VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

PRIMERJAVA DVEH KANALIZACIJSKIH SISTEMOV NA ANGLOMERACIJI ZABOK-ZLATAR

Kandidat: Nasmir Hodžić

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

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

Mentor v podjetju: Marjan Bradica, dipl. inž. grad.

Lektorica: Nina Bradica, prof. slov., hrv., srb., in mak. jez.

Maribor, 2023

Izjava o avtorstvu diplomskega dela

Podpisani Nasmir Hodžić sem avtor diplomskega dela z naslovom »Primerjava dveh kanalizacijskih sistemov na anglomeraciji Zakob - Zlatar«, ki sem ga napisal pod mentorstvom g. Bojana Dapčevića, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, 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.

Maribor, december 2023 Podpis študenta:

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju, g. Bojanu Dapčeviću, univ. dipl. inž. grad., za vso pomoč pri izdelavi diplomskega dela in čas, ki mi ga je posvetil.

Prav tako se zahvaljujem mentorju v podjetju, g. Marjanu Bradici, dipl. inž. grad.

Zahvalil bi se rad tudi svoji družini, ki mi je z vso ljubeznijo in potrpljenjem stala ob strani v vseh lepih in slabih trenutkih.

Iskrena in posebna zahvala gre podjetju CGP, d. d., za vso podporo, ki so mi jo nudili v času mojega študija.

POVZETEK

Osnova za moje diplomsko delo je projekt Izgradnja dveh kanalizacijskih sistemov na aglomeraciji Zabok-Zlatar. Gre za izgradnjo enega od večjih projektov na Hrvaškem, ki ga izvaja podjetje CGP, d. d., iz Novega mesta, pri katerem sem tudi sam zaposlen. S samo izgradnjo tega sistema bo ves okraj pridobil ogromno, predvsem bo izboljšana kvaliteta bivanja z vidika ekologije.

Na začetku diplomskega dela sem opisal sistem delovanja različnih kanalizacijskih sistemov in splošni vpliv na okolje ter stvari, ki vplivajo na izbiro ustreznih materialov. Prav tako sem raziskoval zakonodajo s področja izgradnje kanalizacij in vodovoda. Pri tem sem ugotovil, da ima vsaka panoga obsežno lastno zakonodajo. Na srečo je danes večina teh zakonov in predpisov dostopna v elektronski obliki. V teoretičnem delu sem opisal tudi, kako in zakaj je pomembna izbira skupine za uspešno delo, ter kateri kadri so potrebni pri tako velikih projektih. Pri tem je zelo pomembna varnost in zdravje sodelujočih pri projektu, za kar tudi obstajajo zakoni in predpisi, kot tudi izobraževanja vseh udeležencev.

Na podlagi dokumentacije, ki sem jo pridobil pri tem projektu, sem podrobno predstavil terminsko planiranje, terminske osnove kot tudi terminsko planiranje na samem objektu. S pomočjo pridobljenih praktičnih spoznanj v okviru študija in delu v praksi sem izvedel kompilacijo in komparacijo spoznanj. Tako sta pri izdelavi teoretičnega dela uporabljeni deskriptivna metoda ter komparativna metoda za primerjavo različnih kanalizacijskih sistemov. Empirični del diplomskega dela vsebuje primer eksplorativne študije primera, ki temelji na primeru pravilne izbire kanalizacijskega sistema. Za ta primer sem izvedel časovne in stroškovne ocene za tlačno in gravitacijsko kanalizacijo ter oceno vpliva na okolje pri izbiri čistilne naprave. Na ARSO pravijo, da se v zadnjih letih s postopki sekundarnega ali terciarnega čiščenja očisti čedalje več odpadne vode, medtem ko postopkov samo primarnega čiščenja ni več. Postopkov terciarnega čiščenja odpadnih voda v letu 2000 v Sloveniji skoraj ni bilo, v letu 2019 pa je bilo po takih postopkih prečiščenih 72 % odpadne vode ali 113 milijonov m3 odpadne vode. To pomeni, da se je količina odpadne vode, ki je bila prečiščena s postopki sekundarnega čiščenja, od leta 2000 povečala za 150 %

V krovnem delu je opravljena obsežna raziskava o tem, kako lahko izdelava kanalizacijske in čistilne naprave izboljšuje pogoje bivanja z vidika ekologije ter izboljšuje kakovost življenja.

Ključne besede: *kanalizacija, zakonodaja, terminsko planiranje, varnost in zdravje pri delu, ekologija, kakovost življenja.*

ZUSAMMENFASSUNG

VERGLEICH VON ZWEI KANALISATIONSSYSTEMEN IN DER AGGLOMERATION ZABOK-ZLATAR

Grundlage meiner Diplomarbeit ist das Projekt Bau von zwei Abwassersystemen in der Agglomeration Zabok-Zlatar. Es handelt sich um den Bau eines der größten Projekte in Kroatien, das von der Firma CGP d.d. durchgeführt wird. aus Novi Mesto, wo ich selbst beschäftigt bin. Allein durch den Bau dieses Systems wird der gesamte Bezirk viel gewinnen, insbesondere wird die Lebensqualität aus ökologischer Sicht verbessert.

Zu Beginn meiner Abschlussarbeit habe ich die Funktionsweise verschiedener Abwassersysteme und die allgemeinen Auswirkungen auf die Umwelt sowie Faktoren beschrieben, die sich auf die Auswahl geeigneter Materialien auswirken. Außerdem habe ich mich mit der Gesetzgebung im Bereich Kanalisations- und Wasserversorgungsbau befasst. Ich habe festgestellt, dass jede Branche ihre eigene umfangreiche Gesetzgebung hat. Glücklicherweise sind die meisten dieser Gesetze und Vorschriften heute in elektronischer Form verfügbar. Im theoretischen Teil habe ich auch beschrieben, wie und warum die Auswahl einer Gruppe für eine erfolgreiche Arbeit wichtig ist und welches Personal für solch große Projekte benötigt wird. Dabei wird die Sicherheit und Gesundheit der Projektteilnehmer groß geschrieben, dafür gibt es Gesetze und Vorschriften sowie Schulungen für alle Teilnehmer.

Auf der Grundlage der von mir für dieses Projekt eingeholten Unterlagen habe ich ausführlich die Terminplanung, die Termgrundlagen sowie die Terminplanung für das Gebäude selbst dargestellt. Mit Hilfe des im Rahmen von Studium und Praxis erworbenen Praxiswissens habe ich eine Wissenszusammenstellung und einen Wissensvergleich durchgeführt. Bei der Erstellung der theoretischen Arbeit werden daher die deskriptive Methode und die vergleichende Methode zum Vergleich verschiedener Abwassersysteme verwendet.

Der empirische Teil der Arbeit enthält ein Beispiel einer explorativen Fallstudie, die am Beispiel der richtigen Auswahl des Abwassersystems orientiert ist. Für diesen Fall habe ich Zeit- und Kostenschätzungen für die Druck- und Freispiegelkanalisation sowie eine Bewertung der Umweltauswirkungen bei der Auswahl einer Kläranlage durchgeführt. ARSOu sagt, dass in den letzten Jahren immer mehr Abwasser mit sekundären oder tertiären Behandlungsprozessen gereinigt wird, während es nur primäre Behandlungsverfahren nicht mehr gibt. Im Jahr 2000 gab es in Slowenien fast keine tertiären Abwasserbehandlungsverfahren, aber im Jahr 2019 wurden 72 % des Abwassers oder 113 Millionen m3 Abwasser mit solchen Verfahren behandelt. Dies bedeutet, dass die Menge des durch die Zweitbehandlung behandelten Abwassers seit dem Jahr 2000 um 150 % gestiegen ist

Im Rahmenteil wird umfassend erforscht, wie durch den Bau einer Klär- und Wasseraufbereitungsanlage die Lebensbedingungen aus ökologischer Sicht verbessert und die Lebensqualität gesteigert werden kann.

Schlüsellwörter: *Abwasser, Gesetzgebung, Planung, Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz, Ökologie, Lebensqualität.*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 11

1.1 OPIS PODROČJA IN OPREDELITVE PROBLEMA 11

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA 12

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE 12

1.4 UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE 13

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 14

2.1 ZAKONODAJNA OSNOVA 15

2.2 Izbira skupine za uspešno izvajanje projekta 19

2.3 POTREBNI KADER ZA NEMOTENO IZVAJANJE DEL 19

3 TERMINSKO PLANIRANJE 20

3.1 OSNOVE TERMINSKEGA PLANIRANJA 20

3.2 TERMINSKO PLANIRANJE NA OBJEKTU 21

4 PRIPRAVLJALNA DELA 26

5 VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU 27

6 PRIMERJAVA DVEH KANALIZACIJSKIH SISTEMOV NA AGLOMERACIJI ZABOK-ZLATAR 30

6.1 H1 TLAČNA KANALIZACIJA JE CENEJŠA ZA 20 % KOT GRAVITACIJSKA TER JE POMEMBNA IZBIRA USTREZNIH MATERIALOV 31

6.1.1 METODOLOGIJA IZBOLJŠANJA OPCIJ ZAŠČITE IZKOPA KANALA 32

- MODEL IN RAČUNSKI PARAMETRI ZA TEMELJNA TLA 35

- HIDRAVLIČNA STABILNOST DNA KANALA 37

- IZRAČUN PODPORNE KONSTRUKCIJE – ZAŠČITNI OPAŽI IZKOPA KANALA 38

- HIDRAVLIČNA STABILNOST DNA KANALA 40

6.2 H2 IZGRADNJA GRAVITACIJSKE KANALIZACIJE JE HITREJŠA ZA 10 % KOT TLAČNE 45

7 ČISTILNE NAPRAVE IN POSTOPEK PREČIŠČEVANJA 48

7.1 H3 VODA, KI JE ŠLA SKOZI POSTOPEK PREČIŠČEVANJA NA ČISTILNI NAPRAVI, JE NEOPOREČNA 52

8 IZDELAVA KANALIZACIJE IN ČISTILNE NAPRAVE IZBOLJŠUJE POGOJE BIVANJA Z VIDIKA EKOLOGIJE TER IZBOLJŠUJE KAKOVOST ŽIVLJENJA (HIPOTEZA H4, KROVNA TEMA) 55

9 SKLEP 59

10 VIRI IN LITERATURA 61

11 PRILOGE 11

11.1 IZRAČUN KOLIČIN PO PZI 11

11.2 IZRAČUN KOLIČIN PO PREDLAGANI SPREMEMBI 11

KAZALO SLIK

Slika 1: Prostorski obseg projekta aglomeracija Zabok-Zlatar 13
Slika 2: Tehnični predpisi Republike Hrvaške 16
Slika 3: Normativi za beton 16
Slika 4: Normativi za geosintetike 17
Slika 5: Normativi za kamen 18
Slika 6: Shema zaposleni 19
Slika 7: Splošni primer terminskega plana 21
Slika 8: Generalni terminski plan − 1 od 7 22
Slika 9: Generalni terminski plan − 2 od 7 23
Slika 10: Generalni terminski plan − 3 od 7 23
Slika 11: Generalni terminski plan − 4 od 7 24
Slika 12: Generalni terminski plan − 5 od 7 24
Slika 13: Generalni terminski plan − 6 od 7 25
Slika 14: Generalni terminski plan − 7 od 7 25
Slika 15: Področje varnosti in zdravja pri delu 27
Slika 16: Območje projekta 30
Slika 17: Skica prikaza metodologije zaščite izkopa rova v odnosu na pogoje v tleh 32
Slika 18: Numerični model karakterističnega povprečnega preseka kanala 35
Slika 19: Prikaz lokacija vrtin v občini Sv. Križ Začretje 36
Slika 20 Tablica obstoječega stanja v tleh s parametri materiala za proračun Vir: (Lastni vir) 36
Slika 21: Izhodni gradienti pod dnom kanala Vir: (Lastni vir) 37
Slika 22: Numerični model karakterističnega povprečnega preseka kanala s poglobitvijo od 0,5 m, v katerega je vgrajen kamniti tolčenec ali večja frakcija tamp, ovitega v geotekstil 38
Slika 23: Izhodni gradienti izpod dna kanala po izvedbi znižanja nivoja podtalnice s sistemom vodnjakov 38
Slika 24 Skica varovanje izkopov 39
Slika 25 Skica varovanje izkopov 39
Slika 26: Parametri tal in vhodni podatki za izračun skupne sile na podporno konstrukcijo jame 40
Slika 27: Pridobljeni rezultati predstavljajo kritično obremenitev za vrtino 41
Slika 28: Prikaz varovanja izkopov 41
Slika 29: Skica izračuna za črpališča 42
Slika 30: Prečni prerez črpališča in zaščita izkopa 43
Slika 31: Odstopanje gladine vode v obdobju 1971−2000 43
Slika 32: Izračun količin 44
Slika 33: Izračun porabe časa 45
Slika 34: Prikaz prihrankov po posameznih vrstah del 46
Slika 35: Izračun porabe časa 46
Slika 36: Izračun porabe časa 46
Slika 37: Centralna čistilna naprava v Celju 51
Slika 38: Prikaz neskladnih vzorcev po regijah v letu 2017 56

Slika 39: Prikaz za odvzete in neskladne vzorce pri redkih preskušnjah (Fekalno onesnaženje) v letu 2017 57

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava deleža neskladnih vzorcev v sistemih v upravljanju VO-KA Celje z rezultati državnega monitoringa Slovenije za leto 2011 po posameznih indikatorskih mikrobioloških parametrih 53
Tabela 2: Vpliv na okolje 55

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitve problema

Kanalizacija je sistem za zbiranje in odvajanje odplak, ki poteka od mesta nastanka odpadne vode do čistilne naprave. Namen kanalizacije je varovanje zdravja ljudi, preprečevanje pojava in širjenja bolezni ter preprečevanje onesnaževanja površinskih in podzemnih voda.

Osnovni sistem zbiranja odplak deluje na principu prostega pada (gravitacijska kanalizacija), vendar ponekod (npr. velike ravnine, velike naravne ovire, kamnine) princip prostega pada ni mogoč in se tam črpajo s črpalkami ostanki vode na čistilnih napravah (kanal pod pritiskom). Kanalizacijske cevi sestavljajo cevi premera 100 mm, do velikih betonskih cevi. Danes se največ uporabljajo cevi iz umetnih materialov, kot so PVC, PP, PE in poliester, medtem ko se betonske cevi uporabljajo vse manj.

Odpadne vode iz stanovanjskih objektov se najpogosteje zbirajo v kanalizacijske jaške za hišne priključke, prej pa v greznice, ki niso več dovoljene, to je v kopanih rezervoarjih, ki ločujejo trdne odplake od tekočih odplak. Tekoče odplake nato po ceveh odpeljejo do čistilnih naprav, trdne odplake pa prečrpajo in s posebnimi vozili odpeljejo na odlagališča. Poznamo tudi sisteme, kjer ima vsako gospodinjstvo svojo greznico s strojem za mletje trdnih odplak in ko je nivo odplak v greznici dovolj visok, se zažene mlin in zmelje vso odplako, nato še to odplako, ki teče po kanalizaciji v čistilno napravo. Trenutno so na mestih, kjer kanalizacijskega omrežja ni, postavljene individualne čistilne naprave, ki delujejo po principu velikih čistilnih naprav. Prečiščeno odpadno vodo iz malih čistilnih naprav lahko odvajamo v naravo.

Oblika in velikost kanala se odražata v njegovem namenu. Osnovno kanalizacijo delimo na fekalno kanalizacijo, meteorno kanalizacijo in kombinirano kanalizacijo. Kombinirane oblike odplak so zasnovane tako, da se po istih ceveh poleg odplak hkrati prenaša tudi deževnica. »Vendar se te oblike običajno ne morejo spoprijeti z večjim volumskim pretokom, ki nastane med močnim deževjem, kar povzroča težave pri transportu fekalij in povzroča uhajanje fekalij skozi vodnjake in žlebove.

Za načrtovanje ter gradnjo kanalizacijskih omrežij sta se razvila dva osnovna sistema zbiranja ter odvajanja odpadnih voda:

• mešani sistem z odvajanjem mešanih odtokov in razbremenjevanjem padavinskih odtočnih konic v skupnem omrežju in

• ločeni sistem z ločenim odvajanjem padavinskih ter sušnih odtokov.

Pri mešanih sistemih kanalizacijskih omrežij se padavinske in odpadne vode zbirajo ter (ustrezno razbremenjene) odvajajo na čistilno napravo v skupnem omrežju. Pri ločenem sistemu pa se odpadne vode odvajajo v dveh med seboj (tlorisno ter višinsko) popolnoma ločenih omrežjih.« (Maleiner, 2009)

1.2 Namen in cilji diplomskega dela

Namen mojega diplomskega dela je:

- Raziskati, katera je pravilna oz. boljša izbira kanalizacijskih sistemov.
- Raziskati področje izvedbe kanalizacijskih sistemov.
- Predstaviti prednosti in pomanjkljivosti različnih sistemov delovanja kanalizacije.
- Kakšne so zahteve, zmožnosti in potrebe po energetsko varčnih rešitvah pri izvedbi kanalizacijskih sistemov.

Odgovoril bom na slednje hipoteze:

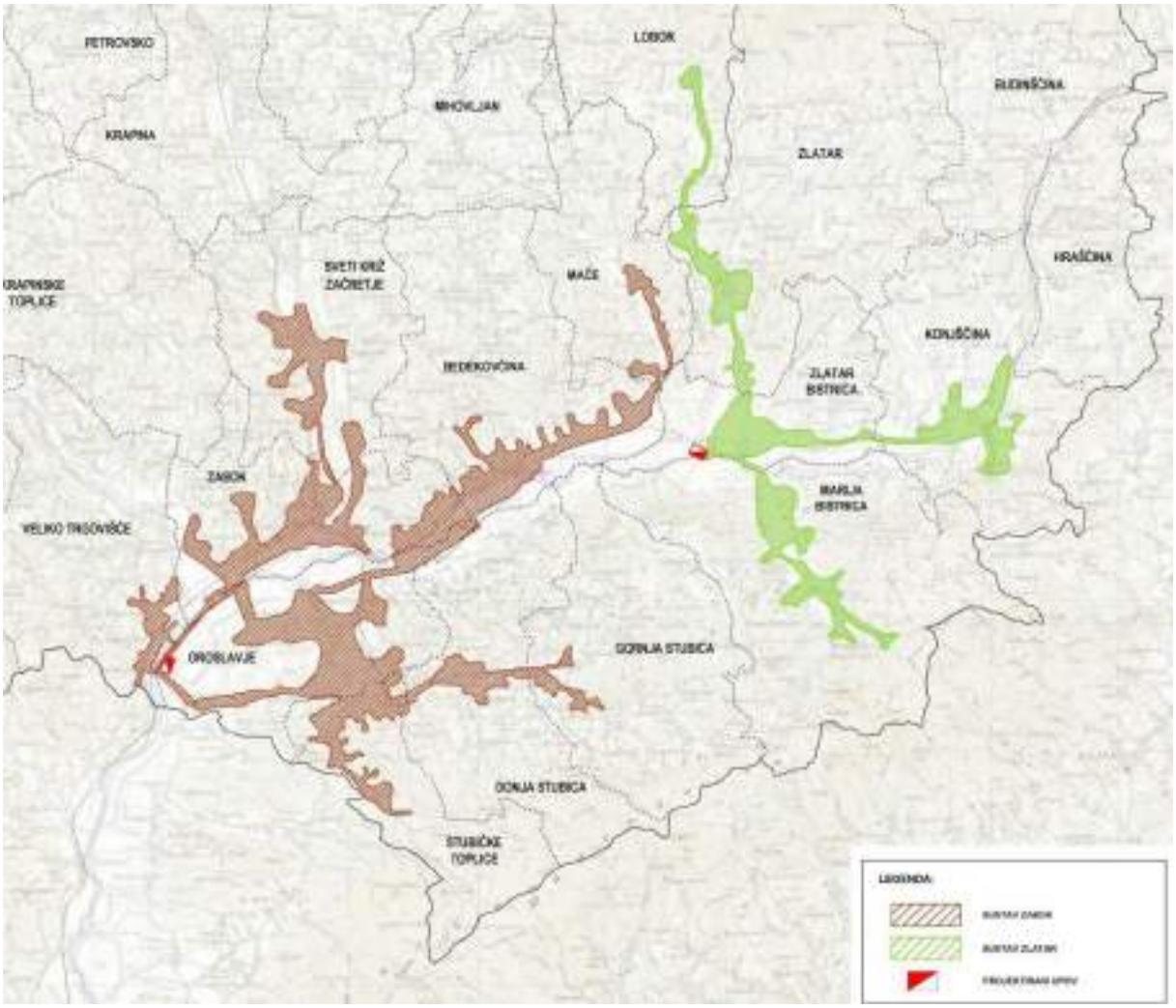
- H1 Tlačna kanalizacija je cenejša za 20 % kot gravitacijska, ter je pomembna izbira ustreznih materialov.
- H2 Izgradnja gravitacijske kanalizacija je hitrejša za 10 % kot tlačne.
- H3 Voda, ki je šla skozi postopek prečiščevanja na čistilni napravi, je neoporečna.
- H4 Izdelava kanalizacije in čistilne naprave izboljšuje pogoje bivanja z vidika ekologije ter izboljšuje kakovost življenja: dodatna hipoteza za krovno temo 2023 (»Potreba po energetsko varčnih gradbenih rešitvah«).

Cilj mojega diplomskega dela mi predstavlja profesionalni izziv. Trenutno delam na projektu izgradnje kanalizacije in se pri tem vsakodnevno soočam s težavami, za katere sam menim, da bi se dolgoročno lahko veliko boljše obnesle, če bi se naredile določene študije in primerjave med obema. Glede na to, da imam veliko let delovnih izkušenj in tudi znanje, ki sem ga pridobil skozi druge predmete tega študija, želim skozi to mojo diplomsko nalogo ponuditi boljše rešitve za izgradnjo kanalizacijskih sistemov, tako časovne kot tudi ekonomske in ne nazadnje tudi okolju bolj prijazne.

1.3 Predpostavke in omejitve

CGP, d. d., je izvajalec projekta kanalizacijskih sistemov na aglomeraciji Zabok-Zlatar. Vsi finančni, tehnološki in drugi podatki so realni in sem za njih pridobil dovoljenje od podjetja za javno objavo. Zaradi tega bodo vse moje analize v diplomskem delu merodajne in podkrepljene

z realnimi številkami oziroma odstotki. Zato pri mojem diplomskem delu ne bo nobenih omejitev.



Slika 1: Prostorski obseg projekta aglomeracija Zabok-Zlatar

Vir: (Lastni vir)

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri pisanju moje diplomske naloge sem uporabljal analitično raziskovalno metodo in deskriptivno metodo. Za uporabo deskriptivnega pristopa sem se odločil zato, ker delam na projektu in je zato velik del diplomskega dela tesno povezan skozi vsakodnevno prakso in dejansko analizo stanja na gradbišču. Raziskovalno delo bo izvedeno iz projektne dokumentacije in terminskega plana.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

Predpriprave za pisanje diplomskega dela so potekale na sedežu Academia, kjer smo pod vodstvom vsi rešili Belbinov popis tima in Myerss Brigssov test osebnosti. Potem smo se razdelili v projektne skupine (na podlagi rezultatov obeh testov), v katerih smo delovali v okviru svojih diplomskih del. Takšna skupina je zajemala vodjo projekta, projektanta, komercialista, kalkulanta in osebo za pripravo del. V skupini sem opravljal vlogo osebe, zadolžene za vodjo projektov, zaradi rezultata osebnostnih testov in podrobnega poznavanja projekta. Tako sem sodeloval na vseh področjih projekta.

Prvič ko smo se srečali s skupino, sem vsem predstavil svoj projekt primerjave dveh kanalizacijskih sistemov, kjer sem predstavil razliko med tlačno in gravitacijsko kanalizacijo (teoretično). S skupino smo začeli preučevati, kakšne so razlike med eno in drugo, katera je hitrejša pri izgradnji in katera cenejša. Vse to je bilo možno potrditi na podlagi dejanskega projekta aglomeracija Zabok-Zlatar. Glede na trenutne razmere na trgu smo se spraševali, kako bi čistilne naprave in kanalizacijski sistemi izboljšali pogoje bivanja z vidika ekologije, kot tudi, ali je voda, ki je šla skozi postopek prečiščevanja na čistilni napravi, neoporečna. Vse te dileme so tudi hipoteze mojega diplomskega dela, kjer so posamezno opisane.

Naslednja srečanja so potekala kot debate na teme naših diplomskih del. Del srečanj je bil namenjen tudi moji temi. Na srečanju sem med drugim predstavil tudi zakonodajo. Do zakonov in vseh uradnih dokumentov smo hitro prišli preko spletnega omrežja. Pogovarjali smo se tudi o tem, kako sta pri delu pomembna varnost in zdravje, pa tudi izbira kadra in terminsko planiranje.

Na podlagi dokumentacije, ki sem jo pridobil pri glavnem izvajalcu del, smo skupaj pripravili finančni plan, ki bo sledil terminskemu planu izvedenih del. Ta del je zelo podrobno opisan v poglavju 3 Terminsko planiranje. Na podlagi terminskih tabel smo lahko naredili analizo časovnega poteka izgradnje dveh različnih kanalizacijskih sistemov oziroma katera izgradnja je potekala hitreje. Obračunski tehnik je na podlagi popisa del pripravil analizo ponudb, plan stroškov in delovne mehanizacije. Tako smo iz stroškovne analize dobili rezultate, kateri od kanalizacijskih sistemov je cenejši.

Ker smo si že na začetku razdelili naloge, je delo v skupini lahko potekalo sistematično in organizirano. Ugotovili smo, da je skupinsko oziroma timsko delo najboljši pristop k reševanju nalog, kar je tudi bistvo takšne oblike dela.

2.1 Zakonodajna osnova

Kanalizacijski sistem predstavlja zelo širok spekter, zato imamo v Republiki Sloveniji veliko zakonov in določil za vsako panogo posebej. Nekateri od teh zakonov so:

- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/2006). Pridobljeno s https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2006-01-1682?sop=2006-01-1682.
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/2015). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6951.
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/2012, 64/2014, 98/2015). Pridobljeno s https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1996-01-2291?sop=1996-01-2291.
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Uradni list RS, št. 80/2012, 98/2015). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6149.
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/2008). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4880.
- Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12 in 109/12). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6060.

Pri izvajanju tega projekta je potrebno upoštevati tudi predpise in zakonodajo, ki veljajo za Republiko Hrvaško. Tukaj je naveden le del normativov in predpisov, ki se nanašajo na dela, gradbene produkte in opremo. Izvajalci in projektanti so dolžni upoštevati vse ostale veljavne zakone, norme in predpise, ki tukaj niso navedeni in se neposredno ali posredno nanašajo na dela, gradbene proizvode in opremo iz tega poglavja.

TEHNIČKI PROPISI

1.	Tehnički propis za zidane konstrukcije	01/07
2.	Tehnički propis za betonske konstrukcije	139/09,14/10,125/10
3.	Tehnički propis za čelične konstrukcije	112/08,125/10
4.	Tehnički propis za spregnute konstrukcije od čelika i betona	119/09,125/10
5.	Tehnički propis za drvene konstrukcije	121/07,58/09,125/10
6.	Tehnički propis o građevnim proizvodima	33/10
7.	Tehnički propis o izmjeni i dopuni tehničkog propisa o građevnim proizvodima	87/10

Slika 2: Tehnični predpisi Republike Hrvaške

Vir: (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_01_1_4.html)

NORME ZA BETON

HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000.)
HRN EN 12390-1/AC	Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000/AC:2004.)
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrsloga betona -- 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće (EN 12390-2:2000.)
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrsloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001.)
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrsloga betona -- 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem ispitnih uzoraka (EN 12390-6:2000.)

Slika 3: Normativi za beton

Vir: (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_11_139_3381.html)

NORME ZA GEOSINTETIKE

HRN EN ISO 9862:2005.	Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka (ISO 9862:2005.; EN ISO 9862:2005.), Geosynthetics – Sampling and preparation of test specimens (ISO 9862:2005.; EN ISO 9862:2005.).
HRN EN ISO 9863-1:2005.	Geosintetici – Određivanje debljine pri određenim tlakovima – 1. dio: Jednoslojni (ISO 9863-1:2005.; EN ISO 9863-1:2005.), Geosynthetics – Determination of thickness at specified pressures – Part 1: Single layers (ISO 9863-1:2005.; EN ISO 9863-1:2005.)
HRN EN ISO 9864:2005.	Geosintetici – Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom (ISO 9864:2005.; EN ISO 9864:2005.), Geosynthetics – Test method for the determination of mass 39eru nit area of geotextiles and geotextile-related products (ISO 9864:2005.; EN ISO 9864:2005.)
HRN EN ISO 10318:2008.	Geosintetici – Nazivi i definicije (ISO 10318:2005.; EN ISO 10318:2005.), Geosynthetics – Terms and definitions (ISO 10318:2005.; EN ISO 10318:2005.)
HRN EN ISO 10319:2008.	Geosintetici – Vlačno ispitivanje na širokim trakama (ISO 10319:2008.; EN ISO 10319:2008.), Geosynthetics – Wide-width tensile test (ISO 10319:2008.; EN ISO 10319:2008.)
HRN EN ISO 10320:2001.	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Identifikacija na gradilištu (ISO 10320:1999.; EN ISO 10320:1999.), Geotextiles and geotextile-related products – Identification on site (ISO 10320:1999.; EN ISO 10320:1999.)
HRN EN ISO 10321:2008.	Geosintetici – Vlačno ispitivanje spojeva/šavova na širokim trakama (ISO 10321:2008.; EN ISO 10321:2008.), Geosynthetics – Tensile test for joints/seams by wide-width strip method (ISO 10321:2008; EN ISO 10321:2008.)
HRN EN ISO 11058:2010.	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu, bez opterećenja (ISO 11058:2010.; EN ISO 11058:2010.), Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water permeability characteristics

Slika 4: Normativi za geosintetike

Vir: (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_11_139_3381.html)

NORME ZA KAMEN

HRN EN 12371:2010.	Metode ispitivanja prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na smrzavanje (EN 12371:2010.)
HRN EN 12370:1999.	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje otpornosti na kristalizaciju soli (EN 12370:1999.)
HRN EN 1926:2008.	Metode ispitivanja prirodnog kamena -- Određivanje jednoosne tlačne čvrstoće (EN 1926:2006.)
HRN EN 1936:2008.	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje gustoće i prostorne mase, ukupne i otvorene poroznosti (EN 1936:2006.)
HRN EN 12372:2008.	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje čvrstoće pri savijanju pod koncentriranim opterećenjem (EN 12372:2006.)
HRN EN 12059:2008.	Proizvodi od prirodnog kamena -- Dimenzionirani obrađeni kamen -- Zahtjevi (EN 12059:2008.)
HRN EN 12407:2008.	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Petrografsko ispitivanje (EN 12407:2007.)
HRN EN 12440:2008.	Prirodni kamen -- Kriteriji za utvrđivanje nazivlja (EN 12440:2008.)
HRN EN 13373:2003.	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje geometrijskog oblika kamenih elemenata (EN 13373:2003.)
HRN EN 13755:2008.	Ispitne metode prirodnoga kamena -- Određivanje upijanja vode pri atmosferskom tlaku (EN 13755:2008.)
HRN EN 13919:2003.	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na SO2 u vlažnim uvjetima (EN 13919:2002.)
HRN EN 14066:2003.	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na starenje od toplinskih promjena (EN 14066:2003.)
HRN EN 14147:2004.	Ispitne metode prirodnog kamena -- Određivanje otpornosti na starenje pri djelovanju raspršene solne otopine (EN 14147:2003.)
HRN EN 14157:2008.	Ispitne metode prirodnoga kamena -- Određivanje otpornosti na abraziju (EN 14157:2004.)
HRN EN 14581:2008.	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje koeficijenta linearnog termičkog širenja (EN 14581:2004.)
HRN EN 13383-1:2003.	Kamenozaštite - 1. dio: Specifikacije (EN 13383-1:2002.)

Slika 5: Normativi za kamen

Vir: (https://saxumtec.com/hr/norme-za-prirodni-kamen/)

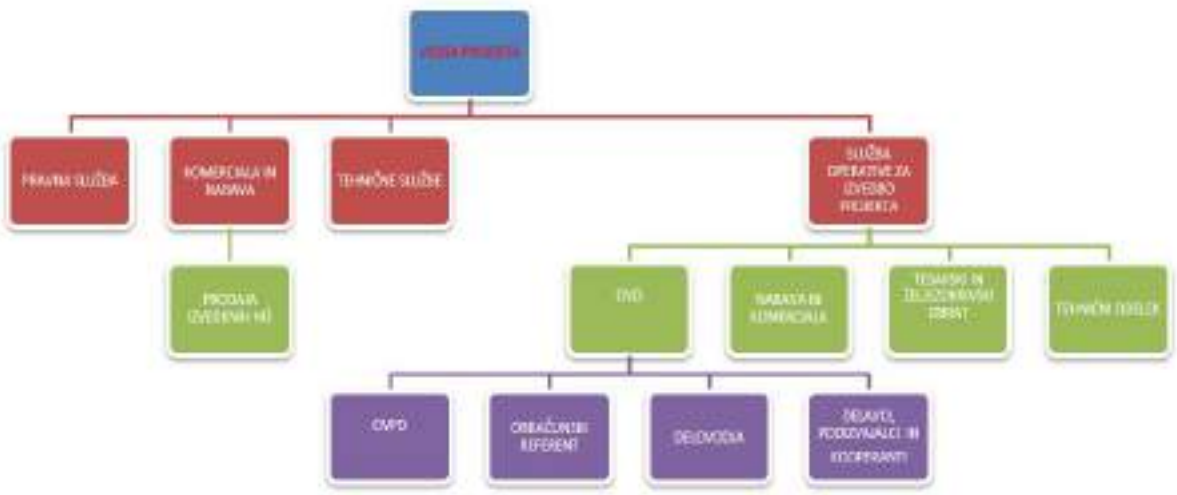
2.2 Izbira skupine za uspešno izvajanje projekta

Projekti so orodje za uresničevanje razvojnih strategij podjetja, zato je treba zagotoviti njihovo učinkovito uresničevanje. Na uspeh projekta vpliva več dejavnikov. Opredelitev ciljev projekta je eden ključnih dejavnikov za uspeh. Vodja projekta kot glavna odgovorna oseba v projektu mora poskrbeti, da so evidentirane vse zahteve, ki jih mora dosegati rezultat projekta. Veliko znanja projektnega vodje je vedno dobrodošlo in minimizira projektna tveganja. Med drugim je zelo pomembna naloga vodje projekta, da izbere učinkovit tim, ki bo skupaj dobro funkcioniral. Odgovornost za vsebino specifikacije naj prevzame naročnik projekta, saj on najbolje pozna obseg in stanje, povpraševanje in potrebe.

2.3 Potrebni kader za nemoteno izvajanje del

Na gradbišču dveh kanalizacijskih sistemov na aglomeraciji Zabok-Zlatar so vedno potrebni:

- vodja dela,
- vodja gradbišča,
- obračunski tehnik,
- delovodja,
- skupinovodja,
- strojnik,
- delavci za gradbena dela,
- delavci za elektro in strojne instalacije.



Slika 6: Shema zaposleni

Vir: (Lastni vir)

3 TERMINSKO PLANIRANJE

Za uspeh gradbenega projekta so ključni čas, stroški in kakovost, ki morajo biti med seboj ustrezno usklajeni glede na potrebe in zahteve posameznih pogodbenih partnerjev v vseh fazah gradbenega projekta. Zato so zelo pomembni terminski plani.

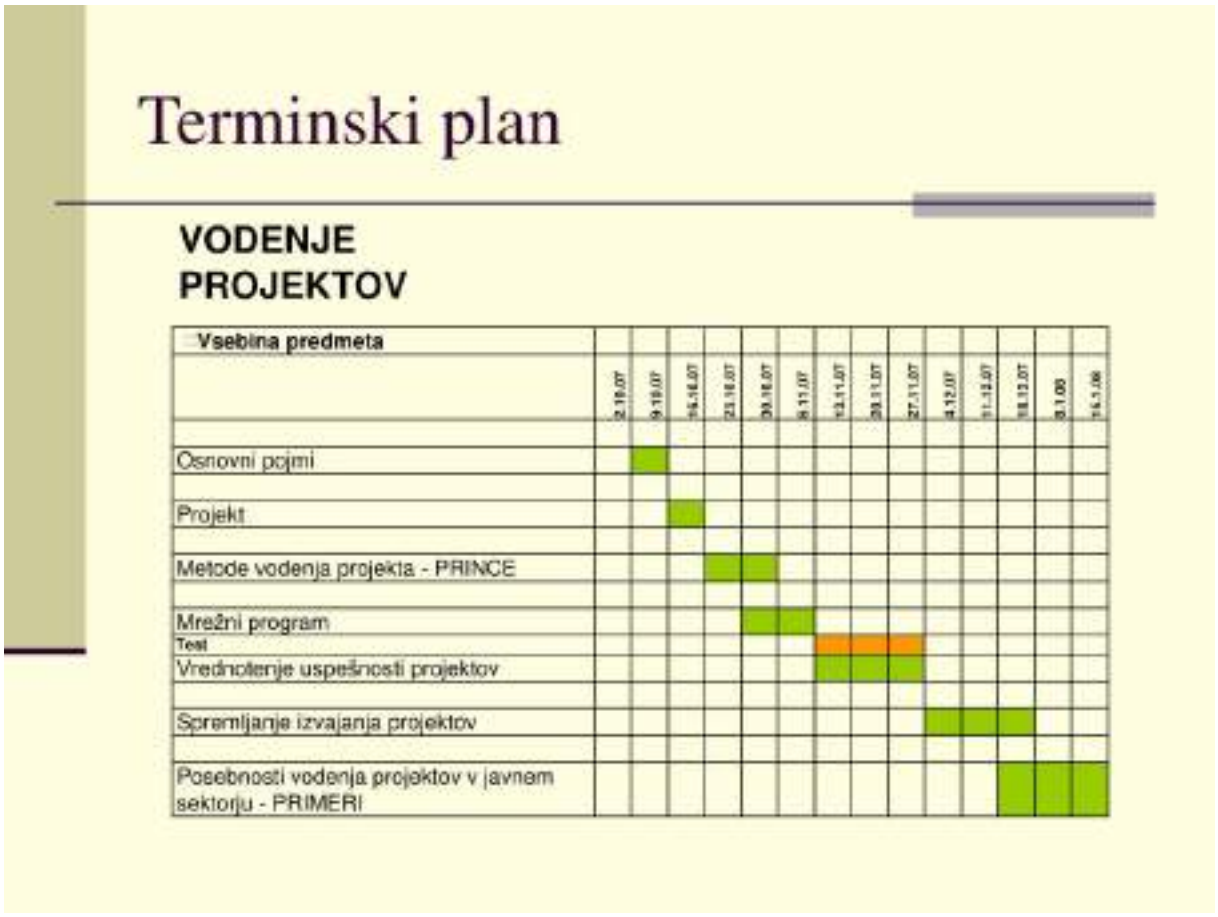
S terminskimi plani določamo termine za izvršitev aktivnosti, vrstni red izvajanja aktivnosti in usklajenost izvajanja aktivnosti. Vse to lahko prikažemo grafično z naslednjimi tehnikami:

- gantogramska ali blokovna tehnika,
- ciklogramska ali taktna tehnika,
- ortogonalna tehnika in
- tehnika mrežnega planiranja.

Rezultati uporabe naštetih tehnik so gantogrami, ciklogrami, ortogonalni plani in mrežni diagrami. S pomočjo gantogramske tehnike planiranja in tehnik mrežnega planiranja se lahko izdela tudi številčne terminske plane. Vsekakor imajo grafični terminski plani veliko prednost pred številčnimi terminskimi plani; predvsem od tehnološke zapletenosti dela (aktivnosti) in od cikličnosti ponavljanja delovnih procesov je v glavnem odvisno, katero tehniko terminskega planiranja bomo izbrali. (Pšunder, 2009)

3.1 Osnove terminskega planiranja

Terminsko planiranje projekta je za vse udeležence projekta izjemnega pomena. S terminskim planom ima vodstvo jasno sliko o tem, kakšni so naslednji koraki projekta. Za učinkovit projektni načrt mora vodja projekta upoštevati pravila njegovega ustvarjanja, ažuriranja in komunikacije med deležniki. Iz svojih izkušenj lahko povem, da univerzalni terminski plan ne obstaja, ampak je ta specifičen za vsak novi projekt in je potrebna izdelava po meri. Sama izdelava terminskega plana je odvisna od več dejavnikov: starosti in izkušenj članov projektne skupine, metodologije in zahtev podjetja, razpoložljivih orodij za načrtovanje, birokratskih zmogljivosti vključenih članov, njihovih osebnih lastnosti, načrtovanja in sposobnosti načrtovanja, strokovnosti vodje projekta in njegova ustvarjalnost. Dobro pripravljen terminski plan pomaga pri načrtovanju in prikazu rokov, ki so ključni za poslovni uspeh in je zato lahko učinkovito prodajno orodje za pridobivanje denarja od potencialnih investitorjev.



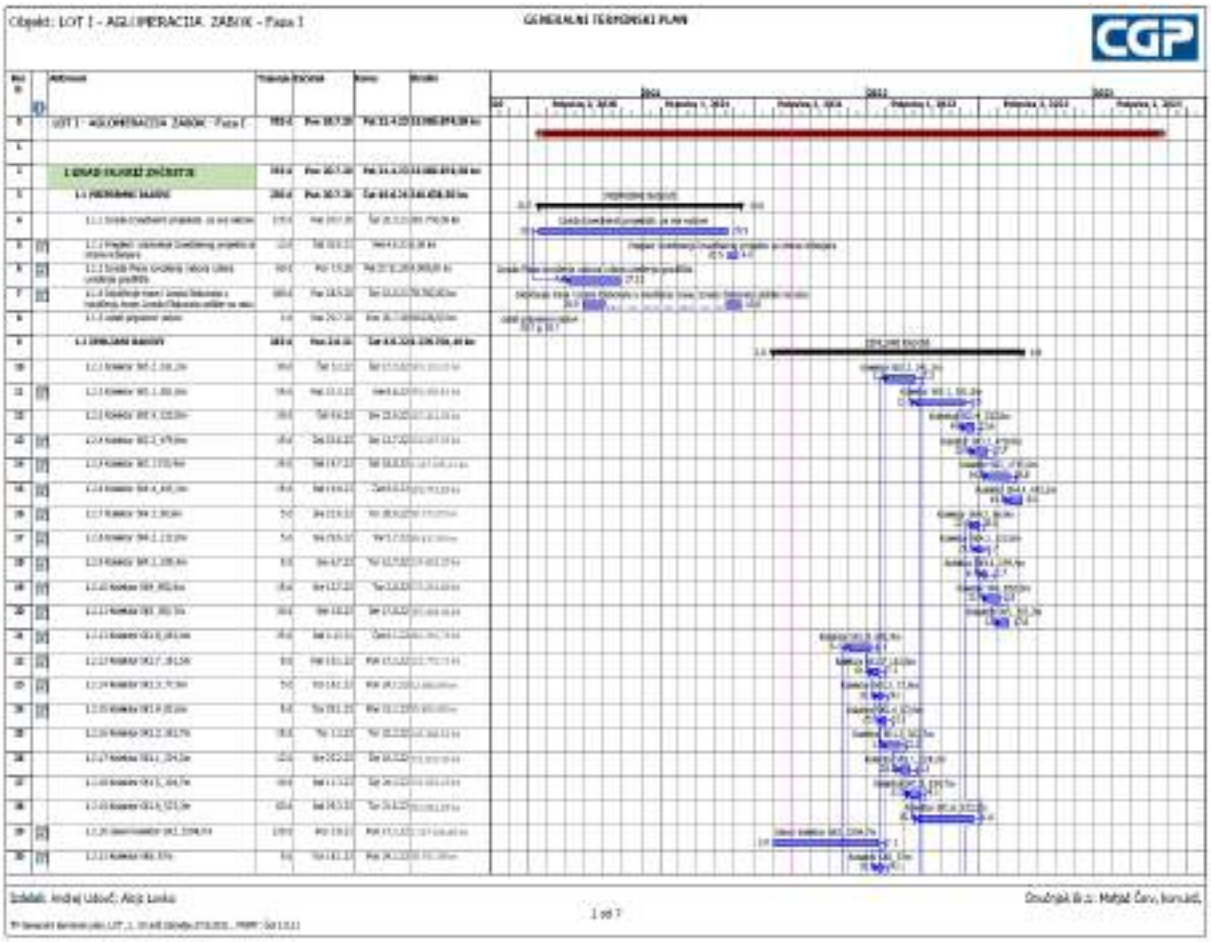
Slika 7: Splošni primer terminskega plana

Vir: (https://www.slideserve.com/gil-levine/prof-dr-sre-ko-devjak.jpg)

3.2 Terminsko planiranje na objektu

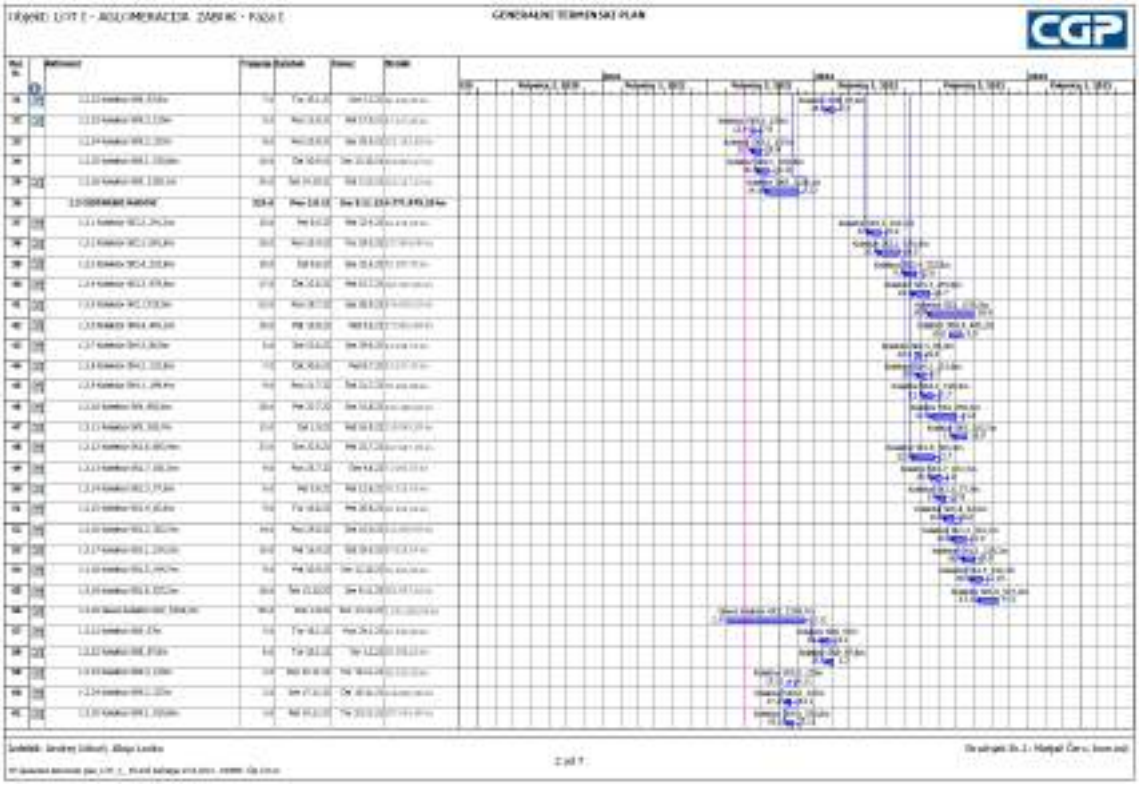
Na projektu Izgradnja dveh kanalizacijskih sistemov na aglomeraciji Zabok-Zlatar pri gradnji kot glavni izvajalec del nastopa naše znano podjetje. Podjetje seveda sodeluje z veliko drugimi podizvajalci del, ki so specializirana za svoje področje. Investitor je želel imeti pred začetkom izvajanja del generalni terminski plan del. V našem podjetju smo skupaj z ekipo iz oddelka za pripravo del izdelali terminski plan izvedbe vseh del za izgradnjo dveh kanalizacijskih sistemov, in sicer za vsako regijo posamezno. S temi terminskimi plani je bilo možno prikazati planirani časovni potek izvajanja pripravljalnih, zemeljskih, gradbenih in obrtniških del. V našem podjetju smo se odločili za gantogramsko tehniko terminskega planiranja. Terminski plan je bil izdelan s pomočjo programa Microsoft PROJECT 2020. Po izdelavi generalnega terminskega plana je planerski tim izdelal tudi plan nabave in dobave materialov, plan najema mehanizacije in plan potreb po delovni sili, ki so bili predani pristojnim službam nabave, mehanizacije in operative. Omenjeni plani so ključni za nemoteno izvajanje del na projektu. Investitor je zahteval tudi izdelavo tedenskih terminskih planov, ki jih je potrebno sprotno

predajati nadzornemu inženirju do petka tekočega tedna za prihodnji delovni teden. Tedenski plani vsebujejo poleg načrtovanih faz del tudi vsa obvestila za nadzornega inženirja, zunanjo kontrolo kakovosti in notranjo kontrolo kakovosti (pregled armature, pregled temeljnih tal, betoniranje).



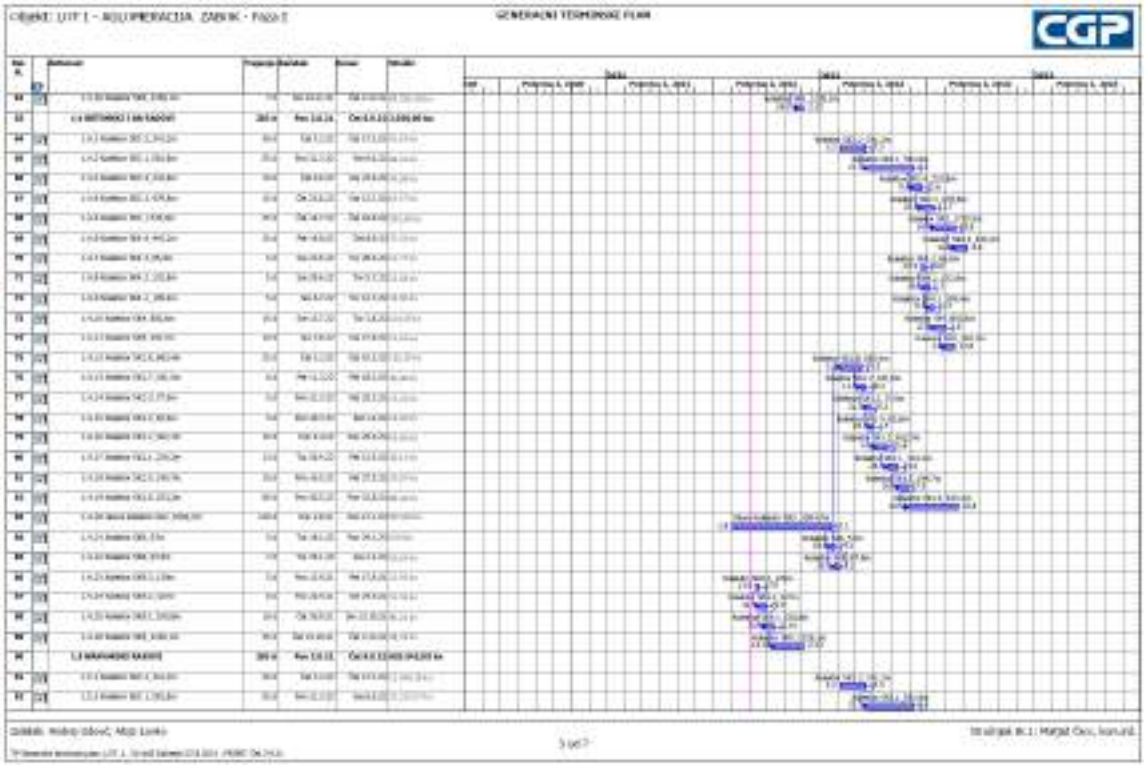
Slika 8: Generalni terminski plan − 1 od 7

Vir: (CGP, d. d.)



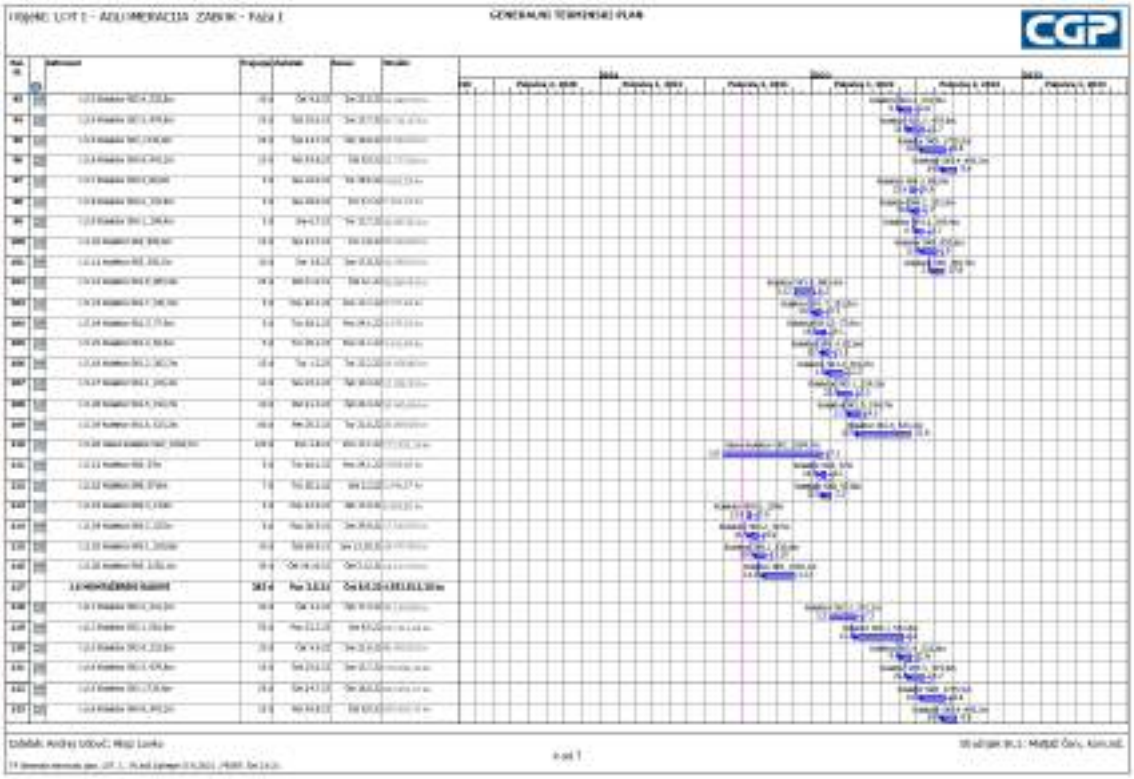
Slika 9: Generalni terminski plan − 2 od 7

Vir: (CGP, d. d.)



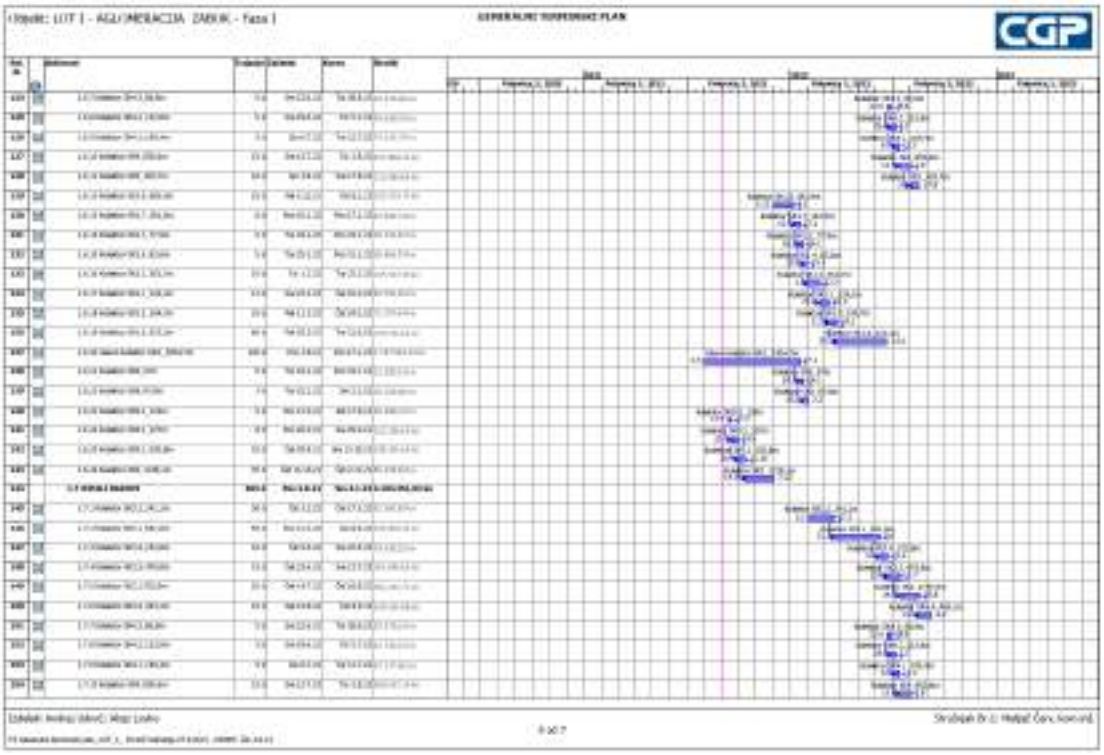
Slika 10: Generalni terminski plan − 3 od 7

Vir: (CGP, d. d.)



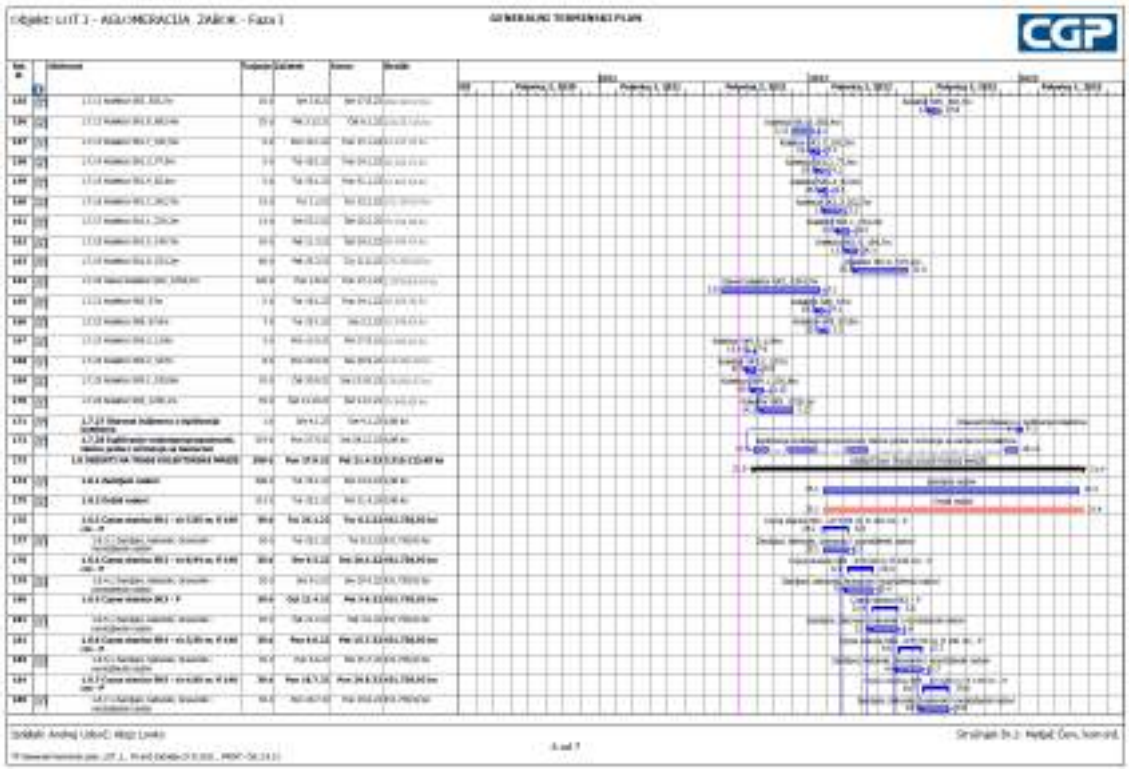
Slika 11: Generalni terminski plan − 4 od 7

Vir: (CGP. d. d.)



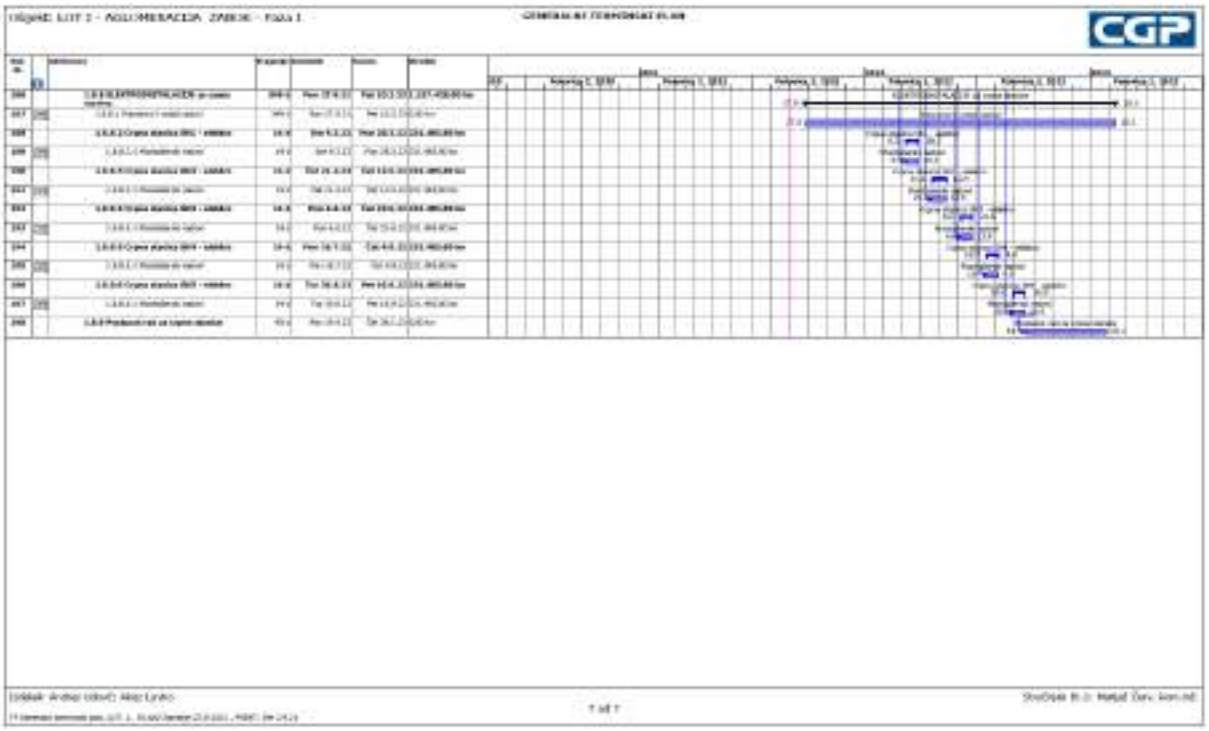
Slika 12: Generalni terminski plan − 5 od 7

Vir: (CGP, d. d)



Slika 13: Generalni terminski plan − 6 od 7

Vir: (CGP, d. d.)



Slika 14: Generalni terminski plan − 7 od 7

Vir: (CGP, d. d.)

4 PRIPRAVLJALNA DELA

Pred začetkom gradnje je potrebno opraviti pripravljalna dela. Prvi korak je seveda priprava gradbene parcele, ki zajema predvsem odstranitev motečih dreves, skal, zasipavanje lukenj in izravnavo terena. Sledi odstranjevanje zgornje plasti zemlje in priprava drenažnih jarkov. Zemljo, ki smo jo odstranili, kasneje shranimo za hrib ali deponijo za ozelenitev novozgrajenega objekta.

Pred začetkom gradnje mora biti gradbišče zakoličeno. Gradnja objekta se izvaja v skladu s pogoji, določenimi v gradbenem dovoljenju. V Republiki Sloveniji za to imamo Gradbeni zakon (GZ-1, http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8244), ki ureja pogoje za graditev objektov in druga vprašanja, povezana z graditvijo objektov. Za izgradnjo objekta se v skladu z geodetskimi predpisi izdela poseben načrt, ki zagotavlja izgradnjo v skladu s pogoji iz gradbenega dovoljenja. Podpišeta ga geodet in izvajalec, lahko pa tudi pooblaščeni predstavnik občine, če je prisoten pri delu. Zakoličenje objekta je osni prenos zunanjega pisarniškega tlorisa načrtovanega objekta na teren na gradbeni parceli ali dolžino objekta gospodarske javne infrastrukture.

Pri izdelavi kanalizacije so najbolj pogosta zemeljska pripravljalna dela, ki jih uvrščamo med specializirana gradbena dela in se lahko opravljajo na obrtni način. Zato je pri opravljanju te dejavnosti treba upoštevati tako gradbeno kot obrtno zakonodajo.

Pri tem je treba upoštevati veljavne zakone o varstvu pri delu, o graditvi objektov, o varstvu okolja, o urejanju naselij in drugih posegov v prostore.

Pripravljalna dela so:

- izgradnja dostopnih poti,
- čiščenje terena,
- postavitev gradbenih objektov,
- zavarovanje gradbišča,
- ureditev deponije,
- drenažo gradbišč.

5 VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU

Zakon o varnosti in zdravju pri delu v svojem 17. členu določa, da mora vsak delodajalec izdelati Izjavo o varnosti z oceno tveganja. Pravilnik o načinu izdelave izjave o varnosti z oceno tveganja podrobneje določa, kako mora biti ocenjevanje tveganja izvedeno.



Slika 15: Področje varnosti in zdravja pri delu

Vir: (https://vpd-pv.si/varstvo_pri_delu/#&gid=1&pid=1.jpg)

Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih je predpis, ki ga morajo delodajalci v dejavnosti gradbeništva zelo dobro poznati. Predvsem Priloga IV. uredbe vsebuje zahteve, katerih neupoštevanje je običajno vzrok za nezgode z najhujšimi posledicami.

Nekateri od predpisov so:

- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1)(Uradni list RS, št. 43/11).
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/05).
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, št. 39/05).

MDDSZ Varnost v gradbeništvu je ustvarilo spletno stran z namenom, da delavcem in delodajalcem pomaga oceniti riziko tveganja pri delu. Zato priporočajo, da je potrebno v

primeru izkopavanja na območju vodovodne ali kanalizacijske napeljave, naprave ali objekta dela opravljati po navodilih in pod nadzorstvom strokovne osebe, ki jo sporazumno določita lastnik naprave ali z njegove strani pooblaščeni vzdrževalec in izvajalec del.

Pri delu v gradbenih jamah, vodnjakih, gradbiščih pod zemljo ali predorih je potrebno upoštevati naslednje varnostne ukrepe:

- uporabiti ustrezne oporne konstrukcije ali nasip,
- preprečiti nevarnosti za padec človeka, materialov ali predmetov ali poplavljanje,
- zagotoviti zadostno prezračevanje na vseh deloviščih za zagotovitev takega zraka za dihanje, ki ni nevaren ali zdravju škodljiv,
- omogočiti delavcem, da se umaknejo na varno območje v primeru požara ali vdora vode ali materialov.

Pri izkopavanju ali čiščenju z zemljo zasutih jam, vodnjakov, kanalov in podobno je potrebno predhodno ugotoviti morebitno prisotnost ogljikovega monoksida in drugih škodljivih, vnetljivih ali eksplozivnih plinov.

Izkop v globino več kot 100 cm je potrebno obvezno opravljati ob izvajanju varnostnih ukrepov, ki preprečujejo zrušitev zemeljskih plasti z bočnih strani in usip izkopanega materiala (z zagatnimi stenami, razpiranjem ali ureditvijo brežin ob upoštevanju kota notranjega trenja zemljine). Ob zgornjem robu izkopa je treba obvezno zagotoviti vsaj 100 cm širokega prostega pasu (prostora), na katerem ni dovoljeno odlaganje materiala ali ga uporabljati za transportne poti.

Jarke in druge izkope je potrebno kopati v zadostni širini, ki omogoča neovirano delo delavcev v njih tako, da ostaja po razpiranju in postavitvi cevovoda ali druge naprave (opaža, zidu) v izkopu najmanj 60 cm prostora za gibanje delavcev.

Odstranitev opažev ob zasipanju izkopa je potrebno opraviti po navodilu in pod nadzorstvom vodje posameznih del. Če bi odstranjevanje opaža lahko povzročilo nevarnost za delavce, je potrebno opaž pustiti v izkopu.

Za sestopanje delavcev v izkop ali vračanje iz izkopa, globljega od 100 cm, morajo biti zagotovljene lestve ustrezne dolžine, tako da sega držalo za roke najmanj 100 cm nad robove izkopa.

Poti in rampe za odvažanje materiala iz izkopa morajo ustrezati trdnosti terena in karakteristikam transportnih vozil. Njihov nagib v primeru predvidene vožnje z običajnimi tovornimi vozili ne sme presegati 12,5 %.

Kadar pri izvajanju del obstaja nevarnost utopitve, je potrebno poskrbeti za:

- primerno ureditev delovišča ter ustrezno opremo za varno delo,
- predpisano reševalno opremo in sredstva za reševanje (kot velja za urejena kopališča),
- vsaj enega usposobljenega reševalca iz vode,
- usposobljenost delavcev za samoreševanje iz vode (znanje plavanja),
- neoviran dostop za reševalce in reševalno opremo,
- druge predpisane ukrepe.

Pri izvajanju del nad/ob rekah in vodnih pregradah z velikim pretokom morajo delavci kljub izvajanju drugih ukrepov za varnost in zdravje pri delu nositi tudi reševalne jopiče.

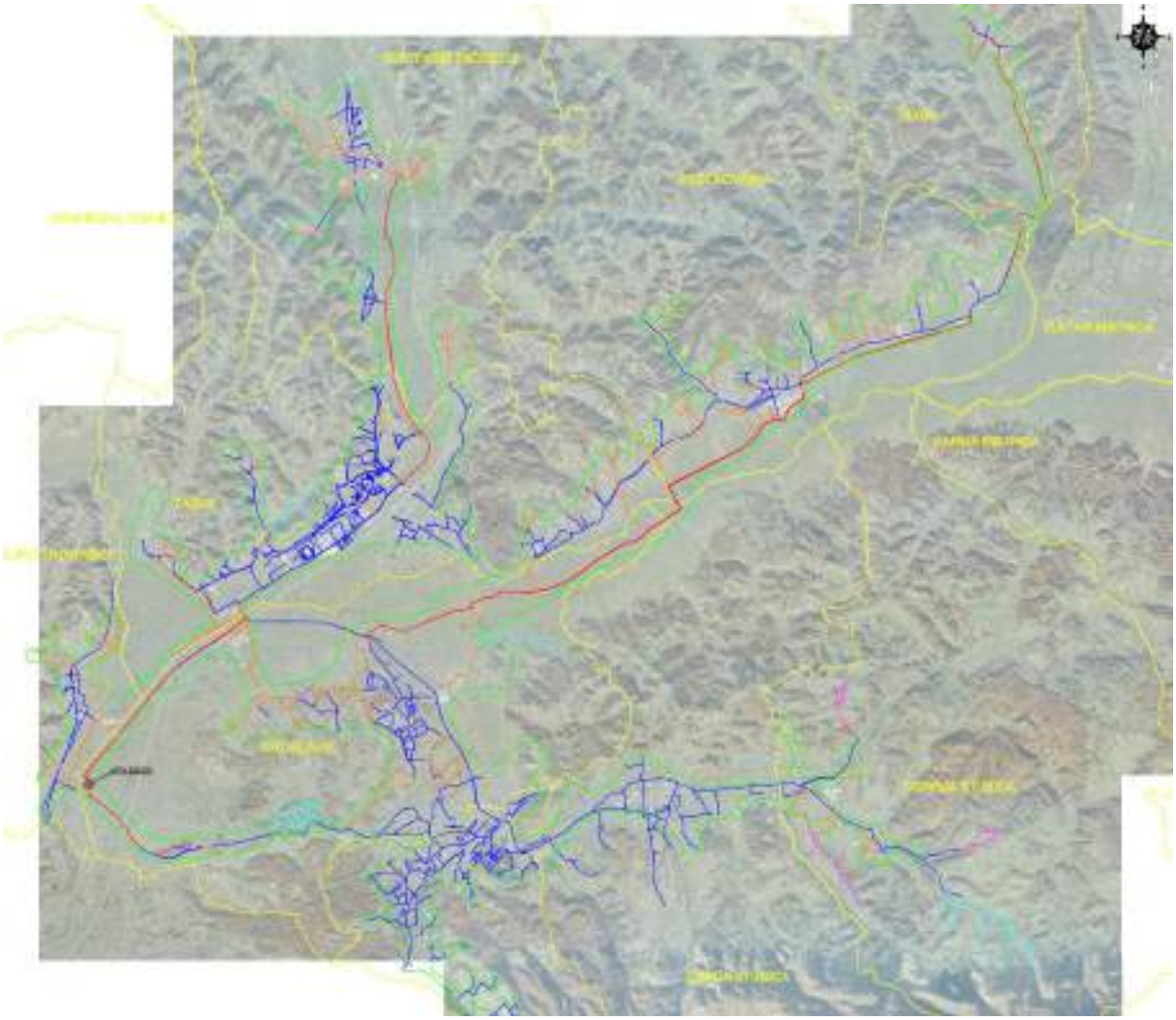
Na vtokih v elektrarne in drugih mestih, kjer voda ustvarja sesalni učinek, je pred pričetkom izvajanja del potrebno zapreti zapornice ali izvesti druge ustrezne ukrepe za preprečitev odplavitve in utonitve delavcev.

Na deloviščih, kjer obstaja nevarnost utopitve delavcev zaradi hitrega naraščanja vodne gladine, je treba predvideti ukrepe (nadzor, signalizacija, način in poti umika) in zagotoviti opremo za hitro reševanje oziroma umik delavcev iz nevarnega območja.

Na vodah, po katerih se odvija promet, je potrebno zagotoviti tudi ukrepe za varovanje delovišča pred nevarnostmi, ki izhajajo iz prometa po vodi. (MDDSZ Varnost v gradbeništvu, 2008).

6 PRIMERJAVA DVEH KANALIZACIJSKIH SISTEMOV NA AGLOMERACIJI ZABOK-ZLATAR

Območje projekta Izgradnja sistema zbiranja in odvodnje kanalizacijskega sistema Zabok in kanalizacijskega sistema Zlatar zajema mesto Zabok, Oroslavje, Donja Stubica, Zlatar, občine Veliko Trgovišće, Bedekovčina, Sveti Križ Začretje, Mače, Stubičke Toplice, Gornja Stubica, Marija Bistrica, Zlatar Bistrica, Konjščina, in Lobor.



Slika 16: Območje projekta

Vir: (Lastni vir)

Dela vključujejo naslednje:

1. Izgradnja sistema zbiranja in odvajanja odpadnih voda Aglomeracije Zabok I. faza

Sistem Zabok vključuje / Mesta: Zabok, Oroslavje, Občine: Sveti Križ Začretje, Veliko Trgovišće, Bedekovčina, Mače, Gornja Stubica.

V I. fazi je predvidena izgradnja skupno 90,92 km gravitacijske in tlačne kanalizacije, 27 črpališč in 29 pretočnih objektov.

Skozi svojo diplomsko nalogo želim ponuditi boljše rešitve za izgradnjo kanalizacijskih sistemov, tako časovne kot tudi ekonomske in ne nazadnje tudi okolju bolj prijazne rešitve.

6.1 H1 Tlačna kanalizacija je cenejša za 20 % kot gravitacijska ter je pomembna izbira ustreznih materialov

Za dokazovanje bom izbral na našem projektu enega od najbolj zahtevnejših in najdaljših glavnih kanalov, ki se navezuje na naslednji glavni kanal in naprej prosto čistilno napravo.

Kanal poteka pretežno po ravninskem delu občine Sveti križ Začretje. Izbira tega kanala je bila z moje strani logična, ker smo v fazi izvedbe del naleteli na veliko težav in izzivov. V fazi pridobitve gradbenega dovoljenja in izdelave PGD projekta so bile izvedene geomehanske raziskave.

S temi raziskavami je zmanjšana možnost nastanka porušitve robov kanalov, preboja dna kanala kot posledica hidravličnega vzgona in ostalih pojavov, ki bi se lahko zgodili, če se takšna dela izvajajo brez potrebnih ukrepov.

Zaradi tega je potrebno v fazi izvedbe del izvajati dodatne kontrolne vrine oziroma sonde za določitev pogojev za varno izvedbo del; predvideno število preiskav po zahtevah EUROCOD 7 je:

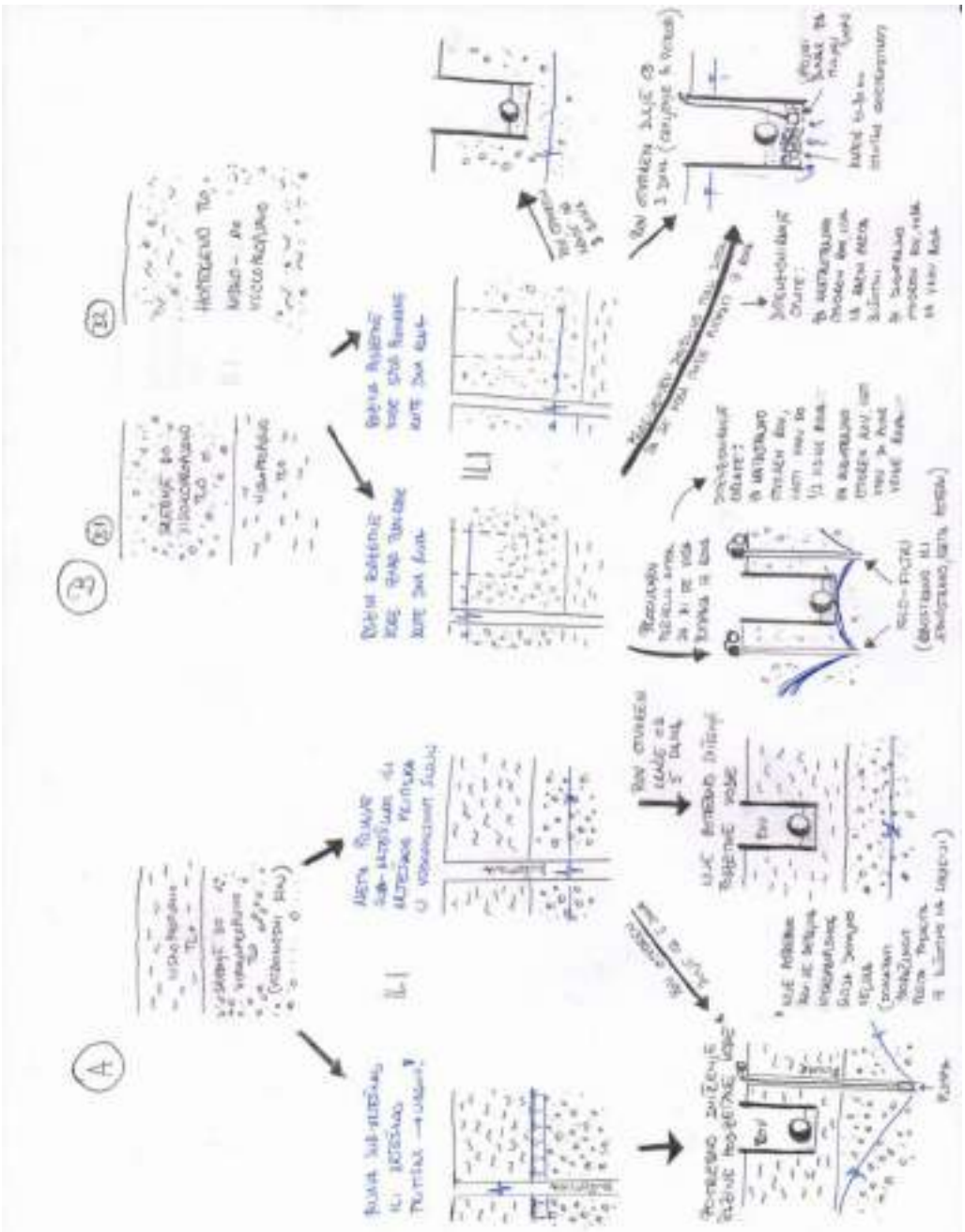
- Minimalni priporočeni medosni razmak med preiskovanimi vrtinami za linijske objekte je 70 do 200 m vzdolž celotne trase. Glede na število izvedenih vrtin na naši lokaciji se pokaže, da je z eno vrtino pokrito več kilometrov trase, kar ne zadostuje za varno in kvalitetno izvedbo del.
- V sodelovanju z gradbenim in geomehanskim nadzorom predvidimo vse potrebne pogoje za varno in kvalitetno izvedbo del (potrebe po znižanju nivoja podtalnice, vrste varovalne opreme za zaščito robov izkopa in podobno) po zadanih pogojih in rešitvah iz PZI.

Nadaljuje se izvedba del po standardnem postopku (izkop, izdelava posteljice, polaganje cevi in zasip z utrjevanjem).

6.1.1 Metodologija izboljšanja opcij zaščite izkopa kanala

- Osnovna delitev

Glede na rezultate raziskav se pristopi projektiranju zaščite kanala in se lahko razdeli na način, ki je prikazan na spodnji sliki, z detajlno pojasnitvijo v spodnjem delu.



Slika 17: Skica prikaza metodologije zaščite izkopa rova v odnosu na pogoje v tleh

Vir: (Lastni vir)

Osnovna predpostavka je, da se glede na sloje tal lokacije trase rova lahko razdelijo na dve glavni kategoriji:

- Kategorija A – V tem primeru se krovni, površinski sloj (brez humusa) sestoji iz relativno nizko propustnega materiala (glina, prah, mešanica gline in praha, glina in prah z manjšimi primesmi peska in gramoza, mešanica praha, peska in gline, kjer glina tvori min. 20 % sestave, zato imajo tla delež propustnosti $k \leq 1\times10^{-7}$ m/s), pod katerim se nahaja sloj srednje do visoko propustnega materiala (pesek, gramoz in mešanica peska in gramoza, slabo do srednje prašen pesek in gramoz, pesek in gramoz z malim odstotkom gline (<10 %) in podobno. Skratka, tla z deležem propustnosti $k \geq 1\times10^{-5}$ m/s).
- Kategorija B – Ta kategorija pokriva primer slojev nasprotno od Kategorije A (oziroma bolj prepusten površinski sloj na slabše prepustni podlagi; podkategorija B1) ter primer, ko so tla po zahtevani prepustnosti bolj ali manj enotno določeni (možnost odstopanja v vrednosti odstotka prepustnosti znotraj enakih pogojev; podkategorija B2).

Nadaljnje delitve znotraj naštetih kategorij so predvsem odvisne od nivoja podzemnih voda (podtalnica).

- **Delitev znotraj Kategorije A**

Kategorija A se lahko, glede na nivo podzemne vode na lokaciji, razdeli v dve skupini:

- A1 – **Pojava subarteškega ali arteškega pritiska v prepustnejšem sloju**. Velik nivo rizika od preboja dna rova kot posledica delovanja vzgona podzemne vode. Iz tega razloga je potrebno zagotoviti znižanje nivoja podzemne vode z vodnjaki (ne z iglo filtri), kakor je določeno s projektnimi rešitvami. Znižanje nivoja vode mora biti izvedeno pred izkopi kanala in potrebno je vzdrževanje ves čas izvedbe del .
- A2 – **Ni pojave subarteškega ali arteškega pritiska oziroma nivo vode v vrtini se v času in po izvedbi vrtin nahaja znotraj prepustnega (spodnjega) sloja**. V takšnih primerih se izvedba vodnjakov določa pod naslednjimi pogoji:

o Predviden čas izvedbe del (oziroma od začetka izkopa do zasipavanja kanala).

o Predvidena možnost odstopanj v nivoju podzemnih voda (npr. možnost dviga nivoja vode z napovedmi velikih količin padavin in prihoda velikega vodnega vala na bližnje pritoke in vodotoke).

V glavnem je potrebno zagotoviti, da se dela izvajajo na izkopih in polaganjih cevi brez sprememb nivoja podzemnih voda, ki bi vplivale na porušitev kanala. Dela se izvajajo brez

dodatnih ukrepov za znižanje nivoja podtalnice. Odločitev o potrebi po sistemu znižanja nivoja mora sprejeti nadzorni inženir – geotehnik s posvetovanjem s projektantom.

- Izbrana metoda izkopa in zaščite stabilnosti kanala ne odvezuje izvajalca del, da mora v vsakem trenutku zagotoviti pogoje izvedbe del v suhem v izkopanem kanalu (s potopnimi črpalkami večje moči za črpanje mulja, vodnjaki in podobno), da bi se posteljica in cevi vgradili po zahtevah iz projekta.

o **Delitev znotraj Kategorije B**

Kategorija B je že razdeljena na podkategorije B1 in B2, tukaj se dodatna razdelitev izvede glede na nivo podzemne vode, tokrat v odnosu na koto dna kanala. Znotraj Kategorije B imamo naslednje skupine:

o B1a i B2a – **Nivo podzemne vode se nahaja nad koto dna kanala (nivelete)**. V kolikor so okoliška tla dovolj prepustna, da so dotoki taki, da se pogoji dela v suhem ne bi mogli zagotoviti s prečrpavanjem samo iz kanala, je potrebno izvesti redukcijo dotoka z iglo filtri z obeh strani kanala, odvisno od pogojev na terenu (določa nadzorni inženir – geotehnik s posvetovanjem s projektantom). V kolikor dotoki niso veliki (okoliški material je nizko prepusten), a računsko je dokazano, da obstaja nevarnost za hidravlični zlom na dnu kanala v obliki izpiranja materiala (visoki hidravlični gradienti), takrat je dno kanala potrebno poglobiti za 30−50 cm in v ta del vgraditi sloj kamna tolčenca ali večje frakcije tampona, granulacija 30−60 mm, ovitega v geotekstil (filc) z vseh strani. V takšnem sloju se na določenih razmakih (10 m, menjava po potrebi) izvedejo manjši vpojni vodnjaki, v katere se postavijo potopne črpalke. Na ta način se preprečuje izpiranje materiala na dnu kanala ter omogoča izvedbo del v suhih pogojih.

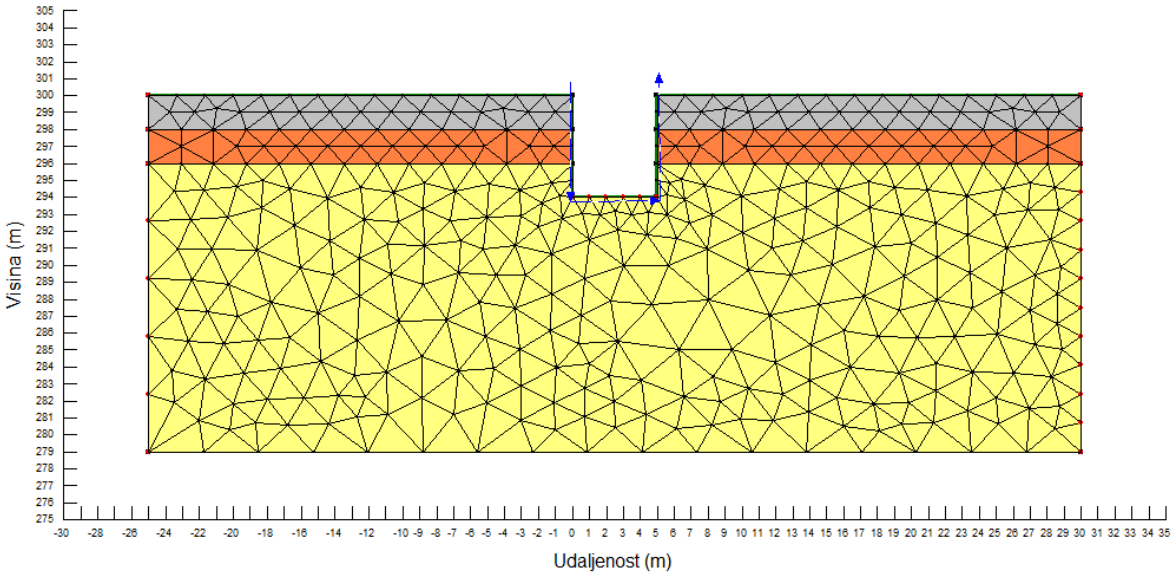
o B1b i B2b **– Nivo podzemne vode se nahaja izpod kote dna kanala**. V kolikor se predvideva možnost dviga nivoja vode z napovedi velikih količin padavin in prihoda velikega vodnega vala na bližnje pritoke in vodotoke. V glavnem je potrebno zagotoviti, da se dela izvajajo na izkopih in polaganjih cevi brez sprememb nivoja podzemnih voda, ki bi vplivale na porušitev kanala. Dela se izvajajo brez dodatnih ukrepov za znižanje nivoja podtalnice. Odločitev o potrebi po sistemu znižanja nivoja mora sprejeti nadzorni inženir – geotehnik s posvetovanjem s projektantom.

Izbrana metoda izkopa in zaščite stabilnosti kanala ne odvezuje izvajalca del, da v vsakem trenutku mora zagotoviti pogoje izvedbe del v suhem v izkopanem kanalu (s potopnimi črpalkami večje moči za črpanje mulja, vodnjaki in podobno), da bi se posteljica in cevi vgradili po zahtevah iz projekta.

- **Model in računski parametri za temeljna tla**

Izračun je izveden z računalniškim programom GeoStudio 2004 / SEEP/W (for finite element seepage analysis Version 6, GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada), ki problem stacionarnega lezenja v tleh rešuje z metodo končnih elementov.

Na spodnji sliki je prikazan primer računskega modela karakterističnega povprečnega preseka kanala ene izmed tras na projektu.



Slika 18: Numerični model karakterističnega povprečnega preseka kanala

Vir: (Lastni vir)



Slika 19: Prikaz lokacija vrtin v občini Sv. Križ Začretje

Vir: (Lastni vir)

BUŠOTINA	PRIPADAJUĆA CRPNA STANICA/ KOLEKTOR	DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Koeficijent propusnosti	Drenirana posmična čvrstoća		Nedrenirana posmična čvrstoća	RPV	KATEGORIJA TRASE ROVA
						Kohezija	Kut unutarnjeg trenja	Kohezija		
				g	k	c'	**f '**	c_u		
				[kn/m³]	[m/s]	[kPa]	[°]	[kPa]		
B63		0,0-4,0	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-8}	14,50	25,30	100,00	4,0 m	B2a
		4,0-8,0	Glina niske plastičnosti sa šljunkom	18,00	1×10^{-7}	10,00	28,50	80,00		
B64		0,0-3,0	Glinoviti šljunak s pijeskom	18,00	1×10^{-5}	8,50	33,00	100,00	7,0 m	B1b
		3,0-8,0	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-7}	14,00	25,20	90,00		
B65		0,0-4,2	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-7}	14,20	25,20	110,00	4,2 m	B2a
		4,2-8,0	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-7}	10,70	27,00	50,00		
B66		0,0-6,5	Glina visoke plastičnosti s pijeskom	19,00	1×10^{-7}	14,30	25,30	70,00	5,0 m	B2a
		6,5-8,0	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-7}	10,50	28,00	70,00		
B67		0,0-4,0	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-7}	14,50	25,00	100,00	4,0 m	B2a
		4,0-8,0	Glina visoke plastičnosti	20,00	1×10^{-8}	10,90	27,00	90,00		
B68		0,0-2,0	Glinoviti šljunak	18,00	1×10^{-5}	10,50	31,00	110,00	3,0 m	B1a
		2,0-4,0	Glina visoke plastičnosti	19,00	1×10^{-8}	19,00	18,30	100,00		
		4,0-8,0	Glina niske plastičnosti	19,00	1×10^{-7}	27,00	18,00	80,00		

Slika 20 Tablica obstoječega stanja v tleh s parametri materiala za proračun Vir: (Lastni vir)

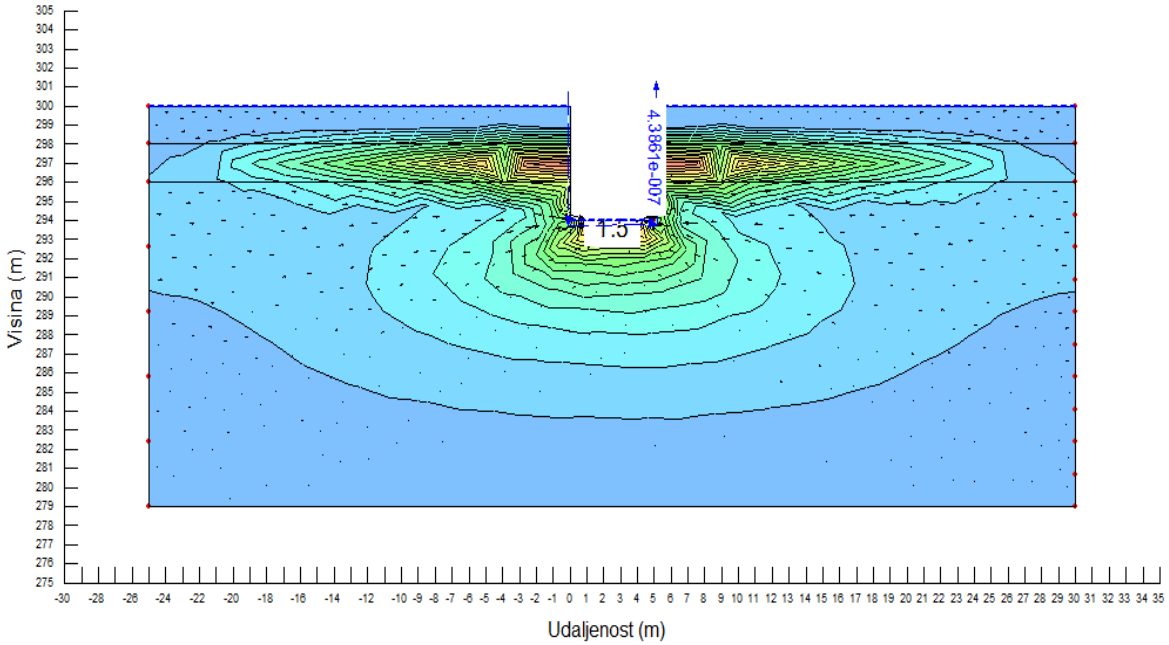
Vir: (Lastni vir)

- **Hidravlična stabilnost dna kanala**

Izračun je izveden za globino kanala 6,0 m in širine kanala 5,0 m s predpostavko, da je podtalnica na površini terena, z eventualnimi pojavi manjših količin vode v kanalu se bodo reševali s potopnimi črpalkami, da bi se omogočili pogoji izvedbe del v suhem območju.

Trasa kanala kategorije B1, kjer je primer in se površinski sloj nahaja na slabše propustni podlagi, je vzet kot merodajen za izračun in je označen na vrtini B68.

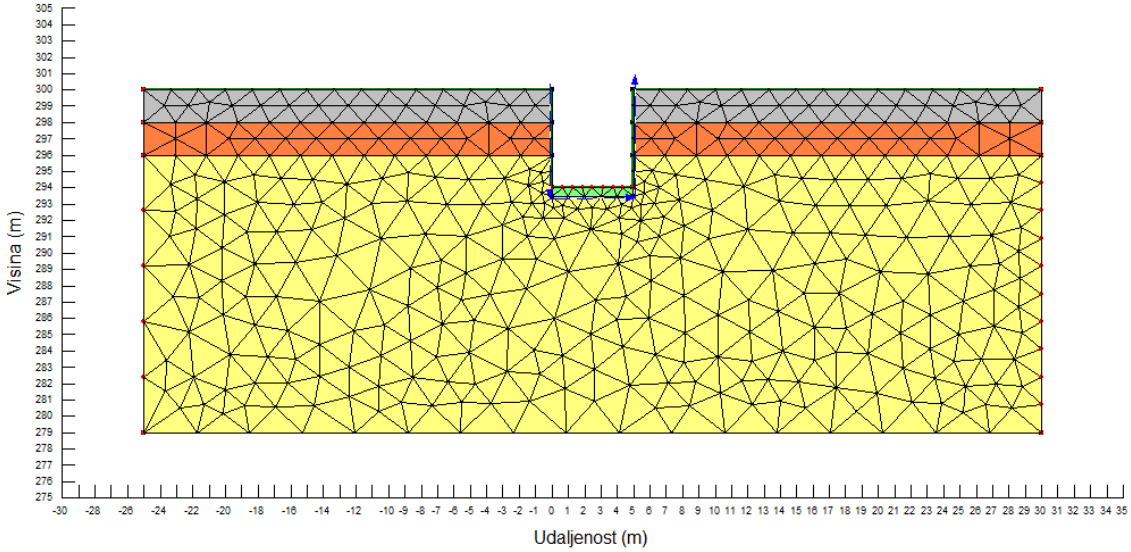
Največji računski gradient ($i_{rač}$=1,5) je večji od dovoljenega (i_{dop}=0,12) po normi HRN U.C5.020. Iz tega je razvidno, da v takšnih pogojih prihaja do hidravličnega zloma tal v dnu kanala spodnje **slike.**



Slika 21: Izhodni gradienti pod dnom kanala Vir: (Lastni vir)

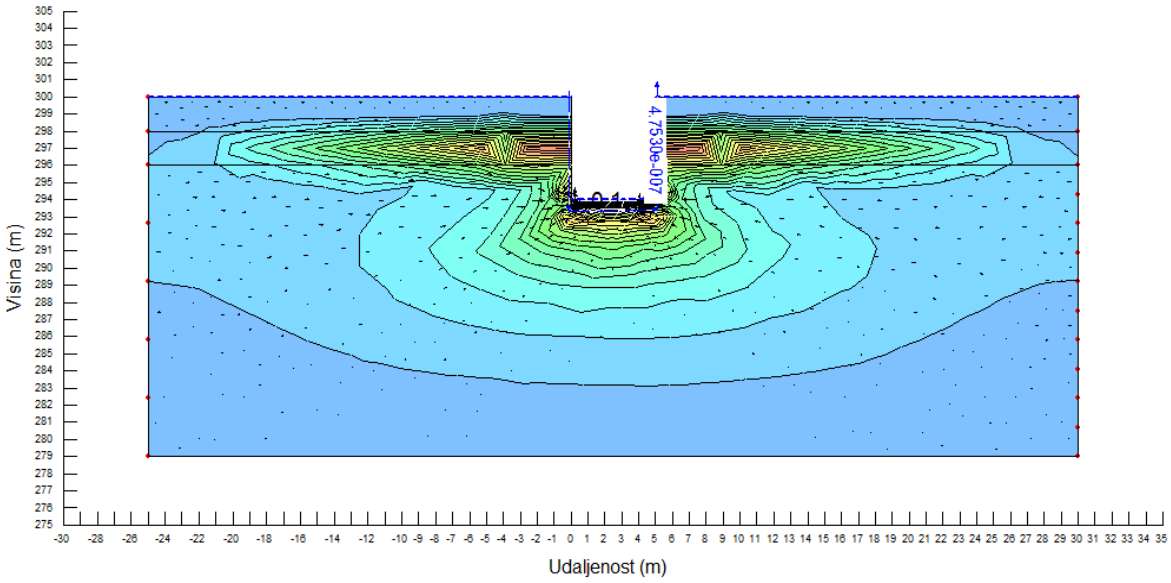
Vir: (Lastni vir)

Za ta področja je potrebno izvesti dodatne raziskave ter v sodelovanju z nadzorom določiti globino poglobitev in zamenjave temeljnih tal ter na ta način preprečiti izpiranje drobnih delcev ter omogočiti izvedbo del v suhih pogojih.



Slika 22: Numerični model karakterističnega povprečnega preseka kanala s poglobitvijo 0,5 m, v katerega je vgrajen kamniti tolčenec ali večja frakcija tampona, ovitega v geotekstil
Vir: (Lastni vir)

Računski gradient izpod dna kanala po izvedeni zamenjavi temeljnih tal (izboljšava) je ($i_{rač}$=0,1) ter je manjši od dovoljene (i_{dop}=0,12).



Slika 23: Izhodni gradienti izpod dna kanala po izvedbi znižanja nivoja podtalnice s sistemom vodnjakov

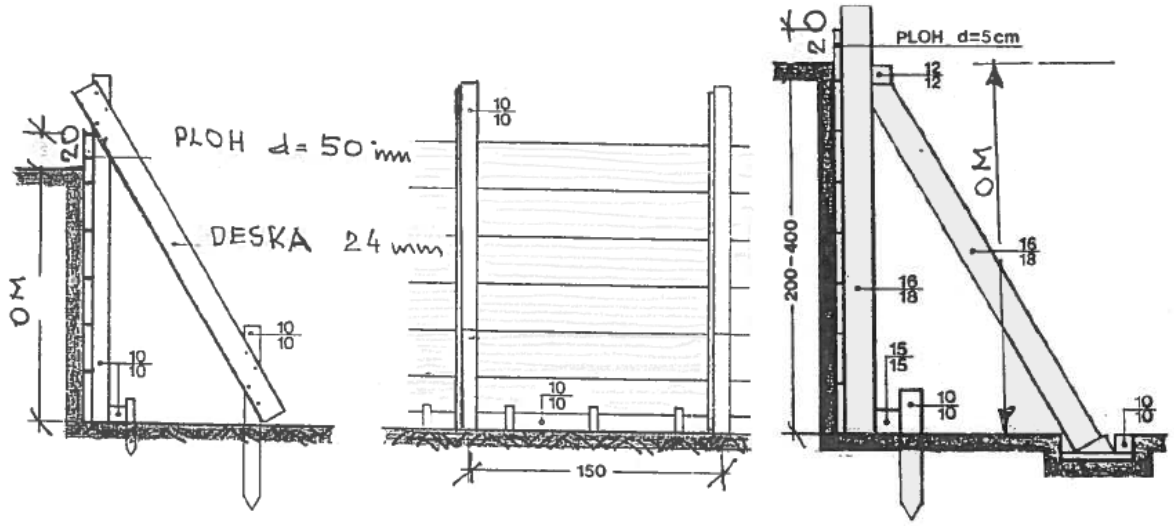
Vir: (Lastni vir)

- **Izračun podporne konstrukcije – zaščitni opaži izkopa kanala**

Za potrebe izvedbe sistema zbiranja in odvajanja odpadnih voda v občini Sveti Križ Začretje je predviden izkop vertikalnih gradbenih jam za črpališča te vertikalnih kanalov za polaganje cevi na globini od 2,00 do 6,00 m. Glede na potrebno globino gradbenih jam in kanalov ter

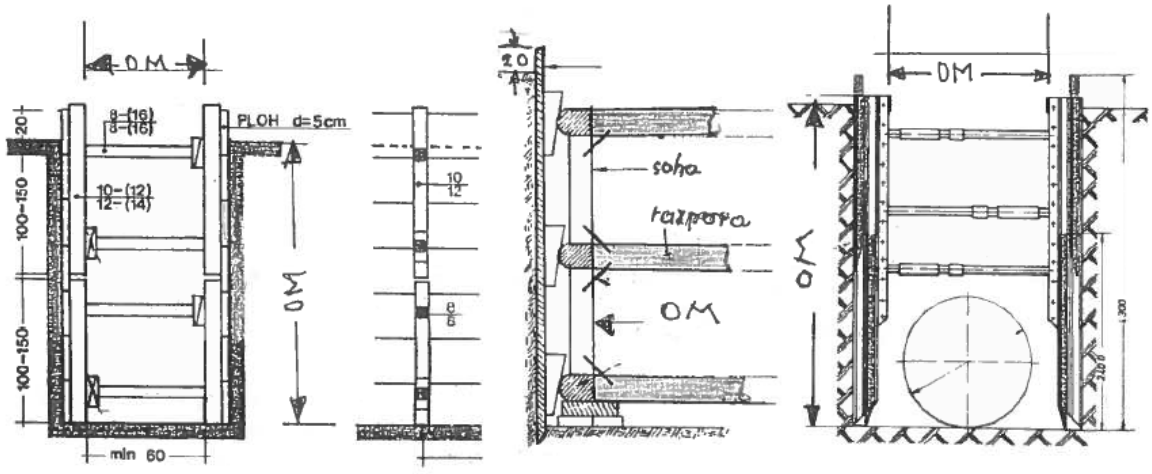
kategorijo in vrsto materiala, v katerem se izvajajo izkopi na določenih delih izkopa, je potrebno izvesti varovanje izkopa s sistemom opažev, z zagatnicami in z razpiranjem.

- Gradbene jame globine do 1,5 m v koherentnem materialu (glina, prah) brez dodatnih konstrukcijskih zaščit, dokler je za vse večje globine od navedenih potrebno postaviti zaščitno konstrukcijo s sistemom razpiranja .



Slika 24 Skica varovanje izkopov

Vir: (Štefan, Ž. (2010))



Slika 25 Skica varovanje izkopov

Vir: (Štefan, Ž. (2010))

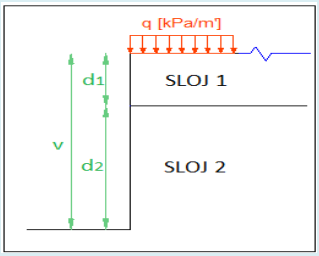
- V izračunih so uporabljeni podatki iz geotehničnega elaborata GEL-110-057/2015, ki ga je izdelal Zavod za geotehniko Građevinskega fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Izveden je izračun za tri opcije in izračun za tri kanale in gradbenih jam, od 2,00, 4,00 in 6,00 m.
- Za občino Sveti Križ Začretje je izvedeno 6 preiskovalnih vrtin. Izbrana je kritična lokacija na mestu vrtine B68 z dejstvom, da so na tej lokaciji najslabši pogoji za izvedbo del, ter da sta sestava temeljnih tal in nivo podtalnice zelo neustrezna. Ta lokacija predstavlja merodajno vrtino, na podlagi katere so vzeti parametri in je pridobljena maksimalna sila za dimenzioniranje bodočega sistema varovanja izkopov na lokaciji za globine 2,00, 4,00 in 6,00 m.
- Pri izdelavi izračuna je vzet nivo podtalnice iz geomehanskega poročila ter je na koti 3,0 od kote terena. Ta globina predstavlja kritični primer podtalnice ter kritični nivo podtalnice lokaciji kanalov in gradbenih jam in nanaša se na vrtino B68.
- V izračunih je upoštevana možnost, da se bo zraven kanalov premikala gradbena mehanizacija, za katero vzamemo obremenitev tipskega 30-tonskega vozila v obliki enakomerno delujoče sile q=16,67 kN/m^2. Izračun je izveden po sistemu EC7, projektni pristop 3, pa so tako parametri strižne trdnosti c' in kot notranjega trenja **f'** s faktorjem 1,25.

- **Hidravlična stabilnost dna kanala**

Vrednosti parametrov tal ter vhodni podatki za obravnavano vrtino B68 so prikazani na spodnji sliki.

BUŠOTINA 68			
zapreminska težina tla	γ_1 =	18	[kn/m³]
	γ_2 =	19	[kn/m³]
zapreminska težina vode	γ_{w1}=	10	[kn/m³]
	γ_{w2}=	10	[kn/m³]
zapreminska težina tla pod vodom	γ_1 :=	8	[kn/m³]
zapreminska težina tla olakšanog vodom	γ_2 :=	9	[kn/m³]
kut unutarašnjeg trenja	f_1 :=	31,00	[°]
	f_2 :=	18,00	[°]
faktorizirani f'_1 sa 1,25 (EC7, PP3)		25,67	[°]
faktorizirani f_2 sa 1,25 (EC7, PP3)		14,57	[°]
drenirana kohezija	c_1=	10,50	[kN]
	c_2=	19,00	[kN]
faktorizirana c1' sa 1,25 (EC7, PP3)		8,4	[kN]
faktorizirana c2' sa 1,25 (EC7, PP3)		15,2	[kN]
debljina sloja 1	d_1=	2,00	[m]
debljina sloja 2	d_2=	4,00	[m]
Zabilježena visina podzemne vode (od razine terena) prema geotehničkom elaboratu GEL-110-057/2015	v=	3,00	[m]
opterećenje na vrhu rova od teške mehanizacije	q=	16,67	[kN/m^2]
Sila pritiska teške mehanizacije po dubini tla	Q=	9,97	[kN/m2]
dubina tla h1	h_1=	2,00	[m]
dubina tla h2	h_2=	4,00	[m]
dubina tla h3	h_3=	6,00	[m]

KOEFICIJENT AKTIVNOG PRITISKA (mjerodavan veći)	K_{A1}=	0,395
	K_{A2}=	0,598



Slika 26: Parametri tal in vhodni podatki za izračun skupne sile na podporno konstrukcijo jame

Vir: (Lastni vir)

Skupne vrednosti obtežbe na podporno konstrukcijo izkopov kanalov so prikazane za globine rova 2,00, 4,00 i 6,00 m.

DUBINA TLA h [m]	SILA AKTIVNOG PRITISKA TLA I TLA OLAKŠANOG VODOM [kN/m2]	SILA OD HIDROSTATSKOG TLAKA [kN/m2]	UKUPNA SILA NA OPLATU OD AKTIVNOG PRITISKA TLA I TLA OLAKŠANOG VODOM, HIDROSTATSKOG TLAKA I PRITISKA OD TEŠKE MEHANIZACIJE E,uk [kN/m2]
0,0	0,00	0,0	9,97
2,0	22,72	0,0	32,69
4,0	39,47	10,0	59,44
6,0	50,23	30,0	90,20

Slika 27: Pridobljeni rezultati predstavljajo kritično obremenitev za vrtino

Vir: (Lastni vir)

Pri izvedbi varovanja izkopov je potrebno izbrati sistem varovanja, ki bo zadovoljeval in prenašal skupno silo za posamezne globine kanala 2,00, 4,00 i 6,00 m.

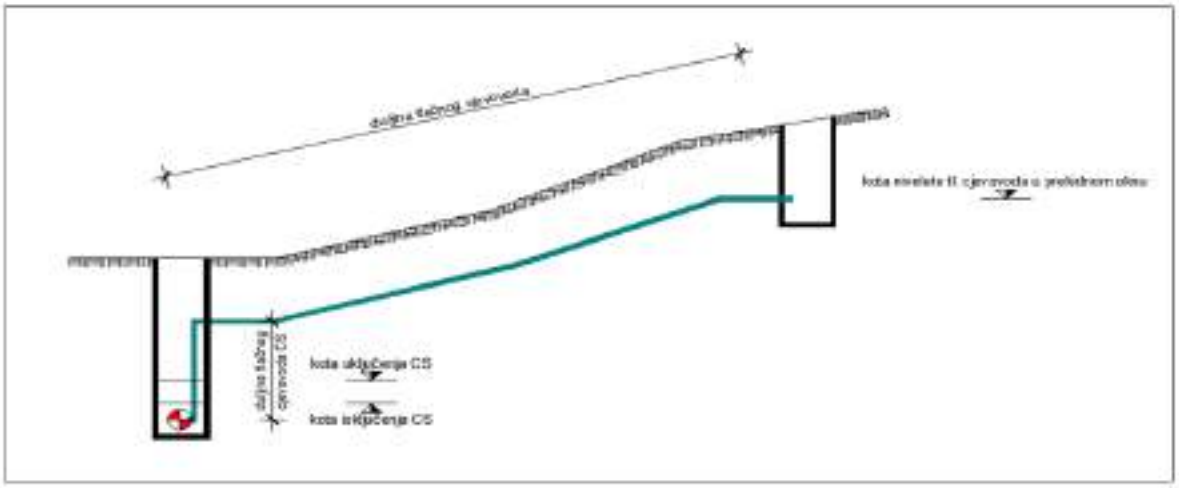


Slika 28: Prikaz varovanja izkopov

Vir: (Lastni vir)

Geomehanske raziskave so bile izvedene na več lokacijah po celotni občini in so bile sestavni del PGD in PZI dokumentacije. Iz poročil in terenskega ogleda je bilo jasno razbrati, da kanal GK2 poteka po močvirnatem terenu in v bližini manjše reke ter da traso preseka večje število odvodnih kanalov in potokov. Pred začetkom izvedbe del in v fazi planiranja s strani našega podjetja smo naročniku ponudili spremembo in izboljšavo izvedbe del s spremembo načina izvedbe del in spremembo materialov, ki bi ga vgradili, ampak smo bili zavrnjeni in dela so se izvajala v skladu s pridobljeno dokumentacijo.

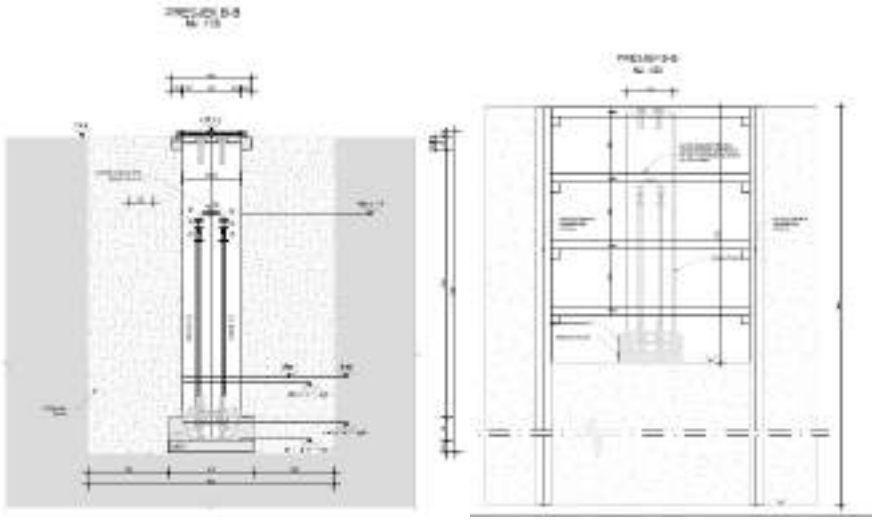
Kanal GK2 je eden od glavnih kanalov, na katerega se navezuje večje število drugih kanalov iz celotne občine. Glede na to da je za začetek kanala GK2 predvidena črpalna postaja CS-SK1 s kapaciteto 25 l/s ter še ena CS-SK2 z isto kapaciteto, smo predlagali naročniku postavitev dveh dodatnih manjših črpališč.



Slika 4.5-1: Skica proračuna CS

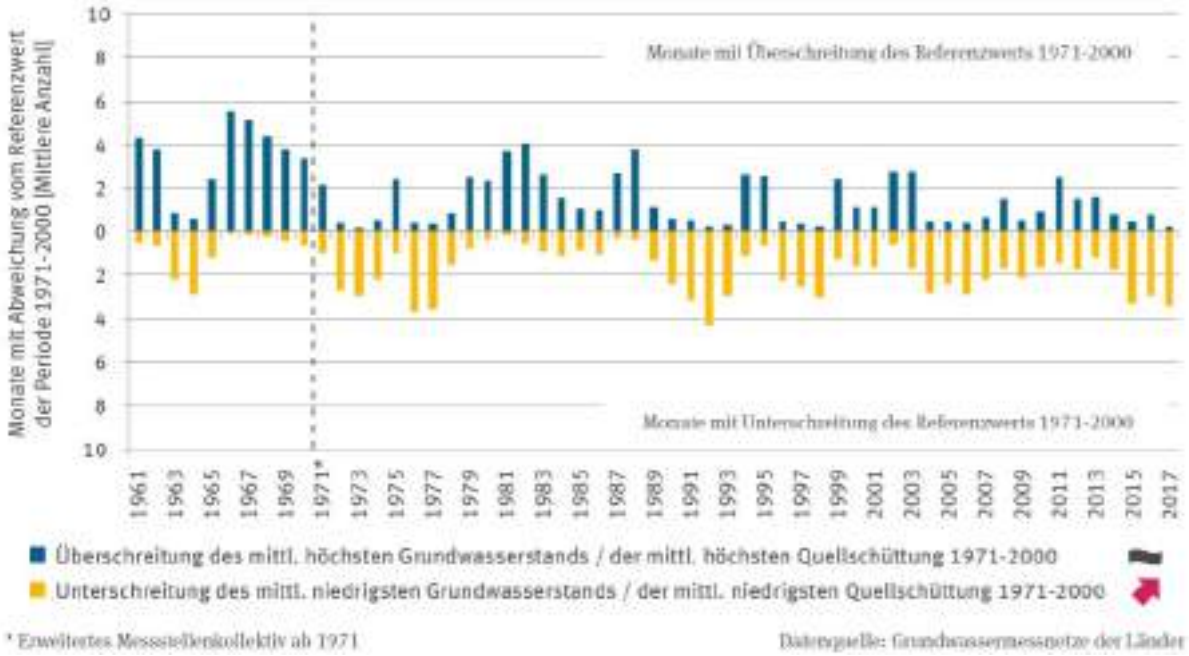
Slika 29: Skica izračuna za črpališča

Vir: (Lastni vir)



Slika 30: Prečni prerez črpališča in zaščita izkopa

Vir: (Lastni vir)



Slika 31: Odstopanje gladine vode v obdobju 1971−2000

Vir: Geidel, T. (2021). Ausgewählte Fachinformationen zur Nationalen Wasserstrategi. V T. Geidel, *Ausgewählte Fachinformationen zur Nationalen Wasserstrategi.* Herausgeber: Umweltbundesamt.

	1.	2.	3.	4.	8.	9.	10.	11.
				4=2-3		9=2*8	10=3*8	11=9-10
	Opis postavke	Izračun količin po PZI	Izračun količin po predlagani spremebi	Razlika količin	Cena €	Vrednost 1	Vrednost 2	Razlika €
	Izkop 0-2 m [m3]	8.509,45	6.662,86	1.846,59	5,97	50.809,45	39.783,55	-11.025,90
	Izkop 2-4 m [m3]	5.635,32	2.421,91	3.213,41	7,30	41.125,51	17.674,65	-23.450,86
	Izkop4-6 m [m3]	1.332,40	41,60	1.290,80	8,62	11.491,54	358,79	-11.132,76
	Opaž za varovcanje [m2]	20.708,39	12.927,25	7.781,15	1,59	32.972,96	20.583,42	-12.389,54
	Poglobitev[m3]	1.317,40	0,00	1.317,40	8,62	11.362,16	0,00	-11.362,16
	Planiranje dna[m2]	4.343,50	4.343,50	0,00	0,48	2.074,78	2.074,78	0,00
	Nasip 4-32 mm[m3]	1.317,40	0,00	1.317,40	18,58	24.472,35	0,00	-24.472,35
	Posteljca [m3]	434,35	434,35	0,00	18,58	8.068,60	8.068,60	0,00
	Stranski zasip [m3]	2.894,59	2.894,59	0,00	18,58	53.770,60	53.770,60	0,00
	Zamenski material 0-60 mm[m3]	1.938,32	66,32	1.872,00	18,58	36.006,74	1.231,98	-34.774,76
	Nasip[m3]	9.253,25	5.403,36	3.849,89	3,45	31.922,58	18.640,94	-13.281,64
	Odvoz materiala [m3]	6.223,92	3.723,01	2.500,91	3,05	18.994,24	11.361,93	-7.632,32
	Kamena podlaga [m2]	1.322,20	1.322,20	0,00	18,58	24.561,53	24.561,53	0,00
	Geotekstil[m2]	4.215,10	4.215,10	0,00	1,59	6.711,50	6.711,50	0,00
	Identif. trak[m]	887,00	887,00	0,00	0,48	423,70	423,70	0,00
	pronicajoče vrtine [kom]	15,00	2,00	13,00	2.000,00	30.000,00	4.000,00	-26.000,00
	Jaški fi 800 [kom]		60,00	-60,00	853,33	0,00	51.200,00	51.200,00
	Jaški fi 1000 [kom]	66,00	6,00	60,00	866,67	57.200,00	5.200,00	-52.000,00
	Črpališče tip 1 [kom]	2,00	2,00	0,00	64.612,12	129.224,23	129.224,23	0,00
	Črpališče tip 2 [kom]		1,00	-1,00	23.208,63	0,00	23.208,63	23.208,63
	Cevi fi 300 [m]			0,00	14,13	0,00	0,00	0,00
	Cevi fi 400 [m]	1.945,00	1.945,00	0,00	23,20	45.124,00	45.124,00	0,00
	Cevi fi 500[m]	990,00	990,00	0,00	35,73	35.376,00	35.376,00	0,00
	Skupaj					***651.692,49***	***498.578,84***	***-153.113,65***

Slika 32: Izračun količin

Vir: (Lastni vir)

V mojem izračunu sem uporabil relevantne podatke in izvedel in analiziral ter primerjal pridobljene rezultate.

Za osnovo sem vzel dejansko stanje po PZI, na podlagi katerega so izvedena vsa dela na omenjenem kanalu (stolpec 2) ter podatke z minimalnimi spremembami. Spremembe so bile v smislu dviga projektirane nivelete kanala in postavitve dodatnega manjšega črpališča.

Na ta način sem prišel do naslednjih ugotovite :

- Izkop za kanalizacijo bi bil manjši za 42 %.
- Poglobitve in črpanje vode bi zmanjšali za 90 %.
- Varovalne opaže bi zmanjšali za 38 %.
- Zasipe bi zmanjšali za 45 %.
- Stroške izvedbe del bi zmanjšali za 22 %.

Glede na vse zgoraj napisano in analizirano z drugačnim pristopom v fazi projektiranja bi na tako obsežnem projektu prišli do prihranka. V analizi sem pokazal, da sprememba izbire materiala ni bila ključni faktor za izvedbo in da bi se na ta način prihranilo.

S tem potrdim hipotezo H1 Tlačna kanalizacija je cenejša za 20 % kot gravitacijska ter je pomembna izbira, s tem, da je pomembna izbira materiala, z gotovostjo ne morem potrditi.

6.2 H2 Izgradnja gravitacijske kanalizacije je hitrejša za 10 % kot tlačne

Izvedba gravitacijske kanalizacije se izvaja.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
					5=2/4	6=3/4
	Opis postavke	**Izračun količin po PZI**	**Izračun količin po predlagani spremebi**	**Normativ za izvedbo**	**Poptrebno št.dni**	**Poptrebno št.dni**
	Izkop 0-2 m [m3]	8.509,45	6.662,86	67,20	126,63	99,15
	Izkop 2-4 m [m3]	5.635,32	2.421,91	67,20	83,86	36,04
	Izkop4-6 m [m3]	1.332,40	41,60	37,97	35,09	1,10
	Opaž za varovcanje [m2]	20.708,39	12.927,25	215,46	96,11	60,00
	Poglobitev[m3]	1.317,40	0,00	16,80	78,42	0,00
	Planiranje dna[m2]	4.343,50	4.343,50	33,60	129,27	129,27
	Nasip 4-32 mm[m3]	1.317,40	0,00	16,80	78,42	0,00
	Posteljca [m3]	434,35	434,35	3,36	129,27	129,27
	Stranski zasip [m3]	2.894,59	2.894,59	22,06	131,19	131,19
	Zamenski material 0-60 mm[m3]	1.938,32	66,32	0,00		
	Nasip[m3]	9.253,25	5.403,36	142,43	64,97	37,94
	Odvoz materiala [m3]	6.223,92	3.723,01	29,94	207,90	124,36
	Kamena podlaga [m2]	1.322,20	1.322,20	0,00		
	Geotekstil[m2]	4.215,10	4.215,10	33,60	125,45	125,45
	Identif. trak[m]	887,00	887,00			
	pronicajoče vrtine [kom]	15,00	2,00			
	Jaški fi 800 [kom]		60,00			
	Jaški fi 1000 [kom]	66,00	6,00	1,00	66,00	6,00
	Črpališče tip 1 [kom]	2,00	2,00			
	Črpališče tip 2 [kom]		1,00			
	Cevi fi 300 [m]					
	Cevi fi 400 [m]	1.945,00	1.945,00	30,00	64,83	64,83
	Cevi fi 500[m]	990,00	990,00	30,00	33,00	33,00
	Skupaj					

Slika 33: Izračun porabe časa

Vir: (Lastni vir)



Slika 34: Prikaz prihrankov po posameznih vrstah del

Vir: (Lastni vir)

Opis	PK delavec	prevoz zemljine	premik stroja	srednjetežki rovokopač	težki bager	lahki rovokopač
	ura	t	kos	ura	ura	ura
ročno	2,100	1,610				
z lahkim rovokopačem		1,610	1,000			0,071
s srednjetežkim rovokopačem		1,610	1,000	0,054		
s težkim bagrom		1,610	1,000		0,037	

Slika 35: Izračun porabe časa

Vir: (OZS 2006)

Opis	PK delavec	prevoz zemljine	premik stroja	srednjetežki rovokopač	težki bager	težki buldožer	lahki rovokopač	lahki valjar	vibro plošča
	ura	t	kos	ura	ura	ura	ura	ura	ura
ročno	0,600	1,610	1,000					0,036	0,600
lahki rovokopač	0,060	1,610	1,000				0,062	0,036	
srednjetežki rovokopač	0,050	1,610	1,000	0,048				0,031	
težki bager	0,030	1,610	1,000		0,038			0,026	
težki buldožer	0,008	1,610	1,000			0,038			

Slika 36: Izračun porabe časa

Vir: (OZS 2006)

Za dokazovanje hipoteze H2 Izgradnja gravitacijske kanalizacija je hitrejša za 10 % kot tlačne sem uporabil pridobljene podatke iz hipoteze H1 in jih nadgradil s porabo časa. Iz pridobljenih podatkov lahko potrdim, da je izvedba gravitacijske kanalizacije na manjših globinah do 3 m hitrejša, gravitacijska kanalizacija pa, ki je na globini, večji od 4 m, počasnejša. Zato hipoteze H2 ne morem z gotovostjo potrditi.

7 ČISTILNE NAPRAVE IN POSTOPEK PREČIŠČEVANJA

Čistilna naprava je infrastruktura za čiščenje komunalnih odpadnih voda iz industrijskih, stanovanjskih in turističnih objektov (kampi, planinske koče, turistične kmetije), zaselkov, ter naselij. V čistilni napravi potekajo predvsem biološki in kemični procesi s pomočjo mikroorganizmov, ki očistijo vodo do te mere, da ni več škodljiva za okolje. Primarni namen čistilne naprave je varovanje okolja pred strupenimi in škodljivimi snovmi, ki se nahajajo v odpadnih vodah. Namen čistilnih naprav je pridobitev čiste vode, ki ne bo obremenjevala okolja in organizmov, ki so udeleženi v vodnem krogu. Vode morajo biti po obdelavi v čistilni napravi primerne za izpust v okolje (ponikanje ali izpust v evidentiran vodotok). V naši uredbi je določeno, kakšni so dovoljeni parametri za izpust takšne prečiščene vode. Večja kot je čistilna naprava, ostrejši so pogoji za izpust prečiščene vode. Z uporabo naprednejših tehnologij je mogoče takšno vodo prečistiti tudi do te mere, da je primerna za ponovno uporabo. Po Uredbi o čiščenju in odvajanju odpadnih voda (Ur. L. RS 98/15) je zahtevana izgradnja male komunalne čistilne naprave, in sicer za območja, kjer objektov ne bo mogoče priključiti na javno kanalizacijo, ki se konča s centralno čistilno napravo.

Male komunalne čistilne naprave so naprave za čiščenje komunalne odpadne vode, v katerih se komunalna odpadna voda zaradi čiščenja obdeluje z biološko razgradnjo.

Delimo jih na (Čistilne naprave, 2020):

- **Pretočne čistilne naprave (SBR)**

Odpadna voda priteče v prvi usedalnik. Blato in trdi delci se nato usedejo na dno. Usedlo blato se postopno razgradi, voda pa se pretoči v drugi prekat, kjer jo pričakajo na podlago v tankem sloju pritrjeni mikroorganizmi. V ta prekat se v intervalih vpihava zrak in dovaja kisik mikroorganizmom. Tako se izmenjujejo procesi aerobnega in anaerobnega čiščenja. V tretjem prekatu se voda umiri in usedlina se pomakne proti dnu. Od tu jo s pomočjo zraka prečrpamo nazaj v prvi prekat. Prečiščena voda nato odteče skozi iztok.

- **Biološke čistilne naprave**

Te čistilne naprave delujejo v dveh stopnjah. Odpadna voda iz objekta vstopi v prvi rezervoar, v katerem se zagotovi predčiščenje in ločevanje trdnih snovi od tekočih. Odpadna voda se nato gravitacijsko prelije ter dodatno očisti skozi filter in vstopi v bioreaktor, kjer se začne aerobni biofiltracijski proces čiščenja. V tej zadnji fazi se odpadna voda čisti skozi plasti medija, ki je predhodno obdelan z encimi, ki spodbujajo pravilno in hitro rast bakterij. Bakterije se naselijo

v mediju v ogromnih količinah in uspešno odstranjujejo oziroma čistijo odpadno vodo, ki priteka v reaktor.

- **Kontinualne čistilne naprave**

Pri teh čistilnih napravah nadzorna enota omogoča spremljanje delovanja čistilne naprave. Njena glavna naloga je spremljanje dejavnosti v časovnih obdobjih in preklop na način delovanja glede na količino odpadne vode. Glede na slednje izbere način delovanja in tudi povratno delovanje za samo čiščenje črpalk in komponent. Ob nerednem dotoku odpadne vode samodejno preklopi na vzdrževanje in ohranja biomaso do nekaj mesecev v pripravljenosti za ponovno čiščenje odpadne vode. V primeru izpada električne energije ali okvare čiščenje odpadne vode še vedno poteka na osnovi gravitacije.

- **Membranske čistilne naprave (MBR)**

Odpadna voda, ki prihaja iz objekta, se v prvem delu naprave mehansko očisti (neraztopljeni delci segmentirajo). Iz tega dela naprave gre umazana voda v del, kjer poteka biološko čiščenje. Na tej stopnji poteka razgrajevanje organskih snovi s pomočjo mikroorganizmov (aktivno blato), ki se prehranjujejo z umazanijo in jo tako razgradijo. V ta del naprave dovajamo tudi precejšnjo količino zraka, v katerem je tudi kisik, ki še dodatno pospeši delovanje mikroorganizmov. Po obdelavi vode v biološkem reaktorju sledi faza sedimentacije. Po tej fazi pa sledi izčrpavanje vode skozi specialne membrane nazaj v naravo ali v rezervoar za kasnejšo ponovno uporabo.

- **Rastlinske čistilne naprave (RČN)**

Rastlinske čistilne naprave posnemajo samočistilno sposobnost narave za čiščenje onesnaženih voda. Naprave v večini primerov delujejo brez strojne in elektroopreme (če teren to dovoljuje), zato je prihranek pri njihovi postavitvi, vzdrževanju in obratovanju velik. Sistem je sestavljen iz enega ali več zaporednih bazenov/gred, izoliranih s folijo, odporno na fekalne vode, in napolnjenih z različnimi frakcijami peska, skozi katerega se voda podpovršinsko pretaka. Zaradi tega ni prisotnih neprijetnih vonjav, ne prihaja do zmrzovanja in razvoja nezaželjenih insektov. Samo čiščenje odpadne vode prevzemajo mikroorganizmi, naseljeni in pritrjeni na pesek, rastline pa v svojo biomaso vgrajujejo odmrle mikroorganizme in s pomočjo koreninskega sistema prezračujejo celotno gredo.

Izbor načina odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode se sicer v prvem koraku izvede na podlagi občinske ureditve določenega objekta. V primeru odločitve občine, da se na nekem območju razpršene poselitve odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda rešuje z

individualnimi ali skupnimi malimi komunalnimi čistilnimi napravami, pa mora nato vsak posamezni lastnik stavbe sprejeti investicijsko odločitev o načinu izvedbe ustreznega odvajanja in čiščenja njegovih odpadnih voda.

Po primerjavi različnih alternativ se bo zelo velika večina posameznikov odločila za investicijo na podlagi stroškov, tako investicijskih kot tudi tekočih stroškov vzdrževanja in obratovanja male komunalne čistilne naprave**.**

Centralne čistilne naprave se uporabljajo za večje objekte in mesta, nahajajo pa se v Ljubljani, Celju, Novem mestu, Domžalah in še drugje. Kako čistilne naprave delujejo? Prva stopnja čiščenja je mehansko čiščenje, kjer z raznimi filtri odstranjujemo trde odpadke. Ponavadi filtri zadržijo odpadke, ki so večji od 5 mm. Od tam gre s filtri prečiščena, vendar še vedno umazana voda v posebne bazene, kjer se začne biološko čiščenje. Biološko čiščenje je pravzaprav razgrajevanje organskih snovi. V teh bazenih so posebni mikroorganizmi, ki se prehranjujejo z umazanijo in jo tako razgradijo. Ker pa mikroorganizmi potrebujejo tudi kisik, ga s posebnimi napravami dovajajo v bazen, kar pa pospeši razgrajanje umazanije. Vodo nato prelijejo v drug bazen, ki se imenuje usedalnik. Voda se tam še dodatno prečisti s posedanjem. Prav tako pa je iz tega bazena voda napeljana v reko ali pa drugam v naravo (Čistilne naprave, 2021). Pridobljeno s http://www.cistilnenaprave.si.

Ločimo primarno, sekundarno in terciarno čiščenje odplak.

Za čiščenje komunalne odpadne vode se uporablja izključno biološko čiščenje.



Slika 37: Centralna čistilna naprava v Celju

Vir: (http://www.cistilnenaprave.si/centralne/jpg)

Predčiščenje (pri predčiščenju se odstrani velike odpadke, kot so veje, listje, smeti … Prav tej odpadki bi lahko poškodovali napravo).

Grobo presejanje (ponavadi se naredi z avtomatičnim, grabljastim in mehaničnim pregradnim sitom, v manjših obratih pa se še vedno uporablja ročno odstranjevanje. Trdi delci se odstranijo na odlagališča ali pa se zažgejo).

Odstranitev peska (Predčiščenje lahko vključuje tudi napravo za odstranjevanje peska oziroma peskolov. Pesek in ostale delce, kot so steklo, kamenje, prod odstranijo tako, da tok vode prilagodijo temu, da se ti delci lahko »usedejo«.)

Odstranjevanje maščobe (maščobo odstranjujejo tako, da se odpadna voda črpa skozi manjši bazen, v katerem nato s strgali odstranijo maščobo, ko le-ta plava na površini).

Primarno čiščenje (Pri tem postopku čiščenja voda teče skozi večje bazene, ki se imenujejo usedalniki ali usedalni bazeni. Uporabljajo se za ločitev gošče od oljnate snovi. Od tam se prečrpa v objekt za obdelavo gošče. Olja in razne maščobe se iz plavajočega materija predelajo s saponifikacijo ali kot z drugo besedo rečemo umiljenje. Pri tej kemični reakciji pride do hidrolize maščob.)

Sekundarno čiščenje (vključuje razgradnjo bioloških organskih odpadkov − hrana, mila, detergenti). Biološki organizmi za razgrajanje potrebujejo hrano in kisik, zato bakterije in praživali skladiščijo oziroma gojijo. Pod sekundarno čiščenje spadajo tudi: aktivno blato, gazirni sistem, gradnja mokrišč, ležeči filter itd.) Dezinfekacija (namen je čiščenje odpadne vode, zaradi česar se zmanjša število mikroorganizmov v vodi. Učinkovitost dezinfekacije je odvisna od kakovosti vode.)

7.1 H3 Voda, ki je šla skozi postopek prečiščevanja na čistilni napravi, je neoporečna

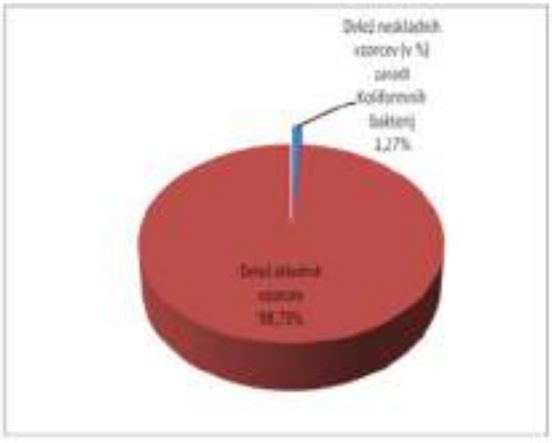
Za dokazovanje te hipoteze izhajam iz »POROČILA O IZVAJANJU OSKRBE S PITNO VODO TER ODVAJANJU IN ČIŠČENJU ODPADNE VODE V LETU 2012« (kanalizacija, 2013), kjer so naredili primerjavo in analizo, iz katere je razvidno, da so v Celju v primerjavi deleža neskladnih vzorcev v vodovodnih sistemih in deleža neskladnih vzorcev državnega monitoringa Slovenije za leto 2011 ugotovili, da je bilo v okviru monitoringa Slovenije leta 2011 zaradi prisotnosti navedene bakterije neskladnih kar 15,19 % vzorcev, medtem ko je bil ta odstotek v sistemih po tem, ko so začeli uporabljati čistilno napravo, precej nižji, saj je bila navedena bakterija ugotovljena le v 1,27 % vseh odvzetih vzorcev.

Tabela 1: Primerjava deleža neskladnih vzorcev v sistemih v upravljanju VO-KA Celje z rezultati državnega monitoringa Slovenije za leto 2011 po posameznih indikatorskih mikrobioloških parametrih

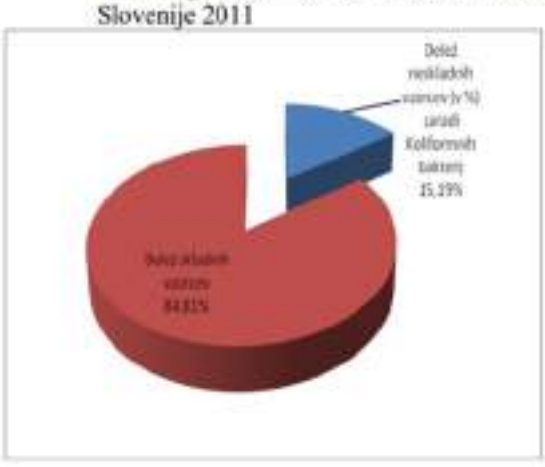
Indikatorski mikrobiološki parameter	Vodovod – kanalizacija Celje 2012		Državni monitoring Slovenije 2011	
	Število vseh odvzetih vzorcev	Delež neskladnih vzorcev (v %) zaradi navedenega parametra	Število vseh odvzetih vzorcev	Delež neskladnih vzorcev (v %)
Koliformne bakterije	627	1,27	4470	15,19
Skupni število mikroorganizmov pri 36 °C	627	0,63	4470	3,18
Clostridium perfringens s sporami	120	0,83	1672	3,71

Vir: https://www.vo-ka-celje.si/cache/documents/56c5d36c9394aa857ae0f69a/Porocilo_o_izvajanju_oskrbe_s_pitno_vodo_ter_odvajanja_in_ciscenja_odpadne_vode__Celje_2012_3.pdf

Tortni grafikon št.1: Monitoring VO-KA Celje 2012



Tortni grafikon št. 2: Državni monitoring Slovenije 2011



Vir: https://www.vo-ka-celje.si/cache/documents/56c5d36c9394aa857ae0f69a/Porocilo_o_izvajanju_oskrbe_s_pitno_vodo_ter_odvajanja_in_ciscenja_odpadne_vode__Celje_2012_3.pdf

Kot so v poročilu povzeli, po opravljenih primerjavah v Celju pijejo kvalitetno pitno vodo. Iz navedenih ugotovitev lahko potrdimo hipotezo **H3 Voda, ki je šla skozi postopek prečiščevanja na čistilni napravi, je neoporečna.**

8 IZDELAVA KANALIZACIJE IN ČISTILNE NAPRAVE IZBOLJŠUJE POGOJE BIVANJA Z VIDIKA EKOLOGIJE TER IZBOLJŠUJE KAKOVOST ŽIVLJENJA (HIPOTEZA H4, KROVNA TEMA)

Na podlagi sprememb Zakona o zdravstveni dejavnosti – ZZDej-J (Ur. list RS, št. 14/13) je leta 2013 Vlada RS sprejela Sklep o ustanovitvi Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ), ki izvaja naloge za področje dejavnosti javnega zdravja, in Sklep o ustanovitvi Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano (NLZOH), ki izvaja naloge na področju zdravja, okolja in hrane, določene s posebnimi predpisi, ter na celotnem območju države združuje vse laboratorije in pripadajoče strokovne dejavnosti. Tako je leta 2014 začel delovati Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano je osrednji in največji slovenski javnozdravstveni laboratorij, ki se ukvarja s problematiko varovanja okolja, diagnostično in javnozdravstveno mikrobiološko dejavnostjo, kemijskimi in mikrobiološkimi analizami različnih vrst vzorcev ter z raziskovalno dejavnostjo. Gre za glavne državne izvajalce monitoringa za vode.

Tabela 2: Vpliv na okolje

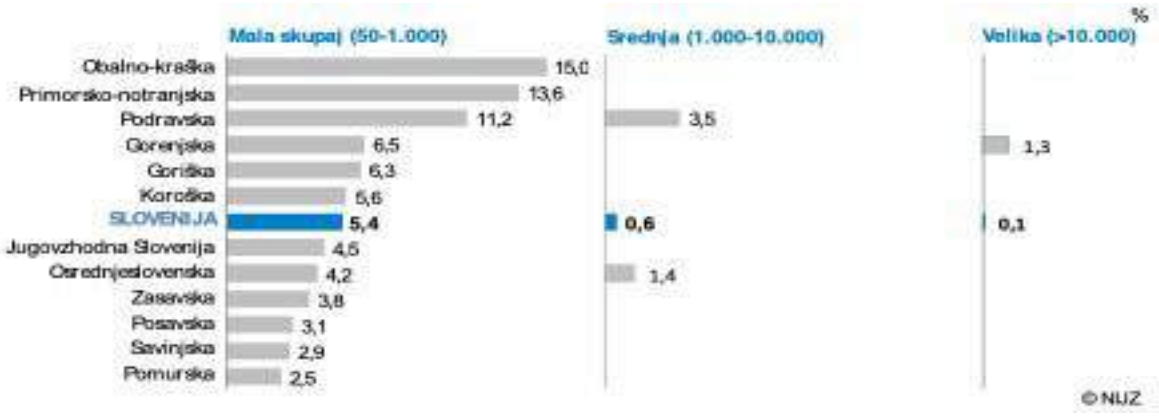
Kvaliteta površinskih in podzemnih vod, vodne in obvodne ekosisteme	POZITIVEN
Onesnaževanje bivalnega okolja, tal in rastlin	ZANEMARLJIV
Onesnaževanje zraka, obremenjevanje s hrupom, floro in favno	ZMEREN

Vir : (Lastni vir)

Monitoring pitne vode je predpisan s Pravilnikom o pitni vodi (Ur. list RS št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006 in 25/2009). Namen monitoringa je preverjanje skladnosti pitne vode z zahtevami, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi kakršnegakoli onesnaženja pitne vode. Monitoring se izvaja na vseh vodovodih, ki oskrbujejo najmanj 50 ljudi oziroma oskrbujejo pomembnejši javni objekt (šola, vrtec, hotel, industrijski obrat …). Vsak upravljavec sistema za oskrbo s pitno vodo mora izvajati notranji nadzor pitne vode. Zato so potrebne laboratorijske preiskave. Kot na inštitutu navajajo, odvzete vzorce za mikrobiološka in kemijska preskušanja izvajajo po metodi SIST

ISO 5667-5:2007 z upoštevanjem standarda za vzorčenje mikrobioloških preskušanj vode, ISO 19458:2006. Ta sistem je vzpostavljen z namenom za vodenje kakovosti, da se na ta način uporabnikom zagotovi mednarodno potrjeno neodvisno in nepristransko strokovnost. Redno objavljajo rezultate preskušanja in kontrole, saj nam na ta način zagotavljajo mednarodno priznavanje izdanih poročil. To letno poročilo je pripravljeno na podlagi določil 36. člena pravilnika. Poročilo predstavlja pregled rezultatov fizikalno-kemijskih in mikrobioloških preskušanj vzorcev pitne vode, odvzetih na mestih uporabe za obdobje od 10. tedna (začetek izvajanja) do 49. tedna (zaključek izvajanja monitoringa). V zadnjem poročilu za leto 2022 so vključeni tudi podatki za obdobje 2004–2021, s katerimi so predstavljeni trendi za posamezna področja videnja razmer v oskrbi s pitno vodo. (NLZOH, 2022) Pridobljeno s http://mpv.si/predstavitev.

V letu 2017 je bilo v okviru obsega A (redna preskušanja) odvzetih 3.143 vzorcev; zaradi mikrobioloških parametrov je bilo 10,9 % vzorcev neskladnih, od tega 2,8 % zaradi Escherichie coli (E. coli) (fekalna onesnaženost), večina pri vodovodih s 50−500 oseb (6,8 % vzorcev). Delež neskladnih vzorcev močno pada z velikostjo oskrbovalnih območij.



Slika 38: Prikaz neskladnih vzorcev po regijah v letu 2017

Vir: (https://obcine.nijz.si/vsebine/izbrane-vsebine/kakovost-pitne-vode-in-dostopnost-do-nje-120/)

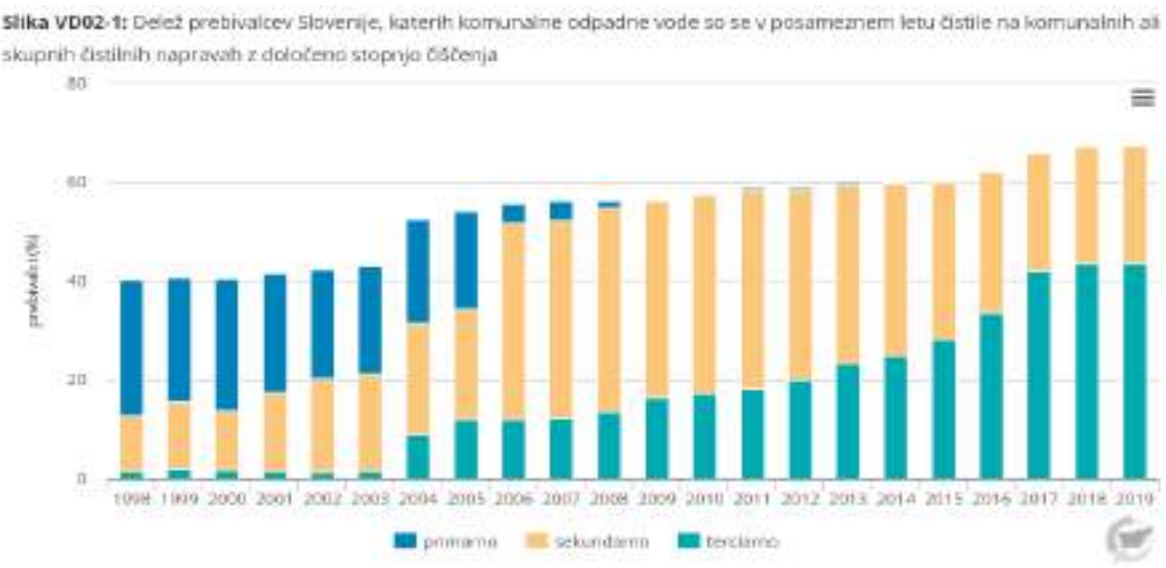
Velikost oskrbovalnega območja	Odvzeti vzorci	Neskladni vzorci zaradi mikrobioloških parametrov		
		SKUPAJ	*Escherichia coli*	Drugi parametri
Število				
Najmanjša (50-500)	1.153	251	78	173
Mala (501-1.000)	368	29	4	25
Mala skupaj (50-1.000)	1.521	280	82	198
Srednja (1.001-10.000)	657	31	4	27
Velika (>10.000)	965	33	1	32
SKUPAJ	**3.143**	**344**	**87**	**257**
Delež				
Najmanjša (50-500)	36,7	21,8	6,8	15,0
Mala (501-1.000)	11,7	7,9	1,1	6,8
Mala skupaj (50-1.000)	48,4	18,4	5,4	13,0
Srednja (1.001-10.000)	20,9	4,7	0,6	4,1
Velika (>10.000)	30,7	3,4	0,1	3,3
SKUPAJ	**100,0**	**10,9**	**2,8**	**8,2**

[1] *Escherichia coli*

Slika 39: Prikaz za odvzete in neskladne vzorce pri redkih preskušnjah (Fekalno onesnaženje) v letu 2017

Vir: (https://obcine.nijz.si/vsebine/izbrane-vsebine/kakovost-pitne-vode-in-dostopnost-do-nje-120/)

Na podlagi letnega poročila o kakovosti pitne vode za leto 2022 (NLZOH, Letno poročilo o kakovosti pitne vode 2022, 2022), pridobljeno s file:///C:/Users/Mirela/Downloads/Monitoring-PV_Letno-porocilo-2022.pdf, lahko povzamem, da je pri primerjavi deleža neskladnih vzorcev v naših vodovodnih sistemih in deleža neskladnih vzorcev državnega monitoringa Slovenije za leto 2017 v primerjavi z letom 2022 zaradi prisotnosti navedene bakterije neskladnih kar 15,19 % vzorcev, medtem ko je bil ta odstotek v sistemih v letu 2022 precej nižji, saj je bila navedena bakterija ugotovljena le v 1,27 % vseh odvzetih vzorcev.



Graf 1: Delež prebivalcev Slovenije, katerih komunalne odpadne vode so se v posameznem letu čistile na komunalnih ali skupnih čistilnih napravah z določeno stopnjo čiščenja

Vir: https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/ciscenje-odpadnih-voda-na-komunalnih-skupnih-cistilnih-napravah-2



Graf 2: Količina čiščene odpadne vode na leto na komunalnih ali skupnih čistilnih napravah z določeno stopnjo čiščenja

Vir: https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/ciscenje-odpadnih-voda-na-komunalnih-skupnih-cistilnih-napravah-2

Na podlagi teh ugotovitev lahko rečem, da večino odpadne vode vračamo naravi mehansko in biološko prečiščeno in v skladu z evropskimi standardi. To pomeni, da smo s tem potrdili hipotezo **H4 Izdelava kanalizacije in čistilne naprave izboljšuje pogoje bivanja z vidika ekologije**.

9 SKLEP

V svojem diplomskem delu z naslovom »Primerjava dveh kanalizacijskih sistemov na aglomeraciji Zabok-Zlatar« smo dosegli vse zastavljene cilje. Raziskal sem in predstavil področje izvedbe kanalizacijskih sistemov. Predstavil sem prednosti in pomanjkljivosti različnih sistemov, zato sem na podlagi teh rezultatov argumentiral, katera je pravilna izbira kanalizacijskih sistemov. Prav tako sem raziskal, kakšne so zahteve, zmožnosti in potrebe po energetsko varčnih rešitvah pri izvedbi kanalizacijskih sistemov pri nas.
V teoretičnem delu sem predstavil zakonodajo s področja izgradnje kanalizacij in vodovodov ter kako je pomembna varnost in zdravje pri delu. Velik poudarek je bil tudi na terminskem planiranju in kako je to pomembno za vsak projekt. Na podlagi tabele količin sem lahko spremljal, katera od dveh kanalizacij se gradi hitreje.
V diplomskem delu sem predstavil tudi čistilne naprave in kako te lahko izboljšajo kakovost bivanja z vidika ekologije. Predstavil sem tudi zakonodajo s področja kakovosti voda, kot tudi osrednji organ za preverjanje kakovosti in izvajanje monitoringa za vodo NLZOH. V Sloveniji ima že nekaj mest velike čistilne naprave. V svojem diplomskem delu sem kot primer raziskal podatke Celjske čistilne naprave.

Skozi proučevanje gradiva, spremljanje samih del na terenu in pri opravljanju svojega dela sem skozi hipoteze ugotovil naslednje:
H1 Tlačna kanalizacija je cenejša. V empiričnem delu sem na podlagi projekta aglomeracija Zabok-Zlatar izvedel primerjavo dveh kanalizacijskih sistemov. Na podlagi teh sem sprejel oziroma zavrnil hipotezo, ker se izvaja bolj plitvo in glavnino stroška predstavljata poraba materiala in poraba časa za obsežne količine izvedenih del. V našem primeru je bil z ustreznim projektiranjem in prilagajanjem stanju na terenu najboljši mešani sistem gravitacija in po potrebi tlak oz. črpališča, s pomočjo katerih smo po potrebi dvignili niveleto in nadaljevali z gravitacijo.
H2 Izgradnja gravitacijske kanalizacije je hitrejša. Hipoteza je sprejeta, ker je projektirani kanalizacijski sistem predvidel izvedbo kanalizacije v mešanem sistemu gravitacijska in tlačna. Gravitacijska kanalizacija, ki je projektirana na manjši globini, je hitrejša še iz razloga, ker se večina del izvede strojno; v manjšem odstotku so potrebna ročna dela (fino planiranje in spajanje cevovoda). Pri tlačni kanalizaciji je največja poraba časa pri izvedbi spojev črpališča

na cevovod in spajanje samih cevovodov, ki poteka strojno (varjenje cevi, ki so v palicah dolžine 6 ali 12 m) .

H3 Voda, ki je šla skozi postopek prečiščevanja na čistilni napravi, je neoporečna.

Hipoteza je bila potrjena na podlagi »POROČILA O IZVAJANJU OSKRBE S PITNO VODO TER ODVAJANJU IN ČIŠČENJU ODPADNE VODE V LETU 2012« (kanalizacija, 2013), kjer so naredili primerjavo in analizo, iz katere je razvidno, da so v Celju primerjavi deleža neskladnih vzorcev v vodovodnih sistemih in deleža neskladnih vzorcev državnega monitoringa Slovenije za leto 2011 ugotovili, da je bilo v okviru monitoringa Slovenije leta 2011 zaradi prisotnosti navedene bakterije neskladnih kar 15,19 % vzorcev, medtem ko je bil ta odstotek v sistemih po tem, ko so začeli uporabljati čistilno napravo, precej nižji, saj je bila navedena bakterija ugotovljena le v 1,27 % vseh odvzetih vzorcev.

H4 Izdelava kanalizacije in čistilne naprave izboljšuje pogoje bivanja z vidika ekologije.

Po podatkih ARSO OKOLJE sem prišel do zaključka, da se v zadnjih letih s postopki sekundarnega ali terciarnega čiščenja očisti čedalje več odpadne vode, medtem ko postopkov samo primarnega čiščenja ni več. Količina odpadne vode, ki je bila prečiščena s postopki sekundarnega čiščenja, se je od leta 2000 povečala za 150 % ali s 30 milijonov m3 (v letu 2000) na skoraj 45 milijonov m3 (v letu 2019). Postopkov terciarnega čiščenja odpadnih voda v letu 2000 v Sloveniji skoraj ni bilo, v letu 2019 pa je bilo po takih postopkih prečiščenih 72 % odpadne vode ali 113 milijonov m3 odpadne vode. Na podlagi teh ugotovitev lahko rečem, da večino odpadne vode vračamo naravi mehansko in biološko prečiščeno in v skladu z evropskimi standardi. To pomeni, da smo s tem potrdili hipotezo.

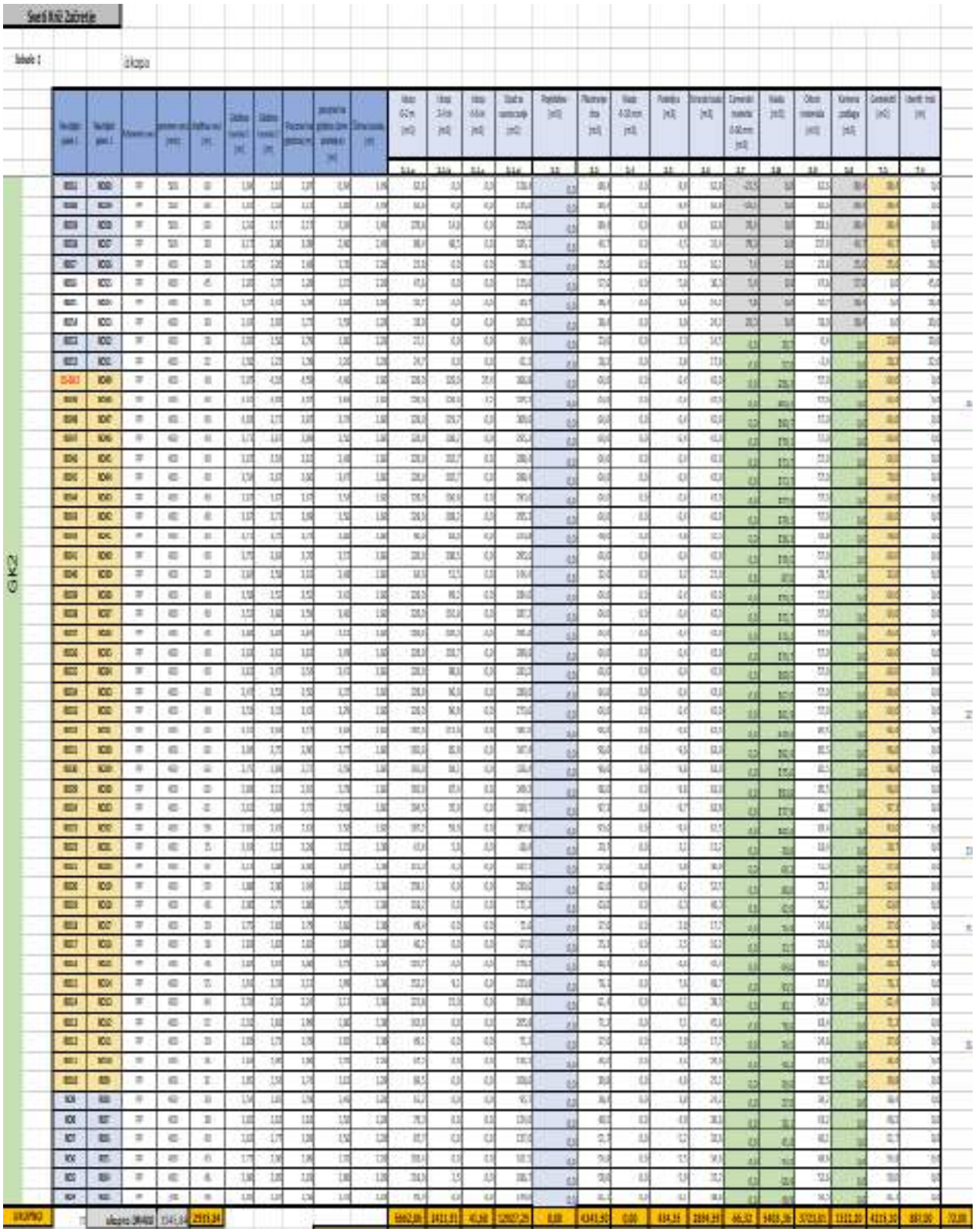
10 VIRI IN LITERATURA

- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/2006). Pridobljeno s https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2006-01-1682?sop=2006-01-1682
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/2015). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6951
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/2012, 64/2014, 98/2015). Pridobljeno s https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1996-01-2291?sop=1996-01-2291
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Uradni list RS, št. 80/2012, 98/2015). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6149
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/2008). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4880
- Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12 in 109/12). Pridobljeno s http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6060
- Varnost in zdravje v gradbeništvu. Pridobljeno s http://www.osha.mddsz.gov.si/gradbenistvo/INDEX7361.HTM?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=
- Mirko P. (2009). Operativno planiranje. Pridobljeno s https://books.google.si/books/about/Operativno_planiranje.html?id=PfUySQAACAAJ&redir_esc=y
- Franc, M. (oktober 2009). Hišni priključki na javno kanalizacijsko omrežje. Gradbeni vestnik. Pridobljeno s https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-EUTWVT3J/c6c3e4b9-d9ce-43ad-a8ae-a277dbff14de/PDF
- Franc, M. (marec 2010). Ločeni ali mešani sistem kanalizacije. Gradbeni vestnik. Pridobljeno s https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-4NEFONIM/98583794-8f6b-4d8f-b34b-9601821916a8/PDF
- Gradbeni zakon (GZ-1). http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8244
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1)(Uradni list RS, št. 43/11). Pridobljeno s http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO5537

- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/05). Pridobljeno s http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3783
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, št. 39/05). Pridobljeno s http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV418
- MDDSZ Varnost v gradbeništvu, 2008. Pridobljeno s http://www.osha.mddsz.gov.si/gradbenistvo/INDEX7361.HTM?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=
- Čistilne naprave, 2020. Pridobljeno s https://www.limnowet.si/cistilne-naprave
- Čistilne naprave, 2021. Pridobljeno s http://www.cistilnenaprave.si
- Monitoring pitne vode, (NLZOH, 2022) Pridobljeno s http://mpv.si/predstavitev
- POROČILO O IZVAJANJU OSKRBE S PITNO VODO TER ODVAJANJU IN ČIŠČENJU ODPADNE VODE V LETU 2012. Pridobljeno s https://www.vo-ka-celje.si/cache/documents/56c5d36c9394aa857ae0f69a/Porocilo_o_izvajanju_oskrbe_s_pitno_vodo_ter_odvajanja_in_ciscenja_odpadne_vode__Celje_2012_3.pdf
- Geidel, T. (2021). Ausgewählte Fachinformationen zur Nationalen Wasserstrategi. V T. Geidel, Ausgewählte Fachinformationen zur Nationalen Wasserstrategi. Herausgeber: Umweltbundesamt.
- Pfajfar, N. (brez datuma). M2 Ekonomika poslovanja Sklop 2: Ekonomika podjetja. V N. Pfajfar. Radovljica: Ljudska univerza Radovljica.
- Štefan, Ž. (2010). Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov. V Ž. Štefan, Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov. Ljubljana: Gospodarska zbornica Slovenije, Center za poslovno usposabljanje.

11 PRILOGE

11.1 Izračun količin po PZI



11.2 Izračun količin po predlagani spremembi

