

# Interdiscipliniranost u graditeljstvu na primjerima cestovnih i željezničkih raskrižja u Varaždinu

---

Tušek, Žarko

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:543283>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 36/GRD/2021**

**INTERDISCIPLINARNOST U GRADITELJSTVU NA  
PRIMJERIMA CESTOVNIH I ŽELJEZNIČKIH  
RASKRIŽJA U VARAŽDINU**

**Žarko Tušek, 0846/336D**

Varaždin, listopad 2021. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 36/GRD/2021

## **INTERDISCIPLINARNOST U GRADITELJSTVU NA PRIMJERIMA CESTOVNIH I ŽELJEZNIČKIH RASKRIŽJA U VARAŽDINU**

**Student**

Žarko Tušek, 0846/336D

**Mentor**

Božo Soldo prof.dr.sc.

Varaždin, listopad 2021. godine



## **Zahvale**

*Veliku zahvalu dugujem mentoru prof. dr. sc. Boži Soldo na razumijevanju, trudu i stručnim savjetima koji su pomogli u izradi diplomskog rada kao i svim ostalim profesorima na ugodnoj suradnji kroz sve godine studiranja.*

*Također velike zahvale svojoj obitelji, curi, prijateljima i kolegama na bezuvjetnoj podršci i motivaciji tijekom cijelog studiranja.*

Žarko Tušek

## Sažetak

U ovom završnom radu obrađena je tema *Interdisciplinarnost u graditeljstvu na primjerima cestovnih i željezničkih raskrižja u Varaždinu*. Naglasak je na interdisciplinarnosti kao važnom segmentu u graditeljstvu. S obzirom na raširenost i kompleksnost područja, graditeljstvo često zahtijeva uključenje različitih disciplina (struka) za uspješnu realizaciju projekata. Kroz razradu koncepta na rješavanju problema u prometu na području grada Varaždina razrađena su dva konceptna rješenja. Prvo konceptno rješenje odnosi se na raskrižje Ulica Frana Supila, Anine ulice te Ulice Vilka Novaka s cestovnim prijelazom preko željezničke pruge. A drugi primjer je koncept rekonstrukcije postojećeg pothodnika za pješake u Ulici Mihovila Pavleka Miškine koji bi se prenamijenio u podvožnjak i pothodnik.

**Ključne riječi:** interdisciplinarnost, podvožnjak, kružno raskrižje, pothodnik, cestovni promet, željeznički promet

## Summary

This final paper deals with the topic of *Interdisciplinarity in construction on the examples of road and railway intersections in Varaždin*. The emphasis is on interdisciplinarity as an important segment in construction. Given the widespread presence and complexity of the area, construction often requires the involvement of various disciplines (professions) for the successful implementation of projects. Through the elaboration of a concept for solving traffic problems in the area of the city of Varaždin, two solutions have been developed. The first solution refers to the intersection of Frana Supila Street, Ana Street and Vilka Novaka Street with a road crossing over the railway. And another example is the concept of reconstruction of the existing pedestrian underpass in Mihovila Pavleka Miškina Street, which would be converted into vehicle underpass and pedestrian underpass.

**Keywords:** interdisciplinarity, vehicle underpass, roundabout, pedestrian underpass, road traffic, railway traffic



# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo <input type="checkbox"/>		
PRISTUPNIK	Žarko Tušek	MATIČNI BROJ	0846/336D
DATUM	14. IX. 2021.	KOLEGIJ	Suvremena geotehnologija i geotehnika
NASLOV RADA	"INTERDISCIPLINARNOST U GRADITELJSTVU NA PRIMJERIMA CESTOVNIH I ŽELJEZNIČKIH RASKRIŽJA U VARAŽDINU"		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	INTERDISCIPLINARITY IN CONSTRUCTION ON THE EXAMPLES OF ROAD AND RAILWAY INTERSECTIONS IN VARAŽDIN		
MENTOR	dr. sc. Božo Soldo	ZVANJE	red. prof.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Milan Rezo 2. prof.dr.sc. Božo Soldo 3. izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin 4. doc.dr.sc. Mlan Kuhta 5. _____		

## Zadatak diplomskog rada

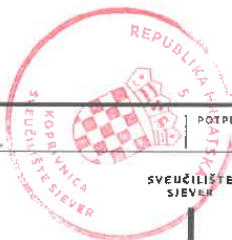
BROJ	36/GRD/2021		
OPIS	Pod temom Diplomskog rada: "INTERDISCIPLINARNOST U GRADITELJSTVU NA PRIMJERIMA CESTOVNIH I ŽELJEZNIČKIH RASKRIŽJA U VARAŽDINU" u radu je potrebno prikazati adekvatna rješenja za rješavanje problematičnih prometnih lokacija u gradu Varaždinu sa naglaskom na interdisciplinarnost u građevinskoj struci. - SADRŽAJ - UVOD - OPĆENITO O LOKACIJI I PREDMETNOM ZADATAKU - TEHNIČKO-GRAĐEVINSKA ANALIZA - TEHNIČKO-ARHITEKTONSKA ANALIZA - REZULTATI I ANALIZA PREDMETNIH PRORAČUNA - ZAKLJUČAK - LITERATURA		

ZADATAK URUČEN

02.11.2021.

POTPIS MENTORA

*Božo Soldo*



# Sadržaj

1.	Uvod.....	10
2.	Općenito o lokaciji i predmetnom zadatku .....	11
3.	Općenito o elementima predmetnog zadatka .....	13
3.1.	Cestovni i željeznički promet na području obuhvata .....	13
3.2.	Opis problema .....	17
3.3.	Analiza postojećeg stanja .....	19
4.	Tehničko – arhitektonska analiza.....	22
4.1.	Koncept izgradnje podvožnjaka i kružnog raskrižja .....	22
4.1.1.	Kružno raskrižje.....	22
4.1.2.	Opis lokacije zahvata u prostoru .....	27
4.1.3.	Prometno opterećenje cestovnog i željezničkog raskrižja .....	28
4.1.4.	Koncept tehničkog rješenja za izgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja.....	34
4.2.	Koncept prenamjene postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik.....	39
4.2.1.	Općenito o postojećem pothodniku .....	39
4.2.2.	Koncept rješenja za prenamjenu postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik .....	41
5.	Tehničko-građevinska analiza .....	44
5.1.	Tehničko-građevinska analiza podvožnjaka i kružnog raskrižja .....	44
5.1.1.	Armirano-betonska konstrukcija.....	44
5.1.2.	Željeznički promet tijekom gradnje .....	51
5.1.3.	Pozicije kolosijeka na konstrukciji podvožnjaka .....	55
5.1.4.	Infrastruktura na području obuhvata .....	57
5.1.5.	Varijanta s izgradnjom crpne stanice na lokaciji područja obuhvata.....	59
5.2.	Tehničko-građevinska analiza za prenamjenu postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik.....	65
5.2.1.	Koncept tehničkog rješenja .....	65
6.	Zaključak.....	67
7.	Literatura.....	69
8.	Popis slika .....	70
9.	Popis tablica .....	73

## 1. Uvod

**Definicija interdisciplinarnosti** je znanstveni pristup koji se oslanja na uzajamno djelovanje i integraciju različitih znanstvenih disciplina na teorijskoj i metodološkoj razini istraživanja.

**Interdisciplinarnost** je vrsta akademske suradnje u kojem stručnjaci različitih akademskih disciplina rade prema zajedničkim ciljevima. Ona uključuje kombinacije dvije i više različitih struka za stvaranje jedne aktivnosti, odnosno projekta. Interdisciplinarnost se obično razvija iz uvjerenja da tradicionalne pojedinačne discipline nisu u mogućnosti pojedinačno riješiti određene probleme, na taj način se formiraju interdisciplinarne skupine koje formiraju stručnjaci koji su obučeni u različitim područjima da rade na istom projektu. U području tehničkih znanosti građevinarstvo se dijeli na pet grana: prometnice, geotehnika, hidrotehnika, nosive konstrukcije, organizacija i tehnologija građenja.

Tema ovog rada glasi *Interdisciplinarnost u graditeljstvu na primjerima cestovnih i željezničkih raskrižja u Varaždinu*. Cilj je bio rad na konkretnim primjerima interdisciplinarnosti u smislu suradnje različitih grana građevinarstva. Napravljen je koncept izgradnje podvožnjaka i kružnog raskrižja u Varaždinu na raskrižju Anine, Supilove i Novakove ulice s podvožnjakom ispod željezničke pruge te sa kao takav predstavlja tehnološki zahtjevan koncept za izgradnju, što zbog samog prometnog opterećenja, blizine željezničkog kolodvora, načinu izvođenja radova, izmještanja i preusmjerenja željezničkog prometa te infrastrukturnih radova. Jedna od specifičnosti na području obuhvata je i infrastruktura koju je tijekom gradnje potrebno izmjestiti odnosno sagraditi novu infrastrukturu na određenom potezu, a koja se prije svega odnosi na: plinske, vodovodne te kanalizacijske cijevi različitih promjera. U radu je prikazana mogućnost izmještanja kanalizacije kao najzahtjevnijeg dijela izvođenja od infrastrukture te rješenje izvedbe kanalizacije preko crpne stanice.

Drugi primjer u radu je koncept rekonstrukcije postojećeg pothodnika za pješake u Ulici Mihovila Pavleka Miškine koji bi se prenamijenio u podvožnjak i pothodnik te bi se izgradila još jedna cijev da se dobiju podvožnjaci za promet vozila u dva smjera. Novi podvožnjak i pothodnik zamišljen je izgradnjom nove cijevi do postojećeg pothodnika te rekonstrukcija postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik.

## 2. Općenito o lokaciji i predmetnom zadatku

Promet ima značajnu ulogu u gospodarskom razvoju države, razvoju gradova, pokretljivosti stanovništva organizaciji i korištenju prostora te kvaliteti okoliša. U začetima prometnog planiranja (pedesetih godina 20. stoljeća) dijelovi prometnog sustava zasebno su se planirali:

- cestovni
- željeznički
- pomorski i riječni
- avionski.

Sa razvojem suvremenog svijeta, te sve značajnijem povećanju prijevoza robe i putnika povećala se složenost rješavanja prometnih problema te međuovisnost različitih vidova prometa unutar prometnog sustava što je rezultiralo potrebom za sveobuhvatnim planiranjem prometa. To istovremeno uključuje analizu i planiranje svih vidova prometa robe i putnika. Pri tome, sami prometni sustav treba razmatrati kao dio šireg sustava (prostorne organizacije-država) sa svojim ekonomskim i društvenim obilježjima.

Varaždin kao najveći te najrazvijeniji grad u sjeverozapadnoj Hrvatskoj smješten je uz obale rijeke Drave i središte je Varaždinske županije. Svojom površinom od 59,45 km<sup>2</sup> čini tek nešto manje od 5% površine Varaždinske županije. Više od jedne četvrtine stanovništva Županije živi upravo u Gradu Varaždinu. Varaždinske županije ima izuzetno povoljan prometni položaj, sama županija graniči sa Republikom Slovenijom i Mađarskom, a sjedište županije (Grad Varaždin) udaljen je nešto više od 80 kilometara od Grada Zagreba. Grad Varaždin je zbog svoje povoljne geografske lokacije, blizine glavnog grada Zagreba te okruženja granica susjednih zemalja (Mađarske, Slovenije) dobro povezan sa centrom Hrvatske kao i Europe [11].

Predmetni zadatak je primjer rješenja željezničko-cestovnog križanja na raskrižju Anine, Supilove i Novakove ulice te kao takav predstavlja tehnološki zahtjevno rješenje za izgradnju, što zbog samog gradskog prometnog opterećenja, a što zbog činjenice da se u prostoru naslanja na sam kolodvor Varaždin i kolodvorsko područje (Slika 2.1).



Slika 2.1 Lokacija za izgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja [5]

Drugi primjer je koncept rekonstrukcije postojećeg pothodnika za pješake u Ulici Mihovila Pavleka Miškine koji bi se prenamijenio u podvožnjak i pothodnik te bi se izgradila još jedna cijev da se dobiju dva podvožnjaka za promet vozila u dva smjera (Slika 2.2).



Slika 2.2 Lokacija za izgradnju podvožnjaka i pothodnika te rekonstrukcija pothodnika u podvožnjak i pothodnik [7]

### 3. Općenito o elementima predmetnog zadatka

#### 3.1. Cestovni i željeznički promet na području obuhvata

Cestovnu mrežu Grada Varaždina čini sustav od dva osnovna prometna prstena i nekoliko glavnih i radijalnih prometnica. Prvi prometni prsten prikazan na Slici 3.1 označen je crvenom linijom, a čine ga ulice Petra Preradovića, Vladimira Nazora, Stanka Vraza i Augusta Cesarca, te se unutar istog nalazi središnja pješačka zona Grada Varaždina. Na spomenuti prsten nadovezuju se Hallerova aleja, Ulica braće Radića, Ulica Zrinskih i Frankopana, Anina ulica, Kolodvorska ulica, Ulica Kralja Petra Krešimira IV., Ulica Ivana Kukuljevića Sakcinskog te Optujska ulica, koje predstavljaju glavne gradske radijalne pravce. Unutar prvog prometnog prstena odvija se dostavni i pješački promet te je smještena stara gradska jezgra. Drugi prometni prsten prikazan na Slici 3.1 označen je zelenom bojom, počinje na sjeveru sa Koprivničkom ulicom, na zapadu se nastavlja na Optujsku ulicu, a na jugu se proteže do Ulice Miroslava Krleže [11].

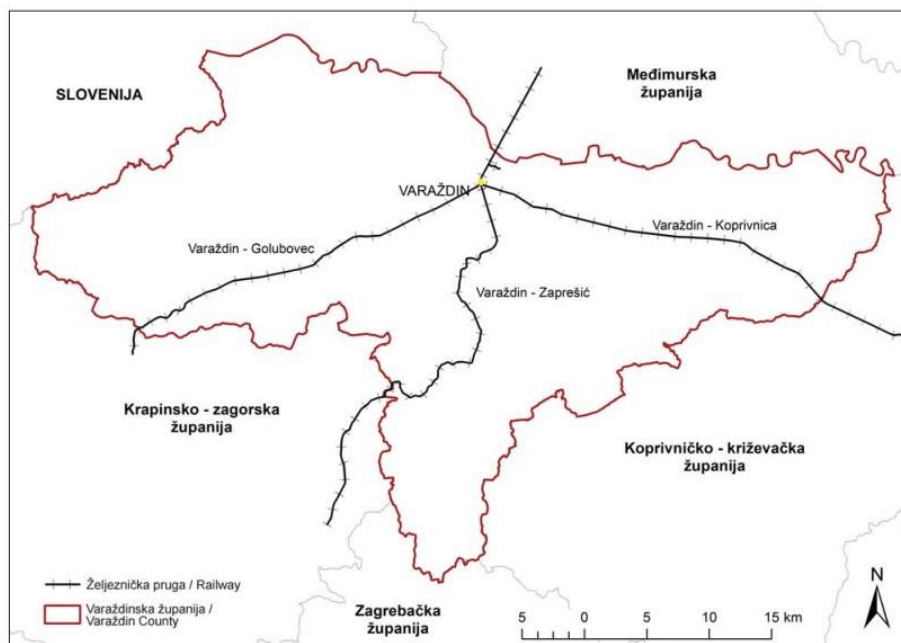


Slika 3.1 Osnovni prometni prsteni grada Varaždina [11]

Županijsko središte Varaždin ističe se i kao željezničko čvorište. U okviru čvorišta nalazi se mnogo građevina i postrojenja. Željeznička pruga dijeli grad na dva dijela. Industrijskim kolosijecima povezan je velik dio industrije na području grada, međutim nekoliko pružnih prijelaza ograničavaju razvoj grada.

Željeznička mreža Varaždinske županije ima dugu tradiciju te jednu od najznačajnijih uloga za razvoj ovog prostora. Prva željeznička pruga, poznata kao „Zagorska magistrala“ u promet je puštena 1886. godine, a povezivala je Međimurje i Hrvatsko zagorje sa Zagrebom, odnosno Čakovec i Varaždin sa Zagrebom te je imala važnu gospodarsku i političku ulogu. Sljedeća željeznička pruga puštena je u promet 1890. godine, i to je bila pruga Varaždin – Golubovec.

Pruga Varaždin – Golubovec prvenstveno je izgrađena za potrebe prijevoza ugljena iz rudnika. Nakon zatvaranja rudnika, došlo je do značajnog pada željezničkog prometa. Posljednja pruga izgrađena na području Varaždinske županije puštena je u promet 1937. godine, a povezivala je Varaždin i Koprivnicu te je predstavljala zadnju dionicu Podravske magistrale [8].



Slika 3.2 Željeznička mreža Varaždinske županije [11]

U samoj blizini kolodvora nalazi se željezničko raskrižje u 4 pravca, to su prema: Međimurju, Zagrebu, Zagorju i Podravini, odnosno prema gradovima: Zagreb, Čakovec, Ivanec i Koprivnica. Prometovanje spomenutih dionica odvija se kroz sam željeznički kolodvor. U samoj blizini željezničkog raskrižja nalazi se i cestovno raskrižje Supilove, Anine i Novakove ulice odnosno i rampa na Novakovoj ulici odnosno tzv. „Kućanska rampa“, kao jedna od najstroženijih/najopterećenijih točaka u Gradu.



*Slika 3.3 Problematične prometne lokacije u Varaždinu [11]*

Na Slici 3.3 prikazuju se problematične prometne lokacije u Gradu Varaždinu, prijelazi preko željezničke pruge, nadvožnjaci, podvožnjaci, pothodnik, i to: R1, R2, R3 i R4 (prijelazi preko željezničke pruge), N1 i N2 (nadvožnjaci preko željezničke pruge), P1 – podvožnjak ispod željezničke pruge, P2 – podvožnjak, neaktivni podvožnjak ispod željezničke pruge i H1 (pohodnik) [8].





*Slika 3.4 Pozicije cestovnih točaka opterećene prometom [11]*

Na Slici 3.4 nalaze se cestovne točke Grada Varaždina koje su izrazito opterećene prometom, i to točka T1 - cestovno raskrižje Supilove, Anine i Novakove ulice; točka T2 – cestovno raskrižje Međimurske i Koprivničke ulice [8].

Kroz Varaždinsku županiju prolazi 91,751 kilometara pruga, od kojih pruge R202 Varaždin - Koprivnica i pruga R201 Čakovec – Varaždin – Zaprešić – Zagreb čine regionalne pruge, a pruga L201 Varaždin – Golubovec je lokalna pruga.

### 3.2. Opis problema

Raskrižje ulice Frana Supila, Anine ulice te Ulice Vilka Novaka s cestovnim prijelazom preko željezničke pruge predstavlja velike probleme u cestovnom i željezničkom prometu. Na spomenutom raskrižju susreću se tri željezničke pruge: Varaždin – Koprivnica – Virovitica – Osijek – Dalj (R202), Zaprešić – Zabok – Varaždin – Čakovec (R201), Varaždin – Ivanec – Golubovec (L201).

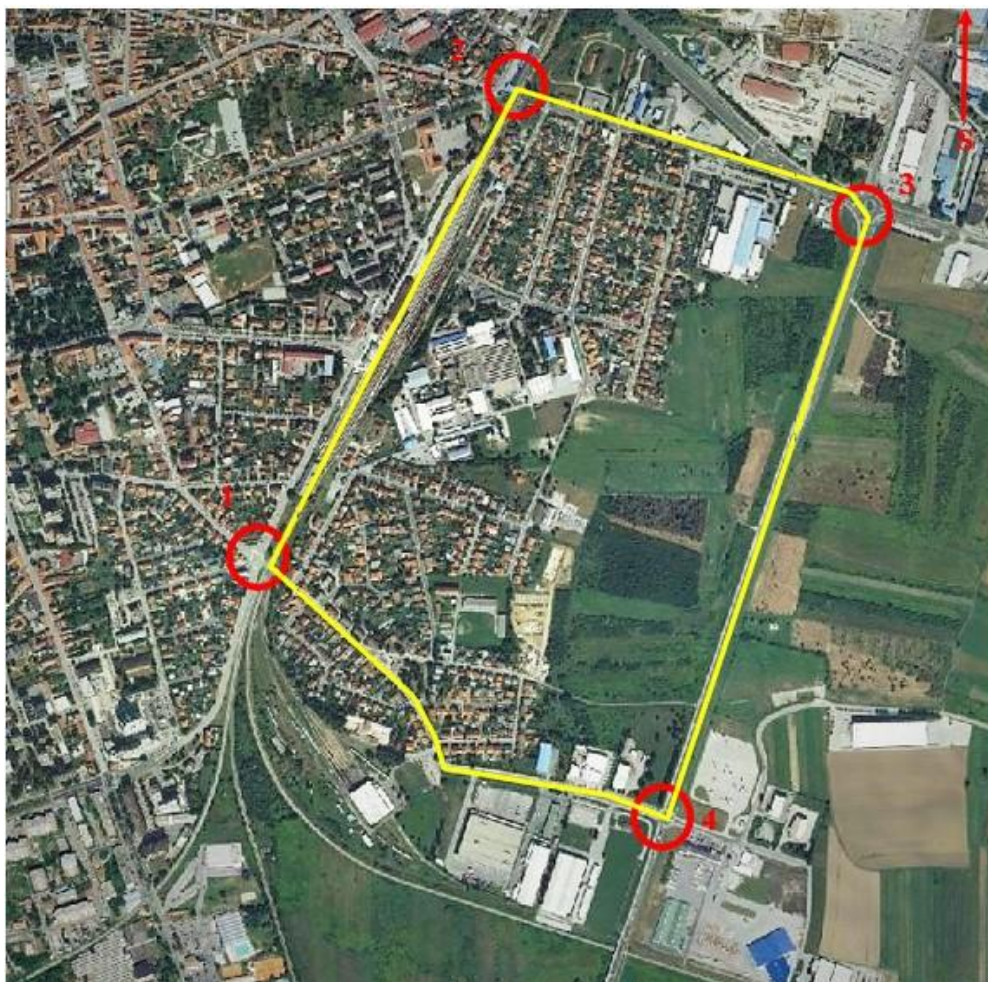
Postojeći prijelaz preko ceste osiguran je polubranicima da se poveća sigurnost svih sudionika u prometu obzirom na visoku frekvenciju vlakova. Zbog čestog zatvaranja prijelaza, stvaraju se veliki repovi čekanja. S obzirom da željezničke pruge presijecaju tkivo grada te da je u samoj blizini željeznički kolodvor i željeznički depo, potrebno je pronaći novo kvalitetnije rješenje za rješavanje prometnog problema.

Makro i mikro prikazom dispozicije raskrižja dobiva se slika važnosti željezničko-cestovnog prijelaza za nesmetano odvijanje prometa u gradu Varaždinu. Makro dispozicija (Slika 3.5) prikazuje položaj analiziranog raskrižja dok je mikro dispozicijom opisana sama važnost raskrižja za prometovanje [12].



*Slika 3.5 Makro dispozicija raskrižja [12]*

Na slici je prikazan položaj samog raskrižja unutar grada Varaždina, te se može zaključiti da je promatrano raskrižje od vitalne važnosti za prometnu povezanost istočnog i zapadnog dijela grada. Mikro dispozicijom (Slika 3.6) raskrižja detaljnije se opisuje prometni problem.



*Slika 3.6 Mikro dispozicija raskrižja [12]*

Mikro dispozicija pobliže opisuje stvarnu situaciju te važnost promatranog raskrižja. Prometovanje koje se događa u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima za stanovnike Varaždinskog naselja na istoku grada (obrubljeno žuto područje) svedeno je na:

1. raskrižje Ulica Frana Supila – Anina ulica – Ulica Vilka Novaka prema zapadu (krug 1)
2. pješački pothodnik relacija zapad-istok Ulica Mihovila Pavleka Miškine (krug 2)
3. kružno raskrižje na sjevernom dijelu naselja Ulica Mihovila Pavleka Miškine – Ulica Ivana Severa (krug 3)
4. semaforizirano raskrižje na jugu naselja Vilka Novaka – Državna cesta D510 (krug 4).

Analizom prometnih tokova na prostornom obuhvatu u blizini Kućanske rampe, dolazi se do zaključka da je spomenuto naselje povezano s zapadnim dijelom grada samo s raskrižjima 1 i 3 po pitanju motoriziranog prijevoza. Važno je napomenuti da stanovnici spomenutog naselja na raskrižju 3 (udaljeno 200 m od izlaza iz naselja) nemaju izravan spoj sa zapadnim dijelom grada već se polukružnim okretanjem upućuju prema gradu. Potrebni manevri na raskrižju 3 povećavaju presijecanje prometnih tokova i smanjuju sigurnost prometnice [12].

### 3.3. Analiza postojećeg stanja

U istočnom dijelu Grada Varaždina nalazi se željezničko-cestovni prijelaz Ulice Frana Supila –Anine ulice - Ulice Vilka Novaka. Raskrižjem se upravlja svjetlosno prometnom signalizacijom, u razini, a koja se sastoji se od četiri privoza. Glavni smjer kretanja vozila proteže se od sjevera prema jugu i obrnuto. Navedeno raskrižje se nalazi u blizini Željezničkog kolodvora stoga je koncentracija nemotoriziranog prometa značajna. Iz priloženih slika jasno su vidljivi osnovni elementi raskrižja, oblik raskrižja, broj privoza, raspodjela traka, namjena traka i broj traka.



*Slika 3.7 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice [5]*



*Slika 3.8 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Supilove ulice) [5]*



*Slika 3.9 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Novakove ulice) [5]*



*Slika 3.10 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Anine ulice) [5]*



*Slika 3.11 Raskrižju Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Supilove ulice) [5]*

## 4. Tehničko – arhitektonska analiza

### 4.1. Koncept izgradnje podvožnjaka i kružnog raskrižja

#### 4.1.1. Kružno raskrižje

„Kružno raskrižje prometna je građevina, unutar kojeg se kretanje vozila odvija središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i sa prometnim znakovima. Također kružno raskrižje može se definirati kao kanalizirano raskrižje kružnog oblika sa neprovoznim, u cijelosti provoznim ili djelomično provoznim središnjim otokom i kružnim voznim trakom na koji se vežu tri ili više priključnih cesta u razini i u kojem se promet odvija suprotnom kretanju kazaljke na satu“ [6].

Kružna raskrižja se mogu definirati kao nesemaforizirana raskrižja u razini gdje se promet odvija:

- na jednotračnom odnosno dvotračnom kružnom kolniku
- s jednim do dva prometna traka na privozima postavljenim što okomitije na ulaz u kružno raskrižje
- s reguliranom prednošću kružnog prometnog toka u smjeru suprotnom od kazaljke na satu.

#### **Prednosti kružnih raskrižja :**

- znatno veća sigurnost prometa (manji broj konfliktnih točaka nego na klasičnim izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, ne postoje konfliktne točke križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine [6])
- niža razine buke i emisija ispušnih plinova motornih vozila [6]
- manje posljedice prometnih nezgoda (nema čeonih sudara i sudara pod pravim kutom) [6]
- mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti [6]
- kraće čekanje na prilazima (neprekinutost vožnje) [6]
- manje zauzimanje prostora (nepotrebni su prometni trakovi za lijevo i desno skretanje)[6]

- pri jednakoj propusnoj moći – kao kod raskrižja u jednoj razini sa trakama za skretače uz istu razinu uslužnosti [6]
- dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru [6]
- dobro rješenje u raskrižjima s više krakova (pet ili više) [6]
- manji troškovi održavanja (nego kod semaforiziranih raskrižja) [6]
- dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama [6]
- mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, odnosno uređenja kružnog raskrižja [6]
- povoljniji utjecaj na okoliš u odnosu na semaforizirana raskrižja [6].

### **Nedostaci kružnih raskrižja :**

- povećanjem broja voznih trakova u kružnom toku smanjuje se prometna sigurnost (suprotno od klasičnih raskrižja u jednoj razini) te je preporuka izvedba jednostranih kružnih raskrižja [6]
- veći broj kružnih raskrižja u nizu ne omogućava uvođenje koordiniranog prolaza kroz ista [6]
- poteškoće s pomanjkanjem prostora za izvedbu središnjeg otoka u već izgrađenim područjima [6]
- kružna raskrižja većeg polumjera, nisu najprikladnije rješenje pred institucijama za slijepu i slabovidne osobe, pred domovima za starije osobe, bolnicama i zdravstvenim domovima i na svim onim mjestima gdje nemotorizirani sudionici u prometu zbog svojih privremenih ili trajnih fizičkih oštećenja ne mogu sigurno prelaziti raskrižja bez svjetlosnih signalizacijskih uređaja [6]
- kružna raskrižja većeg polumjera, nisu najprikladnije rješenje pred dječjim vrtićima i školama i na drugim mjestima na kojima se kreće veliki broj djece (koja obično idu u većim skupinama ili u koloni) [6]
- problemi pri velikom intenzitetu biciklističkog i/ili pješačkog prometa, koji presijeca jedan ili više krakova jednostranoga kružnog raskrižja [6]

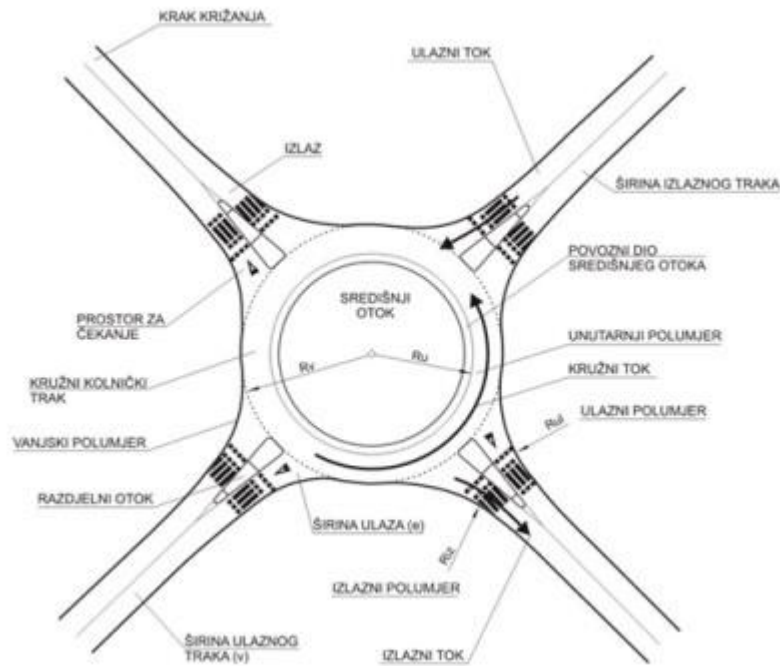


- lošije rješenje pri velikom intenzitetu lijevih skretanja [6]
- naknadna semaforizacija ne utječe bitno na povećanje propusne moći [6]
- produljenje putanja vozila i pješaka u odnosu na izravno kanalizirana raskrižja [6]
- tokovi koji skreću ulijevo iz suprotnih smjerova nepotrebno se presijecaju, tj. prepliću, što nije slučaj kod izravno kanaliziranih raskrižja [6].

Obzirom na lokaciju, veličinu i vrstu prometa koji se njima odvija kružna raskrižja dijele se na: urbana i izvan urbana raskrižja.

Tablica 4.1 Okvirni oblikovni elementi kružnog raskrižja [12]

Veličina/tip raskrižja	Alokacija	Vanjski promjer $D_v$ [m]	Širina kolnika B [m]	Propusna moć [voz./dan.]	Oblikovanje i dimenzioniranje
Mini RKT/jednotračno	U naselju	(13,5) – 25	4,5 – 5	$\leq 15000$	Poseban postupak
Malo RKT /jednotračno	U naselju	22 – 35	9,0 – 6,5	15000	( $V_k = 30$ km/h)
Srednje veliko RKT/jednotračno	U naselju	30 – 40	7,0 – 5,5	20000	( $V_k = 35$ km/h)
Srednje veliko RKT/jednotračno	Izvan naselja	35 – 45	6,0 – 5,5	22000	( $V_k = 40$ km/h)
Srednje veliko RKT/dvotračno	Izvan naselja	(45) 50 – 90	7,5 – 7,0	25000	( $V_k \leq 40$ km/h)
Veliko RKT/dvotračno	Izvan naselja	$\geq 90$	$\leq 7,0$	$\geq 25000$	Poseban postupak



Slika 4.1 Osnovni elementi kružnog raskrižja [12]

### Osnovni pojmovi:

- „**Prostor za čekanje (niša)** je prostor između unutarnjeg ruba označenoga pješačkog prijelaza i vanjskog ruba kružnog kolničkog traka; vozila ga na ulazu koriste za čekanje na prihvatljivu vremensku prazninu u kružećem toku, kako bi se mogla uključiti u njega, a na izlazu služi za propuštanje pješaka i biciklista“ [6].
- „**Vanjski polumjer** je polumjer vanjskog ruba kružnog kolničkog traka“ [6].
- „**Krak kružnog raskrižja** je priključna cesta ili prometni trakovi s obje strane uzdignutog razdjelnog otoka za pješake, koji suprotni ili jednosmjerni promet (ulaz - izlaz) vode prema kružnom raskrižju ili iz kružnog raskrižja“ [6].
- „**Kružni kolnički trak** je kolnički trak kružnog oblika, po kojem voze vozila oko središnjeg otoka u smjeru suprotnom kretanju kazaljke na satu. Vozila u kružnom toku imaju prednost pred vozilima koja ulaze u kružno raskrižje“ [6].

- **„Izlazni polumjer** je polumjer desnog ruba kolnika na izlazu iz kružnog raskrižja koji usmjeruje vozila iz kružnoga voznog traka“ [6].
- **„Povozni dio središnjeg otoka** je onaj dio središnjeg otoka koji zajedno s kružnim kolničkim trakom omogućuje vožnju kroz kružno raskrižje dugim vozilima (ima izgled kružnog prstena)“ [6].
- **„Središnji otok** je uzdignuta fizička prepreka kružnog, elipsastog ili drugog prometno prikladnog oblika, postavljena u sredini kružnog raskrižja, koja sprečava vožnju izravno kroz kružno raskrižje“ [6].
- **„Ulazni polumjer** je polumjer desnog ruba kolnika na ulazu u kružno raskrižje koji usmjeruje vozila prema kružnom voznom traku“ [6].
- **„Razdjelni otok** je otok za pješake je uzdignuti element kružnog raskrižja koji ograničuje ulaz u kružno raskrižje i izlaz iz kružnog raskrižja, usmjeruje vozila u pravilnu krivulju ulaznja u kružno raskrižje i izlaznja iz kružnog raskrižja i omogućuje veću razinu sigurnosti pješaka i biciklista prilikom prelaženja preko kraka kružnog raskrižja. Oblik razdjelnog otoka ovisi o veličini kružnog raskrižja“ [6].

#### 4.1.2. Opis lokacije zahvata u prostoru

Osnovni zadatak je potpuna rekonstrukcija predmetnih dionica spomenutih cesta koje se križaju u razini s četiri kolnička traka, adekvatnih rješenja priključaka u obliku rampi i kružnog raskrižja, nova izgradnja kolnika, sanacija postojećih i izgradnja novih potpornih konstrukcija, rješavanje odvodnje ceste, izmještanje i rekonstrukcija infrastrukturnih postojećih građevina (kanalizacije, vodovoda, plinovoda, telekomunikacijskih instalacija, električnih instalacija) s izgradnjom pješačko-biciklističke staze te izgradnja podvožnjaka ispod željezničke pruge. Sama prometna pozicija planiranog zahvata zadire u pružni pojas i kolodvorsko područje željezničkog kolodvora Varaždin [5].



*Slika 4.2 Prikaz raskrižja s dodjeljenim privozima [12]*

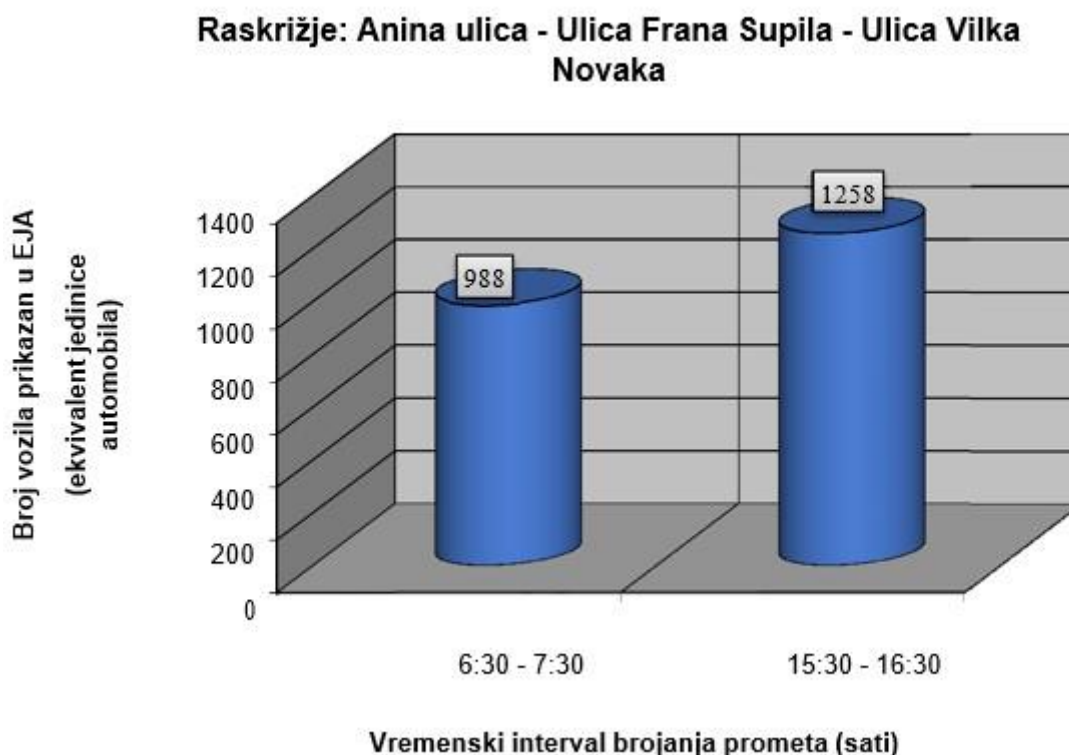
Zapadni privoz (privoz 1) sastoji se od tri prometne trake, svaka traka za pojedini smjer kretanja. Južni privoz, odnosno privoz 2 sastoji se od dvije prometne trake od kojih je jedna traka za ravno i lijevo skretanje, a druga za desno skretanje. Istočni privoz (privoz 3) karakterizira jedna prometna traka za sve smjerove kretanja vozila. Sjeverni privoz, odnosno privoz 4 sastoji se od dvije prometne trake od kojih je jedna za ravno, a druga za lijevo skretanje. Desno skretanje odvojeno je zaobljenjem uglova s jednostavnim kružnim lukom [5].

### 4.1.3. Prometno opterećenje cestovnog i željezničkog raskrižja

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom modeliranju. Podaci predstavljaju stvarnu sliku dinamike prometnih tokova. Podaci se sastoje od informacija kao što su:

- prometna opterećenja
- brzina kretanja vozila u toku
- smjerovi kretanja
- struktura toka
- razmak između vozila
- vršna opterećenja u određenim vremenskim intervalima.

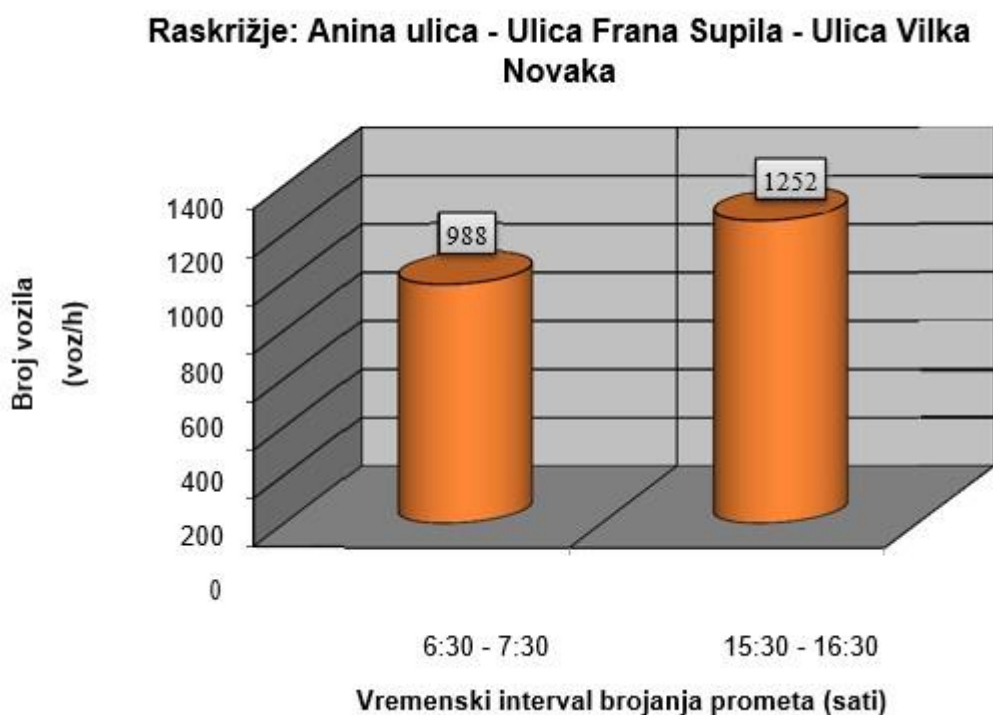
Prema tim podacima dobiva se slika o prometnim zahtjevima, te se temeljem toga mogu odrediti budući prometni pravci, rekonstrukcija prometnice ili reorganizacija prometnih tokova. Terensko snimanje prometa obavljeno je u četvrtak, 14. prosinca 2017. godine u jutarnjem vršnom opterećenju od 6:30 do 7:30 te u popodnevnom vršnom opterećenju od 15:30 do 16:30 [12].



Slika 4.3 Prikaz prometnog opterećenja promatranog raskrižja po ekvivalentnim jedinicama vozila [12]

Na Slici 4.3 prikazuje se broj vozila u EJA (ekvivalent jedinice automobila) po satima. Vidljivo je da je u vremenskom periodu od 15:30 do 16:30 sati (1258 EJA) izbrojan za 27,33% veći broj vozila nego u jutarnjem vršnom periodu (988 EJA) [12].

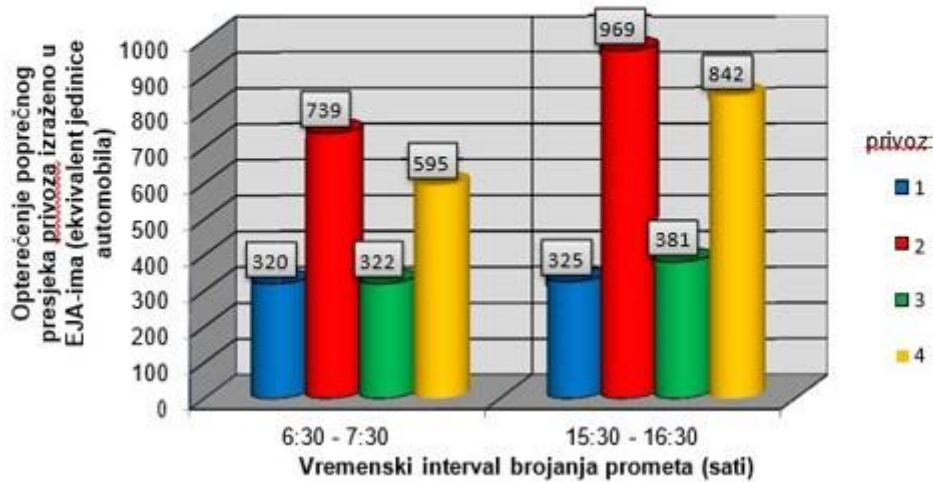
Na Slici 4.4 prikazuje se ukupan broj vozila za oba perioda snimanja prometa. Vidljivo je da je u popodnevnom vršnom periodu zabilježen za 26,72 % veći promet u odnosu na jutarnji vršni period gdje je zabilježeno 988 vozila [12].



*Slika 4.4 Prikaz prometnog opterećenja promatranog raskrižja po broju vozila [12]*

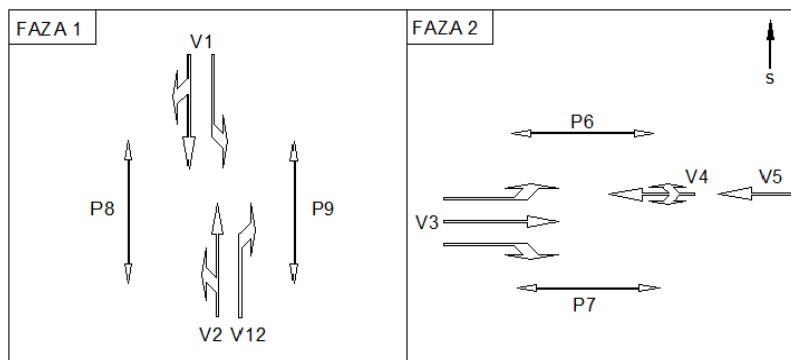
Usporedbom slike 4.3 i slike 4.4 vidljivo je kako se vrijednosti broja vozila i ekvivalenta jedinice automobila značajno ne razlikuje. Navedena konstatacija ukazuje na značajnu dominaciju osobnih automobila u oba vršna perioda snimanja prometa. Ukupno opterećenje svakog privoza u EJA po satima prikazano je na Slici 4.5. Zaključivo je da su privozi 2 i 4 najopterećeniji privozi za oba vršna perioda brojanja prometa. Vidljivo je kako se vrijednosti u jutarnjem vršnom satu razlikuju za 24,20 %, a u popodnevnom vršnom satu za 15,08 % [12].

### Raskrižje: Anina ulica - Ulica Frana Supila - Ulica Vilka Novaka



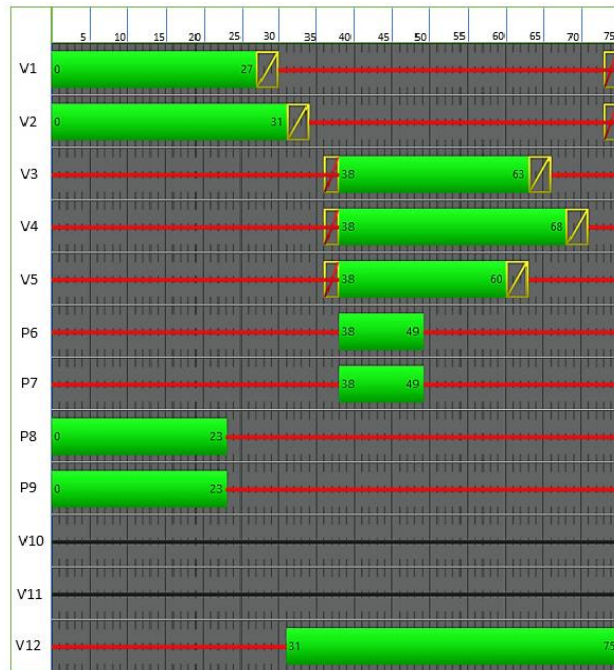
Slika 4.5 Prikaz prometnog opterećenja promatranog raskrižja po privozima [12]

Raskrižjem se upravlja svjetlosnom prometnom signalizacijom, za koju postoje tri signalna plana koja ovise o prednajavi vlaka. Prvi signalni program odvija se ukoliko nema najave vlaka te se sastoji od dvije faze. Na Slici 4.6 grafički je prikazana raspodjela faza signalnog plana 1 [12].



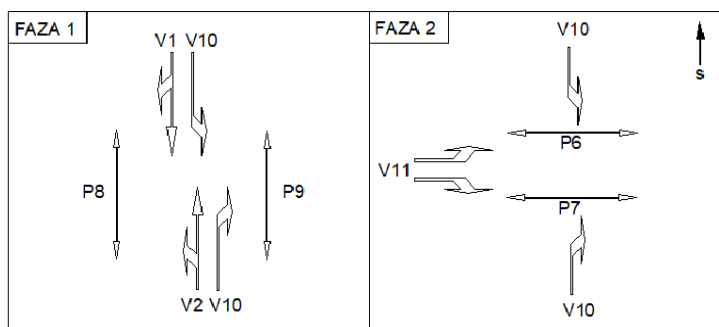
Slika 4.6 Izmjena faza unutar ciklusa za prvi signalni plan [12]

U prvoj fazi kreću se vozačke skupine V1 i V2 te pješačke skupine P8 i P9. Vozačka skupina V1 nalazi se na sjevernom privozu, a vozačka skupina V2 na južnom privozu. Iz signalnog plana uočljivo je kako zeleno svjetlo vozačke skupine V2 traje četiri sekunde dulje zbog zajedničkog korištenja trake za ravno i lijevo skretanje. U drugoj fazi kreću se vozačke skupine sporednih smjerova V3 na privozu 1 (istok) i V4 (V5) na privozu 3 (zapad). Signalni plan prikazan je Slikom 4.7 [12].



Slika 4.7 Signalni plan bez prednajave vlaka [12]

Nakon prednajave vlaka, aktivan je drugi signalni program. Na Slici 4.8. prikazana je raspodjela faza drugog signalnog programa.

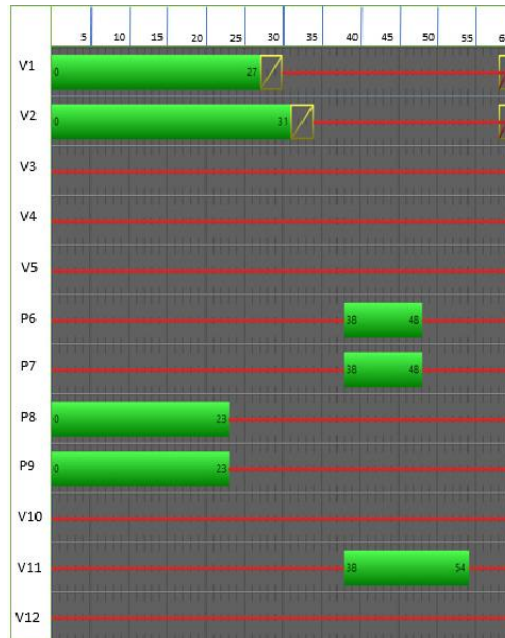


Slika 4.8 Izmjena faza unutar ciklusa za prvi signalni plan [12]

Vidljivo je da se drugi signalni program odvija u dvije faze. U prvoj fazi kreću se vozačke skupine V1 (ravno i desno) i V2 (ravno i lijevo skretanje) te pješačke skupine na istočnom (P9) i zapadnom privozu (P8). U drugoj fazi kreću se vozačke skupine V11 (lijevo i desno skretanje) te pješačke skupine na sjevernom (P6) i južnom privozu (P7). Iz signalnog plana

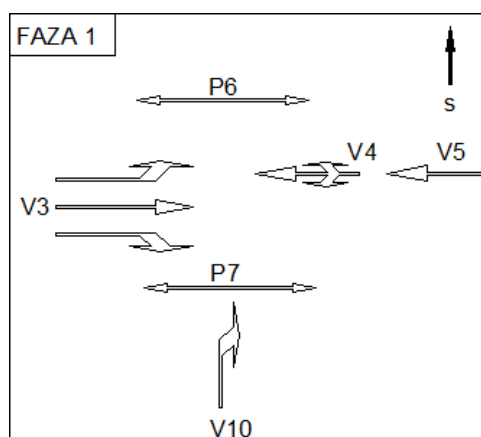


(Slika 4.9) vidljivo je trajanje zelenih vremena za svaku pojedinu signalnu grupu drugog signalnog programa te se može uočiti kako trajanje zelenog vremena vozačke skupine V2 traje četiri sekunde dulje od vozačke skupine V1. Razlog tomu je zajedničko korištenje prometne trake za ravno i lijevo skretanje signalne grupe V2 [12].



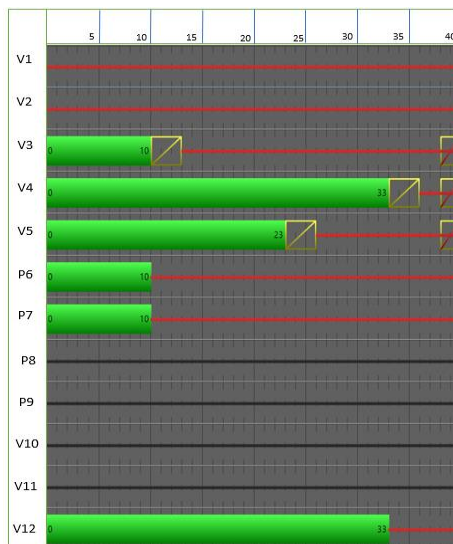
Slika 4.9 Signalni plan u slučaju najave vlaka [12]

Nakon odjave vlaka, aktivan je treći signalni program. slika (4.10) prikazuje raspodjelu tokova u trećem signalnom programu.



Slika 4.10 Raspodjela tokova za signalni plan nakon odjave vlaka [12]

Treći signalni program odvija se u jednoj fazi te služi za pražnjenje prometnih tokova čije je odvijanje sprječavao prolazak vlaka. U ovoj fazi poseban je naglasak na vozačke skupine V4(V5) i vozačku skupinu V12 (desno skretanje). U ovoj fazi kreće se i vozačka skupina V3 te pješačke skupine na južnom (P7) i sjevernom privozu (P6). Signalni plan koji se odvija nakon odjave vlaka prikazan je Slikom 4.11 [12].



Slika 4.11 Signalni plan nakon odjave vlaka [12]

Analizirani željezničko-cestovni prijelaz nalazi se u blizini Željezničkog kolodvora, sjeverno od raskrižja i garažno – servisne stanice Hrvatskih željeznica, koja se nalazi južno od raskrižja. Raskrižje se nalazi na izrazito nepovoljnom prostornom položaju u odnosu na navedene objekte. Često prometovanje željezničkih vozila, a ponekad samo prometnih lokomotiva uzrokuje prekidanje cestovnog prometnog toka i spuštanje rampi te nastaje neodrživo stanje u cestovnom prometu. Slika 4.12. prikazuje stanje privoza 3 na kojem su zabilježeni veliki repovi čekanja [12].



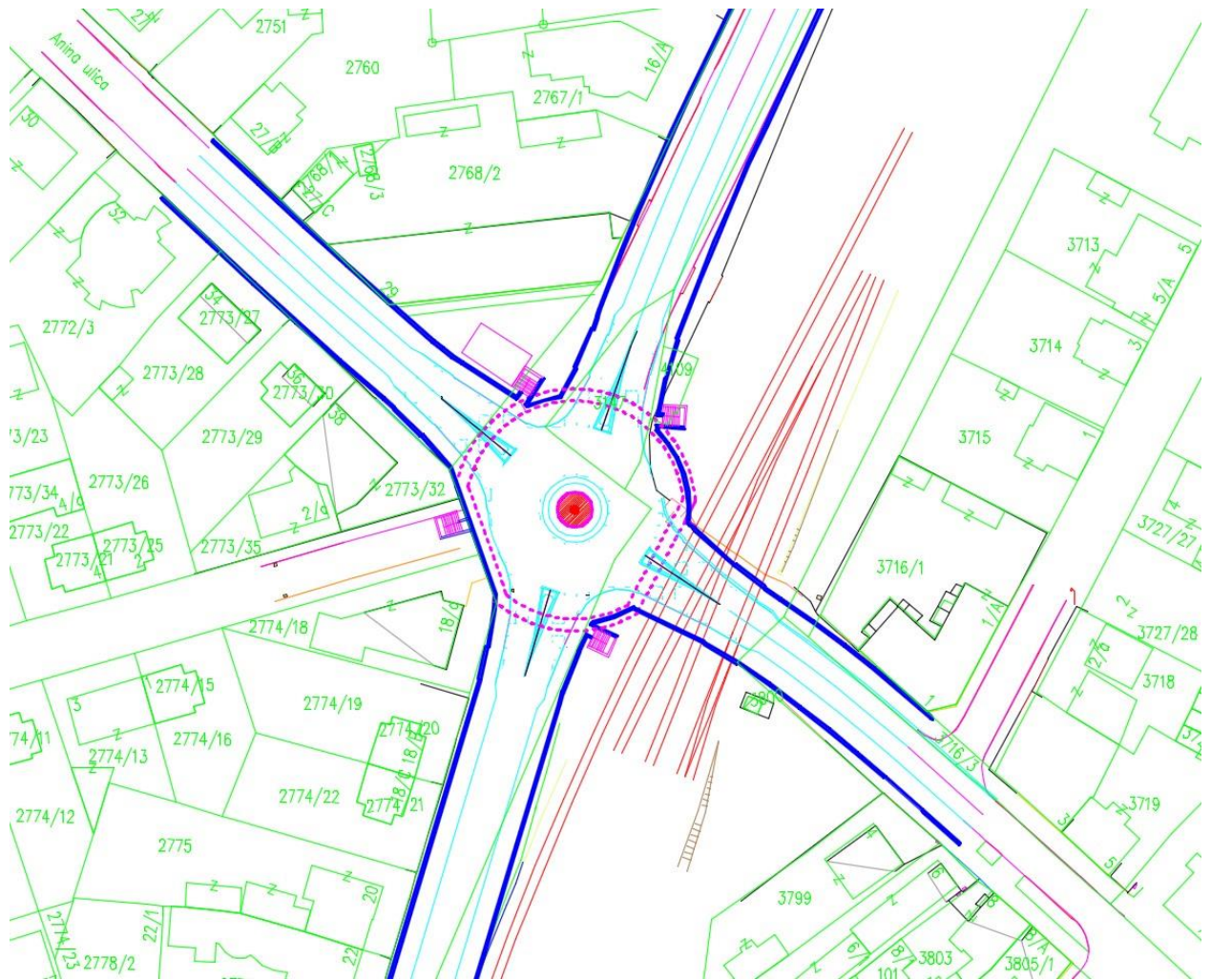
Slika 4.12 Repovi zabilježeni u vrijeme poslijepodnevno vršnog opterećenja na privozu 3

Na Slici 4.12 vidljiva je neodrživa situacija pred spomenutim željezničko – cestovnim prijelazom. Terenskim ispitivanjem zabilježen je rep od 48 vozila kao maksimalan (poslije podnevni vršni sat). Treba napomenuti kako nisu uzeta u obzir vozila koja su odustala od prolaska raskrižjem te bi navedeni rep čekanja bio i veći [12].

#### **4.1.4. Koncept tehničkog rješenja za izgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja**

Konceptom tehničkog rješenja predviđena je izgradnja zatvorenog kružnog toka na razini -1 s prilaznim rampama nagiba od 5 do 10% i mogućim dubinama do 3,2 metra. U dijelu prolaza ispod željezničke pruge predviđa se gradnju AB ploče manjih dimenzija. Dodatno opterećenje predviđeno je gradnjom AB ploče u obliku kišobrana sa središnjim nosivim stupom. Kružnom AB pločom predviđeno je da se natkrije kružni tok. Podzemna voda na predmetnoj lokaciji često se pojavljuje na dubini približno – 4,0 m ali poznate su i ekstremne visine do -3,0 m, a u ovom slučaju bitna je i stogodišnja razina podzemne vode. Pretpostavka za podzemnu vodu je dubina od -4,5 m [5].

Jedna od najvažnijih veličina koji utječu na zahtjevnost izvedbe po načinu izvođenja, izgledu i samoj investiciji, a uključujući očekivano stanje na terenu tj. relativno visoku razinu podzemne vode je svijetla visina podvožnjaka. Podvožnjak treba projektirati i s otvorenim profilom od 3,2 m, dok ostale visine otvorenih profila trebaju biti 4,5 m. Planirani nagib rampi prilaznih cesta do kružnog toka iznosi 8,0 % a nagib kružnog toka 4,0 %. Kroz kružni tok i podvožnjak predlaže se izgradnja pješačko – biciklističke staze standardnih širina i to u svim smjerovima [5].



Slika 4.13 Situacija koncepta za izgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja [5]



*Slika 4.14 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja*



*Slika 4.15 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja*



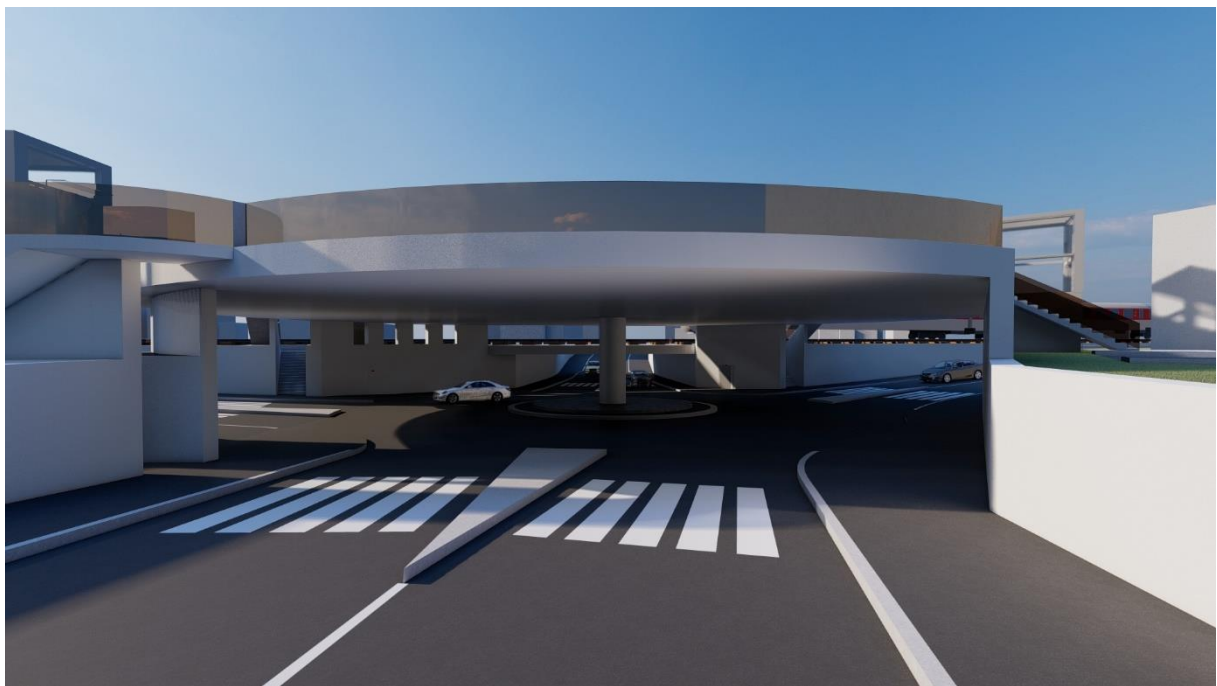
*Slika 4.16 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja*



*Slika 4.17 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja*



*Slika 4.18 Slika:3D vizualizacija, pogled iz Supilove ulice*



*Slika 4.19 3D vizualizacija, pogled iz Anine ulice*

## 4.2. Koncept prenamjene postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik

### 4.2.1. Općenito o postojećem pothodniku

Pothodnik je prolaz za pješake ispod razine ulice ili pruge. Pješački pothodnici primjenjuju se za potpuno razdvajanje pješačkih tokova i vozila na gradskim cestama, glavnim gradskim ulicama sa velikim intenzitetom prometa, odnosno na svim mjestima gdje je veliki intenzitet pješaka i prometnih tokova vozila da se ne ugrožava sigurno odvijanje prometa [4].

Postojeći pothodnik odnosno prolaz za pješake nalazi se ispod željezničke pruge te spaja Ulicu Mihovila Pavleka Miškine. Prolaz za pješake obuhvaća čestice 15825/3, 15380/20, 15488/2 k.o. Varaždin [7].



Slika 4.20 Lokacija postojećeg pothodnika [7]



Dimenzije postojećeg pothodnika:

- dužina: 42,10 m
- širina/svijetla: 6,10 m
- visina/svijetla: 2,55 m
- stepenice ulazno/izlazne, horizontalna dužina po 11,50 m
- nagib: cca 17,5°
- visinska razlika ulice i dna pothodnika:  $\Delta H=3,6$  m.



*Slika 4.21 Slike postojećeg pothodnik za pješake [7]*

#### 4.2.2. Koncept rješenja za prenamjenu postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik

Tehničko rješenje zamišljenog zahvata sastojalo bi se od:

- izgradnje novog podvožnjaka
- rekonstrukcije pothodnika u podvožnjak



Slika 4.22 Ortofoto lokacije i pozicija izgradnje i rekonstrukcije podvožnjaka [7]

Svijetla širina postojećeg pothodnika je 6,10 m, konceptno rješenje zamišljeno je da se postojeći pothodnik pretvori u podvožnjak i pothodnik. Svijetla visina postojećeg pothodnika je 2,55 metra. Novi podvožnjak i pothodnik zamišljen je izgradnjom nove cijevi do postojećeg pothodnika te rekonstrukcijom postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik. Nova cijev podvožnjaka zamišljena je za vozila visine do 2,3 metra. Širina kolničkog traka iznosila bi 3 metra, a širina nogostupa bila bi 2 metra. Zaštitni pojas od 0,5 metara odjeljivao bi cestovni od

pješačkog dijela a ujedno bi se izvela i zaštitna ograda zbog što veće zaštite pješaka. Izvedba novog podvožnjaka ispod željezničke pruge provodila bi se bez zatvaranja željezničkog pružnog prometa, odnosno da se promet željezničkom prugom odvija nesmetano ili da se eventualno odvijali manji zahvati unutar spomenutog pojasa prometa ali u vrijeme kad se ne odvija promet željezničkom prugom [7].



*Slika 4.23 3D vizualizacija koncepta prenamjene postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik*



*Slika 4.24 3D vizualizacija koncepta prenamjene postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik*



*Slika 4.25 3D vizualizacija, pogled iz istočne strane Ulice Mihovila Pavleka Miškine*



*Slika 4.26 3D vizualizacija, pogled iz zapadne strane Ulice Mihovila Pavleka Miškine*

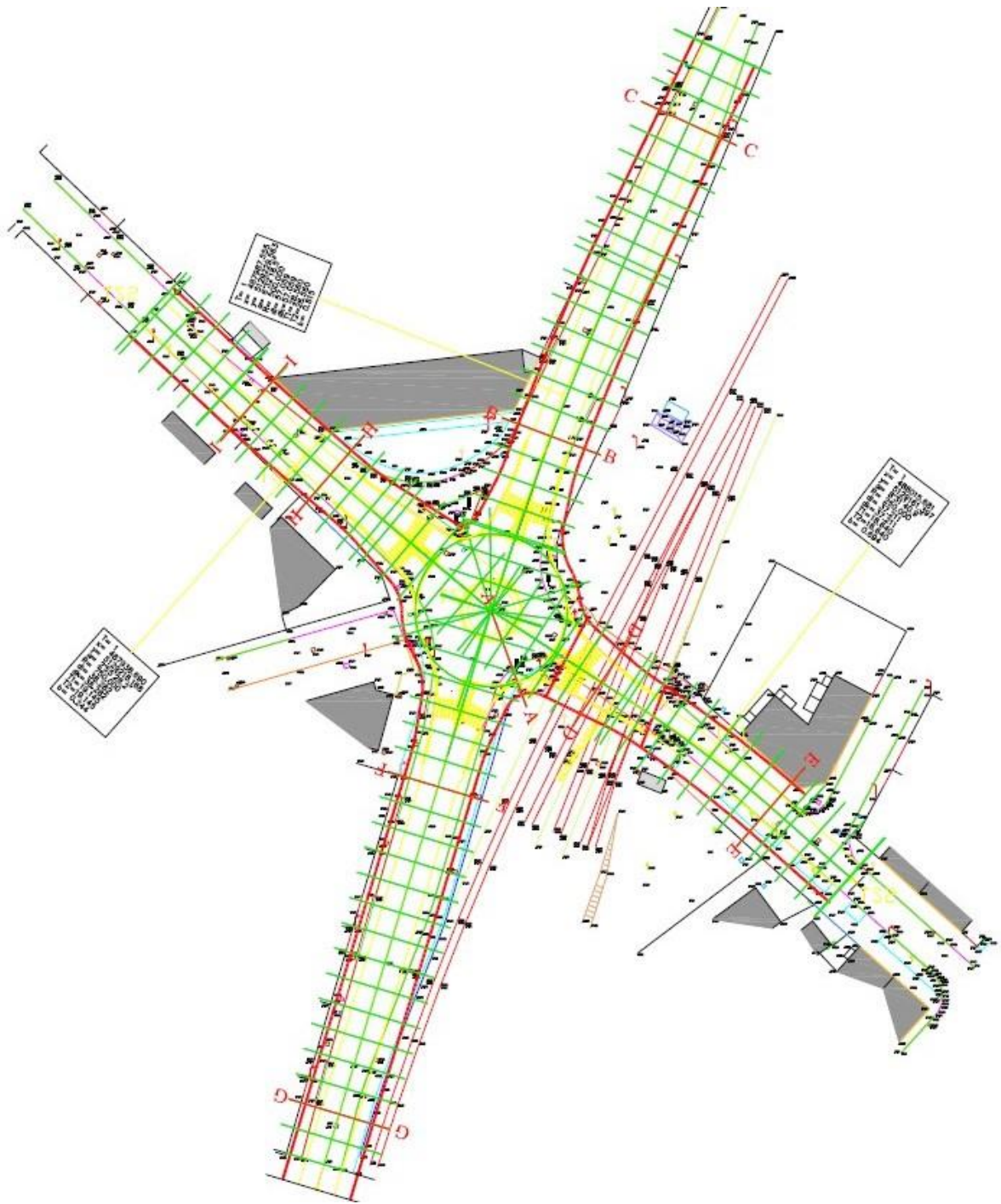
## **5. Tehničko-građevinska analiza**

### **5.1. Tehničko-građevinska analiza podvožnjaka i kružnog raskrižja**

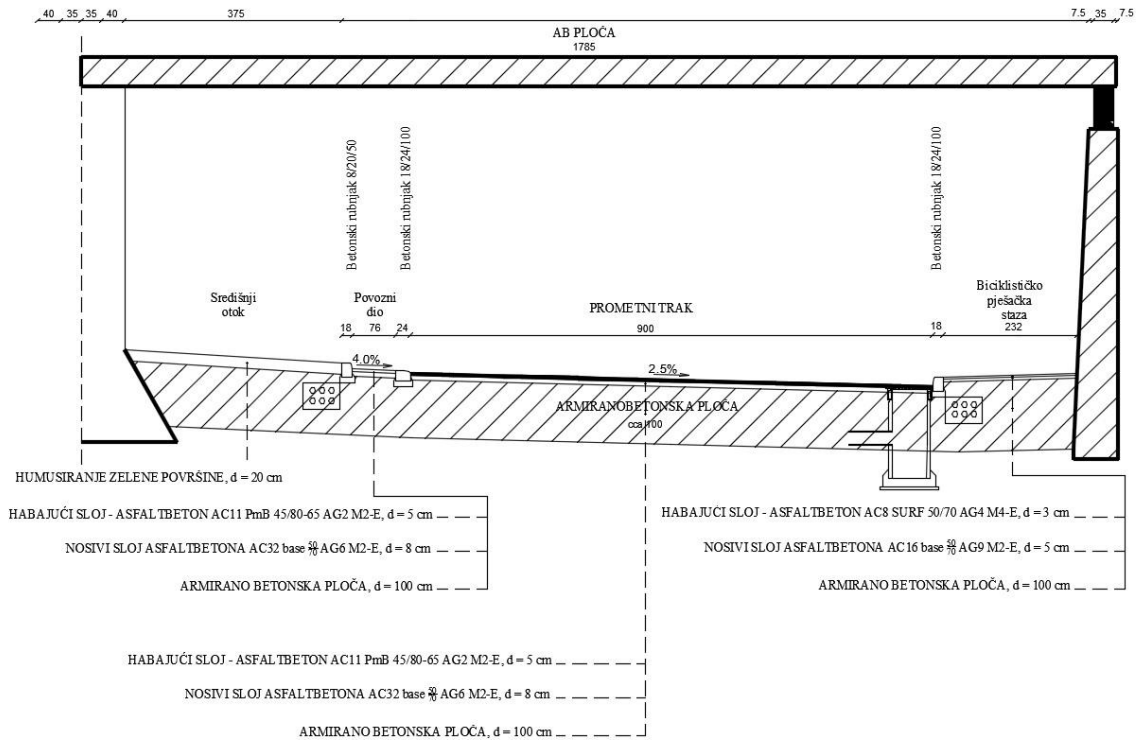
#### **5.1.1. Armirano-betonska konstrukcija**

Armiranobetonska konstrukcija sastojala bi se od: temeljne ploče, zidova i stropnih ploča. Armiranobetonska ploča u kružnom toku je najdeblja cca 70 cm, a debljine u rampama smanjuju se do 30 cm. Armiranobetonski zidovi su jednake debljine 40 cm. Sama konstrukcija ploče sastoji se od dva dijela. U samo središtu kružnog toka je AB stup, a u obodu između kolnika AB zidovi na koje se oslanja armiranobetonska stropna ploča. Armiranobetonska ploča je također ispod kolosijeka željezničke pruge kao most na rasponu između 12 i 16 metara [5].

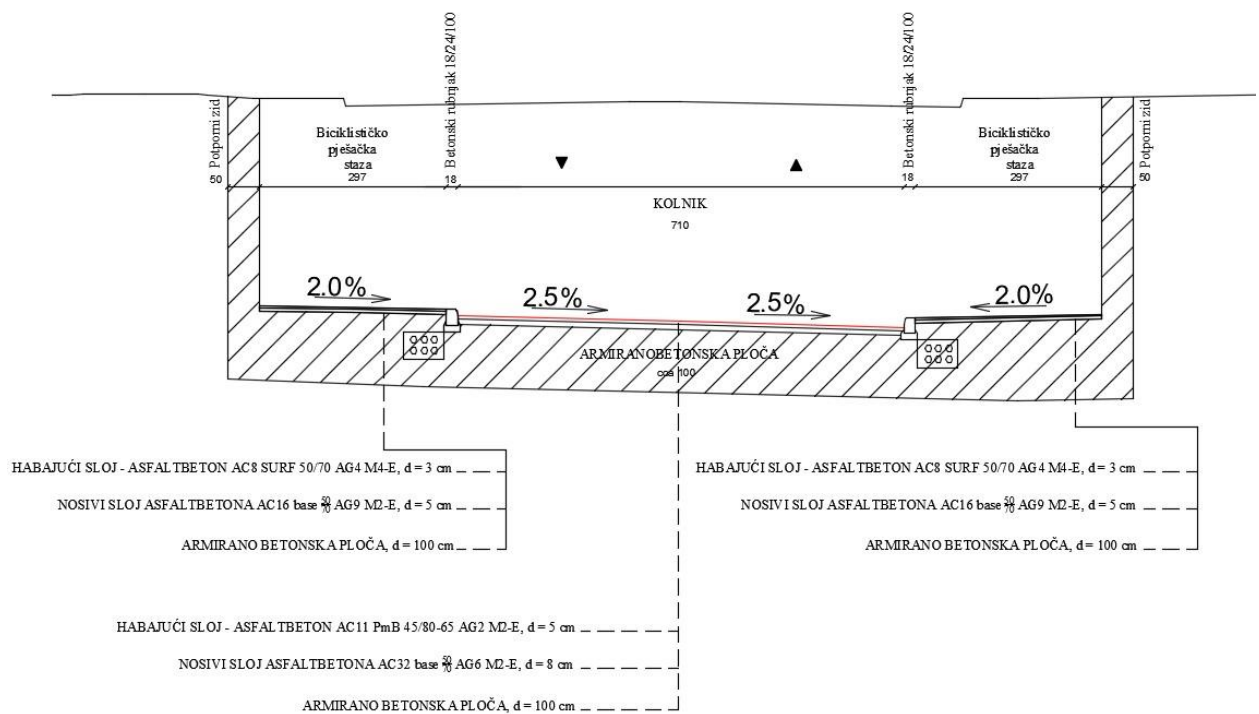
Stropna, naknadno prednapregnuta ploča upeta je sa zidovima debljine 40 cm tako da sa temeljnom pločom čini integralnu prostornu monolitnu konstrukciju. Stropna ploča na kojoj se nalaze pješačko-biciklističke staze bile bi povezane vertikalnom komunikacijom (stubišta i dizala na sve četiri pozicije). Vertikalnom komunikacijom, povezana je razina samog kružnog toka, razina okolnog terena i površine stropne ploče. Stropna ploča bila bi izgrađena s obodnom pješačkom stazom i stazama između stubišta. Ostale površine stropne ploče bi se ozelenile [5].



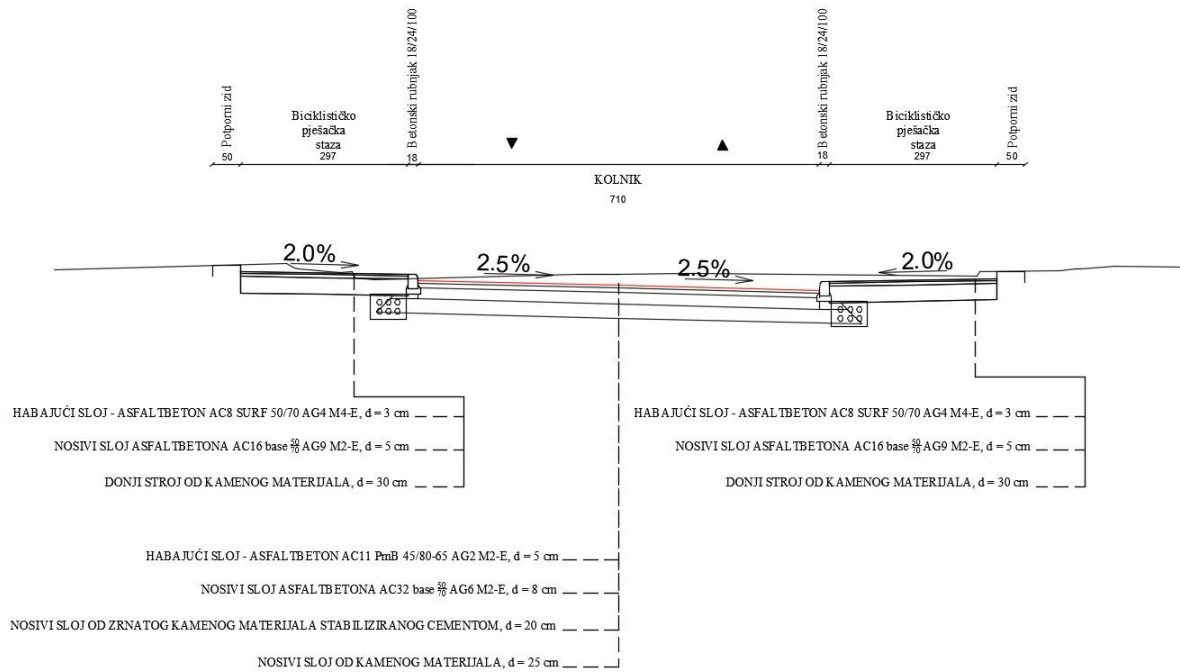
*Slika 5.1 Građevinska situacija sa naznačenim poprečnim presjecima [5]*



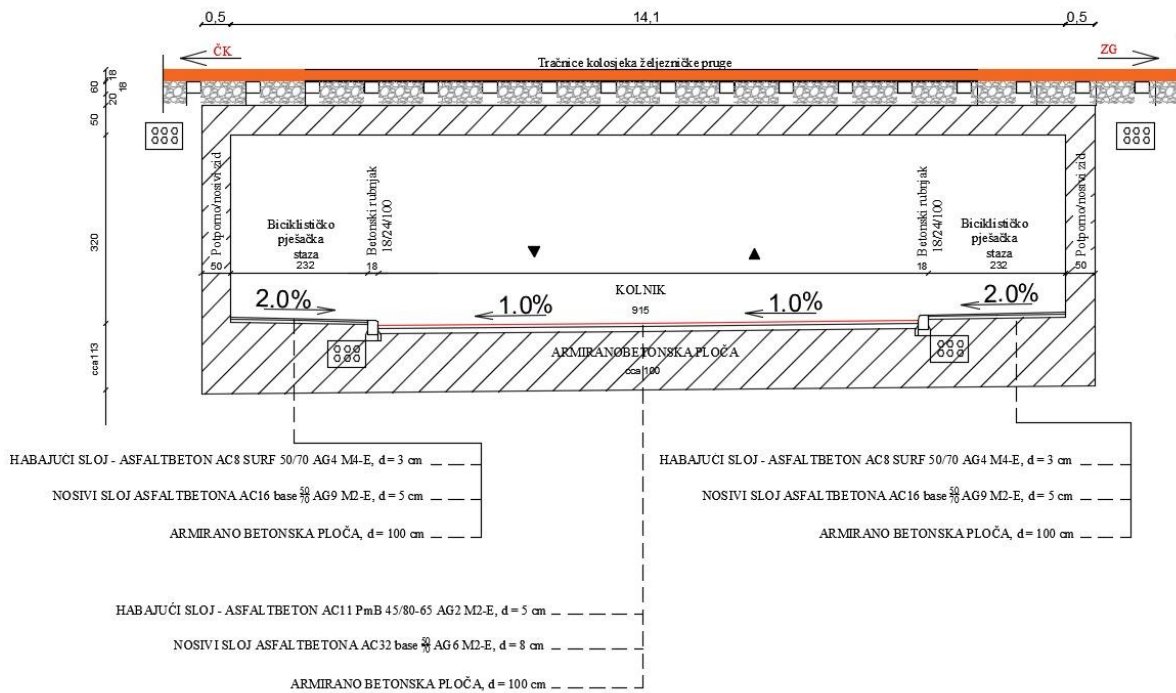
Slika 5.2 Poprečni presjek građevinske situacije A-A [5]



Slika 5.3 Poprečni presjek građevinske situacije B-B [5]

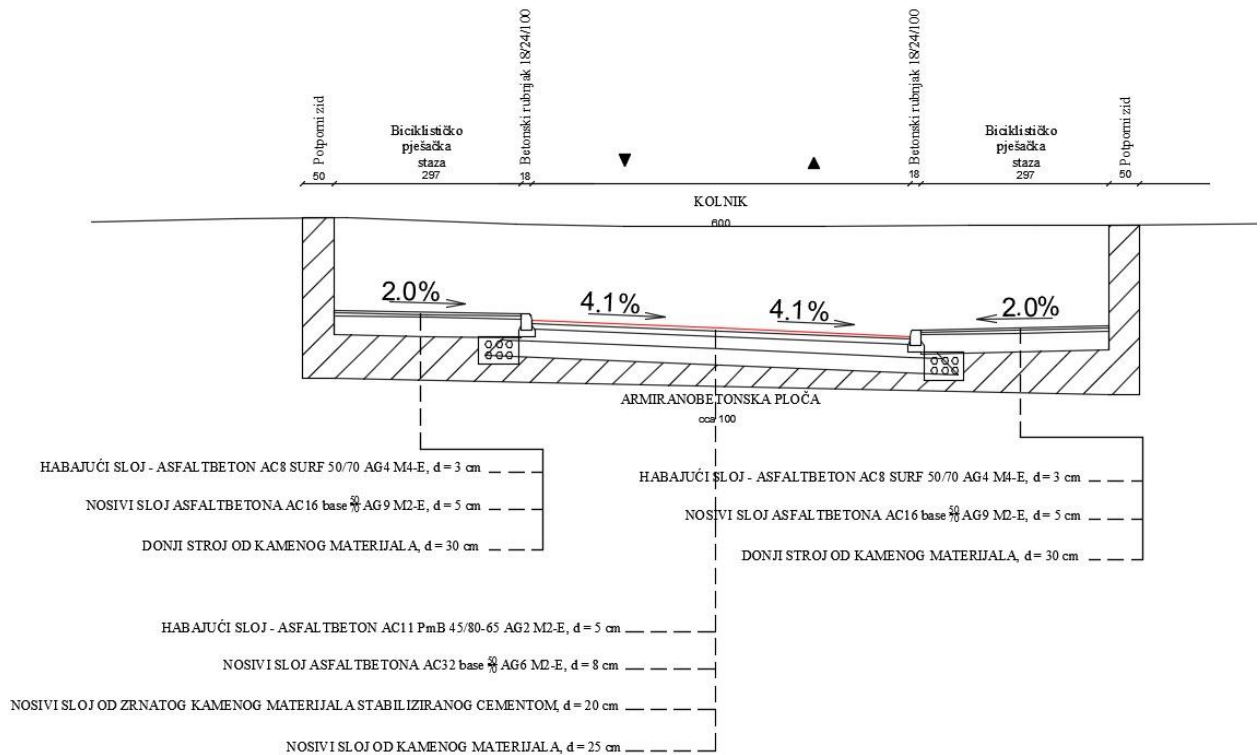


Slika 5.4 Poprečni presjek građevinske situacije C-C [5]

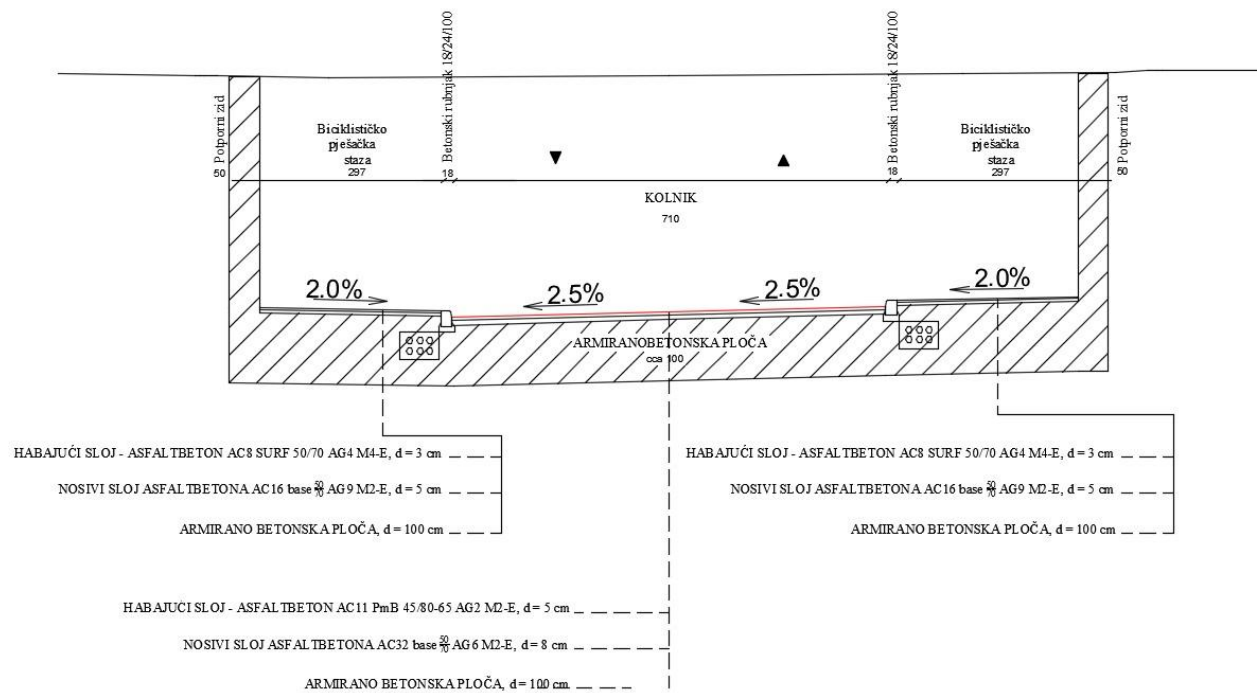


Slika 5.5 Poprečni presjek građevinske situacije D-D [5]

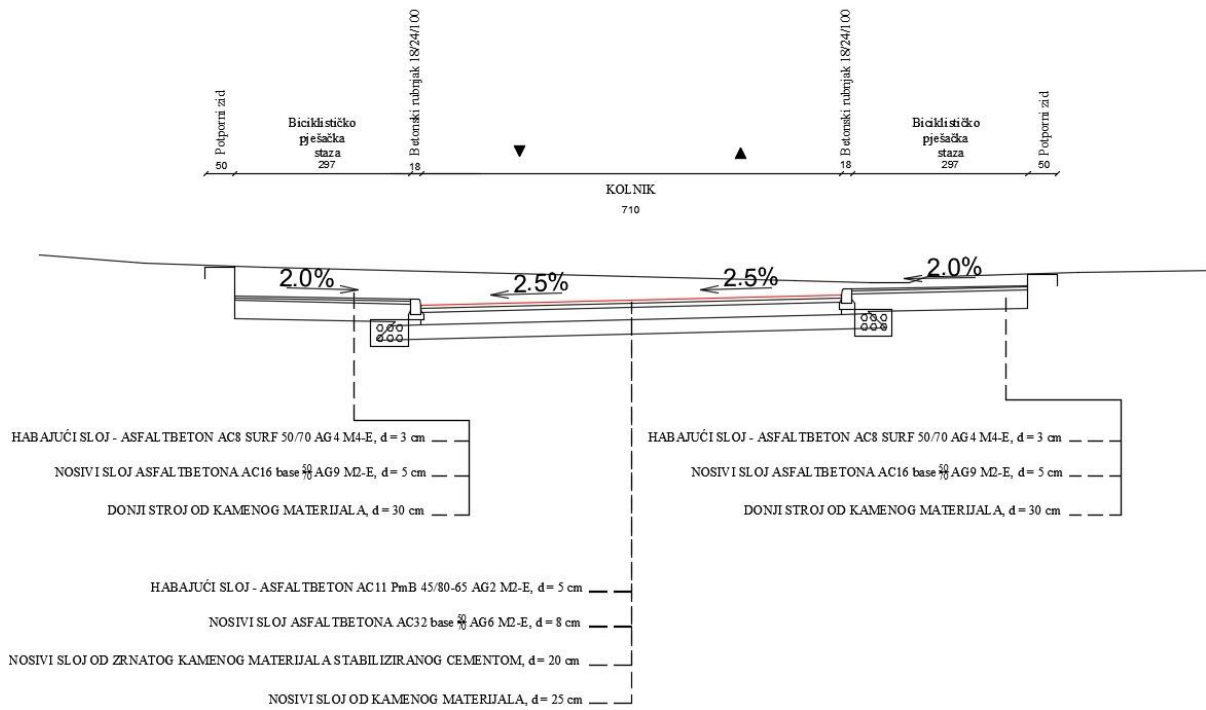




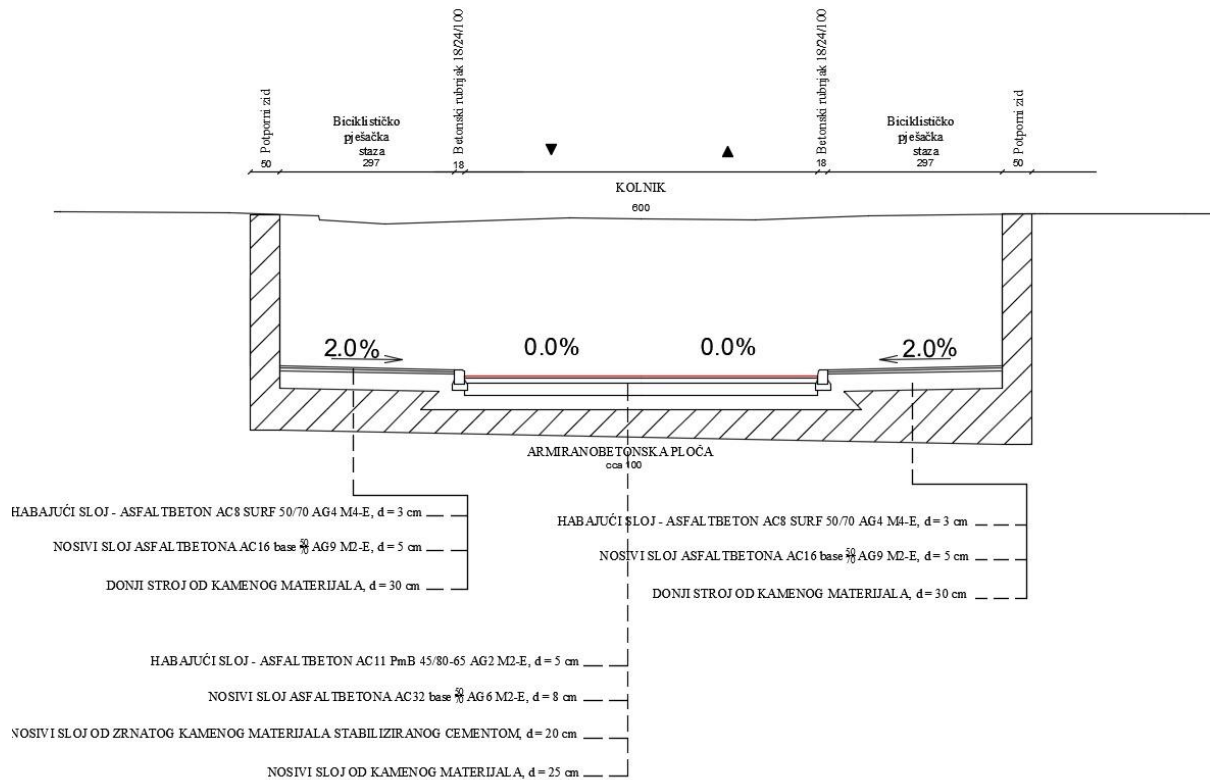
Slika 5.6 Poprečni presjek građevinske situacije E-E [5]



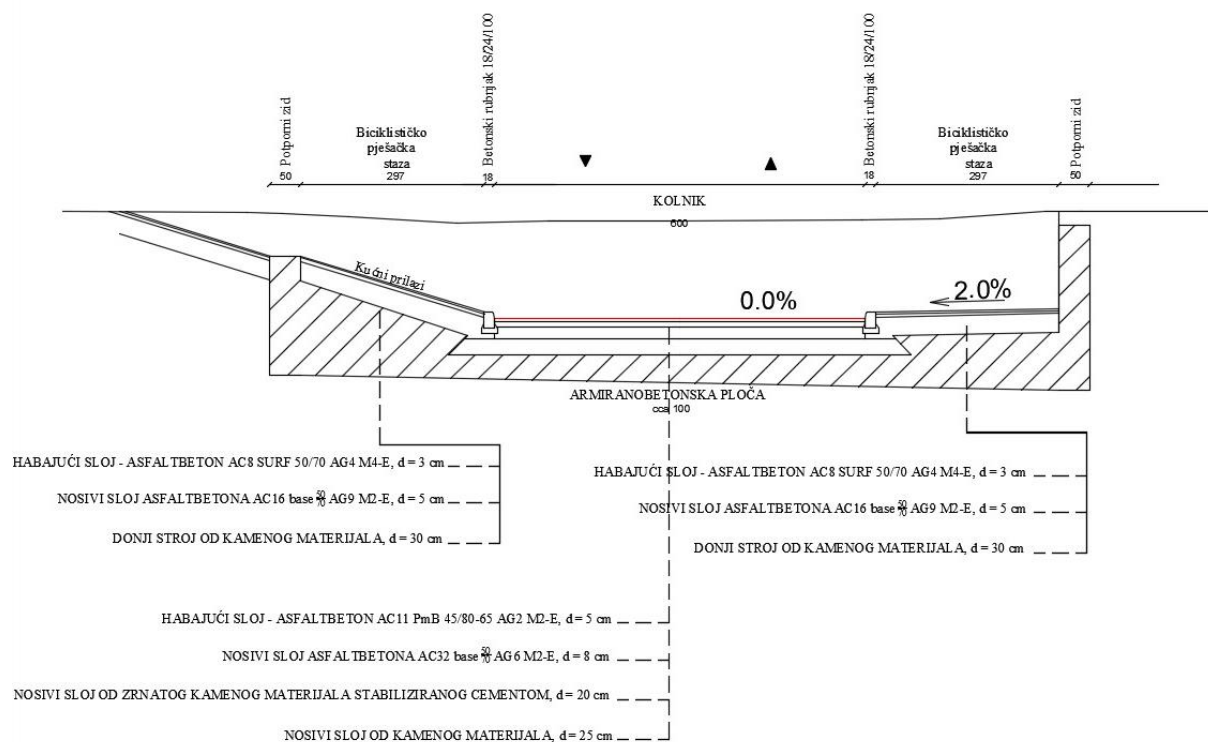
Slika 5.7 Poprečni presjek građevinske situacije F-F [5]



Slika 5.8 Poprečni presjek građevinske situacije G-G [5]



Slika 5.9 Poprečni presjek građevinske situacije H-H [5]



Slika 5.10 Poprečni presjek građevinske situacije I-I [5]

Obje ploče bile bi naknadno prednapregnute kako bi se sa što manjim dijelom savladali veliki rasponi uz znatna opterećenja. Ploče su u pogledu ravne, debljine u kružnom dijelu 40 cm sa ojačanjem oko središnjeg stupa i oboda ploče debljine 40+20=60 cm. Drugi dio ploče uz zonu kolosijeka debljine je 50 cm. Naknadno prednaprezanje smanjuje progibe, sprečava vidljive pukotine pa time što je betonski presjek većinom u tlaku povećava njegovu trajnost i uporabni vijek. Rješenje sa jednim središnjim stupom promjera 150 cm moguće je zahvaljujući smanjenju probojne sile skretnim silama od kabela za prednaprezanje u kojima je antikorozivna zaštita [5].

### 5.1.2. Željeznički promet tijekom gradnje

S obzirom na prometnu opterećenost željezničkog kolodvora Varaždin te njegovog prometnog značenja na promatranom području u smislu teretnog i putničkog prometa prometuje se na sljedećim dionicama:

- a) Varaždin – Zaprešić
- b) Varaždin – Koprivnica
- c) Varaždin – Golubovec

Načelne mogućnosti za promet teretnog i putničkog prometa tijekom izvođenja radova na izgradnji podvožnjaka i kružnog raskrižja su:

1. Jedan od mogućnosti željezničkog prometa tijekom gradnje je preusmjeravanje sa skretnicama. U predmetnom slučaju mogućnost je usmjeriti promet na dva kolosijeka dok su druga dva kolosijeka zatvorena na kojima traje izgradnja podvožnjaka. Nakon izgradnje jedne polovice promet se preusmjeri na izgrađenu polovicu i gradi se druga polovica podvožnjaka [5].

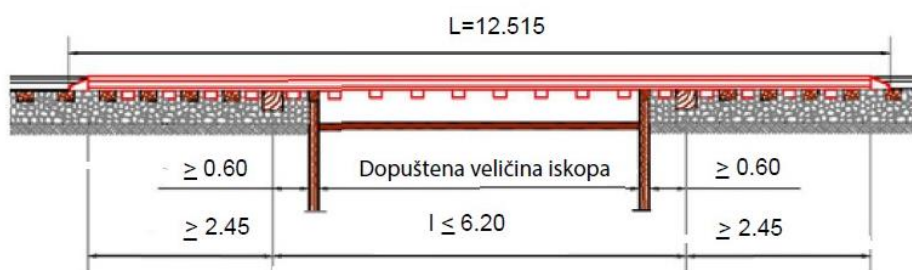
2. Drugi način održavanja željezničkog prometa je ugradnja provizorija radi mogućnosti prometovanja vlakova tijekom izvođenja radova „ESSEN TEHNOLOGIJA“.

„Essen tehnologija“ sastoji se od različitih integriranih sustava konstrukcija za privremenu podršku kolosijeka koji se koriste. „Essen tehnologija“ primjenjuje se u području željezničkih radova za koje se planira izvesti nove potkrižnice (prilazi, pješački, hidraulični), konsolidaciju ili rekonstrukciju, uklanjanje kratkih dijelova nasipa, općenito iskopavanja ispod kolosijeka te radovi koji mogu ugroziti stabilnost željezničke platforme [2].

„Essen standard most“ se koristi u intervencijama koje zahtijevaju male radne raspone (manje od 6,2 m), kao što su izvođenje pješačkih i/ili biciklističkih podvožnjaka i hidrauličkih okna. Tipičan primjer izgradnje pješačkog pothodnika prikaza je na Slikama 5.11 i 5.12.

„Essen Standard most“ koristi se kod:

- iskopavanja slobodnog raspona ispod željezničkih pruga
- podvožnjaka za pješake i/ili bicikliste
- staničnih pješačkih podvožnjaka
- hidrauličnih šaftova
- obnova svodova i ploča
- konsolidacija, rušenje i rekonstrukcija postojećih mostova ili građevina [2].



*Slika 5.11 Poprečni presjek H-H [2]*



*Slika 5.12 Čelične grede tipa HEB 300-400 [2]*

„Essen standard most“ počiva na dvije čelične grede tipa HEB 300-400 na stražnjoj strani ramena konstrukcije. Temeljenje se radi na posebnim betonskim gredama odnosno nosačima koji se izrađuju na licu mjesta. Površina za polaganje betonskih greda projektira se na znatno nižoj visini od mosta monolitne ploče. Kad god to zahtijevaju mehaničke karakteristike tla ili neizvjesna tehnika iskopa, potporne grede mosta temelje se na drvenim šipovima  $\Phi 300$  duljine 5,0 m, koje se prethodno zabiju u tijelo nasipa željeznice [2].

Prednosti Essen standard most tehnologije:

- brzina rada i jednostavnost
- mogućnost umetanja u željezničke pruge uskog kolosijeka
- umetanje u bilo koju geometriju kolosijeka (parabolički spoj, krivulja)
- održavanje željezničkih operacija u svakoj operativnoj fazi
- maksimalni raspon potpore do 6,20 m
- tranzitna brzina željezničkih vlakova do 80 km / h
- jednostavna strukturna shema
- nema tereta ispod prečke [2].



*Slika 5.13 Tipičan primjer izgradnje pješačkog pothodnika [2]*



*Slika 5.14 Tipičan primjer izgradnje pješačkog pothodnika [2]*

### 5.1.3. Pozicije kolosijeka na konstrukciji podvožnjaka

Širina prolaza za predmetne kolosijeke preko podvožnjaka u Novakovoj ulici predviđa se da direktno prolazi 5 kolosijeka:

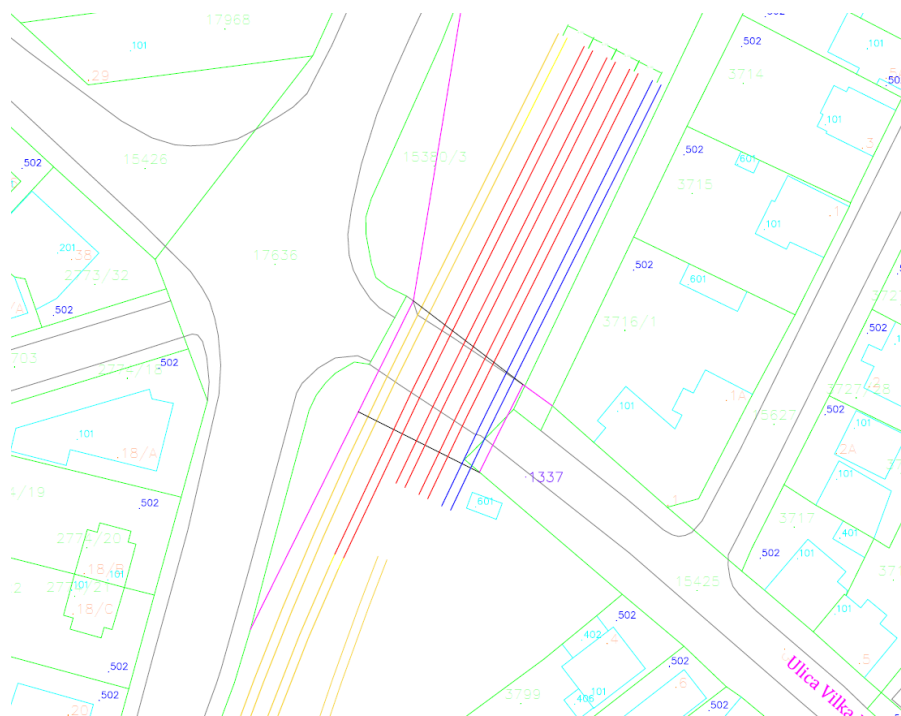
1. R201 (Zaprešić – Zabok – Varaždin – Čakovec)
2. R202 (Varaždin – Koprivnica – Virovitica – Osijek – Dalj)
3. L201 (Varaždin – Ivanec – Golubovec)
4. Kolosijek Dizel depo
5. Dodatni kolosijek.

Postoji mogućnost direktnog izlaza iz kolodvora svih kolosijeka (4) s tim da 1. kolosijek ostaje na istoj poziciji kao i do sada (L201) (susjedni kolosijek R201 na predmetnoj poziciji odmaknut je za 4,5 m, gotovo na istoj poziciji kao i do sada). Na Slici 5.15 prikazane su pozicije kolosijeka na konstrukciji podvožnjaka. Najzapadniji kolosijek je L201. Ucrtan je i dodatni 5. kolosijek. Rubni kolosijeci na poziciji su uz zadovoljavanje uvjeta da udaljenost od kolosiječnih osi do bližeg ruba parapeta mora iznositi najmanje 2,2 m [5].

„Osni razmak između kolosijeka na otvorenoj pruzi, uključujući i osni razmak između kolosijeka usporednih željezničkih pruga, ne smije biti manji od 4,00 m, a na željezničkoj pruzi namijenjenoj samo za prigradski i gradski putnički promet od 3,80 m“ [3].

Osni razmak između prvog i drugog kolosijeka (koji ostaju na mjestu) je 4,5 m a između ostalih kolosijeka osni razmak je 4,00 m [3].





*Slika 5.15 Pozicije kolosijeka na konstrukciji podvožnjaka [5]*

#### 5.1.4. Infrastruktura na području obuhvata

Na području obuhvata prije ili tijekom gradnje potrebno je izmjestiti odnosno sagraditi novu infrastrukturu u određenom potezu a koja se prije svega odnosi na kanalizaciju, vodovod i plin. U ovom poglavlju u prilogu je prikazana mogućnost izmještanja kanalizacije kao najzahtjevnijeg zahvata od infrastrukture ili rješavanje kanalizacije preko crpne stanice. Obuhvat zahvata prikazan je samo rješenjem kanalizacije preko crpne stanice [5].

Na području sustava odvodnje Varaždin izgrađen je mješoviti sustav odvodnje kojim se s gravitirajućeg područja prihvaćaju sve otpadne vode (sanitarne, industrijske i oborinske) te se transportiraju do uređaja za pročišćavanje otpadnih voda te krajnjeg ispusta u površinske vodne sustave. Uvid u realna stanja tečenja otpadne vode kroz ovakav sustav može se dobiti isključivo korištenjem matematičkog hidrauličkog modela. Matematičko modeliranje provedeno je korištenjem programskog paketa za modeliranje urbanih slivova (kanalizacijskih sustava) SWMM -Storm Water Management Model [5].

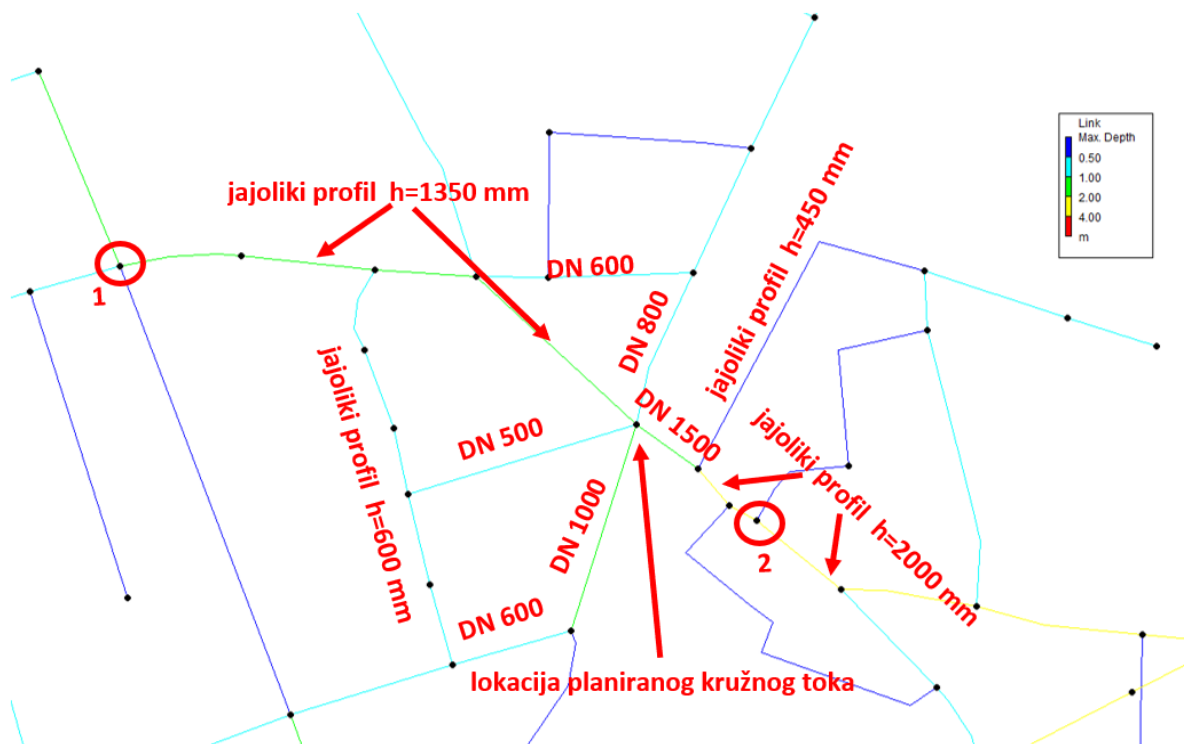
Korišteni matematički model postojećeg stanja sustava odvodnje Varaždin, izrađen je od strane Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 2015. godine. Pritom je važno istaknuti da kalibracija predmetnog modela nije provedena u cijelosti. Ipak, provedena je kalibracija za veći dio sustava te se i ovakav model ocjenjuje kao najbolja podloga za analiziranje sustava i donošenje odluka o eventualnim rekonstrukcijama i poboljšanjima sustava [5].

U odnosu na mješoviti karakter sustava odvodnje Varaždin, potrebno je definirati i mjerodavne količine oborinskog dotoka koji se transportira kroz sustav. Pri proračunu mjerodavnih količina oborinskog dotoka za potrebe izrade matematičkog modela postojećeg stanja primijenjena je metodologija s ITP krivuljama. Također, u sklopu modelskih ispitivanja definirane su relevantne vrijednosti vremena koncentracije na temelju kojih su iz pripadnih ITP odnosa proračunati intenziteti oborina mjerodavni za dimenzioniranje pojedinih elemenata sustava.

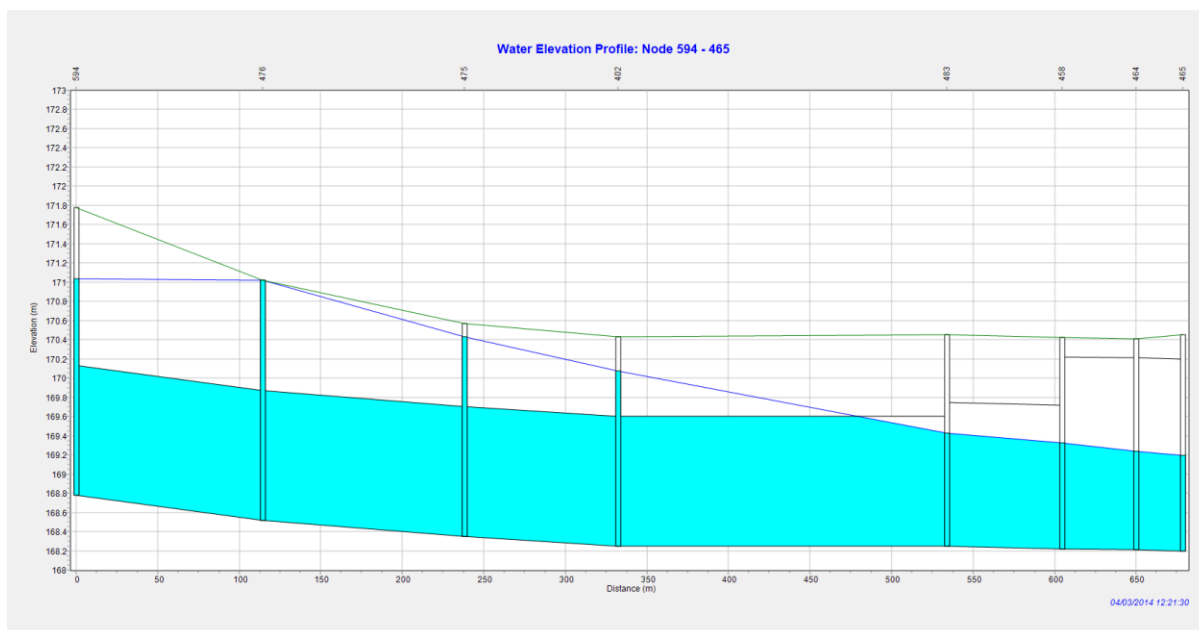
Za predmetnu lokaciju planiranog kružnog toka na križanju Anine ulice, Ul. Vilka Novaka i Ul. Frana Supila kao mjerodavno vrijeme koncentracije određeno je 25 minutno trajanje oborine. Budući da se u konkretnom slučaju radi o značajnom infrastrukturnom objektu koji se planira izvesti denivelacijom postojećeg terena, dakle u iskopu, odabran je nešto viši stupanj sigurnosti te je kao mjerodavan odabran petogodišnji povratni period oborine, prema tablici u nastavku. Dakle, svi rezultati provedenih analiza prikazani u nastavku dobiveni su za mjerodavnu oborinu PP 5 god i trajanja 25 min [2].

Intenzitet oborine (l/s/ha)			
Povratni period (god)	Trajanje kiše (min)		
	25	35	45
1	102	80	67
3	149	118	98
5	178	141	117

Slika 5.16 Mjerodavni ITP odnosi se na područje Varaždina [5]



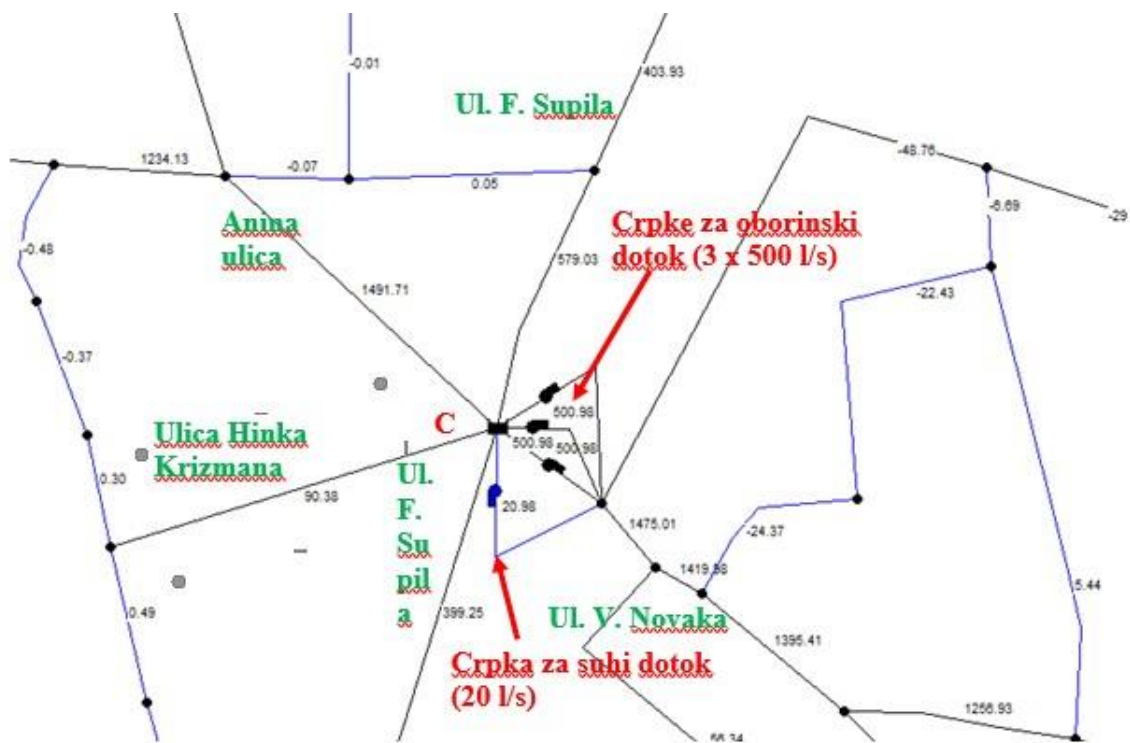
Slika 5.17 Shematski prikaz predmetne lokacije s označenim profilima ključnih kanala u postojećem stanju – izvod iz modela [5]



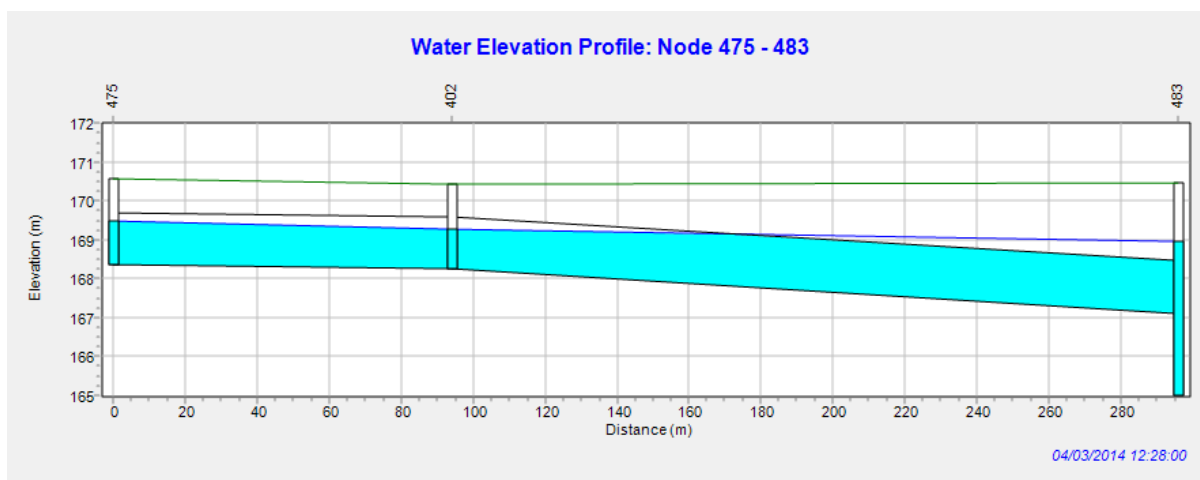
Slika 5.18 Uzdužni profil kolektora od točke 1 do točke 2 (Ul. Franca Prešerna-Anina ul.-Ul. Vilka Novaka) [5]

### 5.1.5. Varijanta s izgradnjom crpne stanice na lokaciji područja obuhvata

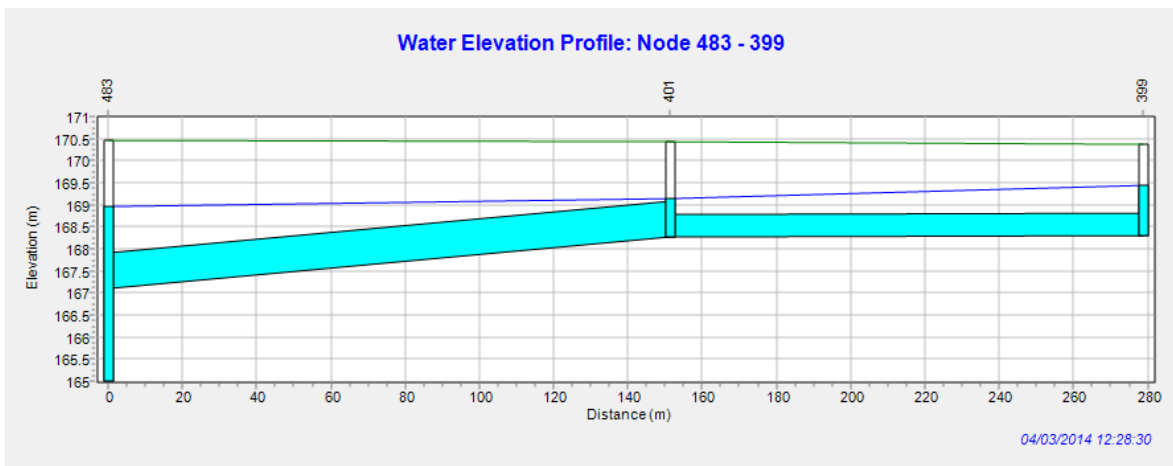
U nastavku su prikazani rezultati hidrauličkog-matematičkog modela za varijantu s izgradnjom crpne stanice na lokaciji novog rotora pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god,  $t=25$  min. Crpna stanica se smješta u najnižu točku unutar obuhvata novo planiranog rotora tako da se u crpni bazen ulijevaju svi postojeći kanali: po jedan kanal iz Anine ulice i Ul. Hinka Krizmana te dva nasuprotna kanala iz Ul. Frana Supila. Crpke otpadnu vodu dižu i tlače nizvodno u kanal koji se nastavlja kroz Ul. Vilka Novaka. Crpna stanica je koncipirana s dva seta crpki. Prvi je manja crpka/crpke za suhi dotok (od kućanstava, industrije i infiltracije) ukupnog kapaciteta 15-20 l/s koja radi redovno u normalnim pogonskim uvjetima. Pri pojavi oborinskog dotoka, uključuje se i jače crpke ukupnog kapaciteta oko 1.500 l/s. Navedeni kapaciteti utvrđeni su na temelju djelomično kalibriranog matematičkog hidrauličkog modela sustava odvodnje Varaždin. Inicijalno su za oborinski dotok predviđene 3 crpke, svaka kapaciteta od oko 500 l/s čime se zadovoljava ukupan potrebni kapacitet crpne stanice za oborinski dotok, a istovremeno se omogućava povoljnije funkcioniranje CS tako da se ovisno o jačini i trajanju oborine aktiviraju jedna, dvije ili sve tri crpke [5].



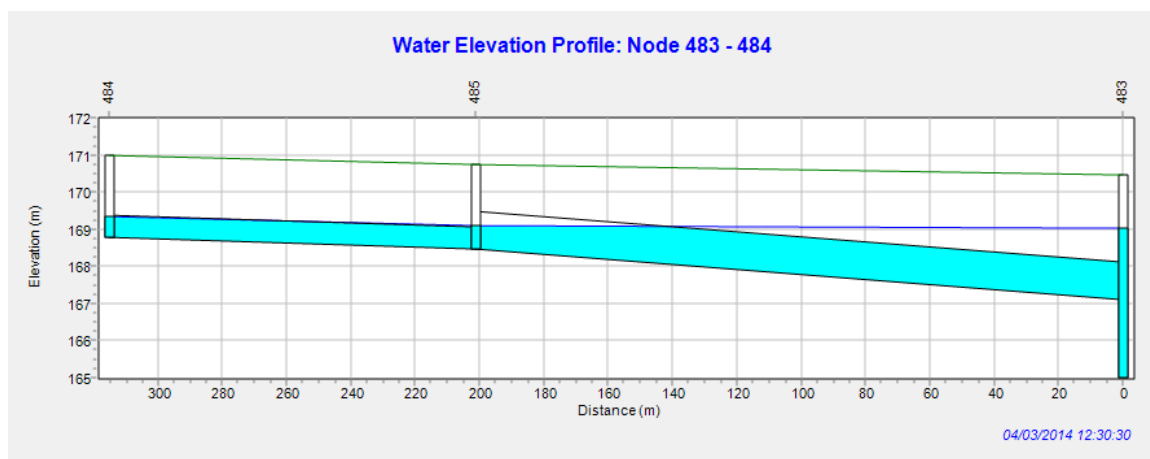
Slika 5.19 Shematski prikaz predmetne lokacije za varijantu s izgradnjom crpne stanice [5]



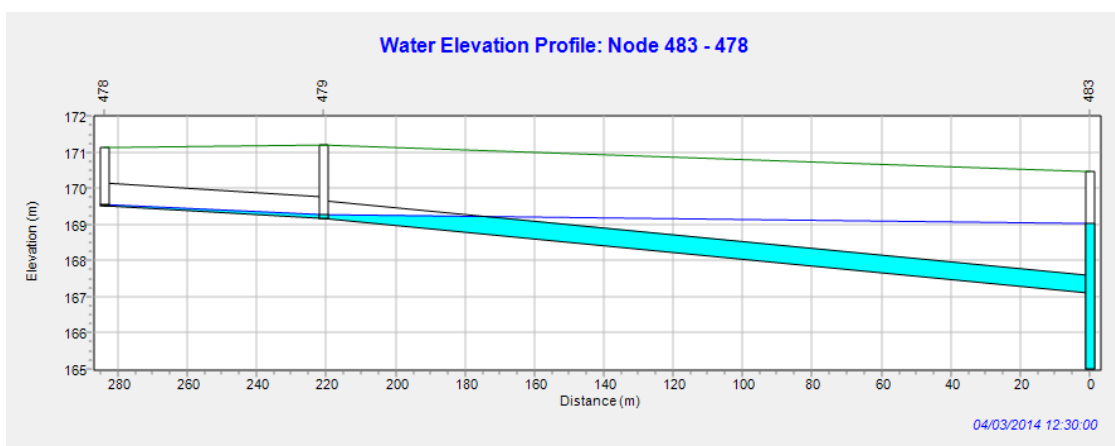
Slika 5.20 Uzdužni profil kanala u Aninoj ulici uzvodno od lokacije CS pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]



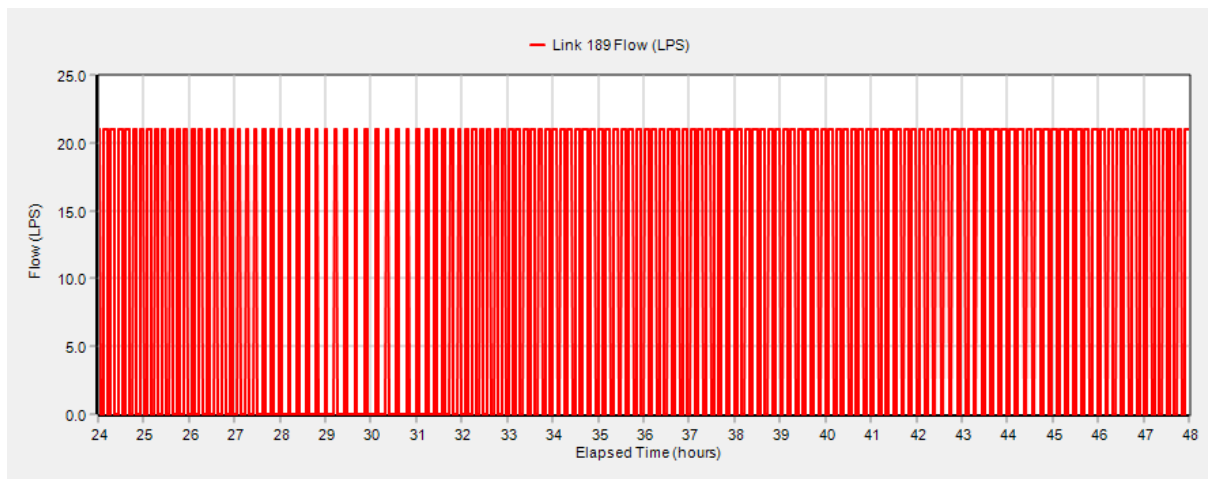
Slika 5.21 Uzdužni profil kanala u Ul. F. Supila uzvodno od lokacije CS, iz smjera sjevera pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]



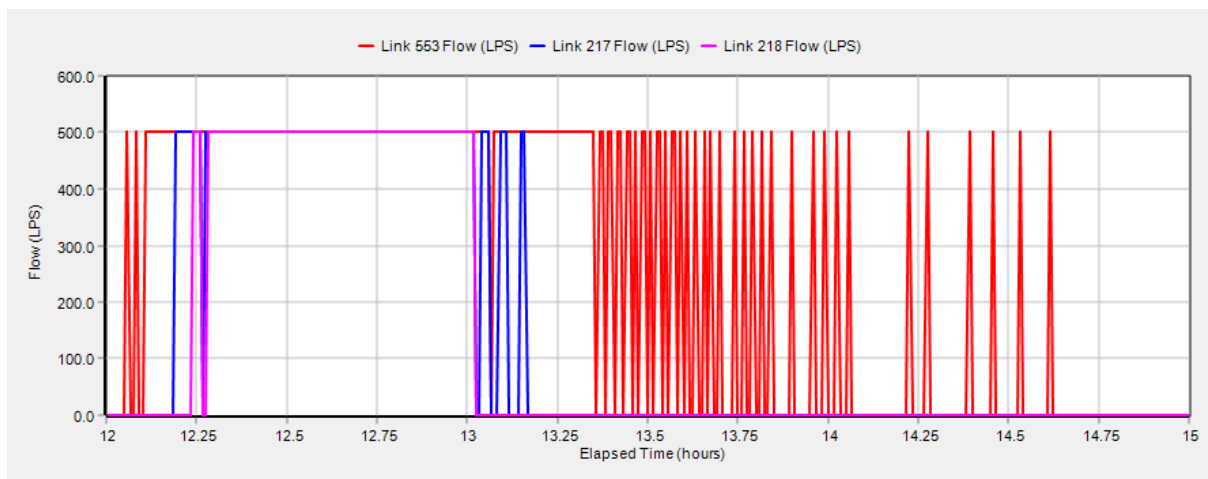
Slika 5.22 Uzdužni profil kanala u Ul. F. Supila uzvodno od lokacije CS, iz smjera juga pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]



Slika 5.23 Uzdužni profil kanala u Ul. H. Krizmana pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]



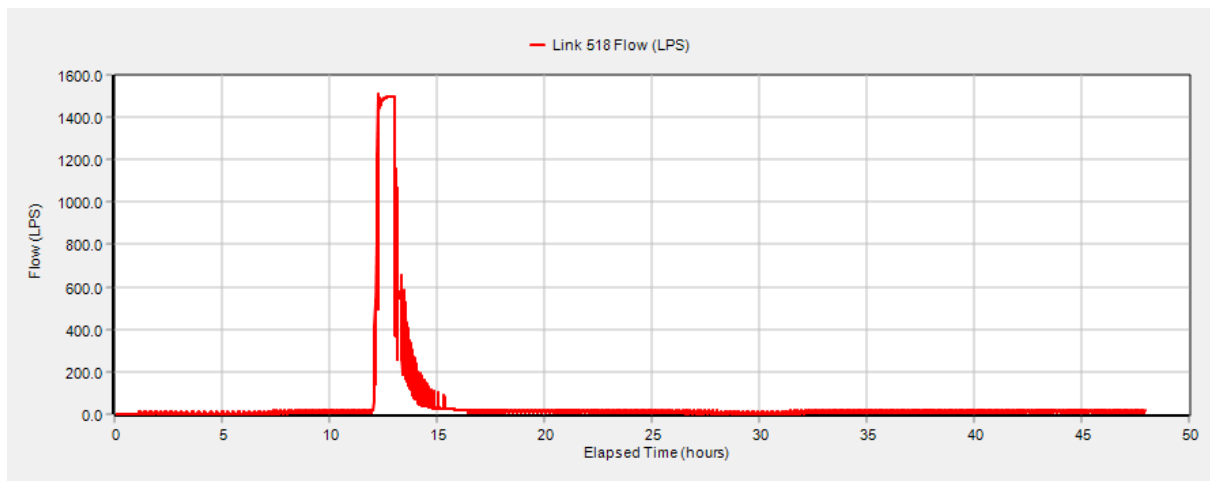
Slika 5.24 Dinamika rada crpke za suhi dotok (20 l/s) tijekom 24 h, bez pojave oborinskog dotoka [5]



Slika 5.25 Dinamika rada crpki za oborinski dotok (3 x 500 l/s) pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]



Slika 5.26 Oscilacije dubina vode u crpnom bazenu pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]

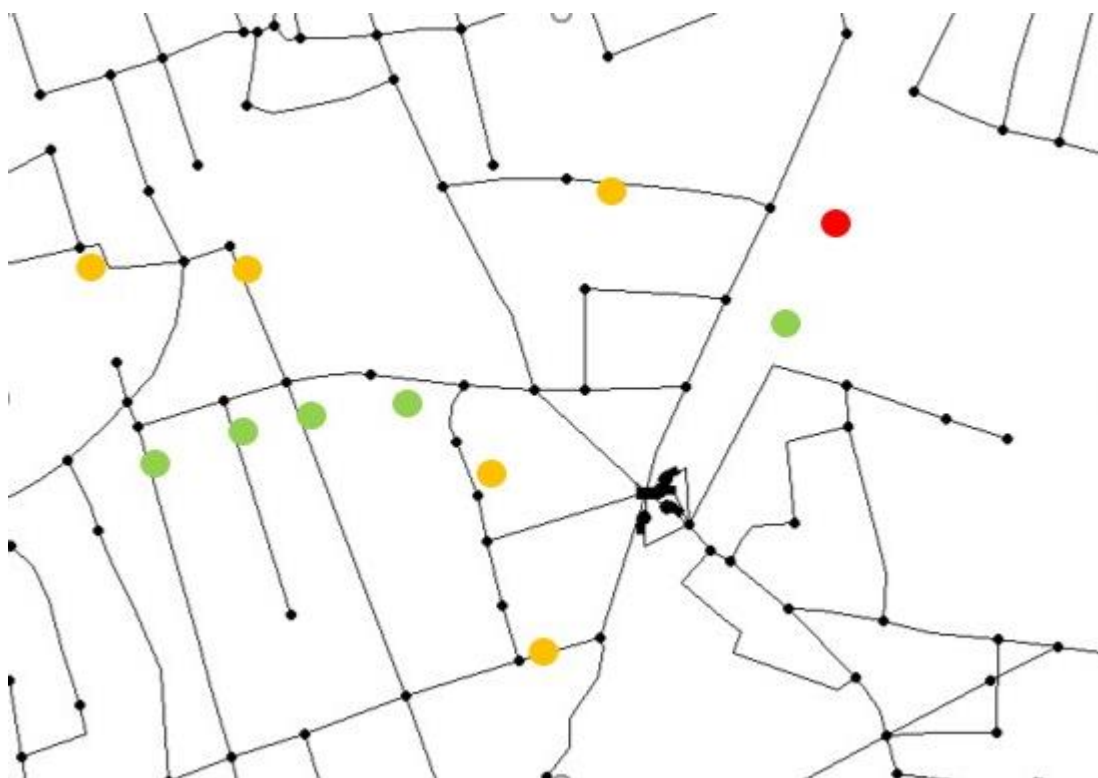


*Slika 5.27 Protoci u kanalu u Ul. V. Novaka, nizvodno od crpne stanice, pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5]*

Na osnovi prikazanih rezultata može se zaključiti da ovakvo rješenje s izgradnjom crpne stanice zadovoljava hidrauličko-pogonske uvjete tečenja. U nastavku je dana svojevrsna analiza osjetljivosti predloženog rješenja tako da je pretpostavljena pojava i jačih oborina od projektne oborine PP 5 god (178 l/s/ha) i to redom oborina intenziteta 200, 225 i 250 l/s/ha.

Slikom 5.28 prikazane su lokacije potencijalnog plavljenja terena pri pojavi jačih oborina i to na način da su: crvenom točkom označene lokacije isplivavanja vode pri pojavi oborine intenziteta 200 l/s/ha, pri pojavi oborine 225 l/s/ha dodatno se isplivavanje javlja i na lokacijama označenim točkom žute boje, dok se pri pojavi oborine 250 l/s/ha isplivavanje dodatno pojavljuje i na lokacijama koje su označene točkama zelene boje [5].





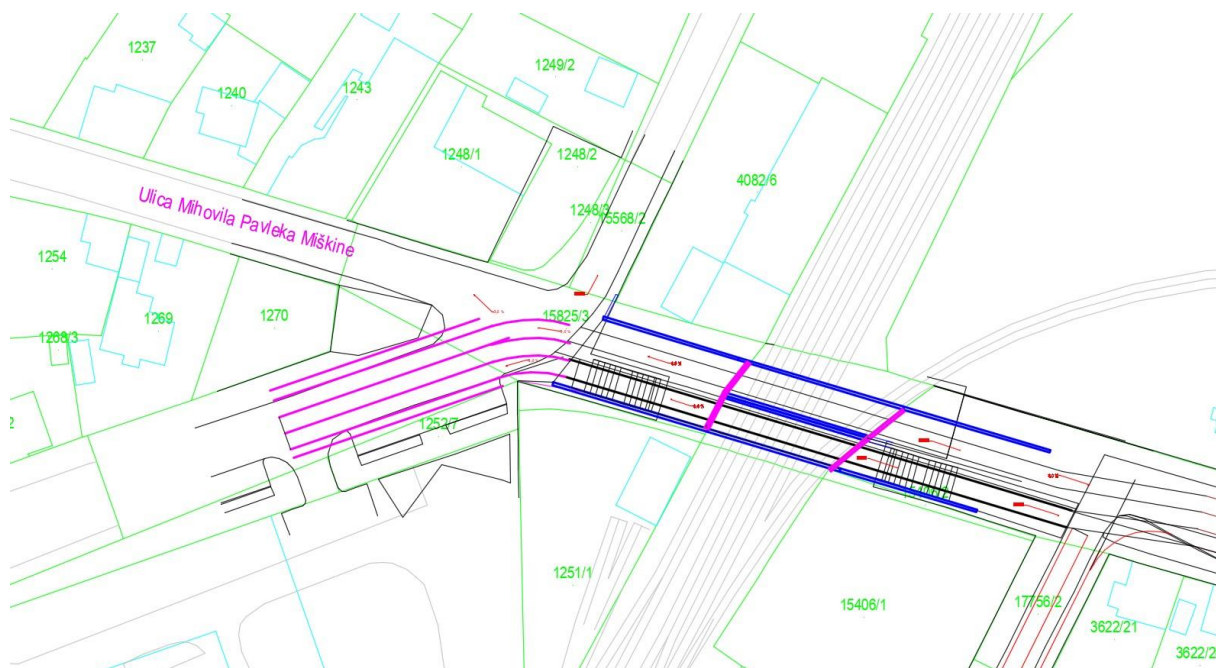
*Slika 5.28 Shematski prikaz predmetne lokacije za varijantu s izgradnjom crpne stanice s označenim lokacijama plavljenja terena pri pojavi oborinskih događaja većeg intenziteta (crveno-200 l/s/ha, žuto-225 l/s/ha i 250 l/s/ha) [5]*

Potrebno je istaknuti da je napravljena i usporedna analiza sigurnosti funkcioniranja u postojećem stanju i sustava u budućem stanju s predloženom izgradnjom crpne stanice te da pritom nisu zabilježene značajnije razlike u funkcioniranju sustava, štoviše, rješenje s izgradnjom crpne stanice nudi čak nešto veći stupanj sigurnosti u odnosu na postojeće stanje. Drugim riječima pri pojavi oborina jačih od projektne oborine PP 5 god (pri pojavi oborina analiziranih intenziteta 200, 225 i 250 l/s/ha) i u postojećem stanju dolazi do isplivavanja vode na površinu terena na sličnim lokacijama (Slika 5.28) pa se može zaključiti da se predloženim rješenjem ni u kom pogledu ne narušavaju postojeći hidrauličko-pogonski uvjeti tečenja [5].

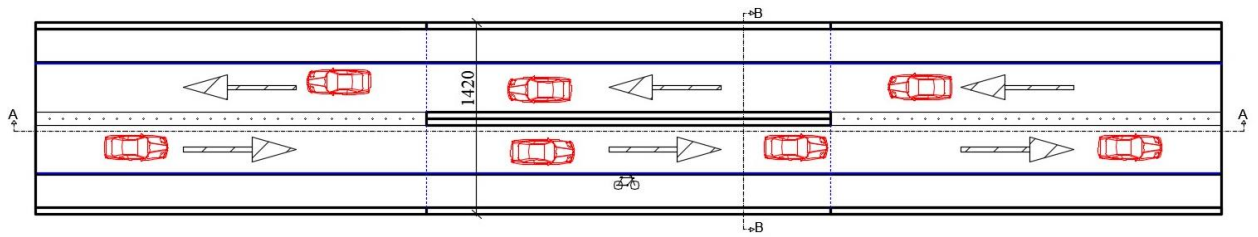
## 5.2. Tehničko-građevinska analiza za prenamjenu postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik

### 5.2.1. Koncept tehničkog rješenja

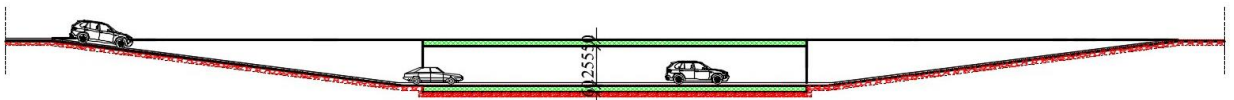
Tehničko rješenje zamišljeno je na način da se izgradnjom još jedne cijevi koja bi se dogradila do postojećeg pothodnika koji se planira prenamijeniti u podvožnjak i pothodnik dobili podvožnjaci za promet vozila u dva smjera. Visina nove cijevi pothodnika zadržala bi se na visini 2,55 m za podvožnjake. Oba podvožnjaka bila bi širine po 6 metara u čiju bi širinu bile uključene staze za pješake širine 2,0 m, zaštitni pojas od 0,5 metara između pješačkog i cestovnog dijela te zaštitna ograda. Dužina postojećeg podvožnjaka skratila bi se za 17 m, tj. na dužinu 25 m, ovim bi se postigli nagibi rampi 8 % s prijelaznim i početnim nagibom od 3 % [7].



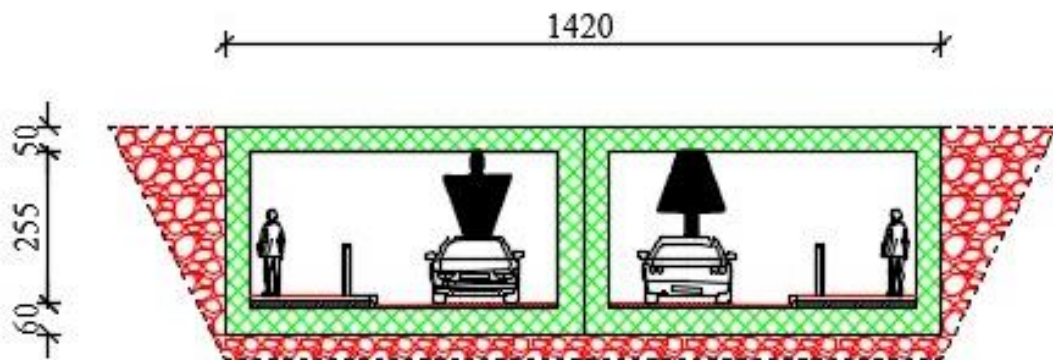
Slika 5.29 Situacija planiranog zahvata u prostoru [7]



Slika 5.30 Tlocrt podvožnjaka



Slika 5.31 Uzužni presjek podvožnjaka



Slika 5.32 Poprečni presjek podvožnjaka

## 6. Zaključak

Graditeljstvo je jedna od najstarijih i najznačajnijih grana tehnike te se kao takva bavi poslovima gradnje: zgrada, cesta, mostova, tunela, vodova, kanalizacija, melioracijskih objekata, hidrocentrala.

S obzirom na raširenost i kompleksnost područja djelovanja, graditeljstvo zahtijeva kombinacije u suradnji različitih disciplina (struka) za ostvarenje jedne uspješne aktivnosti odnosno projekta. Interdisciplinarnost se razvila od uvjerenja da pojedinačne tradicionalne skupine nisu u mogućnosti riješiti probleme u različitim granama građevinarstva. Ona najčešće uključuje kombinacije dviju i više različitih struka sa ciljem stvaranja jedne aktivnosti, odnosno projekta. Interdisciplinarne skupine formiraju stručnjaci koji su obučeni u različitim područjima da rade na istom projektu.

Sa samim razvojem modernog svijeta, povećanje prijevoza putnika i robe sve je značajnije. Zbog toga se povećala složenost rješavanja prometnih problema te međuovisnost različitih vidova prometa unutar samog prometnog sustava. Rezultat toga je potreba za sveobuhvatnim planiranjem prometa. Prometno planiranje sagledava se kao integralni dio šireg procesa planiranja. Prometno planiranje mora biti sagledano u interakciji s planiranjem namjene površina što samo po sebi zahtijeva multidisciplinarni pristup analizi i jasnoj viziji zajednice ili grada u kojem živimo.

U ovom radu rađena su dva primjera konceptnih rješenja za rješavanje problema u prometu na području grada Varaždina. Prvo konceptno rješenje odnosi se na raskrižja Ulica Frana Supila, Anine ulice te Ulice Vilka Novaka s cestovnim prijelazom preko željezničke pruge koje svakodnevno predstavlja velike probleme u odvijanju prometa u tom dijelu Varaždina. Osnovni cilj konceptnog rješenja je potpuna rekonstrukcija spomenutih cesta koje se križaju u razini, izgradnja zatvorenog kružnog raskrižja na razini – 1 s prilaznim rampama nagiba od 5 do 10%, izmještanje i rekonstrukcija infrastrukturnih građevina (kanalizacija, vodovod, plinovod, telekomunikacije, električnih instalacija ) te izgradnja podvožnjaka ispod željezničke pruge s izgradnjom pješačko-biciklističke staze. Drugi primjer u radu je koncept rekonstrukcije postojećeg pothodnika za pješake u Ulici Mihovila Pavleka Miškine koji bi se prenamijenio u podvožnjak i pothodnik te bi se izgradila još jedna cijev da se dobiju podvožnjaci za promet vozila u dva smjera. Novi podvožnjak i pothodnik zamišljen je izgradnjom nove cijevi do postojećeg pothodnika te rekonstrukcija postojećeg pothodnika u podvožnjak i pothodnik.

Kvalitetno i sigurno odvijanje prometa u gradu Varaždinu bitan je čimbenik za: kvalitetniji život stanovnika, efikasniji prometni sustav, poboljšanje kvalitete okoliša i zdravlja, bolji vizualni dojam grada te bolju mobilnost i dostupnost.

## 7. Literatura

- [1] J. Blašković Zavada (2019.): Osnove prometne infrastrukture. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- [2] URL: [http://www.essenitalia.it/ponte\\_std.php](http://www.essenitalia.it/ponte_std.php), Essen tehnologija. (05.08.2021.)
- [3] URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_11\\_128\\_3670.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_11_128_3670.html), Osni razmak između kolosijeka. (22.07.2021.)
- [4] URL: <https://geoportal.dgu.hr/>, Lokacija za uzgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja/ Lokacija za izgradnju podvožnjaka i pothodnika te rekonstrukcija pothodnika u podvožnjak i podhodnik (13.08.2021.)
- [5] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo, Idejni projekt izgradnje podvožnjaka i kružnog raskrižja u Varaždinu, Varaždin. 2019.
- [6] A. Deluka-Tibljaš, T. Tollazzi, I. Barišić, S. Babić, S. Šurdonja, M. Renčelj, I. Pranjić: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2014.
- [7] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo, Tehničko mišljenje/ konceptualni sažetak – Izgradnja podvožnjaka i pothodnika i rekonstrukcija podhodnika u podvožnjak i podhodnik, Varaždin 2017.
- [8] B. Radoš: Prometna studija, Ispitivanje prometno tehničkih parametara-tehnička priprema za izradu prometno tehnološkog elaborata u sklopu dokumentacije glavnog projekta (2021.)
- [9] D. Harjač, S. Gašparović, M. Jakovčić: Prometno-geografska obilježja Varaždinske županije-stanje i perspektive razvoja, 2018.
- [10] I. Omazić, S. Dimiter, I. Barišić: Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima, Sveučilište J.J. Strossmayera, Osijek 2010.
- [11] Lj. Šimunović, D. Brčić, D. Markovinović: Plan urbane mobilnosti grada Varaždina-City Walk. Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Varaždin, Varaždin 2018.
- [12] L. Novačko, H. Pilko, J. Fosin, K. Babojelić, L. Dedić: Mikrosimulacijski model postojećeg stanja i prijedlog varijantnih rješenja raskrižja ulice Frana Supile, Anine ulice i Ulice Vilka Novaka u gradu Varaždinu, Sveučilište u Zagrebu. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2017.
- [13] D. Cvitanović: Prometna tehnika, autorizirana predavanja, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Split

## 8. Popis slika

Slika 2.1 Lokacija za izgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja [5] .....	12
Slika 2.2 Lokacija za izgradnju podvožnjaka i pothodnika te rekonstrukcija pothodnika u podvožnjak i podhodnik [7].....	12
Slika 3.1 Osnovni prometni prsteni grada Varaždina [11] .....	13
Slika 3.2 Željeznička mreža Varaždinske županije [11] .....	14
Slika 3.3 Problematične prometne lokacije u Varaždinu [11].....	15
Slika 3.4 Pozicije cestovnih točaka opterećene prometom [11].....	16
Slika 3.5 Makro dispozicija raskrižja [12].....	17
Slika 3.6 Mikro dispozicija raskrižja [12] .....	18
Slika 3.7 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice [5].....	19
Slika 3.8 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Supilove ulice) [5].....	20
Slika 3.9 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Novakove ulice) [5].....	20
Slika 3.10 Raskrižje Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Anine ulice) [5] .....	21
Slika 3.11 Raskrižju Anine, Supilove i Novakove ulice (slikano iz Supilove ulice) [5].....	21
Slika 4.1 Osnovni elementi kružnog raskrižja [12] .....	25
Slika 4.2 Prikaz raskrižja s dodjeljenim privozima [12].....	27
Slika 4.3 Prikaz prometnog opterećenja promatranog raskrižja po ekvivalentnim jedinicama vozila [12].....	28
Slika 4.4 Prikaz prometnog opterećenja promatranog raskrižja po broju vozila [12] .....	29
Slika 4.5 Prikaz prometnog opterećenja promatranog raskrižja po privozima [12] .....	30
Slika 4.6 Izmjena faza unutar ciklusa za prvi signalni plan [12].....	30
Slika 4.7 Signalni plan bez prednajave vlaka [12] .....	31
Slika 4.8 Izmjena faza unutar ciklusa za prvi signalni plan [12].....	31
Slika 4.9 Signalni plan u slučaju najave vlaka [12].....	32
Slika 4.10 Raspodjela tokova za signalni plan nakon odjave vlaka [12].....	32
Slika 4.11 Signalni plan nakon odjave vlaka [12] .....	33
Slika 4.12 Repovi zabilježeni u vrijeme poslijepodnevnog vršnog opterećenja na privozu 3 [12] .....	33
Slika 4.13 Situacija koncepta za izgradnju podvožnjaka i kružnog raskrižja [5].....	35
Slika 4.14 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja .....	36
Slika 4.15 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja .....	36
Slika 4.16 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja .....	37
Slika 4.17 3D vizualizacija koncepta podvožnjaka i kružnog raskrižja .....	37

Slika 4.18 Slika:3D vizualizacija, pogled iz Supilove ulice .....	38
Slika 4.19 3D vizualizacija, pogled iz Anine ulice.....	38
Slika 4.20 Lokacija postojećeg pothodnika [7] .....	39
Slika 4.21 Slike postojećeg pothodnik za pješake [7] .....	40
Slika 4.22 Ortofoto lokacije i pozicija izgradnje i rekonstrukcije podvožnjaka [7].....	41
Slika 4.23 3D vizualizacija koncepta prenamjene postojećeg pothodnika u podvožnjak i.....	42
Slika 4.24 3D vizualizacija koncepta prenamjene postojećeg pothodnika u podvožnjak i.....	42
Slika 4.25 3D vizualizacija, pogled iz istočne strane Ulice Mihovila Pavleka Miškine .....	43
Slika 4.26 3D vizualizacija, pogled iz zapadne strane Ulice Mihovila Pavleka Miškine .....	43
Slika 5.1 Građevinska situacija sa naznačenim poprečnim presjecima [5].....	45
Slika 5.2 Poprečni presjek građevinske situacije A-A [5].....	46
Slika 5.3 Poprečni presjek građevinske situacije B-B [5] .....	46
Slika 5.4 Poprečni presjek građevinske situacije C-C [5] .....	47
Slika 5.5 Poprečni presjek građevinske situacije D-D [5].....	47
Slika 5.6 Poprečni presjek građevinske situacije E-E [5].....	48
Slika 5.7 Poprečni presjek građevinske situacije F-F [5] .....	48
Slika 5.8 Poprečni presjek građevinske situacije G-G [5].....	49
Slika 5.9 Poprečni presjek građevinske situacije H-H [5].....	49
Slika 5.10 Poprečni presjek građevinske situacije I-I [5].....	50
Slika 5.11 Poprečni presjek H-H [2] .....	52
Slika 5.12 Čelične grede tipa HEB 300-400 [2].....	52
Slika 5.13 Tipičan primjer izgradnje pješačkog pothodnika [2] .....	54
Slika 5.14 Tipičan primjer izgradnje pješačkog pothodnika [2] .....	54
Slika 5.15 Pozicije kolosijeka na konstrukciji podvožnjaka [5].....	56
Slika 5.16 Mjerodavni ITP odnosi se na područje Varaždina [5] .....	58
Slika 5.17 Shematski prikaz predmetne lokacije s označenim profilima ključnih kanala u postojećem stanju – izvod iz modela [5] .....	58
Slika 5.18 Uzdužni profil kolektora od točke 1 do točke 2 (Ul. Franca Prešerna-Anina ul.-Ul....	59
Slika 5.19 Shematski prikaz predmetne lokacije za varijantu s izgradnjom crpne stanice [5].....	60
Slika 5.20 Uzdužni profil kanala u Aninoj ulici uzvodno od lokacije CS pri pojavi mjerodavne	60
Slika 5.21 Uzdužni profil kanala u Ul. F. Supila uzvodno od lokacije CS, iz smjera sjevera pri	.61
Slika 5.22 Uzdužni profil kanala u Ul. F. Supila uzvodno od lokacije CS, iz smjera juga pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5] .....	61
Slika 5.23 Uzdužni profil kanala u Ul. H. Krizmana pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5] .....	61



Slika 5.24 Dinamika rada crpke za suhi dotok (20 l/s) tijekom 24 h, bez pojave oborinskog dotoka [5].....	62
Slika 5.25 Dinamika rada crpki za oborinski dotok (3 x 500 l/s) pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5].....	62
Slika 5.26 Oscilacije dubina vode u crpnom bazenu pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5] .....	62
Slika 5.27 Protoci u kanalu u Ul. V. Novaka, nizvodno od crpne stanice, pri pojavi mjerodavne oborine PP 5 god [5].....	63
Slika 5.28 Shematski prikaz predmetne lokacije za varijantu s izgradnjom crpne stanice s označenim lokacijama plavljenja terena pri pojavi oborinskih događaja većeg intenziteta (crveno-200 l/s/ha, žuto-225 l/s/ha i 250 l/s/ha) [5] .....	64
Slika 5.29 Situacija planiranog zahvata u prostoru [7].....	65
Slika 5.30 Tlocrt podvožnjaka.....	66
Slika 5.31 Uzužni presjek podvožnjaka .....	66
Slika 5.32 Poprečni presjek podvožnjaka.....	66

## 9. Popis tablica

Tablica 4.1 Okvirni oblikovni elementi kružnog raskrižja [12] .....	24
---	----



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, ŽARKO TUŠEK (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~izvornog~~/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom INTERDISCIPLINARNOST U GRADITELJSTVU NA PRIMJERIMA CESTOVNIH I ŽELJEZNIČKIH PASKRIŽJA U VABAŽDINU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Žarko Tušek

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, ŽARKO TUŠEK (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom ~~završnog~~/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom INTERDISCIPLINARNOST U GRADITELJSTVU (upisati naslov) čiji sam autor/ica. NA PRIMJERIMA CESTOVNIH I ŽELJEZNIČKIH PASKRIŽJA U VABAŽDINU

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Žarko Tušek

(vlastoručni potpis)