kar je pomembno za nadaljnje načrtovanje kanalizacije.

Območje leži na rahlo nagnjenem terenu, ki se od začetka obravnavanega območja postopoma spušča proti vodotoku Suha, kar je z vidika odvodnjavanja vode ugodno. Izohipse so precej enakomerno razporejene, zato na območju ni večjih prelomov ali kakšnih izrazitih depresij.

Na podlagi tega lahko predvidimo, da bo fekalno kanalizacijo možno izvesti gravitacijsko, saj ni videti večjih višinskih ovir. To bo treba v nadaljevanju še preveriti z vzdolžnim profilom trase, kjer se bo natančneje pogledalo padce. Pomembno je, da so ti zadostni (okoli 0,5 %), da sistem normalno deluje in da ne prihaja do nalaganja usedlin.

Pri meteornem odvodnjavanju je pomembno predvsem to, da teren omogoča odtok vode proti najnižji točki, kjer je predviden iztok v vodotok Suha. Ker se z gradnjo poveča delež neprepustnih površin, se preveri tudi, ali to povzroči večje odtočne količine in ali se dá predvideti kakšne dodatne ukrepe, na primer zadrževanje vode.

4.2 Obstoječa komunalna infrastruktura in možnosti priključitve

Obravnavano območje se nahaja na robu obstoječe pozidave naselja Šiška v občini Preddvor, kjer je v širšem prostoru že vzpostavljena javna komunalna infrastruktura. V neposredni bližini območja potekajo obstoječi komunalni vodi, na katere se naveže infrastruktura obravnavanega območja. V sklopu diplomskega dela se bomo osredotočili samó na odvajanje odpadnih voda.

Obstoječa fekalna kanalizacija v naselju je zasnovana kot gravitacijski sistem, ki odvaja komunalne odpadne vode proti zbirnemu vodu in nadalje na čistilno napravo Preddvor. Možnost priključitve novega kanalizacijskega sistema na obstoječe omrežje je ključnega pomena za tehnično in ekonomsko upravičenost projekta, saj bi izgradnja samostojnega sistema ali črpališča bistveno povečala investicijske in obratovalne stroške.

Na podlagi analize prostorske lege in višinskih razmer se preveri:

– oddaljenost predvidene kanalizacijske cevi od obstoječega fekalnega voda,

– višinsko usklajenost nivelet,

– hidravlično kapaciteto obstoječega sistema,

– možnost gravitacijskega priključka brez povratnega vpliva.

Pri načrtovanju nove fekalne kanalizacije so ključne preveritev kote dna obstoječega kanalizacijskega voda in predvidene kote iztoka nove kanalizacije. V primeru, da bo zagotovljen zadosten višinski padec, bo priključitev možna brez potrebe po dodatnih tehničnih objektih. V nasprotnem primeru bi morali predvideti prečrpavanje, kar bi pomenilo dodatno investicijo in večje tveganje za motnje v delovanju sistema.

Na območju nove pozidave za odvod meteorne vode trenutno ni vzpostavljenega javnega sistema. Predvidena rešitev temelji na ločenem sistemu, kjer bodo padavinske vode z dovozov in prometnih površin speljane v ločeno meteorno kanalizacijo. Končni iztok je predviden v vodotok Suha, pri čemer se upošteva vodnogospodarske pogoje ter omejitve glede največjega dovoljenega iztoka in njegove onesnaženosti.

Obstoječa infrastruktura omogoča možnost priključitve nove fekalne kanalizacije na javni sistem, medtem ko bo meteorna kanalizacija zasnovana kot samostojen sistem z reguliranim iztokom. Končna tehnična rešitev bo določena na podlagi hidravličnih preračunov, preveritve kapacitet ter skladnosti z veljavno zakonodajo in s pogoji upravljavca javnega omrežja.

Na podlagi analize geodetskih podatkov in digitalnega modela terena je mogoče ugotoviti, da naravne morfološke značilnosti obravnavanega območja omogočajo izvedbo gravitacijskega kanalizacijskega sistema. Ugotovljene višinske razlike med posameznimi odseki načrtovane trase omogočajo določitev ustreznih vzdolžnih padcev kanalizacijskih vodov, ki zagotavljajo zahtevane hidravlične pogoje za učinkovito odvajanje komunalnih odpadnih voda brez potrebe po vgradnji črpališča oziroma drugih tlačnih elementov sistema.

Navedene ugotovitve predstavljajo prvo fazo preverjanja hipoteze H2, ki predvideva, da naravne značilnosti terena omogočajo gravitacijsko odvajanje fekalnih odpadnih voda. Končna potrditev hipoteze temelji na rezultatih hidravličnih izračunov in preveritvi ustreznosti

projektiranih vzdolžnih padcev kanalizacijskih vodov, ki so podrobneje predstavljeni v poglavju Dimenzioniranje fekalne kanalizacije.

5 URBANISTIČNA ZASNOVA IN TIPSKI OBJEKTI

5.1 Predvidena stanovanjska pozidava

Obravnavano območje predstavlja novo načrtovano stanovanjsko naselje v naselju Šiška v katastrski občini **Breg ob Kokri (k. o. 2083)** v občini Preddvor. Območje je že razdeljeno na posamezne gradbene parcele, ki so razporejene ob interni dostopni cesti, ta pa poteka po sredini naselja. Takšna razporeditev omogoča pregledno in razmeroma enostavno organizacijo komunalnih vodov. Fekalna in meteorna kanalizacija se lahko vodita ločeno, hkrati pa se zaradi naklona terena izkoristi možnost gravitacijskega odvajanja, kar je z vidika izvedbe in obratovanja ugodnejša rešitev.

Na območju je predvidena gradnja enodružinskih hiš, ki so tipizirane in podobnih tlorisnih dimenzij. Zasnova naselja je klasična, z manjšo gostoto pozidave, kar je značilno za taka območja. Med objekti so predvidene zelene površine, vsak objekt pa ima tudi svoj dovoz.

Predvidena je **pozidava s prostostoječimi enodružinskimi stanovanjskimi objekti**, umeščenimi na posamezne gradbene parcele velikosti med 614 m² in 1310 m², povprečna velikost pa znaša približno 785 m².

V območju je predvidenih:

– 15 gradbenih parcel za enodružinske hiše,

– 2 parceli, namenjeni prometni infrastrukturi (cesta),

– 2 parceli, namenjeni parkirišču.

Urbanistična zasnova sledi načelu:

– nizke gostote zazidave,

– prostostoječe gradnje,

– ohranjanju zelenih površin,

– enotnega oblikovnega tipa objektov.

Objekti so umeščeni vzdolž interne dostopne ceste z orientacijo bivalnih prostorov proti jugozahodu oziroma jugu, kar omogoča optimalno osončenje.

5.2 Določitev tipskega enodružinskega objekta

Na vseh parcelah je predvidena gradnja tipične enodružinske hiše z bivalno površino okoli 110 m². Hiša je pritlična z možnostjo izdelave mansarde, kar omogoča individualno fleksibilnosti pri razporeditvi prostorov. Tak objekt omogoča bivanje štirih do petih oseb.

Za potrebe enotne arhitekturne podobe območja je predvidena gradnja tipskega enodružinskega objekta **YTONG Polona**.

5.2.1 Osnovne značilnosti enodružinske hiše YTONG POLONA:

– tip: prostostoječa enodružinska hiša;

– etažnost: P + M (pritličje + mansarda);

– tlorisna površina bivalnega objekta: 110 m²;

– tlorisna površina dodatnih objektov (nadstreški za parkiranje, lope): 25 m²;

– bruto tlorisna površina: 160–180 m²;

– naklon strehe: dvokapnica.

5.2.2 Število prebivalcev

Za dimenzioniranje fekalne kanalizacije potrebujemo podatek, koliko ljudi bo stanovalo v naselju. Pri izračunu upoštevamo povprečno število prebivalcev na hišo, število objektov na območju in tudi faktor konične porabe vode. Ob predpostavki, da bodo v vsaki hiši štiri osebe, predstavlja vsaka parcela enako obremenitev kanalizacijskega sistema. To poenostavi načrtovanje kanalizacijskih cevi in pretokov.

Ker so vsi objekti tipizirani, lahko enotno ocenimo tudi porabo vode in posledično količino odpadne vode ter približno strešno površino, ki prispeva k meteornim vodam. To pomeni, da je načrtovanje kanalizacije precej enostavno in da lahko sistem dimenzioniramo na podlagi povprečnih vrednosti, ne da bi ga morali računati za vsako hišo posebej.

5.3 Faktor zazidanosti parcele

Faktor zazidanosti nam pove, koliko tlorisne površine zavzema površina objekta glede na celotno parcelo. Ker ima hiša tloris približno 135 m², je faktor zazidanosti odvisen predvsem od velikosti posamezne parcele. Na manjših parcelah je ta delež večji, na večjih pa manjši. Delež zazidanosti skupaj z utrjenimi površinami vpliva na razmerje zelenih površin, kar vpliva na dimenzioniranje meteorne kanalizacije, saj večji delež utrjenih površin pomeni več odtoka vode v sistem in večji koeficient odtoka.

Faktor zazidljivosti (FZ) se izračuna kot:

$$FZ = \frac{zazidalna\ površina\ objekta}{površina\ gradbene\ parcele}$$

5.4 Utrjene površine na parcelah

Poleg strehe hiše bodo na parceli še druge utrjene površine, kot so dovozi do objektov, parkirna mesta in tlakovane terase ali dvorišča. Te površine imajo veliko manjšo možnost infiltracije padavinske vode kot zelene površine, zato voda hitreje odteka. Meteorne vode z zasebnih parcel morajo ponikati ali se kako drugače odvajati na mestu nastanka.

Razmerje med prispevnimi površinami bo določeno glede na velikost posameznih parcel in tipične ureditve enodružinske hiše. Tako bomo izračunali, koliko padavinske vode bo odtekalo v sistem in kako je treba dimenzionirati meteorno kanalizacijo.

Tabela 2: Urbanistični kazalniki po parcelah

Parcela	Površina parcele (m²)	Tloris objekta (m²)	Faktor zazidljivosti (FZ)	Utrjene površine (m²)	Zelene površine (m²)
526/51	710	135	0,19	110	465
526/52	695	135	0,19	110	450
526/53	1310	135	0,10	110	1065
526/54	706	135	0,19	110	461
526/55	1230	135	0,11	110	985
526/56	826	135	0,16	110	581
526/57	710	135	0,19	110	465
526/59	832	135	0,16	110	587
526/60	669	135	0,20	110	424
526/61	661	135	0,20	110	416
526/62	614	135	0,22	110	369
526/64	626	135	0,22	110	381
526/65	615	135	0,22	110	370
526/67	809	135	0,17	110	564

Vir: Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS), eProstor – IPI-portal, lastna obdelava

Izračunani faktor zazidanosti pomeni nizko gostoto zazidave in visok delež zelenih površin, kar je značilno za območja individualne stanovanjske gradnje.

6 ZAKONODAJA

Pri projektiranju se upošteva sprejeto zakonodajo, uredbe, pravilnike, odloke in standarde, ki obravnavajo načrtovanje, gradnjo, preizkušanje, obratovanje ter vzdrževanje fekalne in meteorne kanalizacije.

6.1 Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode

Uredba določa oskrbovalne standarde in tehnične, vzdrževalne, organizacijske in druge ukrepe ter normative za izvajanje javne službe (Komunala Kranj, 2026).

6.2 Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo javne kanalizacije Komunale Kranj

Pravilnik določa tehnične normative za projektiranje, izvedbo, uporabo in vzdrževanje kanalizacijskega sistema za odvajanje odpadnih in padavinskih voda. Tehnični normativi, ki jih je potrebno upoštevati:

– kanalizacijski sistemi za predvidena poselitvena območja se projektirajo v ločenem sistemu;

– trase kanalizacije naj v največji možni meri potekajo po javnih površinah (ceste, poti, javne zelenice …);

– padci javne kanalizacije so določeni tako, da omogočajo normalno odtekanje odpadnih voda brez možnosti nabiranja usedlin in njihovega zadrževanja;

– s hidravličnim izračunom se določi količina odpadne vode, ki je osnova za dimenzioniranje sistema in objektov;

– pri dimenzioniranju fekalne kanalizacije se upošteva polnitev največ 50 % profila, meteorne pa 70 %;

– najmanjša začetna globina kanalov za komunalno odpadno vodo je 1,4 m;

– najmanjša začetna globina meteornega kanala je 0,8 m;

– najmanjši profil cevi javne kanalizacije je 200 mm;

– cevi kanalizacije morajo biti iz atestiranih materialov in vgrajene vodotesno ter imeti ustrezno obodno togost SN 8;

– revizijski jaški naj bodo v največji možni meri locirani na sredini cestišča ali med kolesnicami;

– revizijski jaški se vgrajujejo na mestih, na katerih se menjajo naklon, smer, profil kanala ali se združujeta dva ali več kanalov (Komunala Kranj, 2009).

6.3 Odlok o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v občini Preddvor

Odlok opredeljuje naloge odvajanja in čiščenja komunalne ter padavinske vode na območju občine Preddvor. Skladno z Odlokom morajo biti vse stavbe, v katerih nastaja odpadna voda, priključene na javno kanalizacijo (Občina Preddvor, 2012).

6.4 Standard SIST EN 752

SIST EN 752 je evropski standard, ki določa načela, zahteve in smernice za načrtovanje, gradnjo, preskušanje, obratovanje in vzdrževanje **kanalizacijskih sistemov zunaj stavb**. Uporablja se za vse vrste sistemov, ki zbirajo in odvajajo odpadne in padavinske vode od objektov do mest njihove obdelave ali odvajanja v okolje (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017).

7 DIMENZIONIRANJE FEKALNE KANALIZACIJE

Projektiranje sistema za odvajanje komunalnih in padavinskih odpadnih voda mora biti izvedeno v skladu z določili **Uredbe o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Ur. l. RS št. 98/15 s spremembami)**, ki ureja zbiranje, odvajanje in čiščenje komunalnih ter padavinskih odpadnih voda z namenom varovanja okolja, površinskih in podzemnih voda.

Ločen kanalizacijski sistem

Pri sodobnem načrtovanju novih naselji se uporablja **ločen kanalizacijski sistem** (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017), kjer se fekalna in meteorna voda odvajata ločeno. Takšen sistem ima več prednosti:

– manjše obremenitve čistilnih naprav,

– zmanjšano tveganje za prelivanje kanalizacije ob večjih padavinah,

– boljši nadzor nad količinami in kakovostjo odpadnih voda,

– možnost lokalnega zadrževanja in ponikanja meteorne vode.

Fekalna kanalizacija

Fekalna kanalizacija je namenjena odvajanju komunalne odpadne vode, ki nastaja v stanovanjskih objektih pri vsakodnevnih dejavnostih, kot so uporaba sanitarij, priprava hrane, pranje in čiščenje. V skladu z uredbo mora biti komunalna odpadna voda praviloma speljana v **javni kanalizacijski sistem**, ki jo vodi na komunalno čistilno napravo, kjer se izvede ustrezno čiščenje pred izpustom v okolje (Vlada Republike Slovenije, 2015) (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017).

Pri projektiranju fekalne kanalizacije je treba upoštevati naslednja osnovna načela:

– zagotavljanje neprekinjenega in varnega odvajanja komunalnih odpadnih voda;

– vodotesnost kanalizacijskega sistema, s čimer se preprečuje pronicanje odpadnih voda v tla in podzemne vode;

– ustrezno dimenzioniranje cevovodov glede na predvideno število prebivalcev;

– zagotavljanje ustreznih padcev kanalov za gravitacijski odtok odpadnih voda;

– omogočanje rednega vzdrževanja in čiščenja kanalizacijskega omrežja.

7.1 Določitev projektne obremenitve (število prebivalcev)

Osnova za dimenzioniranje fekalne kanalizacije je določitev projektnega števila prebivalcev, ki bodo priključeni na sistem.

Na obravnavanem območju je predvidena gradnja tipskih enodružinskih hiš z bivalno površino 110 m². Glede na strukturo podobnih stanovanjskih območij v občini Preddvor je realno pričakovati povprečno 4 prebivalce na objekt.

Če je na območju predvidenih 15 parcel, znaša projektno število prebivalcev:

$$PE = 15 \cdot 4 = 60\, prebivalcev.$$

Za potrebe hidravličnega dimenzioniranja se uporablja enota populacijski ekvivalent (PE), kjer 1 PE predstavlja organsko obremenitev enega prebivalca.

7.2 Specifična poraba vode

Specifična dnevna poraba vode q_{spec} za gospodinjstva v Sloveniji znaša med 120 in 150 l/PE/dan. Za projektiranje se običajno upošteva konservativna vrednost (Vlada Republike Slovenije, 2015), Statistični urad RS – poraba pitne vode na prebivalca, 2026:

$$q_{spec} = 150\, l/PE/dan.$$

Dnevna količina komunalne odpadne vode znaša:

$$Q_d = N \cdot q_{spec}$$
$$Q_d = 60 \cdot 150 = 9000\, l/dan$$
$$Q_d = 9{,}0\, m^3/dan,$$

kjer je:

– $Q_{d:}$: dnevna količina odpadne vode (l/dan),

– N: število prebivalcev.

7.3 Faktor končne obremenitve

Ker poraba vode skozi dan ni enakomerna, je potrebno upoštevati faktor konice (φ). Za manjša naselja (do 100 PE) znaša faktor konice med 2,5 in 4,0.

Za varno dimenzioniranje se uporabi:

$$\varphi = 3{,}0.$$

Povprečni urni pretok Q_{sr}:

$$Q_{sr} = \frac{Q_d}{24} = \frac{9}{24} = 0{,}375\, m^3/h.$$

Konični pretok Q_{max}:

$$Q_{max} = Q_{sr} \cdot \varphi$$
$$Q_{max} = 0{,}375 \cdot 3 = 1{,}125\, m^3/h = 0{,}31\, l/s.$$

Projektni fekalni pretok območja tako znaša približno:

$$\mathrm{Q_{max}} \approx 0{,}30\ \mathrm{l/s}.$$

7.4 Izbor minimalnega premera cevi

Skladno s Tehničnim pravilnikom Komunale Kranj je najmanjši možni premer cevi za javno kanalizacijo DN 200 mm.

Hidravlično bi zadostoval manjši premer DN 150 mm; večja dimenzija se predvidi zaradi:

– možnosti kasnejše širitve naselja,

– preprečevanja zamašitev.

7.5 Hidravlični izračun fekalne kanalizacije po Manningovi enačbi

Za hidravlično preveritev dimenzioniranja fekalne kanalizacije je bil uporabljen izračun po Manningovi enačbi (Kolar, 1983). Ta enačba opisuje enakomeren tok v odprtih kanalih ter delno ali polno zapolnjenih ceveh in predstavlja temeljno metodo za dimenzioniranje gravitacijskih kanalizacijskih sistemov.

Manningova enačba je zapisana v obliki:

$$Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2},$$

kjer pomeni:

– Q: pretok (m^3/s),

– n: Manningov koeficient hrapavosti (–),

– A: omočena površina prereza (m^2),

– R: hidravlični radij (m),

– I: vzdolžni padec cevi (–).

Uporaba enačbe in metodologija dimenzioniranja kanalizacijskih vodov sta podrobno predstavljeni v delu raziskovalca Kolarja *Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda*, v katerem so opisane tudi priporočene vrednosti koeficientov hrapavosti in minimalni pogoji za samočistilno delovanje sistema.

Vhodni podatki za izračun

Izračunani projektni konični pretok:

$$Q_{max} = 0{,}30\ l/s = 0{,}00030\ m^3/s.$$

Predvideni premer cevi:

$$DN\ 200 \Rightarrow D = 0{,}20\ m.$$

Material kanalizacijske cevi: PVC

Manningov koeficient za cev:

$$n = 0{,}013.$$

Predvideni vzdolžni padec 0,5 %:

$$I = 0{,}005.$$

Geometrijski parametri

Površina prereza:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0{,}0314\ m^2.$$

Hidravlični radij pri polni cevi:

$$R = \frac{D}{4} = 0{,}05\ m.$$

Izračun kapacitete

$$Q = \frac{1}{0{,}013} \cdot 0{,}0314 \cdot 0{,}05^{2/3} \cdot 0{,}005^{1/2}$$

$$Q \approx 0{,}0095\ m^3/s = 9{,}5\ l/s$$

Kapaciteta cevi DN 200 pri 0,5-odstotnem padcu znaša približno 9,5 l/s, kar bistveno presega projektni fekalni pretok 0,30 l/s.

Preveritev hitrosti toka

Hitrost toka vode se določi po enačbi:

$$v = \frac{Q_{max}}{A}$$

Pri projektnem pretoku:

$$v = \frac{0{,}00030}{0{,}0314} = 0{,}0096\ m/\text{s}.$$

Izračun kaže, da bo cev pri tako majhni obremenitvi delovala le delno zapolnjena, zato bo dejanska hitrost toka višja, kot je izračunana pri predpostavki polne cevi. Natančna zapolnitev in hitrosti bodo preverjene s pomočjo programske opreme Sewer+ (Kolar, 1983).

Rezultati hidravličnih izračunov kažejo, da izbrani vzdolžni padec cevovoda v višini 0,5 % zagotavlja ustrezno hidravlično zmogljivost kanalizacijskega voda in omogoča zanesljivo gravitacijsko odvajanje komunalnih odpadnih voda.

Na podlagi izvedenih analiz in rezultatov hidravličnega dimenzioniranja kanalizacijskega sistema je mogoče potrditi hipotezo H2. Naravne morfološke značilnosti terena in ustrezno projektirani vzdolžni padci omogočajo izvedbo gravitacijskega kanalizacijskega sistema, ki zagotavlja varno, učinkovito in hidravlično ustrezno odvajanje komunalnih odpadnih voda brez potrebe po dodatnih objektih za prečrpavanje.

7.6 Dimenzioniranje meteorne kanalizacije

Meteorna kanalizacija je predvidena za odvajanje padavinskih voda s prometnih in parkirnih površin znotraj obravnavanega območja.

Sistem odvodnjavanja je zasnovan kot ločen sistem kanalizacije, pri katerem se meteorne vode odvajajo neodvisno od komunalne odpadne vode.

Pri projektiranju meteorne kanalizacije se upošteva načelo zmanjševanja površinskega odtoka, zato padavinske vode s streh objektov ter individualnih površin znotraj gradbenih parcel niso vključene v sistem javne meteorne kanalizacije, ampak se rešujejo lokalno z zadrževanjem in s ponikanjem na mestu nastanka.

Dimenzioniranje kanalizacije za odvod padavinskih voda je izvedeno po racionalni metodi, in sicer skladno s standardom SIST EN 752, pri čemer je maksimalni odtok določen glede na intenziteto projektnega naliva, velikost prispevne površine in koeficient odtoka.

Na podlagi izračunanega projektnega pretoka je mogoče ugotoviti, da je predvideni sistem meteorne kanalizacije ustrezno dimenzioniran za varno in učinkovito odvajanje padavinskih voda z obravnavanega območja. Pri načrtovanju sistema je bilo upoštevano načelo trajnostnega ravnanja s padavinskimi vodami, pri katerem padavinske vode s streh stanovanjskih objektov ponikajo na mestu njihovega nastanka, medtem ko se v javni sistem meteorne kanalizacije odvajajo zgolj padavinske vode s prometnih in parkirnih površin.

Takšna projektna rešitev pomembno zmanjšuje hidravlično obremenitev kanalizacijskega omrežja, prispeva k zmanjšanju odtočnih količin ter omejuje neposredne vplive na vodni režim in obremenitev vodotoka Suha. Poleg tega omogoča učinkovitejše upravljanje padavinskih voda in sledi sodobnim smernicam trajnostnega načrtovanja komunalne infrastrukture.

Navedene ugotovitve predstavljajo izhodišče za preverjanje hipoteze H3, njena dokončna potrditev pa bo podana na podlagi analize hidravličnih razmer na iztoku meteorne kanalizacije in presoje vplivov odvajanja padavinskih voda v vodotok.

7.6.1 Projektni naliv

Za določitev projektnega pretoka je potrebno izbrati projektni naliv ustrezne povratne dobe. Za stanovanjska naselja se običajno upošteva naliv s povratno dobo 10 let (ARSO, 2026) (T = 10 let) v trajanju 15 minut.

Podatki o intenziteti padavin so pridobljeni iz merilnih postaj Agencija Republike Slovenije za okolje. Izbrali smo najbližjo meteorološko postajo na Letališču Brnik (Letališče Jožeta Pučnika).

Postaja: LETALIŠČE JP LJUBLJANA
Obdobje: 1970 - 1993, 2004 - 2004

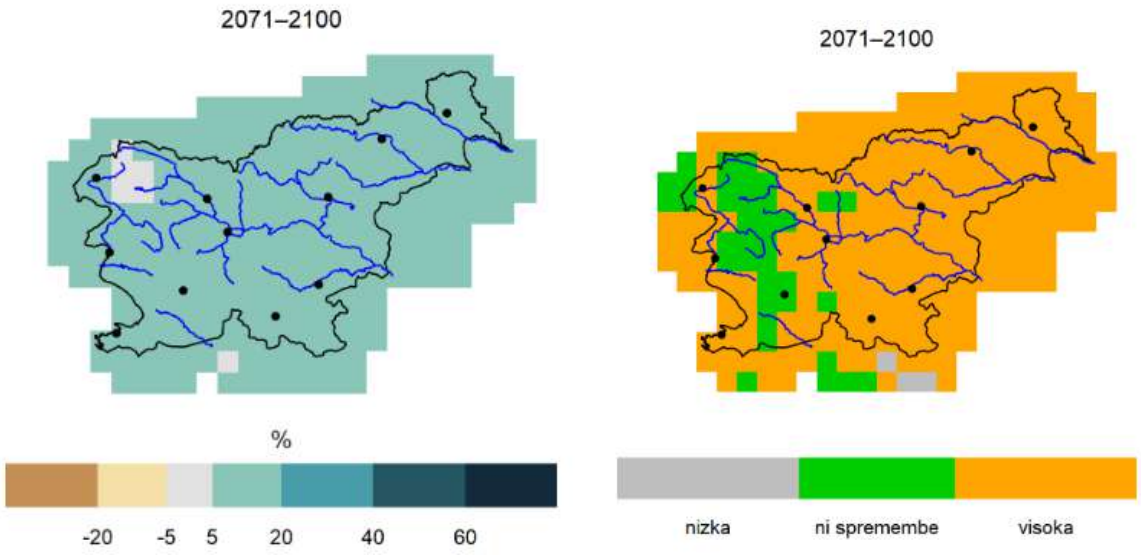
Količina padavin (l/(sec*ha))

trajanje padavin	POVRATNA DOBA							
	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let	
5 min	226	307	361	430	480	531	597	l/(sec*ha)
10 min	177	240	282	334	373	412	463	l/(sec*ha)
15 min	149	206	243	291	326	361	407	l/(sec*ha)
20 min	131	179	212	252	282	312	352	l/(sec*ha)
30 min	102	139	164	194	217	240	269	l/(sec*ha)
45 min	80	106	123	144	160	176	197	l/(sec*ha)
60 min	66	86	100	117	130	143	160	l/(sec*ha)
90 min	49	64	74	87	97	106	119	l/(sec*ha)
120 min	40	53	62	73	81	89	100	l/(sec*ha)
180 min	30	40	47	55	61	67	76	l/(sec*ha)
240 min	25	33	38	45	50	55	62	l/(sec*ha)
300 min	22	29	34	40	44	49	54	l/(sec*ha)
360 min	19	25	30	35	39	43	48	l/(sec*ha)
540 min	14	19	22	26	29	32	36	l/(sec*ha)
720 min	12	16	18	21	24	26	29	l/(sec*ha)
900 min	11	14	16	18	20	22	24	l/(sec*ha)
1080 min	9	12	14	16	17	19	21	l/(sec*ha)
1440 min	8	10	11	13	14	16	17	l/(sec*ha)

Slika 8: Povratne dobe za ekstremne padavine

Vir: (crossrisk, 2026)

Ob upoštevanju podnebnih sprememb se je za izračune upošteval dodatni koeficient za povečanje intenzitete padavin glede na Atlas podnebnih sprememb (APS), kjer so izvedeni trije računski modeli RCP 2.6, 4.5 in 8.5. Kot merodajnega smo upoštevali model 4.5.



Slika 9: Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja v Atlasu podnebnih projekcij

Vir: https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/OPS21/Priloge-app/#/prikaz/2

Gornji sliki prikazujeta potrebno povečanje intenzitet po Atlasu podnebnih sprememb (APS) RCP4.5 ob upoštevanju najviše dnevne padavine.

Pri upoštevanem dodatnem koeficientu smo upoštevali manj ugodni scenarij, in sicer letno povišanje. V letnem povišanju se predvidi do 15-odstotno povečanje.

Za obravnavano območje se upošteva 15-minutno trajanja naliva, ki temelji na oceni časa koncentracije obravnavanega območja, ki je zaradi majhne površine in relativno kratkih odtočnih poti kratek.

Tako ob upoštevanju 10-letne povratne dobe in trajanja naliva 15 minut korigirana vrednost intenziteta padavin znaša:

$$i = 279\ l/s/ha$$

7.6.2 Obremenitev kanala padavinske vode

V izračun meteorne kanalizacije so vključene izključno prometne in parkirne površine. Za posamezne površine so uporabljeni naslednji koeficienti odtoka:

Skupne prispevne površine znašajo:

Tabela 3: Koeficient odtoka k

Površina	Koeficient odtoka k
Asfaltirane prometne površine	0,80
Parkirne površine	0,80

Vir: lasten

Tabela 4: Površine prispevnih površin

Namenska raba	Površina (m^2)
Dostopna cesta 1	1893
Dostopna cesta 2	689
Parkirišče 1	306
Parkirišče 2	268

Vir: lasten

Skupna površina:

$$A = 3156\ m^2$$

Reducirana površina se določi po enačbi:

$$A_{red} = A \cdot k$$
$$A_{red} = 3156 \cdot 0{,}80$$
$$A_{red} = 2524{,}8\ m^2$$
$$A_{red} = 0{,}2525\ ha$$

7.6.3 Izračun pretoka Q

Izračun maksimalnega projektnega pretoka

Projektni pretok padavinske vode Q je določen po racionalni metodi:

$$Q = q \cdot A,$$

kjer je:

– q: intenziteta padavin (l/s/ha),

– A: reducirana prispevna površina (ha).

Izračun:

$$Q = 282 \cdot 0{,}2525$$
$$Q = 71{,}2\ l/s$$

7.6.4 Dimenzioniranje cevovoda

Na osnovi izračunanega projektnega pretoka je izvedena hidravlična kontrola dimenzije cevovoda.

Predvidena je izvedba gravitacijskega sistema iz PVC-kanalizacijskih cevi.

Pri dimenzioniranju je upoštevan minimalni vzdolžni padec cevovoda:

$$i = 0{,}5\ \%$$

Hidravlična prevodnost cevovodov pri navedenem padcu znaša približno:

Tabela 5: Pretok cevi glede na premer cevi

Profil cevi	**Pretok**
DN 200	do 30 l/s
DN 250	do 50 l/s
DN 300	do 80 l/s

Vir: (Kolar, 1983)

Ker znaša maksimalni projektni pretok $Q = 71{,}2\ l/s$, se kot ustrezna dimenzija cevovoda izbere: DN 300.

V izračun niso vključene strešne površine objektov in individualne utrjene površine znotraj gradbenih parcel, saj se meteorne vode s teh površin rešujejo lokalno s ponikanjem.

7.6.5 Koeficient zakasnitve ψ

$$\psi = \frac{1}{\sqrt[n]{A}} \leq 1,$$

kjer je:

– n: faktor razgibanosti terena,

– A: prispevna površina (ha).

Vrednost $n = 4$ za raven teren, $n = 6$ za razgiban teren in $n = 8$ za zelo strm teren.

Za nadaljnje izračune upoštevamo koeficient zakasnitve $\psi = 1$.

7.6.6 Izračun projektnega pretoka

$Q = C \cdot i \cdot A \cdot \psi$ Ker smo že upoštevali efektivno površino (A_{red}), lahko vzamemo:

$$C = 1 \text{ in } \psi = 1$$
$$Q = 1 \cdot 279 \cdot 0{,}2525 \cdot 1$$
$$Q = 70{,}4 \ l/s.$$

Projektni meteorni pretok območja znaša približno:

$$Q_{max} \approx 70 \ l/s$$

(Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017) (Kolar, 1983).

7.6.7 Predhodna izbira premera cevi

Za gravitacijsko meteorno kanalizacijo z uporabo Manningove enačbe (Kolar, 1983) in s padcem približno 0,5–1,0 % se okvirno preveri premer.

Ker je pretok bistveno večji kot pri fekalni kanalizaciji (70 l/s), bo potreben bistveno večji premer cevi, predvidoma DN 300 ali DN 400.

Natančna dimenzioniranja bodo izvedena s pomočjo programske opreme Sewer+, kjer bodo preverjeni zapolnitev, hitrost toka in vpliv vzdolžnega padca.

7.7 Hidravlično dimenzioniranje meteorne kanalizacije po Manningovi enačbi

Za dimenzioniranje meteorne kanalizacije je bila uporabljena Manningova enačba, ki opisuje tok v odprtih kanalih in delno zapolnjenih ceveh. Enačba omogoča določitev pretoka glede na geometrijo cevi, hrapavost materiala in vzdolžni padec.

Manningova enačba:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2},$$

kjer je:

– Q: pretok (m³/s),

– n: Manningov koeficient hrapavosti (–),

– A: omočen presek (m²),

– R: hidravlični radij (m),

– I: vzdolžni padec cevi (–).

Metoda je standardno uporabljena pri dimenzioniranju kanalizacijskih sistemov v skladu s standardom SIST EN 752.

Projektni podatki

Iz predhodnih poglavij: projektni pretok

$$Q = 70\ l/s.$$

Predvideni projektni parametri:

parameter	**vrednost**
– material cevi:	PVC / PE
– Manning koeficient:	n = 0,013
– vzdolžni padec:	I = 0,005 (0,5 %)

Preveritev premera cevi DN 300

– premer:

$$D = 0{,}30\ m$$

– presek cevi:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \cdot 0{,}3^2}{4}$$

$$A = 0{,}0707\ m^2$$

– hidravlični radij pri polni cevi:

$$R = \frac{D}{4}$$

$$R = 0{,}075m$$

Izračun pretoka:

$$Q = \frac{1}{0{,}013} \cdot 0{,}0707 \cdot 0{,}075^{\frac{2}{3}} \cdot 0{,}005^{\frac{1}{2}} = 0{,}068 \frac{m^3}{s} = 68{,}4\ l/s$$

Primerjava pretokov

Tabela 6: Primerjava pretokov

Izračunani pretok	70,4 l/s
Izračunani pretok cevi DN 300 mm	68,4 l/s
Pretok cevi DN 300 mm po podatkih proizvajalcev	do 80 l/s

Vir: lasten

Zaradi upoštevanja časa koncentracije posamezne prispevne površine, akumulacijskega volumna in naklona meteorne kanalizacije ter navsezadnje različnih podatkov se za načrtovanje meteorne kanalizacije uporabi cev premera DN 300 mm in ne večja.

Hitrost toka

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0{,}70}{0{,}0707}$$

$$v = 0{,}99\ m/s$$

Preveritev pogojev

Minimalna hitrost samočiščenja v kanalizaciji:

$$v_{min} = 0{,}7\ m/s.$$

Izračunana hitrost:

$$v = 0{,}99\ m/s.$$

Pogoj je izpolnjen.

Sklep dimenzioniranja

Na podlagi izvedenega hidravličnega izračuna je za obravnavani odsek meteorne kanalizacije primerna cev: **DN 300**.

Cev pri predvidenem padcu 0,5 % zagotavlja zadostno hidravlično kapaciteto in ustrezno hitrost toka za preprečevanje usedanja sedimentov.

Izračun je bil v nadaljevanju preverjen s programsko opremo Sewer+.

7.7.1 Preveritev zapolnitve cevi

Pri dimenzioniranju kanalizacijskih sistemov se praviloma ne projektira popolnoma zapolnjenih cevi, temveč delno zapolnjene profile. Tak način obratovanja omogoča prezračevanje sistema, zmanjšuje nevarnost tlačnega toka in omogoča varnostno rezervo pri večjih padavinskih dogodkih.

Za preveritev zapolnitve cevi je bila uporabljena programska oprema Sewer+, ki omogoča hidravlično simulacijo toka v kanalizacijskem sistemu.

Na podlagi projektnega pretoka:

$$Q = 70\ l/s$$

in izbranega premera cevi:

$$DN = 300$$

je bila določena stopnja zapolnitve cevi. Rezultati simulacije kažejo, da cev obratuje pri približno polnitvi:

$$h/D \approx 0{,}70,$$

kjer je:

– h: globina toka (m),

- – D: premer cevi (m).

Takšna zapolnitev je primerna, saj je priporočljivo, da zapolnitev meteorne kanalizacije pri projektnih pogojih ne presega približno 70 %. Na ta način je zagotovljena zadostna hidravlična rezerva v primeru intenzivnejših padavinskih dogodkov.

7.7.2 Izpust meteorne kanalizacije v vodotok

Padavinske vode iz obravnavanega območja se preko meteorne kanalizacije odvajajo v bližnji vodotok Suha.

Pri načrtovanju izpusta je potrebno zagotoviti:

– stabilno priključitev na strugo vodotoka,

– zaščito brežine pred erozijo,

– ustrezno energijsko disipacijo toka.

Izpust je predviden v obliki betonskega iztočnega objekta z zaščitno kamnito zložbo. Takšna rešitev preprečuje erozijo brežine in dna vodotoka ter zagotavlja stabilno odvajanje meteorne vode tudi ob večjih pretokih.

Iztočni objekt je dimenzioniran na projektni pretok $Q = 70\ l/s$, kar zagotavlja varno odvajanje padavinske vode z obravnavanega območja. Preveritev v programu Sewer+ je pokazala, da sistem deluje v režimu prostega toka, pri čemer zapolnitev cevi ne presega priporočene vrednosti. Hidravlična linija poteka pod nivojem pokrovov revizijskih jaškov, kar pomeni, da ni nevarnosti prelivanja ali tlačnega toka v sistemu.

Na podlagi izvedenih hidravličnih izračunov in preveritve delovanja načrtovanega sistema meteorne kanalizacije je bilo ugotovljeno, da predvideni izpust padavinskih voda ne povzroča bistvenega povečanja hidravlične obremenitve vodotoka Suha. Projektna rešitev temelji na ločenem odvajanju padavinskih voda, pri čemer padavinske vode s streh stanovanjskih objektov ponikajo na mestu njihovega nastanka, medtem ko se v javni sistem meteorne kanalizacije odvajajo izključno padavinske vode s prometnih in parkirnih površin. S tem se učinkovito zmanjšujeta količina odvedene padavinske vode in vpliv posega na vodni režim obravnavanega vodotoka.

Rezultati izvedene analize potrjujejo, da predlagana tehnična rešitev zagotavlja hidravlično ustrezno in varno odvajanje padavinskih voda ob upoštevanju načel varstva vodnih virov, zmanjševanja obremenitev vodnega okolja in trajnostnega upravljanja z vodami. Na podlagi pridobljenih rezultatov je mogoče potrditi hipotezo H3, saj načrtovani sistem meteorne kanalizacije omogoča učinkovito odvajanje padavinskih voda brez bistvenega negativnega vpliva na vodotok Suha.

8 DIMENZIONIRANJE LOVILCA OLJ

Pri odvajanju padavinskih voda s prometnih in z manipulativnih površin obstaja možnost onesnaženja z mineralnimi olji, gorivi in drugimi ogljikovodiki. Zaradi varovanja vodnega okolja je potrebno pred izpustom v vodotok zagotoviti ustrezno čiščenje padavinske vode.

Za ta namen se v sistem meteorne kanalizacije vgradi **lovilec olj**, ki omogoča ločevanje lahkih tekočin od vode na osnovi razlike v gostoti. Dimenzioniranje lovilcev olj se izvaja v skladu s standardom SIST EN 858, ki določa zahteve za načrtovanje, dimenzioniranje in obratovanje separatorjev lahkih tekočin.

8.1 Določitev projektnega pretoka

Velikost lovilca olj se določi na podlagi projektnega pretoka padavinske vode, ki priteka na napravo.

Projektni pretok je bil določen v poglavju hidravličnega dimenzioniranja meteorne kanalizacije in znaša:

$$Q = 70\ l/s.$$

Pri dimenzioniranju lovilcev olj se pogosto uporablja nazivni pretok separatorja **NS**, ki je izražen v litrih na sekundo.

$$NS = Q.$$

8.2 Izbira tipa lovilca olj

Standard SIST EN 858 razlikuje med dvema osnovnima tipoma separatorjev:

- **Razred I:**
  - iztok ≤ 5 mg/l olj,
  - vsebuje koalescentni filter,
  - uporablja se za izpust v vodotoke.

• **Razred II:**

– iztok ≤ 100 mg/l olj,

– brez koalescentnega filtra,

– uporablja se pri manj zahtevnih pogojih.

Ker se padavinske vode z obravnavanega območja odvajajo v vodotok Suha, je potrebno predvideti **lovilec olj razreda I**.

8.3 Izbira velikosti separatorja

Lovilci olj (LO) se izdelujejo v standardiziranih velikostih nazivnega pretoka.

Tabela 7: Tipi lovilcev olj

Tip LO	Nazivni pretok
NS 10	10 l/s
NS 20	20 l/s
NS 50	50 l/s
NS 80	80 l/s
NS 100	100 l/s

Vir: (ROTOECO, 2026)

Ker izračunan pretok znaša **70 l/s**, se izbere naslednja večja standardna velikost:

$$NS = 80$$

Predviden je **koalescentni lovilec olj NS 80**, ki zagotavlja zadostno hidravlično kapaciteto in učinkovito ločevanje lahkih tekočin.

Lovilec olj ROTOECO RoSep NS 80

Lovilci olj RoSep NS 80 so namenjeni čiščenju padavinskih voda na površinah, kjer obstaja možnost onesnaženja z mineralnimi olji (npr. parkirišča, garaže, logistične površine). Naprava omogoča ločevanje olj in suspendiranih delcev iz meteorne vode pred izpustom v okolje.

Separator je sestavljen iz dveh komor:

– usedalnik, kjer se izločijo težji delci (pesek, sediment);

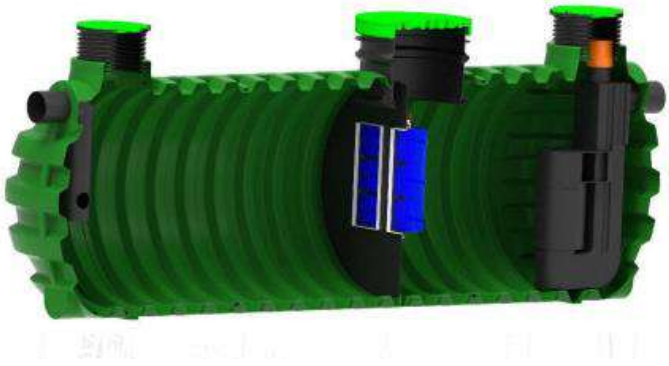
– separator s koalescentnim filtrom, kjer se drobne kapljice olja združujejo v večje in izplavajo na površino.

Vgrajena je tudi **avtomatska zapora**, ki prepreči iztok olja v okolje v primeru večje količine olja v separatorju ali pri večjih padavinah.

Naprava je dimenzionirana v skladu s standardom **SIST EN 858-1 in SIST EN 858-2**, ki določata zahteve za separatorje lahkih tekočin.

Tabela 8: Tehnični podatki lovilca olj RoSep NS 80

Parameter	**Vrednost**
Nazivni pretok	**80 l/s**
Skupni volumen	**20,000 l**
Volumen usedalnika	**9,630 l**
Volumen separatorja	**9,420 l**
Maksimalna količina olja	**4,680 l**
Material	**polietilen (PE)**
Premer priključnih cevi	**DN 300**
Dimenzije	**6290 x 2310 x 2850 mm**
Revizijske odprtine	**2 x Φ 600, Φ 800, Φ 250 mm**
Kakovost iztoka	**< 5 mg/L (razred I)**
Standard	**SIST EN 858-1, SIST EN 858-2**



Slika 10: Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja v Atlasu podnebnih projekcij

Vir: (ROTOECO, 2026)

8.4 Sestavni deli lovilca olj

Tipičen sistem lovilca olj je sestavljen iz naslednjih elementov:

– usedalnik za pesek in suspendirane delce,

– separator lahkih tekočin,

– koalescentni filter,

– plovni zaporni ventil,

– revizijski jašek za vzdrževanje.

Koalescentni filter omogoča združevanje manjših kapljic olja v večje, kar izboljša učinkovitost ločevanja.

8.5 Vzdrževanje in obratovanje

Za pravilno delovanje lovilca olj je potrebno redno vzdrževanje, ki vključuje:

– odstranjevanje zbranih olj,

– praznjenje usedalnika,

– čiščenje koalescentnega filtra,

– pregled zapornega plovca.

Vzdrževanje se izvaja v skladu z navodili proizvajalca in zahtevami standarda SIST EN 858.

Za čiščenje padavinskih voda je predvidena vgradnja koalescentnega lovilca olj **RoSep NS 80** proizvajalca ROTO ECO. Naprava je izdelana iz polietilena in je namenjena podzemni vgradnji v sistem meteorne kanalizacije. Lovilec olj je sestavljen iz usedalnega dela za izločanje težjih delcev in ločevalnega dela s koalescentnim filtrom, ki omogoča združevanje drobnih kapljic olja in njihovo izločanje iz vode. Na iztoku je vgrajena avtomatska zapora, ki preprečuje izpust olja v okolje. Separator zagotavlja koncentracijo mineralnih olj na iztoku manj kot 5 mg/L in je dimenzioniran v skladu s standardoma SIST EN 858-1 in SIST EN 858-2. (ROTOECO, 2026)

9 ORIENTACIJSKI IZRAČUN HIDRAVLIČNE OBREMENITVE PRI MEŠANEM IN LOČENEM KANALIZACIJSKEM SISTEMU

Pri načrtovanju kanalizacijskih sistemov je pomembno upoštevati razliko med količino fekalnih in meteornih voda. Pri mešanem kanalizacijskem sistemu se obe vrsti voda odvajata po istem cevovodu do čistilne naprave, kar lahko povzroči znatno povečanje hidravlične obremenitve sistema.

Za obravnavano stanovanjsko območje je bilo predvidenih približno **15 stanovanjskih objektov**.

Povprečna poraba vode na prebivalca v Sloveniji znaša približno **150 l/dan**. Če predvidimo povprečno **4 prebivalce na hišo**, lahko ocenimo količino fekalne odpadne vode.

Skupna dnevna količina odpadne vode:

$$Q_{fekalna} = 15 \cdot 4 \cdot 150 = \frac{9000\,l}{dan}.$$

$$Q_{fekalna} \approx 0{,}104\,l/s.$$

Projektni pretok meteorne vode je bil izračunan z racionalno metodo in znaša:

$$Q_{meteorna} = 70\,l/s.$$

Razmerje med pretokoma znaša:

$$\frac{Q_{meteorna}}{Q_{fekalna}} = \frac{70}{0{,}104} \approx 673.$$

To pomeni, da je projektni pretok meteorne vode približno **673-krat večji od fekalnega pretoka**.

Če bi bil na območju predviden **mešani kanalizacijski sistem**, bi ta velika količina padavinske vode dodatno obremenjevala fekalno kanalizacijo in čistilno napravo. Pri večjih padavinah bi lahko prišlo tudi do preobremenitve sistema.

Pri **ločenem kanalizacijskem sistemu** se meteorne vode odvajajo ločeno od fekalne kanalizacije, zato čistilna naprava obdeluje predvsem fekalne odpadne vode. S tem se zmanjša hidravlična obremenitev sistema in izboljša učinkovitost delovanja čistilne naprave.

Na podlagi orientacijskega izračuna hidravličnih obremenitev ter primerjalne analize ločenega in mešanega kanalizacijskega sistema je mogoče ugotoviti, da izvedba ločenega kanalizacijskega sistema zahteva nekoliko višja začetna investicijska sredstva zaradi izgradnje dveh ločenih kanalizacijskih omrežij za odvajanje komunalnih odpadnih in padavinskih voda. Kljub višjim investicijskim stroškom takšna rešitev z vidika obratovanja in dolgoročne učinkovitosti prinaša številne tehnične in okoljske prednosti.

Ločeni kanalizacijski sistem namreč zmanjšuje hidravlično obremenitev kanalizacijskega omrežja in komunalne čistilne naprave, saj preprečuje dotok večjih količin padavinskih voda v sistem za odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda. Posledično se izboljšata zanesljivost in učinkovitost delovanja sistema, zlasti v času intenzivnih padavinskih dogodkov, zmanjšajo pa se tudi obratovalni stroški ter tveganje za hidravlične preobremenitve posameznih elementov kanalizacijskega omrežja.

Rezultati izvedene primerjalne analize potrjujejo, da je izbira ločenega kanalizacijskega sistema za obravnavano območje strokovno utemeljena in z vidika trajnostnega upravljanja komunalne infrastrukture dolgoročno primernejša od izvedbe mešanega sistema. Na podlagi navedenih ugotovitev je mogoče potrditi hipotezo H1, saj ločeni kanalizacijski sistem kljub nekoliko višjim začetnim investicijskim stroškom zaradi nižjih obratovalnih stroškov, manjše hidravlične obremenitve komunalne čistilne naprave ter večje obratovalne zanesljivosti predstavlja učinkovitejšo in trajnostno naravnano tehnično rešitev.

10 RACIONALNO NAČRTOVANJE KOMUNALNE INFRASTRUKTURE NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU

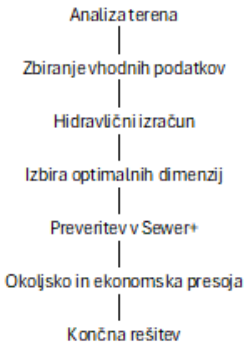
10.1 Načela racionalnega načrtovanja kanalizacijskega sistema

Racionalno načrtovanje kanalizacijskega sistema pomeni izbiro takšnih tehničnih rešitev, ki zagotavljajo varno, zanesljivo in dolgoročno učinkovito odvajanje komunalnih ter padavinskih voda ob čim manjših stroških gradnje, obratovanja in vzdrževanja. Pri načrtovanju je treba upoštevati geodetske značilnosti terena, hidravlične razmere, pričakovano rast naselja, veljavne tehnične predpise in zahteve varovanja okolja.

V obravnavanem primeru je bila izbrana izvedba ločenega kanalizacijskega sistema, pri katerem se komunalne odpadne vode odvajajo po fekalni kanalizaciji, padavinske vode pa po ločenem sistemu meteorne kanalizacije. Takšna zasnova omogoča manjšo hidravlično obremenitev čistilne naprave, zmanjšuje možnost poplav ob močnejših padavinah in izboljšuje zanesljivost delovanja celotnega sistema.

Pri načrtovanju je bilo posebno pozornost treba nameniti tudi izkoriščanju naravnih padcev terena. Zaradi ugodne konfiguracije zemljišča je bilo mogoče načrtovati gravitacijsko odvajanje odpadnih voda brez potrebe po črpališčih, kar zmanjšuje investicijske in obratovalne stroške ter povečuje zanesljivost delovanja sistema.

Pomemben element racionalnega načrtovanja predstavlja tudi pravilna izbira premerov cevovodov. Dimenzioniranje mora zagotavljati zadostno hidravlično zmogljivost, hkrati pa preprečevati prevelike hitrosti toka, nalaganje sedimentov in nepotrebno povečanje stroškov gradnje zaradi predimenzioniranih cevovodov.



10.2 Prednosti ločenega kanalizacijskega sistema na obravnavanem območju

Načrtovani ločeni kanalizacijski sistem predstavlja sodobno in trajnostno rešitev za odvajanje komunalnih odpadnih in padavinskih voda na novem stanovanjskem območju Šiška v občini Preddvor. Osnovna prednost takšnega sistema je ločeno zbiranje fekalnih in meteornih voda, s čimer se zmanjša hidravlična obremenitev kanalizacijskega omrežja in komunalne čistilne naprave.

Pri mešanem kanalizacijskem sistemu se med intenzivnimi padavinami v čistilno napravo stekajo velike količine padavinske vode, kar lahko povzroči preobremenitev sistema, večje obratovalne stroške in slabšo učinkovitost čiščenja odpadnih voda. V ločenem sistemu se komunalna odpadna voda odvaja po fekalni kanalizaciji, medtem ko se padavinska voda odvaja po ločenem sistemu meteorne kanalizacije oziroma, kjer je to mogoče, ponika na mestu nastanka. Takšna rešitev bistveno izboljša delovanje celotnega kanalizacijskega sistema.

Na obravnavanem območju je bilo ugotovljeno, da naravne višinske razlike omogočajo gravitacijsko odvajanje odpadne vode brez uporabe črpališč. S tem se zmanjšajo stroški obratovanja, poraba električne energije in potreba po rednem vzdrževanju strojne opreme. Poleg ekonomskih prednosti takšna rešitev prispeva tudi k večji zanesljivosti sistema, saj ni odvisna od delovanja črpalk ali električnega napajanja.

Pomembna prednost načrtovane rešitve je tudi varovanje vodnega okolja. Padavinske vode s prometnih in parkirnih površin se pred iztokom očistijo v lovilcu olj, kar preprečuje neposredni vnos olj in drugih onesnaževal v vodotok Suha. Padavinske vode s streh stanovanjskih objektov ponikajo na mestu nastanka, s čimer se zmanjšuje količina vode, ki obremenjuje javno kanalizacijsko omrežje.

Izbrana rešitev omogoča tudi enostavnejše vzdrževanje kanalizacijskega sistema. Ker sta fekalna in meteorna kanalizacija med seboj ločeni, je lažje odkrivati morebitne okvare, izvajati čiščenje cevovodov in načrtovati prihodnje širitve omrežja. Takšna zasnova zagotavlja večjo prilagodljivost sistema prihodnjemu razvoju naselja ter predstavlja dolgoročno racionalno rešitev z vidika tehničnih, ekonomskih in okoljskih zahtev.



Slika 11: Glavne prednosti ločenega kanalizacijskega sistema

Vir: lasten

10.3 Trajnostni vidik načrtovane rešitve

Trajnostno načrtovanje komunalne infrastrukture pomeni iskanje rešitev, ki poleg tehnične ustreznosti zagotavljajo tudi dolgoročno varovanje okolja, gospodarno uporabo finančnih sredstev in možnost nadaljnjega razvoja naselja. Pri načrtovanju kanalizacijskih sistemov je pomembno, da izbrane rešitve omogočajo učinkovito odvajanje odpadnih in padavinskih voda, hkrati pa čim manj obremenjujejo naravno okolje.

Pri načrtovanju kanalizacijskega sistema za novo stanovanjsko območje Šiška so bila upoštevana načela trajnostnega razvoja. Izbran je bil ločeni kanalizacijski sistem, ki zmanjšuje hidravlično obremenitev komunalne čistilne naprave, saj se komunalne odpadne vode odvajajo ločeno od padavinskih voda. S tem se izboljša učinkovitost čiščenja odpadnih voda in zmanjša možnost preobremenitve sistema v času intenzivnih padavin.

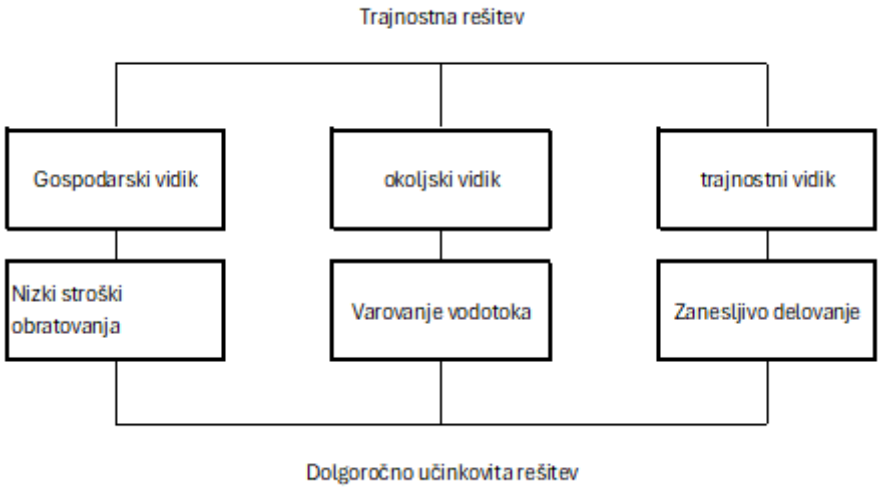
Pomemben element trajnostne zasnove je tudi ravnanje s padavinskimi vodami. Padavinske vode s streh stanovanjskih objektov ponikajo na mestu nastanka, kar prispeva k ohranjanju naravnega vodnega kroga in zmanjšuje količino vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo. Padavinske vode s prometnih in parkirnih površin se pred iztokom v vodotok Suha očistijo v lovilcu olj, s čimer se zmanjša tveganje za onesnaženje površinskih voda.

Trajnostni vidik se kaže tudi pri izbiri gravitacijskega sistema odvajanja odpadnih voda. Zaradi ugodnih geodetskih razmer ni potrebna izgradnja črpališč, kar pomeni manjšo porabo električne energije, nižje stroške obratovanja in manj zahtevno vzdrževanje. Takšna rešitev prispeva k

večji energetski učinkovitosti in zmanjšanju stroškov v celotni življenjski dobi kanalizacijskega sistema.

Načrtovana rešitev omogoča tudi prilagodljivost prihodnjemu razvoju naselja. Kanalizacijsko omrežje je zasnovano tako, da ga je mogoče ob povečanju števila uporabnikov razširiti brez večjih posegov v že zgrajeno infrastrukturo. S tem se zagotavljata dolgoročna uporabnost sistema in racionalna poraba javnih sredstev.

Na podlagi izvedenih analiz lahko ocenimo, da načrtovana rešitev izpolnjuje temeljna načela trajnostnega načrtovanja komunalne infrastrukture. Združuje tehnično ustreznost, gospodarno izvedbo, učinkovito varovanje okolja in možnost nadaljnjega razvoja, zato predstavlja primerno rešitev za obravnavano območje.



Slika 12: Trajnostni vidiki načrtovanja ločenega kanalizacijskega sistema

Vir: lasten

10.4 Preveritev hipoteze H4

Hipoteza H4 predvideva, da je z racionalnim načrtovanjem ločenega kanalizacijskega sistema mogoče zagotoviti tehnično ustrezno, ekonomsko upravičeno in okoljsko sprejemljivo rešitev za odvajanje komunalnih odpadnih in padavinskih voda na obravnavanem območju.

V okviru diplomskega dela je bila izdelana analiza obstoječega stanja, preučene so bile geodetske značilnosti območja in izdelana idejna zasnova ločenega kanalizacijskega sistema.

Na podlagi hidravličnih izračunov so bili določeni ustrezni premeri cevovodov, preverjeni vzdolžni padci in dimenzionirani posamezni elementi kanalizacijskega omrežja. Pravilnost izračunov je bila dodatno preverjena s programsko opremo Sewer+, kar potrjuje ustreznost predlagane tehnične rešitve.

Pri načrtovanju so bila upoštevana tudi načela trajnostnega razvoja. Ločeno odvajanje fekalnih in meteornih voda zmanjšuje obremenitev komunalne čistilne naprave, izboljšuje hidravlično delovanje kanalizacijskega sistema in zmanjšuje možnost preobremenitev ob intenzivnih padavinah. Poleg tega je bilo predvideno ponikanje padavinskih voda s streh objektov in čiščenje padavinskih voda s prometnih površin v lovilcu olj pred iztokom v vodotok Suha, kar prispeva k varovanju vodnega okolja.

Pomemben rezultat načrtovanja je tudi dejstvo, da naravne geodetske razmere omogočajo gravitacijsko odvajanje odpadnih voda brez potrebe po izgradnji črpališč. Takšna rešitev zmanjšuje investicijske in obratovalne stroške ter povečuje zanesljivost delovanja kanalizacijskega sistema v celotni življenjski dobi.

Na podlagi izvedenih analiz, hidravličnih izračunov in primerjave različnih rešitev lahko sklenemo, da načrtovani ločeni kanalizacijski sistem izpolnjuje tehnične, ekonomske in okoljske zahteve sodobnega načrtovanja komunalne infrastrukture. S tem je hipoteza H4 potrjena.



Slika 13: Postopek racionalnega načrtovanja ločenega kanalizacijskega sistema

Vir: lasten

11 TEHNIČNI OPIS KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

Projektirana kanalizacija na obravnavanem območju je zasnovana kot ločen kanalizacijski sistem, pri katerem se fekalne in meteorne vode odvajajo po ločenih kanalih. Ta ureditev omogoča učinkovitejše čiščenje odpadnih voda ter zmanjšuje obremenitev čistilnih naprav in vodotokov. Fekalne odpadne vode iz stanovanjskih objektov se preko hišnih priključkov odvajajo v fekalni kanal, ki jih vodi do obstoječega kanalizacijskega sistema naselja. Meteorne vode s streh objektov, z dvorišč in s prometnih površin se zbirajo v ločenem sistemu meteorne kanalizacije. Padavinske vode se pred izpustom v vodotok očistijo v lovilcu olj, ki odstrani mineralna olja in druge lahke tekočine. Po čiščenju se meteorna voda odvaja v bližnji vodotok. Kanalizacijski sistem je zasnovan za zanesljivo delovanje, enostavno vzdrževanje in minimalne vplive na okolje (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017).

11.1 Kanalizacijske cevi

Za gradnjo kanalizacijskega sistema so predvidene cevi iz umetnih mas, ki so primerne za odvajanje odpadnih in padavinskih voda. Najpogosteje se uporabljajo PVC- ali polipropilenske (PP) cevi. Imajo dobro mehansko odpornost, dolgo življenjsko dobo in visoko odpornost proti kemičnim vplivom. Cevi se vgrajujejo v pripravljeno posteljico iz peska ali drobljenega materiala. To omogoča enakomerno porazdelitev obremenitev in stabilnost cevovoda. Spoji cevi so izvedeni z gumijastimi tesnili. Tako se zagotavlja vodotesnost kanalizacijskega sistema. Dimenzije cevi so določene na podlagi hidravličnega izračuna. V obravnavanem primeru je za meteorno kanalizacijo predvidena minimalna dimenzija DN 300, ki zagotavlja zadostno prevodnost pri projektiranem pretoku padavinske vode (Kolar, 1983), (SIST EN 1610:2015, 2015) (Komunala Kranj, 2009) (SIST EN 1401-1:2019/oprA1:2022, 2022).

11.2 Revizijski jaški

Revizijski jaški omogočajo dostop do kanalizacijskega sistema za pregled, čiščenje in vzdrževanje. Postavljeni so na mestih, kjer se spremenijo smer, padec ali dimenzija cevi, ter na določenih razdaljah na ravnih odsekih kanalizacije. Jaški so običajno izdelani iz betona ali polimernih materialov in imajo vgrajene stopnice ali lestve za dostop. Na vrhu jaška je pokrov, ki mora prenesti prometne obremenitve, kadar se jašek nahaja na prometni površini. Razdalja

med revizijskimi jaški je običajno od 40 do 60 m. To je odvisno od dimenzije cevovoda in lokalnih pogojev.



Slika 14: Revizijski jašek

Vir: Lastna izdelava s pomočjo umetne inteligence (OpenAI ChatGPT), 2026

11.3 Hišni priključki

Vsak objekt se na kanalizacijski sistem priključi preko lastnega hišnega priključka. Priključek poteka od objekta do najbližjega revizijskega jaška ali kanalizacijskega voda.

Hišni priključki so običajno izvedeni iz PVC-cevi manjšega premera, običajno za individualne objekte **DN 160 mm**. Priključki morajo biti izvedeni z ustreznim padcem, ki omogoča gravitacijski odtok odpadne vode.

Na mestu priključitve na javni kanalizacijski sistem je pogosto predviden tudi **revizijski jašek**, ki omogoča nadzor nad delovanjem hišnega priključka.

11.4 Vzdrževanje kanalizacijskega sistema

Za pravilno delovanje kanalizacijskega sistema je potrebno redno vzdrževanje. To vzdrževanje vključuje predvsem pregled revizijskih jaškov, čiščenje kanalizacijskih cevovodov, odstranjevanje sedimenta iz usedalnikov in pregled delovanja lovilca olj. Redno vzdrževanje kanalizacijskega sistema preprečuje zamašitve, poškodbe cevovoda in morebitno onesnaženje okolja.

11.5 Načrtovanje kanalizacijskega sistema v programu Sewer+

Pri izdelavi načrta sem uporabil programsko opremo AutoCAD z dodatkom Sewer+, ki omogoča projektiranje in hidravlično preverjanje kanalizacijskih sistemov.

Dodatek Sewer+ omogoča risanje kanalizacijskega omrežja, določitev vzdolžnih padcev, dimenzioniranje cevovodov in hidravlični izračun pretokov za posamezne odseke. Programska oprema omogoča tudi preverjanje zapolnitve cevi, hitrosti toka in hidravlične linije v sistemu.

Pri izdelavi načrta so bili najprej vneseni osnovni podatki o terenu, parcelah in prometnih površinah, nato pa so bili dodani še podatki obstoječe infrastrukture. Te podatke program črpa iz baze GURS in GJI.

V naslednjem koraku so bili določeni osnovi parametri kanalizacijskega sistema, kot so:

– dimenzije cevovodov,

– vzdolžni padci kanalov,

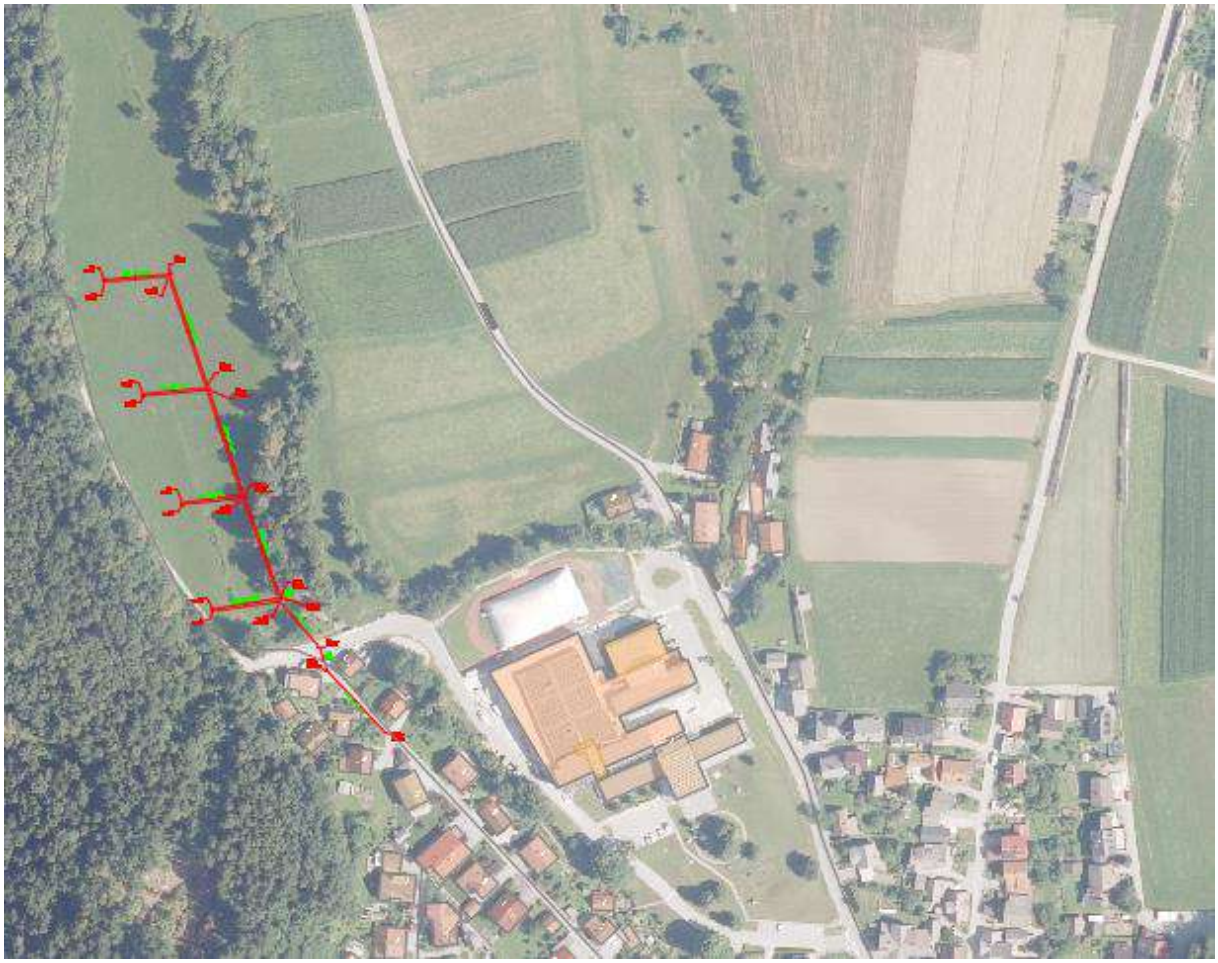
– lokacije revizijskih jaškov,

– prispevne površine posameznih odsekov.

Program Seweer+ je nato omogočil hidravlično preverjanje sistema na podlagi vnesenih podatkov. Na podlagi rezultatov izračuna je bilo mogoče preveriti, ali so izbrane dimenzije cevovodov ustrezne glede na projektne pretoke.

Rezultati analize so pokazali, da izbrana dimenzija meteorne kanalizacije **DN 300** in fekalne kanalizacije **DN 200** zagotavlja zadostno hidravlično kapaciteto za odvajanje projektnega pretoka padavinskih voda.

Programska oprema omogoča tudi izdelavo vzdolžnih profilov kanalizacije, ki prikazujejo potek cevovoda, nivelete terena in globine vgradnje kanalov. Ti podatki so pomembni za pravilno izvedbo kanalizacijskega sistema na terenu.



Slika 15: Situacija kanalizacije na obravnavanem območju, izdelana s v programu AutoCAD z dodatkom Sewer+

Vir: lasten elaborat

12 FAZE IZVEDBE IN ORGANIZACIJE GRADBIŠČA

Gradnja kanalizacijskega sistema na našem območju bo potekala v več fazah. To bo zagotovilo varno, učinkovito in kakovostno izvedbo. Pri organizaciji gradbišča moramo upoštevati prostorske omejitve, prometno ureditev na dostopni cesti in urediti zaporo ceste ter obvoz med izvedbo priklopa fekalne kanalizacije na obstoječi sistem.

Prva faza zajema pripravljalna dela, kot so postavitev gradbene ograje in gradbiščne table. To vključuje ureditev gradbišča, zakoličbo tras nove kanalizacije in obstoječih vodov, kot so elektrika, telekomunikacije, vodovod, plinovod in toplovod. V tej fazi se uredita tudi dostop do območja in skladiščni prostor ter zagotovi potrebna gradbena mehanizacija.

V drugi fazi se izvajajo zemeljska dela, ki vključujejo izkop jarka pod ustreznim vkopnim naklonom in odvoz ali deponiranje izkopanega materiala. Dno jarka mora biti ustrezno utrjeno in poravnano, da se zagotovi stabilna podlaga za cevovod.

Tretja faza obsega vgradnjo kanalizacijskih cevi in revizijskih jaškov. Cevi se položijo na pripravljeno posteljico iz peska ali drobljenega materiala. Posteljica mora biti debeline 10 cm, z enakim materialom se izvedeta tudi bočni in vrhnji obsip cevi. Revizijski jaški se obsujejo po navodilih proizvajalca, pokrov se vgradi z razbremenilnim vencem. Pri izvedbi posteljice je potrebno zagotoviti ustrezni predpisani vzdolžni padec cevovoda. Po polaganju cevi se izvedeta zasip jarka in ustrezno utrjevanje nasutega materiala.

V naslednji fazi se izvede vgradnja drugih objektov, kot so lovilec olj, priključni jaški in hišni priključki.

Zadnja faza vključuje zaključna dela, ki obsega ureditev terena ter končni pregled s CCTV--kamero po čiščenju in preizkus vodotesnosti sistema. Pri organizaciji gradbišča moramo zagotoviti varnost pri delu z minimalno motnjo okolice in prometa. Gradbišče mora biti ustrezno označeno in zavarovano, izvajalec del pa mora upoštevati vse veljavne predpise s področja gradnje in varnosti pri delu.

13 ANALIZA RAZVOJNIH, OKOLJSKIH, TEHNIČNIH IN EKONOMSKIH UČINKOV

Izgradnja kanalizacije bo zelo koristna za razvoj kraja, varstvo okolja, tehniko in gospodarstvo.

Projekt bo omogočil urejanje novega naselja in popravilo osnovne infrastrukture. Kanalizacija je zelo pomembna za urejanje stanovanj in za kvalitetno življenje ljudi.

Ta projekt bo imel dobre učinke na okolje, saj bo omogočil nadzorovan odvod odpadne in deževne vode. To bo zmanjšalo nevarnost onesnaženja tal in podzemne vode. Lovilec olj bo še posebej pomemben, saj bo odstranil mineralna olja iz deževne vode.

Tehnični vidik bo pokazal boljšo delovanje infrastrukture. Ločen sistem kanalizacije bo omogočil učinkovitejše upravljanje z vodo in zmanjšal breme čistilnih naprav. Ta sistem je zgrajen tako, da varno odvaja vode tudi ob močnem dežju.

Gledano z gospodarskega vidika bo ta projekt dobra investicija v infrastrukturo, ki bo lokalni skupnosti koristila dolgo časa. Dobra infrastruktura bo povečala vrednost zemljišč in omogočila nadaljnji razvoj. Ocenjeni stroški gradnje so približno 300 evrov na meter za kanalizacijo in približno 200 evrov na meter za drugo vrsto kanalizacije. Te ocene so približne in vključujejo zemeljska dela, vgradnjo cevi in druge gradbene posege.

Na podlagi analize lahko rečemo, da bo kanalizacija imela pozitiven vpliv na razvoj tega kraja, varstvo okolja in kvalitetno življenja ljudi. Kljub začetnim stroškom bo projekt dolgoročno prinesel velike koristi za družbo, okolje in gospodarstvo.

14 PREVERJANJE HIPOTEZ

V diplomskem delu so bile postavljene štiri hipoteze, ki se nanašajo na načrtovano komunalno infrastrukturo za novo stanovanjsko območje v naselju Šiška. Analize in hidravlični izračuni so pokazali, ali so te hipoteze resnične.

Prva hipoteza pravi, da je ločen kanalizacijski sistem dražji kot mešani, vendar zmanjša dolgoročne stroške in obremenitev čistilne naprave. To se je potrdilo, saj ločen sistem omogoča boljše upravljanje padavinskih in fekalnih voda. Čeprav je začetna investicija višja, ločen sistem prinaša nižje stroške in manjšo obremenitev čistilne naprave.

Druga hipoteza pravi, da nakloni terena omogočajo odvajanje fekalne kanalizacije brez potrebe po črpališču. To se je potrdilo, saj naravni nakloni območja omogočajo gravitacijsko odvajanje fekalnih voda. Pri načrtovanju kanalizacije so bili upoštevani minimalni padci cevovodov, ki omogočajo nemoteno delovanje sistema.

Tretja hipoteza pravi, da je možno odvajati meteorne vode v vodotok Suha brez bistvenega vpliva na vodotok. Hidravlični izračun meteorne kanalizacije je pokazal, da projektni pretok padavinskih voda ne predstavlja bistvene obremenitve za vodotok Suha. Pred izpustom v vodotok je predviden tudi lovilec olj, ki zmanjšuje vpliv na vodno okolje.

Četrta hipoteza pravi, da je možno zmanjšati stroške komunalnega opremljanja z racionalnim načrtovanjem komunalne infrastrukture. To se je potrdilo, saj je bil upoštevan racionalni tehnični pristop, ki omogoča optimalno razporeditev kanalizacijskih vodov in zmanjšanje dolžine cevovodov in števila objektov na omrežju.

Na podlagi izvedenih analiz, hidravličnih izračunov in projektne zasnove kanalizacijskega sistema so bile preverjene postavljene hipoteze. Povzetek rezultatov je prikazan v preglednici 10.

Tabela 9: Preveritev hipotez

Hipoteza	Način preverjanja	Ključni podatki	Rezultat
H1: Ločen kanalizacijski sistem zmanjšuje obremenitev čistilne naprave.	Primerjava fekalnega in meteornega pretoka.	Fekalni pretok ≈ **0,14 l/s**; meteorni pretok ≈ **70 l/s**; pretok meteorne vode je **673-krat večji** od fekalnih.	Ločen sistem preprečuje preobremenitev čistilne naprave. **Hipoteza potrjena.**
H2: Nakloni terena omogočajo gravitacijsko odvajanje fekalne kanalizacije.	Analiza reliefa območja in projektiranje padcev cevi.	Nadmorska višina območja ≈ **498 m**; projektirani padci kanalizacije približno **0,5–2 %**.	Padci omogočajo gravitacijsko odvajanje brez črpališča. **Hipoteza potrjena.**
H3: Meteorne vode je možno odvajati v vodotok Suha brez bistvenega vpliva.	Hidravlični izračun meteorne kanalizacije.	Projektni pretok meteorne kanalizacije ≈ **70 l/s**; predviden **lovilec olj NS 80**.	Pretok ne predstavlja večje obremenitve za vodotok, onesnaženje se zmanjša z lovilcem olj. **Hipoteza potrjena.**
H4: Racionalno načrtovanje infrastrukture zmanjšuje stroške komunalnega opremljanja.	Analiza dolžine kanalizacijskega omrežja.	Dolžina kanalizacije ≈ **200 m**; približno **15 parcel**; povprečno **10 m kanalizacije/parcelo**.	Optimizirana trasa zmanjša dolžino omrežja in stroške gradnje. **Hipoteza potrjena.**

Vir: lasten

Iz preglednice je razvidno, da so vse postavljene hipoteze potrjene, kar potrjuje ustreznost predlagane rešitve kanalizacijskega sistema za obravnavano območje.

15 SKLEP

Namen diplomskega dela je bil izdelati idejno zasnovo ločenega kanalizacijskega sistema za novo stanovanjsko območje Šiška v občini Preddvor ter preveriti njegovo tehnično, ekonomsko in okoljsko upravičenost. Pri načrtovanju so bili upoštevani geodetske značilnosti območja, veljavni tehnični predpisi in smernice za projektiranje kanalizacijskih sistemov. Poseben poudarek je bil namenjen racionalnemu načrtovanju komunalne infrastrukture, ki zagotavlja učinkovito odvajanje komunalnih odpadnih in padavinskih voda ob hkratnem varovanju okolja.

V okviru diplomskega dela je bila izvedena analiza obstoječega stanja, zbrani pa so bili tudi prostorski in geodetski podatki. Na podlagi pridobljenih podatkov je bila izdelana idejna zasnova ločenega kanalizacijskega sistema, hidravlični izračun fekalne in meteorne kanalizacije ter določeni ustrezni premeri cevovodov. Pravilnost izračunov je bil preverjen s programsko opremo Sewer+, s čimer se potrdi ustreznost načrtovane tehnične rešitve.

Eden izmed glavnih ciljev diplomskega dela je bil preveriti zastavljene raziskovalne hipoteze. Na podlagi izvedenih analiz, hidravličnih izračunov in primerjave različnih rešitev ugotavljamo, da so bile vse štiri hipoteze potrjene.

Hipoteza H1 je bila potrjena na podlagi primerjalne analize ločenega in mešanega kanalizacijskega sistema. Rezultati so pokazali, da ločeni kanalizacijski sistem kljub nekoliko višjim začetnim investicijskim stroškom predstavlja dolgoročno učinkovitejšo, zanesljivejšo in trajnostno naravnano rešitev.

Hipoteza H2 je bila potrjena z analizo geodetskih značilnosti območja in izvedenimi hidravličnimi izračuni, ki so pokazali, da naravni nakloni terena omogočajo gravitacijsko odvajanje komunalnih odpadnih voda brez potrebe po izgradnji črpališč.

Hipoteza H3 je bila potrjena, saj dimenzioniranje meteorne kanalizacije, ponikanje padavinskih voda s streh objektov ter predvideno čiščenje padavinskih voda s prometnih in parkirnih površin v lovilcu olj zagotavljajo, da načrtovani iztok v vodotok Suha ne predstavlja pomembnejše dodatne obremenitve za vodno okolje. Pri načrtovanju so bila upoštevana tudi načela varovanja površinskih voda in trajnostnega upravljanja z vodnimi viri.

Hipoteza H4 je bila potrjena na podlagi izdelane idejne zasnove kanalizacijskega sistema. Izvedene analize, hidravlični izračuni in preveritve so pokazali, da racionalno načrtovanje

komunalne infrastrukture omogoča izbiro tehnično ustrezne, ekonomsko upravičene in okoljsko sprejemljive rešitve.

Rezultati izvedenih analiz so pokazali, da naravne geodetske razmere omogočajo gravitacijsko odvajanje komunalnih odpadnih voda brez potrebe po izgradnji črpališč. Izbrani vzdolžni padci zagotavljajo ustrezne hidravlične razmere in zanesljivo delovanje kanalizacijskega sistema. Pri načrtovanju meteorne kanalizacije je upoštevano načelo zmanjševanja obremenitve javnega kanalizacijskega omrežja, zato je predvideno ponikanje padavinskih voda s streh stanovanjskih objektov na mestu njihovega nastanka, medtem ko se padavinske vode s prometnih in parkirnih površin po predhodnem čiščenju v lovilcu olj odvajajo v vodotok Suha.

Primerjava ločenega in mešanega kanalizacijskega sistema je pokazala, da ločeni sistem poleg dolgoročno ugodnejšega obratovanja zmanjšuje hidravlično obremenitev kanalizacijskega omrežja in komunalne čistilne naprave, izboljšuje obratovalno zanesljivost sistema ter zmanjšuje tveganje za prelivanje in poplavljanje ob intenzivnih padavinskih dogodkih.

Potrditev vseh zastavljenih hipotez potrjuje, da so bili namen in cilji diplomskega dela doseženi. Izdelana idejna zasnova predstavlja strokovno podlago za nadaljnje faze projektiranja in izvedbe kanalizacijskega sistema na obravnavanem območju. V nadaljnjih fazah priprave projektne dokumentacije bo treba izdelati podrobnejše geodetske posnetke in geomehanske raziskave ter uskladiti projektne rešitve z upravljavci gospodarske javne infrastrukture in s pristojnimi državnimi institucijami.

Načrtovana rešitev omogoča tudi prilagoditve prihodnjemu razvoju naselja. Ob morebitni širitvi stanovanjskega območja bo mogoče kanalizacijsko omrežje nadgraditi z novimi odseki, ne da bi bilo treba bistveno posegati v že zgrajeno infrastrukturo, kar predstavlja pomembno prednost pri dolgoročnem načrtovanju komunalne infrastrukture.

Na podlagi izvedenih analiz, hidravličnih izračunov in preveritev ugotavljamo, da predlagani ločeni kanalizacijski sistem predstavlja tehnično ustrezno, ekonomsko upravičeno in okoljsko sprejemljivo rešitev za novo stanovanjsko območje Šiška v občini Preddvor. Potrditev vseh raziskovalnih hipotez dodatno potrjuje pravilnost izbrane rešitve in njeno primernost za nadaljnje projektiranje ter izvedbo. Predlagana idejna zasnova predstavlja kakovostno strokovno podlago za dolgoročni razvoj komunalne infrastrukture obravnavanega območja ter zagotavlja zanesljivo odvajanje komunalnih odpadnih in padavinskih voda ob hkratnem varovanju okolja.

16 LITERATURA IN VIRI

(12. 3 2026). Pridobljeno iz Aprlast.si: www.aprlast.si

Academia. (18. december 2015). *Gostujoče predavanje sodelavcev časopisa Večer*. Pridobljeno iz: Academia Novice: http://academia.si/novice/gostujoce-predavanje-sodelavcev--casopisa-vecer/

ARSO, A. R. (2026). *IDF-krivulje intenzitete padavin za Slovenijo IDF K*. Ljubljana.

Brenčič, M. (Oktober 2017). Načrtovanje in izvedba ponikanja padavinskih vod. Ljubljana: Inženirska zbornica Slovenije. Pridobljeno s https://www.researchgate.net/ /publication/320346732_Nacrtovanje_in_izvedba_ponikanja_padavinskih_voda_ Design_and_construction_of_infiltration_facilities_for_meteoric_waters

Bučar, F. (2012). *Rojstvo države.* Ljubljana: Didakta.

crossrisk. (6. 5. 2026). Pridobljeno s Crossrisk – Povratne dobe za ekstremne padavine: https://crossrisk.eu/sl/climate

eprostor. (21. 5 2026). Pridobljeno s https://ipi.eprostor.gov.si/

Kolar, J. (1983). *Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda.* Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Komunala Kranj. (15. 6. 2009). *Komunala Kranj*. Pridobljeno iz: Pravilnik za projektiranje, tehnično izvedbo in uporabo javne kanalizacije: https://www.komunala--kranj.si/files/Komunala-Kranj/21_tehnicnipravilnikjavnakanalizacija2009.pdf

Komunala Kranj. (19. 5. 2026). Pridobljeno iz: Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode: https://www.komunala-kranj.si/files/Ravnanje-z-odpadnimi-vodami/ /Zakonodaja/Uredba_odv_cisenje_kom_odp_vode.pdf

Občina Preddvor. (31. 1. 2012). *Komunala Kranj*. Pridobljeno iz: Uradno glasilo občine Preddvor – Odlok o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v Občini Preddvor: https://www.komunala-kranj.si/files/Ravnanje-z-odpadnimi-vodami/Zakonodaja/ /Preddvor_Odlok-s-spremembami.pdf

ROTOECO. (9. februar 2026). Pridobljeno s https://rotoeco.eu/

rotoECU.eu. (24. 6. 2026). Pridobljeno iz: Lovilniki za parkirišča, garaže in avtopralnice: https://rotoeco.eu/wp-content/uploads/datoteke/rosep/tehnicni%20listi/RoSep% 2080%20NS_Tehnicni%20list_SLO.pdf*SIST EN 1401-1:2019/oprA1:2022.* (1. 7. 2022). Pridobljeno s https://cdn.standards.iteh.ai/samples/74871/687bf98899214 cf08011e64eb35b50f7/SIST-EN-1401-1-2019-oprA1-2022.pdf

SIST EN 1610:2015. (1. 11. 2015). Pridobljeno s https://preview.sist.si/sist-prewiev/34565/ /2c44a715767f4b0999034438ca5b2634/SIST-EN-1610-2015.pdf

Slovenski inštitut za standardizacijo. (2001). *SIST EN 12056: Gravitacijski sistemi za odvodnjavanje znotraj stavb.* Ljubljana: Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST).

Slovenski inštitut za standardizacijo. (2017). *SIST EN 752: Kanalizacijski sistemi zunaj stavb.* Ljubljana: Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST).

Statistični urad RS – poraba pitne vode na prebivalca. (5. 3. 2026). *Poraba pitne vode na prebivalca.* Pridobljeno iz: Statistični urad Republike Slovenije: https://www.stat.si

Vlada Republike Slovenije. (2015). *Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode.* Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije.

17 PRILOGE

Diplomskemu delu so priloženi projektni načrti, ki predstavljajo grafični del idejne zasnove ločenega kanalizacijskega sistema za obravnavano območje. Načrti prikazujejo potek trase kanalizacijskih vodov ter vzdolžne profile fekalne in meteorne kanalizacije.

Seznam prilog:

– Priloga 1: Pregledna situacija

– Priloga 2: Vzdolžni profil F1

– Priloga 3: Vzdolžni profil F2

– Priloga 4: Vzdolžni profil F3

– Priloga 5: Vzdolžni profil F4

– Priloga 6: Vzdolžni profil M1

– Priloga 7: Vzdolžni profil M2

– Priloga 8: Vzdolžni profil M3

– Priloga 9: Vzdolžni profil M4

Grafične priloge so zaradi formata in preglednosti priložene v ločeni mapi ter predstavljajo sestavni del diplomskega dela.