

Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II

Odrlijin, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:750847>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-24**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

DIPLOMSKI RAD

Nikola Odrljin

Split, 2021.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Nikola Odrlić

**Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja
Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II.**

Diplomski rad

Split, 2021.

Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II.

Sažetak:

Prema važećem Detaljnom planu uređenja priobalnog područja Trstenik-Radoševac predviđeno je da se postojeće trokrako raskrižje Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II rekonstruira u kružno raskrižje. U okviru ovog diplomskog rada izrađeno je idejno rješenje kružnog raskrižja na ovoj lokaciji (pregledna, građevinska i prometna situacija) te je izvršena prometna analiza za postojeće i planirano stanje odvijanja prometnih tokova, korištenjem modela SIDRA i primjenom HCM metodologije. Za provođenje analize izvršeno je brojanje prometa tj. prikupljeni su podaci o kolnom i pješačkom prometu za vršni period te je ispitana mogućnost povećanja prometa do dostizanja kapaciteta raskrižja.

Ključne riječi:

idejno rješenje, kružno raskrižje, prometna analiza, SIDRA, HCM, brojenje prometa

Conceptual design and traffic analysis of the intersection of Velebitska Street and Pope John Paul II Promenade.

Abstract:

According to the valid Detailed Development Plan of the Trstenik-Radoševac coastal area, it is envisaged that the existing three-lane intersection of Velebitska Street and Pope John Paul II Promenade will be reconstructed into a roundabout. As part of this thesis, a conceptual design of a roundabout at this location (overview, construction and traffic situation) and traffic analysis for the existing and planned state of traffic flows, using the SIDRA model and applying the HCM methodology. To conduct the analysis, traffic counting was performed, data on road and pedestrian traffic for the peak period were collected, and the possibility of increasing traffic until the intersection capacity was reached was examined.

Keywords:

conceptual design, roundabout, traffic analysis, SIDRA, HCM, traffic counting

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA
KANDIDAT: Nikola Odrlić
KATEDRA: Katedra za prometnice
PREDMET: Prometna tehnika

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema:

Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II

Opis zadatka:

Prema važećem Detaljnom planu uređenja priobalnog područja Trstenik-Radoševac previđeno je da se postojeće trokrako raskrižje Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II rekonstruira u kružno raskrižje. Zadatak diplomskog rada je izraditi idejno rješenje kružnog raskrižja na ovoj lokaciji (pregledna, građevinska i prometna situacija) te izvršiti prometnu analizu za postojeće i planirano stanje odvijanja prometnih tokova, korištenjem modela SIDRA i primjenom HCM metodologije. Za provođenje analize potrebno je izvršiti brojanje prometa tj. prikupiti podatke o kolnom i pješačkom prometu za vršni period te odrediti mogućnost povećanja prometa do dostizanja kapaciteta raskrižja.

U Splitu, 15.03.2021.

Voditelj Diplomskog rada:

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:

izv.prof.dr.sc. Deana Breški

doc.dr.sc. Ivo Andrić

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Općenito o jednotračnim kružnim raskrižjima	4
3. Postojeće i planirano stanje	10
3.1 Postojeće stanje.....	10
3.2. Planirano stanje	15
3.2.1. Geometrija raskrižja	18
3.2.2. Prometna oprema i signalizacija	19
4. Primijenjena metodologija.....	21
5. Podaci za izvršenje prometnih analiza.....	23
5.1. Općenito.....	23
5.2. Brojenje prometa	23
5.3. Prognoza prometa	29
6. Analiza odvijanja prometnih tokova	32
6.1. Postojeće stanje – trokrako raskrižje	32
6.2. Postojeće stanje – s ilegalnim privozom.....	34
6.3. Postojeće stanje s ilegalnim privozom – ljetni period.....	36
6.4. Idejno rješenje – kružni tok.....	38
6.5. Kružni tok – ljetni period	40
6.6. Analiza osjetljivosti.....	42
7. Zaključak	45
8. Literatura.....	46

PRILOG 1	47
Brojenje prometa na raskrižju Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II.....	47
PRILOG 2	60
Grafički dio	60
2.1. Pregledna situacija	61
2.2. Građevinska situacija.....	62
2.3. Situacija prometnog rješenja	63

1. Uvod

Tema ovog diplomskog rada prometna je analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II. u Splitu, kojom se utvrdilo funkcioniranje raskrižja za postojeće stanje geometrije i intenziteta prometnih tokova te za planirano stanje nakon rekonstrukcije u kružni tok, čije je idejno rješenje, također dano u okviru ovog rada.

Predmetno raskrižje nalazi se u južnom dijelu grada, u gradskom predjelu Žnjan (slika 1.) te predstavlja vezu plaže Žnjan s ostalim dijelovima grada. Prema Detaljnom planu uređenja priobalnog područja Trstenik-Radoševac predviđena je rekonstrukcija predmetnog raskrižja u kružno raskrižje, stoga je idejno rješenje izrađeno u okviru granica obuhvata danih u navedenom Detaljnom planu uređenja [1]. Zahvat rekonstrukcije obuhvaća uže područje raskrižja i privoze do predviđenih ulaza na parkirališta.

Planirano je izvršiti rekonstrukciju postojećeg trokrakog raskrižja u kružno raskrižje u svrhu poboljšanja protočnosti i funkcionalnosti raskrižja te u svrhu boljeg reguliranja prometa na samom raskrižju.

Analiza funkcioniranja izvršena je za vršni sat, kada je maksimalno opterećenje raskrižja. U daljnjem tekstu prikazan je kratak osvrt na osnovne karakteristike kružnih raskrižja, zatim opis postojećeg stanja na promatranoj lokaciji te idejno rješenje rekonstrukcije u kružni tok. Nakon provedene prometne analize prikazani su rezultati i ocjena odvijanja prometnih tokova za postojeće i planirano stanje.



Slika 1. Lokacija raskrižja

2. Općenito o jednotračnim kružnim raskrižjima

Posebности kružnih raskrižja

Posebности jednotračnih kružnih raskrižja, po kojima se ona razlikuju od uobičajenih raskrižja u razini, jesu [2]:

- kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijom prekinutoga i neprekinutoga prometnog toka;
- prvenstvo prolaza na kružnim raskrižjima imaju vozila u kružnom toku u odnosu na vozila na prilazima u raskrižje;
- vozilo na ulazu u kružno raskrižje se, u slučaju slobodnoga kružnog toka, ne zaustavlja već smanjenom brzinom ulazi u kružni tok što ima pozitivan učinak na okoliš (niže razine ispušnih plinova i buke) i kapacitet ovoga tipa raskrižja;
- kružna raskrižja, bez obzira na tip i način izvedbe, omogućavaju vožnju samo malim brzinama i s velikim skretnim kutom prednjih kotača;
- za pješake i bicikliste u kružnim raskrižjima vrijede jednaka pravila kao i u drugim raskrižjima;
- u kružnim raskrižjima je zabranjena (a i nepotrebna) vožnja unatrag;
- dugim vozilima je tijekom vožnje kružnim tokom dopušteno koristiti i prošireni dio kružnoga kolničkog traka (povozni dio središnjeg otoka) dok za druga vozila malih dimenzija za to nema potrebe.

Prednosti kružnih raskrižja

Prednosti jednotračnih kružnih raskrižja pred ostalim raskrižjima u razini su, prije svega, u njihovim sljedećim osobinama:

- 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...);
- niža razine buke i emisija ispušnih plinova motornih vozila,
- manje posljedice prometnih nezgoda (nema čeonih sudara i sudara pod pravim kutom);
- mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti;
- kraće čekanje na prilazima (neprekinutost vožnje);
- manje zauzimanje prostora (nepotrebni su prometni trakovi za lijevo i desno skretanje) pri jednakoj propusnoj moći – kao kod raskrižja u jednoj razini sa trakama za skretače uz istu razinu uslužnosti;

- dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru
- dobro rješenje u raskrižjima s više krakova (pet ili više);
- manji troškovi održavanja (nego kod semaforiziranih raskrižja);
- dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama;
- mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, odnosno uređenja kružnog raskrižja;
- povoljniji utjecaj na okoliš u odnosu na semaforizirana raskrižja

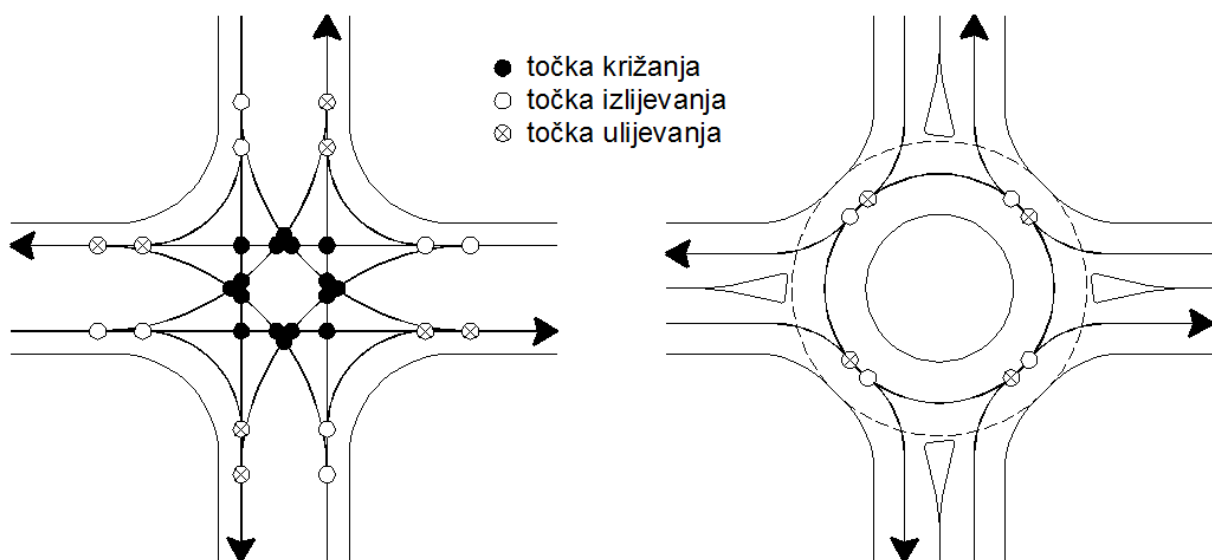
Nedostaci kružnih raskrižja

Nedostaci kružnih raskrižja su:

- povećanjem broja voznih trakova u kružnom toku smanjuje se prometna sigurnost (suprotno od klasičnih raskrižja u jednoj razini) te je preporuka izvedba jednotračnih kružnih raskrižja;
- veći broj kružnih raskrižja u nizu ne omogućava uvođenje koordiniranog prolaza kroz ista („zeleni val“);
- poteškoće s pomanjkanjem prostora za izvedbu središnjeg otoka u već izgrađenim područjima;
- 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;
- 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);
- problemi pri velikom intenzitetu biciklističkog i/ili pješačkog prometa, koji presijeca jedan ili više krakova jednotračnoga kružnog raskrižja;
- lošije rješenje pri velikom intenzitetu lijevih skretanja;
- naknadna semaforizacija ne utječe bitno na povećanje propusne moći;
- produljenje putanja vozila i pješaka u odnosu na izravno kanalizirana raskrižja;
- tokovi koji skreću ulijevo iz suprotnih smjerova nepotrebno se presijecaju, tj. prepliću, što nije slučaj kod izravno kanaliziranih raskrižja.

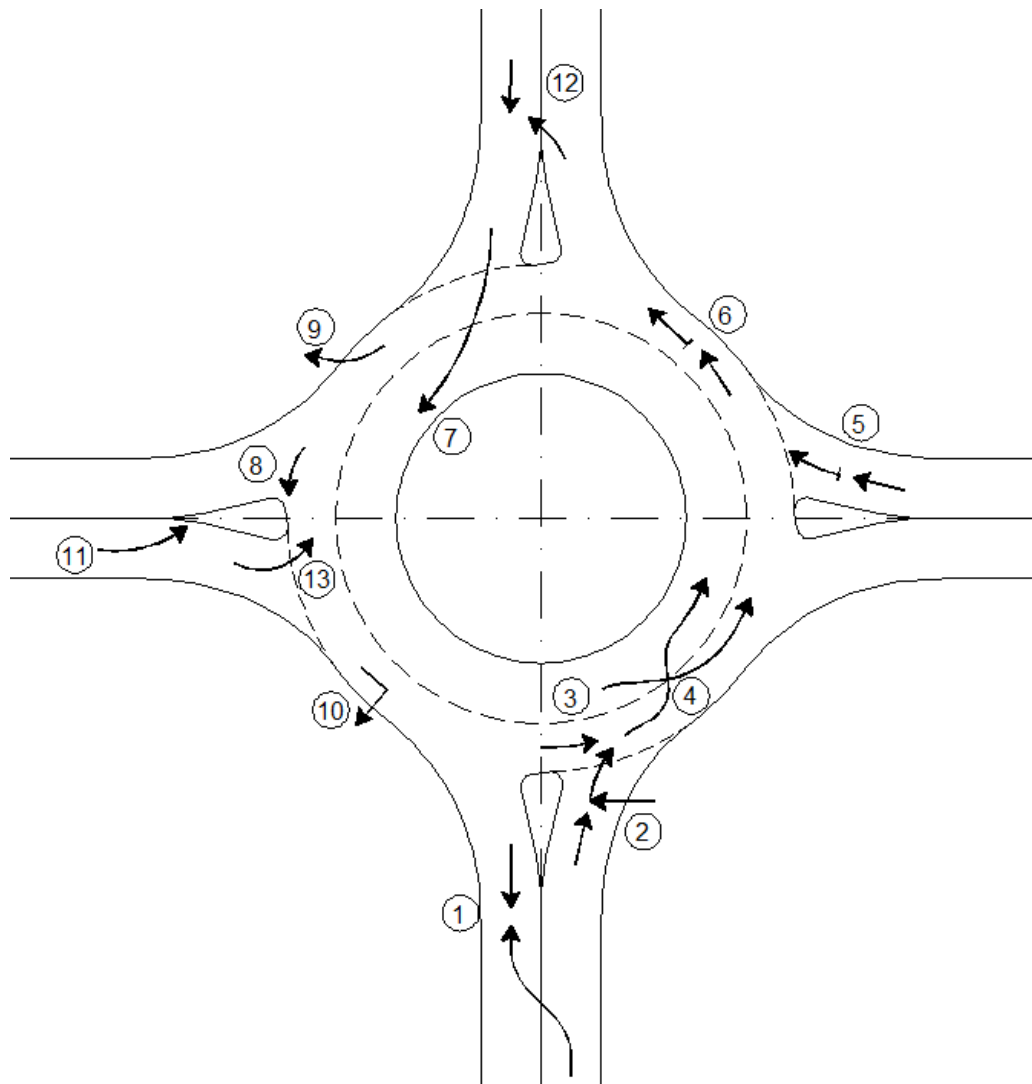
Sigurnost motoriziranih sudionika u prometu

Sa stanovišta osiguravanja prometne sigurnosti glavna prednost jednostručnih kružnih raskrižja, u odnosu na standardna trokraka ili četverokraka raskrižja, je nepostojanje konfliktne zone unutar raskrižja te eliminacija konfliktnih točaka prvog reda (križanje) i drugog reda (preplitanje). Ujedno se ovakvim rješenjem raskrižja smanjuje ukupni broj konfliktnih točaka trećeg reda (izlijevanje, ulijevanje) (slika 2.)



Slika 2. Konfliktne točke kružnih raskrižja

U kružnim raskrižjima moguće je očekivati nekoliko vrsta prometnih nezgoda koje nisu svojstvene klasičnim tipovima raskrižja (slika 3.), a i posljedice prometnih nezgoda u kružnim raskrižjima su različite od onih na klasičnim raskrižjima. Prometne nezgode u kružnim raskrižjima imaju lakše posljedice od onih na klasičnim raskrižjima i u pravilu bez smrtno stradalih i teže ozlijeđenih osoba. Posljedica je to činjenice da se u kružnim raskrižjima ne događaju čeon sudari kod kojih su najteže posljedice. Kod kružnih raskrižja su sudari među vozilima uglavnom bočni pod ostrim kutom ili se događaju kao posljedica nalijetanja vozila sa stražnje strane.



Slika 3. Prometne nesreće u kružnom raskrižju

Sudari između motornih vozila i biciklista (pješaka) koji prelaze krak kružnog raskrižja su isti kao i kod klasičnih raskrižja, ali su posljedice sudara u pravilu lakše uslijed manje brzine vozila na ulazu i izlazu kružnog raskrižja. Tipične vrste prometnih nesreća u kružnom raskrižju su:

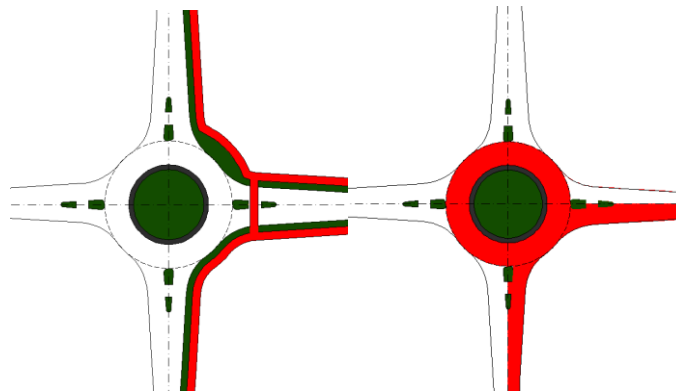
1. pretjecanje ispred kružnog raskrižja
2. sudar sa biciklistom/pješakom
3. sudar na ulazu
4. sudar pri promjeni voznog traka
5. nalet straga pri ulazu u kružno raskrižje
6. nalet straga pri izlazu iz kružnog raskrižja
7. nalet na središnji otok
8. nalet na razdjelni otok pri izlazu iz kružnog raskrižja

9. izlijetanje iz kružnog kolničkog traka
10. prevrtanje
11. nalet na razdjelni otok pri ulazu u kružno raskrižje
12. zanošenje (klizanje) vozila pri izlazu iz kružnog raskrižja
13. vožnja u suprotnom smjeru od kretanja prometa u kružnom raskrižju

Sigurnost nemotoriziranih sudionika

Prometna sigurnost nemotoriziranih sudionika, pješaka i biciklista, u zoni kružnog raskrižja je ovisna prvenstveno o primjerenoj izvedbi vertikalne i horizontalne signalizacije i razdjelnih otoka kao i načina vođenja biciklističkog prometa u zoni kružnog raskrižja. Sva križanja pješaka i biciklista sa motornim prometom je potrebno predvidjeti pod pravim kutom kako bi se osigurala preglednost. Na ovaj način se postiže da su jedine konfliktne točke na mjestu prijelaza preko krakova kružnog raskrižja, a i na tim su mjestima pješaci (i biciklisti) dijelom zaštićeni i razdjelnim otocima. Općenito se izvode dva načina vođenja biciklista u zoni kružnog raskrižja: (slika 4.)

- samostalno (odvojeno) vođenje biciklističkog prometa biciklističkom stazom (paralelno sa rubom kružnog raskrižja ili u obliku koncentričnog kruga);
- zajedničko vođenje motornog i biciklističkog prometa (na istim prometnim površinama).



Slika 4. Dva načina za vođenje prometa biciklista kroz raskrižje

Sigurnost osoba s invaliditetom i osoba smanjene pokretljivosti

Najranjivija skupina sudionika u prometu su osobe s invaliditetom i smanjene pokretljivosti te im stoga treba posvetiti posebnu pozornost i kod planiranja i projektiranja kružnih raskrižja. Pješački prijelazi na kružnom raskrižju moraju biti prilagođeni kretanju osoba s invaliditetom i smanjene pokretljivost, sukladno Pravilniku o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13). Pri planiranju i projektiranju kružnih raskrižja potrebno je posebno voditi računa o slabovidnim pješacima u zoni raskrižja jer na ovim raskrižjima, za razliku od semaforiziranih, njihovo vođenje kroz raskrižje nije moguće riješiti pomoću zvučnih signala. Da bi sigurno prošle kroz raskrižje, ove osobe moraju obaviti četiri radnje u kružnim raskrižjima: pronaći pješački prijelaz, "otkriti" sigurnu prazninu u prometu kada mogu prijeći, pronaći upušteni dio u razdjelnom otoku te pronaći odgovarajući nogostup na suprotnoj strani kako bi nastavile put. Kako bi se osiguralo kretanje osoba s invaliditetom i osoba smanjene pokretljivosti kroz kružno raskrižje u projektu se mora predvidjeti sljedeće:

- prijelaz s nogostupa na razinu kolnika osiguran skošenjem rubnjaka; na skošenom rubnjaku izvedeno taktilno polje upozorenja za slijepe i slabovidne osobe;
- kod razdjelnih pješačkih otoka u razini kolnika označene taktilne crte vođenja za slijepe i slabovidne osobe.

Zbog navedenih karakteristika i prednosti kružnog toka u odnosu na klasična raskrižja u razini, na promatranoj lokaciji predviđena je rekonstrukcija postojećeg raskrižja u raskrižje kružnog oblika što je naznačeno i u Detaljnom planu uređenja za ovo područje grada koji je na snazi. Stoga je u okviru ovog diplomskog rada izrađeno idejno rješenje kružnog toka koje je opisano u nastavku, a grafički prilozi (građevinska i prometna situacija) su dani na kraju rada.

3. Postojeće i planirano stanje

3.1 Postojeće stanje

Godine 1998. Papa Ivan Pavao II posjetio je Split te je, za tadašnje potrebe okupljanja vjernika, nasuto područje uz samu obalnu crtu čime je formiran tzv. žnjanski plato, a tijekom slijedećih nekoliko godina uređivane su plaže na ovom području. Iste godine kada i plato, izgrađena je dužobalna dvotračna prometnica Šetalište Pape Ivana Pavla II te raskrižje s Velebitskom ulicom kao glavna veza žnjanskog platoa na gradsku prometnu mrežu. S obzirom da sami plato još uvijek nije priveden svrsi, danas se najviše koristi kao veliko zemljano parkiralište. U turističkoj sezoni na plažama je izrazito veliki broj kupača, kako turista tako i stanovnika grada, koji zbog dostupnosti parkinga većinom na plažu dolaze osobnim vozilima te je postojeće raskrižje Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II, kao glavna veza grada i plaže, posebno opterećeno u ljetnim mjesecima (srpanj i kolovoz). Alternativni pristup plaži je s istočne strane s područja Duilova, koji koriste pretežno stanovnici naseljeni u području istočno od grada Splita. Stoga, najbrži i najčešće korišteni put iz grada prema plaži Žnjan je preko predmetnog raskrižja.

U postojećem stanju raskrižje je trokrako nesemaforizirano raskrižje dvosmjernih cesta, međutim, u naravi funkcionira kao četverokrako raskrižje jer se veliki broj vozila uključuje u raskrižje s četvrtog ilegalnog privoza s južne strane koji služi kao ulaz/izlaz s parkinga. Na slici 5. prikazano je postojeće stanje:

- Velebitska ulica (sjeverni privoz)
- Šetalište Pape Ivana Pavla II. (istočni privoz)
- ilegalni ulaz/izlaz na parking (južni privoz)
- Šetalište Pape Ivana Pavla II. (zapadni privoz)



Slika 5. Prikaz postojećeg stanja

Prema hijerarhijskoj podjeli gradskih prometnica (GUP Sl.gl. Grada Splita br. 1/06 , 15/07, 3/08, 3/12, 32/13, 52/13, 41/14, 55/14-pročišćeni tekst), Velebitska ulica (njen južni dio) i Šetalište Pape Ivana Pavla II. pripadaju sabirnim ulicama (slika 5. i 6.).



Slika 6. Izvadak iz GUP-a



Slika 7. Hijerarhijska podjela gradskih prometnica

U sadašnjem stanju regulacije prometa, glavni pravac, odnosno prednost prolaska raskrižjem, ima smjer Velebitska ulica – istočni privoz Šetališta Pape Ivana Pavla II, dok je zapadni privoz ove ulice sporedni pravac. Za ovo raskrižje karakterističan je i znatan broj pješaka koji u ljetnoj sezoni dolaze na Žnjan zbog kupanja na plaži, a van ljetne sezone znatan je broj posjetitelja Žnjana koji zbog šetnje i/ili drugog oblika rekreacije koriste dužobalnu šetnicu od Bačvica do Duilova.

Tijekom snimanja prometa na postojećem raskrižju, utvrđena je veoma ugrožena sigurnost pješaka, ali i cijelog prometa zbog ilegalnog privoza. Vozila koja ulaze/izlaze s parkinga preko ilegalnog privoza, kreću se preko površine za pješake i čekaju vremensku prazninu za uključanje u prometni tok.

Raskrižjem prometuju većinom osobna vozila, koja nemaju problema sa manevrima kroz raskrižje. Uz osobna vozila, raskrižjem prometuje linija javnog gradskog prijevoza te opskrbni kamioni, koji zbog većeg međuosovinskog razmaka teže manevriraju kroz postojeće raskrižje.

Uz zapadni privoz raskrižja, obostrano su postavljena okomita parking mjesta, a pješačka staza je samo uz južnu stranu privoza. Uz južnu stranu istočnog privoza, postavljena su okomita parking mjesta i pješačka staza, a sa sjeverne strane samo pješačka staza. Sjeverni privoz tj. Velebitska ulica ima obostrane pješačke staze.

Slike 8.,9. i 10. prikazuju poglede na raskrižje s privoza. Na slici 8. može se vidjeti i ilegalni ulaz/izlaz s parkinga.



Slika 8. Velebitska ulica (sjeverni privoz)



Slika 9. Šetalište Pape Ivana Pavla II. (istočni privoz)



Slika 10. Šetalište Pape Ivana Pavla II. (zapadni privoz)

3.2. Planirano stanje

Za prostor žnjanskog platoa na snazi je Detaljni plan uređenja (DPU) priobalnog područja Trstenik – Radoševac (Službeni glasnik Grada Splita br. 02/19).

Ovim planom predviđena je podjela na priobalnu šetnicu, lungomare, koja razgraničava područje rekreacijske namjene – plaže i zone javnog parka. Na mjestima širenja šetnice formiraju se otvoreni prostori –tematski trgovi. Na jednom od tih trgova izmješta se spomen obilježje na posjet Pape Ivana Pavla II Splitu 1998. godine. S južne strane šetnice –lungomare je prostor plaže -zone PL-1, PL-2 i PL-3 na kojima se planira gradnja dvaju objekata, veći sa sportsko-ugostiteljskim sadržajima i manji ugostiteljski objekt na rtu. Na platou je planirana gradnja sedam ugostiteljskih objekata raspoređenih duž sjeverne strane šetnice, tri rekreacijsko – trgovačko - ugostiteljska sklopa sa zatvorenim objektima na nivou parka i sportskim terenima (nogomet, tenis, košarka) na krovu - nadstrešnici iznad parkinga, i parkirališta s podzemnom garažom u javnom korištenju. Na ozelenjenoj površini između objekata planirani su rekreacijski, društveni i kulturni sadržaji (cageball, odbojka na pijesku, teretana na otvorenom, skate park, dječja igrališta i drugo). Zona parkiranja predviđena je uz prometnicu na sjevernoj strani zahvata zbog mogućnosti postavljanja što više zelenih površina. Uređenje platoa zelenilom izvesti će se sa zasebnom tipologijom, koja odgovara sadržajima, koji se neposredno nalaze te će u ljetnim mjesecima pružati sjenu.

Uređenje platoa predviđa se realizirati u nekoliko faza kako je prikazano na slici 11.



Slika 11. Planirane faze u uređenju žnjanskog platoa

Promet u mirovanju riješen je na dijelu žnjanskog platoa neposredno uz rub Šetališta Pape Ivana Pavla, unutar zona A, B i C. U tim zonama planira se gradnja nadzemnih, djelomično natkrivenih parkirališta u javnom korištenju i jedne etaže podzemne garaže ispod sve tri zone. Broj predviđenih PM je cca 1 170 [3].

U okviru ovog rada izvršeno je i brojenje parkiranih vozila kako bi se približno dobila slika o potražnji za parkirnim prostorom u ljetnim mjesecima. Brojenje je izvršeno na temelju snimki dostupnih na Google Mapsu. Slika 12. prikazuje snimak žnjanskog platoa iz zraka. Pretpostavljeno je da se radi o ljetnom periodu zbog broja vozila, koji se nalaze na parkingu.



Slika 12. Snimak žnjanskog platoa (Google Maps)

Unutar granica koje su označene na slici 12, prebrojana su 1493 vozila, koja se nalaze na parkingu.

Usporedimo li broj predviđenih parkirnih mjesta iz DPU-a sa brojem prebrojanih vozila, vidljivo je da je potražnja za parkirnim mjestima veća od broja planiranih parkirnih mjesta na žnjanskom platou i vrlo je izgledno da će se nakon realizacije svih sadržaja na žnjanskom platou pojaviti problem manjka parkirnih mjesta.

Detaljnim planom uređenja (DPU) priobalnog područja Trstenik-Radoševac (Detaljnem planu uređenja/Izmjenama i dopunama DPU-a iz 2018.) predviđena je rekonstrukcija postojećeg raskrižja u kružni tok te su zadane granice obuhvata kojih se potrebno pridržavati (slika 13.). Uz granice obuhvata, DPU-om su određene biciklističke i pješačke staze, koje se predviđaju uz južnu stranu istočnog i zapadnog privoza Šetališta Pape Ivana Pavla II.



Slika 13. Prikaz predmetnog raskrižja iz DPU-a [1]

Tijekom projektiranja predmetnog kružnog toka korištena je stručna literatura te normativi zapadnoeuropskih zemalja, koji se nalaze u „Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [2]. Na slici 14. prikazano je idejno rješenje na ortofoto snimku. Pregledna, građevinska i prometna situacija dane su u Prilogu 2 na kraju ovog rada.



Slika 14. Idejno rješenje

3.2.1. Geometrija raskrižja

Primijenjena geometrija, odnosno projektni elementi, usklađeni su sa „Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [2].

Karakteristični podaci:

- vanjski radijus $R_V = 14,00$ m
- radijus središnjeg otoka (s povoznim dijelom) $R_U = 7,00$ m
- širina kružnog kolnika $u = 7,00$ m
- radijus ulaza/izlaza na sjevernoj strani $R_{UL}/R_{IZ} = 13,00$ m
- radijus ulaza/izlaza na južnoj strani $R_{UL}/R_{IZ} = 20,00$ m

Na sjevernom privozu, uz cestu, izgrađeni su objekti, stoga nema dovoljno širine za postavljanje razdjelnog otoka. S druge strane, na zapadnom i istočnom privozu postavljeni su razdjelni otoci dužine cca 10 m.

Pješački prijelazi na Šetalištu Pape Ivana Pavla II. udaljeni su od kružnog toka u svrhu stvaranja prostora za akumulaciju vozila, kako ne bi dolazilo do ometanja i usporavanja prometa u kružnom toku. Na takav način, stvorena je mogućnost zaustavljanja autobusa cijelom dužinom van kružnog toka, ne ometajući pritom odvijanje prometa u kružnom toku

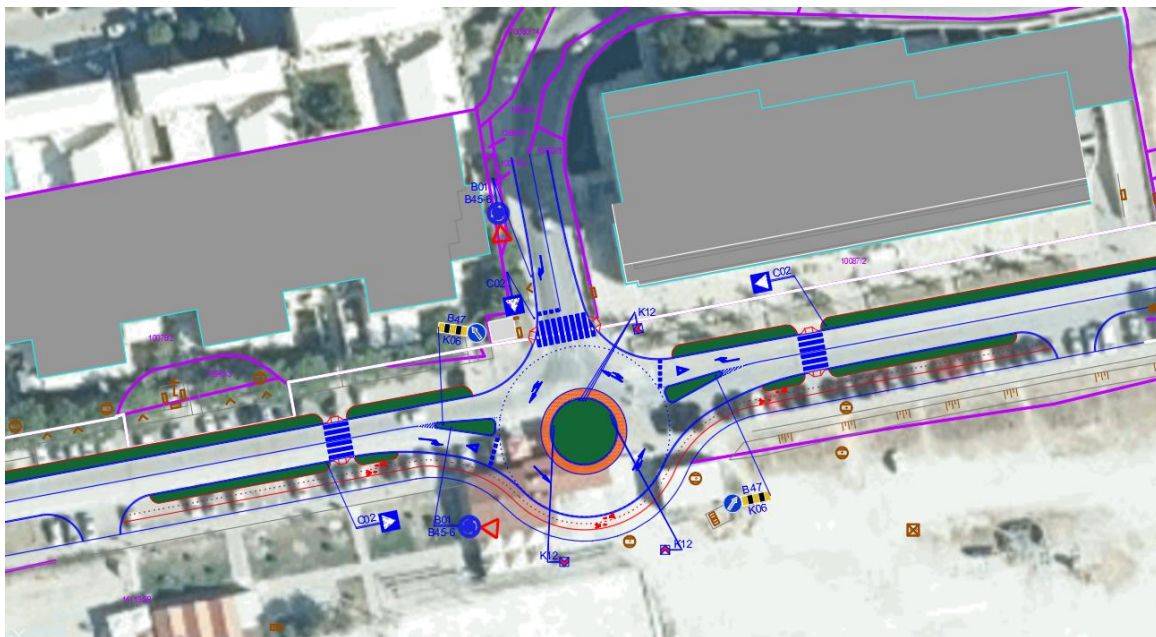
Na svim pješačkim prijelazima predviđene su rampe za lakši prijelaz osobama s posebnim potrebama. Uz južni rub Šetališta Pape Ivana Pavla II predviđena je dvosmjerna biciklistička staza ukupne širine 2.00 m (1.0 m za svaki smjer vožnje) na koju se nastavlja pješačka staza širine 1.85 m

Na kraju ovog rada (Prilog 2) dane su pregledna, građevinska i prometna situacija raskrižja u mjerilu. Pregledna situacija u 1:2500, a građevinska i prometna situacija u 1:500.

3.2.2. Prometna oprema i signalizacija

Prometna signalizacija sastoji se od vertikalne i horizontalne signalizacije, odnosno prometnih znakova i oznaka na kolniku (slika 15.) [4].

Signalizacija je postavljena tako da vozači na vrijeme uoče kružno raskrižje te prilagode svoju brzinu. Signalizacija je jasno vidljiva za sve sudionike u prometu. Prometna situacija prikazana je u Prilogu 2 na kraju ovog rada.



Slika 15. Grafički prikaz prometnog rješenja

Od horizontalne signalizacije predviđa se:

- strelice unutar kružnog toka, koje označavaju smjer kretanja u kružnom toku
- trokuti i isprekidane crte, koje označavaju sporednu cestu odnosno prostor za čekanje i ulazak u kružni tok
- oznake za tri pješačka prijelaza
- strelice, koje označavaju smjer kretanja neposredno prije ulaska i neposredno nakon izlaska iz kružnog toka
- puna linija, koja odvaja prometne trakove

Od vertikalne signalizacije postavljena su [5]:

- 3 znaka B01, koji označavaju raskrižje s cestom s prednošću prolaska
- 3 znaka B45-6, koji označavaju obavezan smjer (kružno raskrižje)
- 2 znaka B47, koji označavaju obavezno zaobilaženje
- 3 znaka C02, koji označavaju pješački prijelaz
- 2 znaka K06, koji označavaju prometni otok
- 9 znakova K12, koji označavaju zavoj na cesti

Prema svemu prethodno navedenom, izvršena je prometna analiza za postojeće i planirano stanje odvijanja prometnih tokova na raskrižju Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II. Analizirano je rješenje rekonstrukcije raskrižja u kružno raskrižje, u svrhu poboljšanja sigurnosti, kvalitete i razine usluge odvijanja prometnih tokova.

Cilj provedene analize je provjeriti kako bi novo rješenje raskrižja funkcioniralo za sadašnje prometno opterećenje te može li poslužiti kao rješenje za budućnost, tijekom promjene prometnog opterećenja.

4. Primijenjena metodologija

Kvaliteta odvijanja prometnih tokova na raskrižjima definira se razinom usluge (RU) koja se određuje na temelju prosječnog produljenja trajanja putovanja tj. prosječnim zakašnjenjem vozila, uzrokovanog načinom kontrole raskrižja (semafor, stop znak i dr.). Prosječna zakašnjenja za postojeće i planirano stanje odvijanja prometnih tokova za pojedine privoze raskrižja, kao i za raskrižje u cjelini, definiraju kvalitetu toka i razinu usluge te velika zakašnjenja ukazuju na kritična mjesta [6].

Na temelju veličine zakašnjenja može se ocijeniti funkcioniranje promatranog raskrižja, a dobiveni rezultati mogu poslužiti kao temelj za daljnju optimalizaciju odvijanja prometnih tokova na način da se svaka nova ideja i prijedlog rješenja (bez obzira da li se radi o intervenciji u prostoru ili o samom načinu regulacije prometa) mogu testirati prije primjene na samom terenu.

Za izvršenje prometne analize te ocjenu funkcioniranja postojećeg i planiranog stanja na promatranom raskrižju, u ovom radu korištena je analitička metoda prema HCM 2010 (Highway Capacity Manual 2010) metodologiji.

Primarna funkcija HCM-a pomoć je pri proračunavanju propusne moći i razine usluge raskrižja, dionica cesta, javnog gradskog prijevoza, te pješačkog i biciklističkog prometa. Ovaj priručnik temelji se na prometnim standardima u SAD –u, ali zbog dobro razvijene metodologije i jednostavnosti korištenja primjenjuje se u Europi pa tako i u Republici Hrvatskoj.

Proračuni u ovom radu su izvršeni programom SIDRA Intersection 9, koji primjenjuje navedenu metodologiju te na temelju prometnog opterećenja i zadanih ulaznih parametara daje veličinu prosječnog zakašnjenja i pripadajuću razinu usluge.

Kako je već navedeno, veličina prosječnog zakašnjenja za promatrano raskrižje i pripadajuća razina usluge po pojedinim privozima, dobivene su analitičkom metodom prema HCM metodologiji.

HCM metodologija definira šest razina usluga (od A, kao najbolje, do F, kao najlošije) s obzirom na veličinu prosječnog zakašnjenja pojedinog vozila na privozu raskrižja, što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Razina usluge raskrižja

RAZINA USLUGE SEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA	PROSJEČNO ZAKAŠNENJE (s/voz)	RAZINA USLUGE NESEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA	PROSJEČNO ZAKAŠNENJE (s/voz)
A	0-10	A	0-10
B	>10-20	B	>10-15
C	>20-35	C	>15-25
D	>35-55	D	>25-35
E	>55-80	E	>35-50
F	>80	F	>50

Granice prosječnog zakašnjenja za definiranje razine usluge razlikuju se za semaforizirana i nesemaforizirana raskrižja, primarno zbog različite percepcije ovih tipova raskrižja od strane korisnika tj. vozača. Naime, na semaforiziranim raskrižjima vozači očekuju dulje čekanje, zbog većeg prometnog opterećenja i izmjena svjetlosnih faza u toku jednog ciklusa, dok je kod nesemaforiziranih raskrižja, zakašnjenje manje predvidljivo u odnosu na semaforizirana raskrižja te snižava granice tolerancije kod vozača, a samim time i njihovu percepciju kvalitete toka i razine usluge.

Kod definiranja razine usluge za kružni tok koriste se granične vrijednosti za prosječno zakašnjenje nesemaforiziranog raskrižja iz tablice 1., jer se kružno raskrižje analizira kao niz uzastopnih nesemaforiziranih trokrakih raskrižja.

Kako se smatra da je za raskrižja u gradskom području prihvatljiva razina usluge "C", a kao krajnje prihvatljiva se uzima razina usluge "D", za svaki se privoz, odnosno, cijelo raskrižje, može odrediti je li u mogućnosti prihvatiti prometnu potražnju, kao i testirati utjecaj raznih građevinskih, prometnih, tehničkih i upravljačkih mjera kojima se može omogućiti postizanje zadovoljavajuće kvalitete odvijanja prometnih tokova.

Analiza i usporedba prosječnog zakašnjenja i razine usluga za idejno rješenje ukazuje kako bi provedene građevinske mjere i nova regulacija prometnih tokova utjecala na kvalitetu funkcioniranja promatranog raskrižja.

5. Podaci za izvršenje prometnih analiza

5.1. Općenito

Izrada prometne analize odvijanja prometnih tokova provedena je kroz proračun prosječnog zakašnjenja i definiranja razine usluge prema HCM metodologiji, korištenjem analitičkog modela SIDRA za postojeće stanje i idejno rješenje rekonstrukcije kojim se predviđa kružni tok.

Za primjenu analitičke metodologije provedeni su sljedeći postupci vezani za prikupljanje i obradu potrebnih podataka:

1. brojenje prometa vozila i pješaka na privozima raskrižja
2. utvrđivanje vršnog razdoblja te veličine i razdiobe prometa u vršnom satu
3. prognoza prometa
4. unošenje podataka o broju, širini i namjeni trakova te veličini i razdiobi prometa

5.2. Brojenje prometa

Za kvalitetnu i detaljnu analizu odvijanja prometnih tokova potrebno je raspolagati podacima o veličini i raspodjeli prometnog opterećenja na privozima raskrižja. Brojenjem prometnih tokova utvrđuje se, u petnaestominutnim intervalima, veličina, smjer i struktura prometnog toka, u cilju dobivanja jasne slike o dnevnoj promjeni prometnog opterećenja na pojedinim raskrižjima i prometnoj mreži u cjelini. Rezultati brojenja prometa nezamjenjivi su temelj za proračun prosječnog zakašnjenja vozila, definiranja razine usluge i time ocjene funkcioniranja raskrižja [6].

Brojenje prometa vozila na predmetnom raskrižju izvršeno je u subotu, 27.3.2021. godine. S obzirom da je brojanje izvršeno van ljetne sezone, najveće prometno opterećenje se javlja tijekom vikenda kada građani dolaze na žnjanski plato zbog šetnje, rekreacije ili posjete dječjem parku. Od stanara zgrada koje se nalaze na samom raskrižju dobiven je podatak da je prometno opterećenje veće subotom u odnosu na nedjelju te je iz tog razloga izabrana subota za brojanje prometa. U procesu su sudjelovale 4 osobe, po jedna za svaki od privoza, koje su ručno brojale prolazak osobnih i teretnih vozila, autobusa i motocikala, ispunjavajući formulare za petnaestominutne intervale. Podaci su prikazani u tablici 2. i grafikonu 1. Promatrano je razdoblje od 10:00 – 18:00 sati.

Brojenje prometa pješaka izvršeno je u subotu, 24.04.2021. godine u intervalu od 11:00 do 14:00 za vršni period, određen na temelju brojanja prometa vozila.

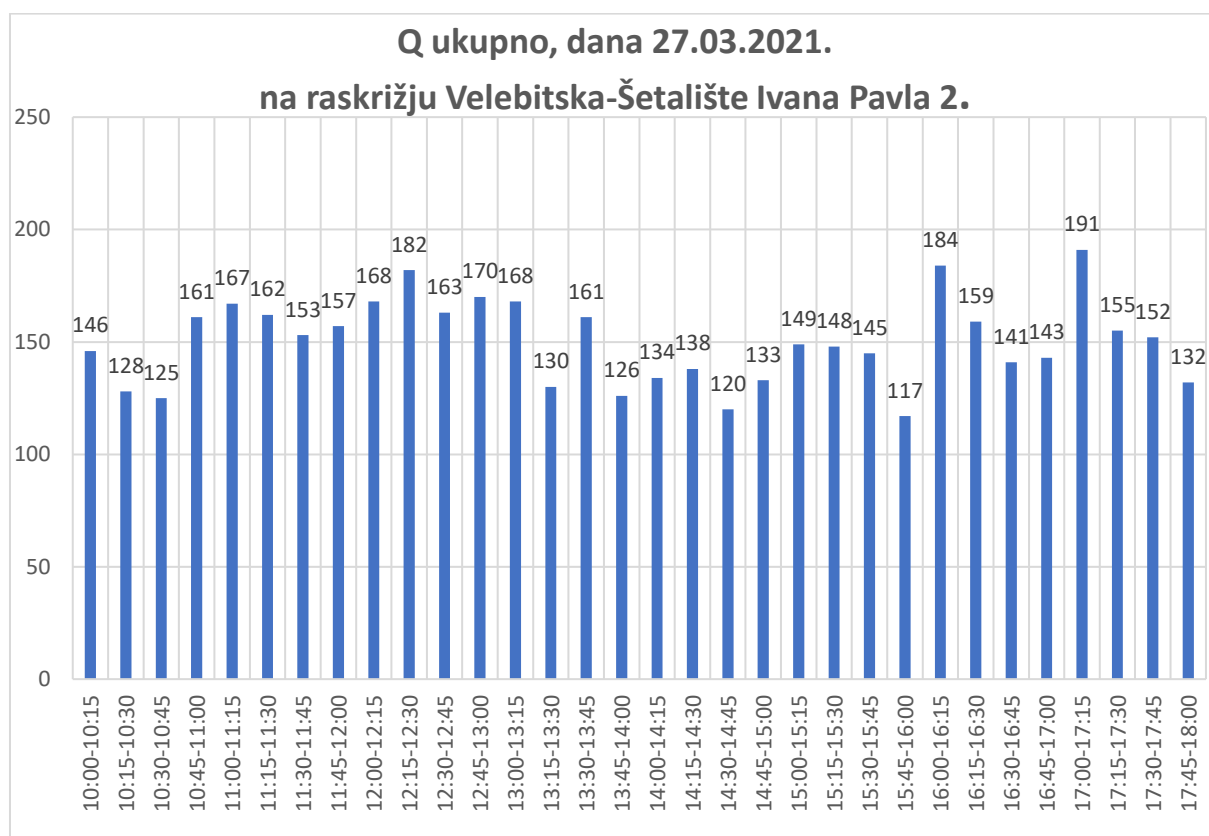
Osim ukupnog opterećenja, utvrđena je raspodjela prometa po pojedinim smjerovima, struktura prometnog toka, na način da su posebno evidentirani autobusi i teretna vozila za svaki smjer pojedinog privoza raskrižja. Promatranjem predmetnog raskrižja i odvijanja prometnog toka utvrđeno je da zbog zaustavljanja autobusa na stanici javnog gradskog prijevoza, dolazi do usporavanja prometnog toka.

Posebno su evidentirani pješački tokovi na svim privozima raskrižja, jer intenzivni pješački promet može znatno utjecati na razinu usluge raskrižja. S druge strane, pješacima treba omogućiti siguran i pravovremeni prijelaz kolnika te je podatak o broju pješaka potrebno uzeti u obzir kod analize kvalitete funkcioniranja pojedinog raskrižja.

Podaci o prometnom opterećenju korišteni su za utvrđivanje vršnog sata. Vršni sat je 60 uzastopnih minuta u danu kada se javlja najveće prometno opterećenje. Za promatrano raskrižje utvrđeni vršni sat je u vremenu od 12:00 do 13:00 sati što se može vidjeti na grafikonu 2. koji prikazuje graf ukupnog prometnog opterećenja u vremenu od 10 do 18 sati. Tablica 3. prikazuje broj pješaka na promatranim privozima.

Tablica 2. Ukupno prometno opterećenje

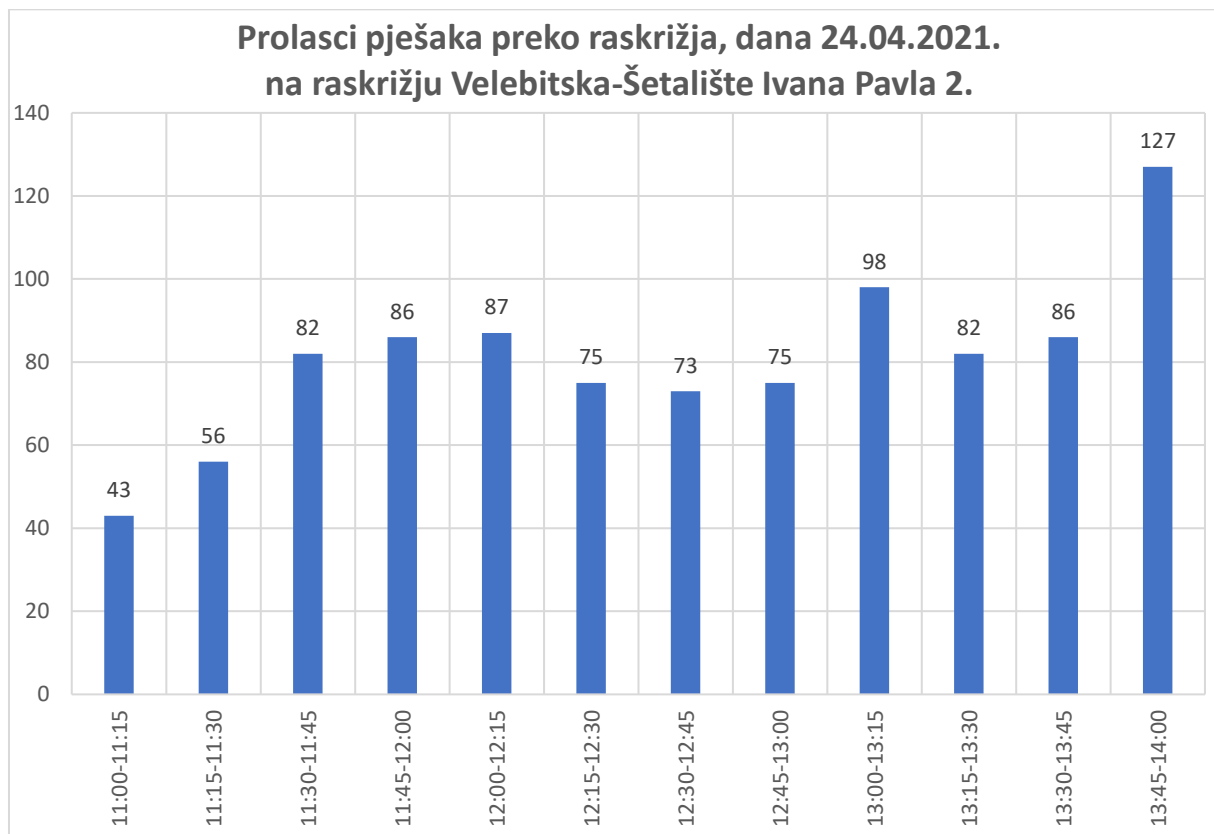
Vrijeme:	Q1	Q2	Q3	Q4	Qukupno
10:00-10:15	80	37	4	25	146
10:15-10:30	59	45	2	22	128
10:30-10:45	58	41	1	25	125
10:45-11:00	71	37	2	51	161
11:00-11:15	94	36	5	32	167
11:15-11:30	82	36	2	42	162
11:30-11:45	82	35	4	32	153
11:45-12:00	70	44	4	39	157
12:00-12:15	78	44	6	40	168
12:15-12:30	82	48	8	44	182
12:30-12:45	82	35	5	41	163
12:45-13:00	67	40	7	56	170
13:00-13:15	49	51	9	59	168
13:15-13:30	48	41	2	39	130
13:30-13:45	65	46	11	39	161
13:45-14:00	44	30	3	49	126
14:00-14:15	53	38	4	39	134
14:15-14:30	66	34	2	36	138
14:30-14:45	63	40	2	15	120
14:45-15:00	61	42	2	28	133
15:00-15:15	78	39	3	29	149
15:15-15:30	75	38	3	32	148
15:30-15:45	73	36	5	31	145
15:45-16:00	43	41	5	28	117
16:00-16:15	98	46	8	32	184
16:15-16:30	74	39	0	46	159
16:30-16:45	74	40	3	24	141
16:45-17:00	50	40	6	47	143
17:00-17:15	71	40	5	75	191
17:15-17:30	63	44	3	45	155
17:30-17:45	54	41	3	54	152
17:45-18:00	32	44	6	50	132
Ukupno:	2139	1288	135	1246	4808



Grafikon 1. Grafički prikaz ukupnog prometnog opterećenja

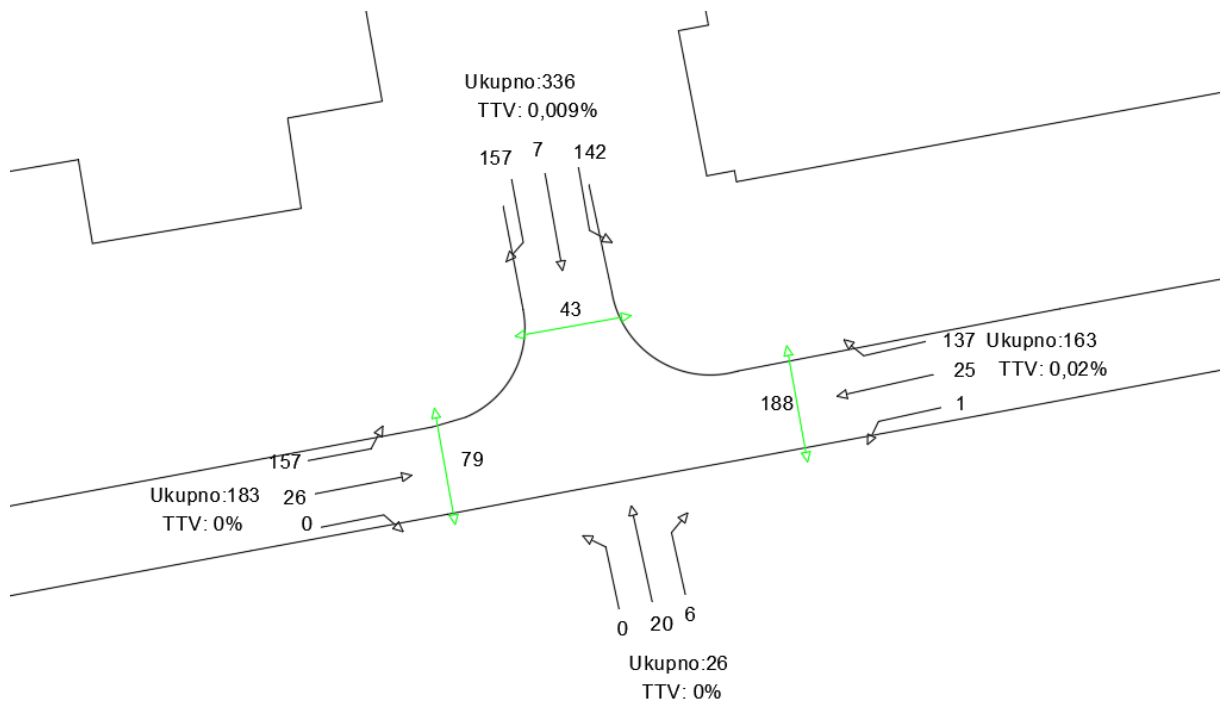
Tablica 3. Broj pješaka kroz raskrižje u vršnom satu

Vrijeme:	Q1	Q2	Q4	Qukupno
11:00-11:15	5	29	9	43
11:15-11:30	7	40	9	56
11:30-11:45	18	49	15	82
11:45-12:00	16	45	25	86
12:00-12:15	12	58	17	87
12:15-12:30	9	43	23	75
12:30-12:45	11	39	23	73
12:45-13:00	11	48	16	75
13:00-13:15	14	53	31	98
13:15-13:30	15	43	24	82
13:30-13:45	17	54	15	86
13:45-14:00	13	100	14	127
UKUPNO vršni sat:	43	188	79	



Grafikon 2. Grafički prikaz broja pješaka

Slika 16. prikazuje prometno opterećenje u vršnom satu za predmetno raskrižje. Uz podatke o prometu vozila, vidljivi su podaci o broju pješaka na svim privozima.



Slika 16. Shematski prikaz raskrižja sa podacima

Prema dobivenim podacima najopterećeniji je sjeverni privoz (Velebitska ulica) sa 336 vozila u vršnom satu, što je očekivano, s obzirom da je to jedini pristup lokaciji iz grada Splita.

Što se tiče pješaka, najopterećeniji je pješački prijelaz na istočnom privozu Šetališta Pape Ivana Pavla II jer se na tom dijelu, uz sjeverni rub prometnice nalazi trgovina Tommy i autobusna postaja, a i pješačka staza uz sjeverni rub se ne nastavlja na zapadnom privozu.

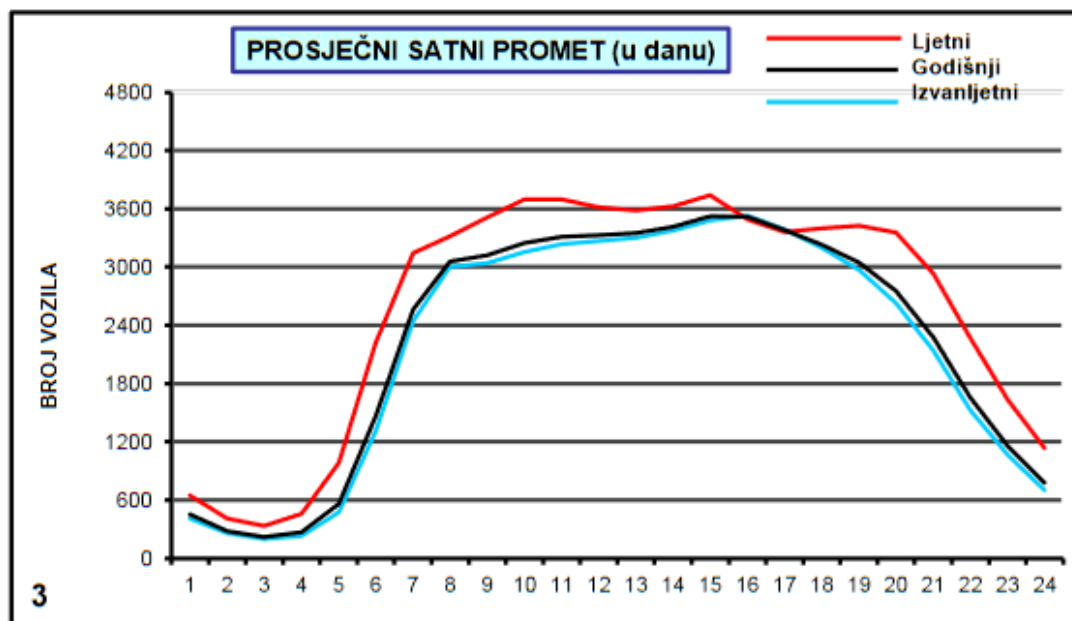
Proračun faktora vršnog sata je izvršen putem formule:

$$PHF = \frac{V_{60}}{4 \cdot V_{15}} = \frac{683}{4 \cdot 182} = 0,94$$

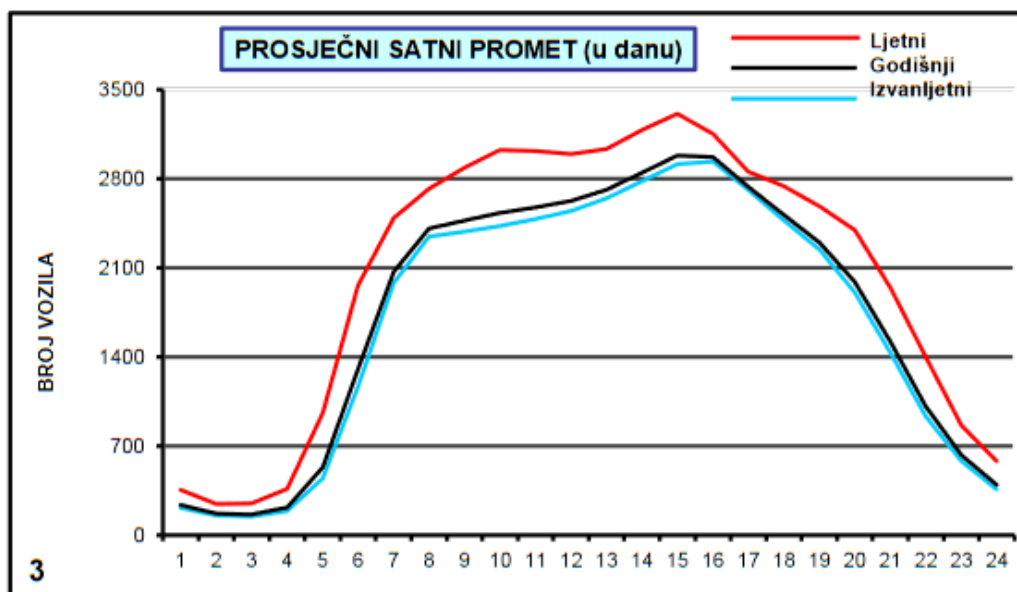
U Prilogu 1 na kraju ovog rada priložene su tablice i grafikoni s prikazom prometnog opterećenja na pojedinim privozima promatranog raskrižja. Opterećenje je prikazano po smjeru i strukturi prometa, u petnaestominutnim intervalima, za razdoblja kada je izvršeno brojenje na samoj lokaciji.

5.3. Prognoza prometa

Za utvrđivanje sezonskih povećanja prometnog opterećenja korišteni su podaci o brojenju prometa iz godišnjaka „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2019.“ [7] za brojačko mjesto 5422 Stobreč i brojačko mjesto 5441 Dračevac, gdje je priložen detaljni prikaz prosječnog satnog opterećenja tijekom 24 sata, posebno za ljetno i izvanljetno razdoblje te za prosječno cjelogodišnje razdoblje (slika 17.).



Slika 17. Prosječni satni promet na brojaču 5422 Stobreč [7]

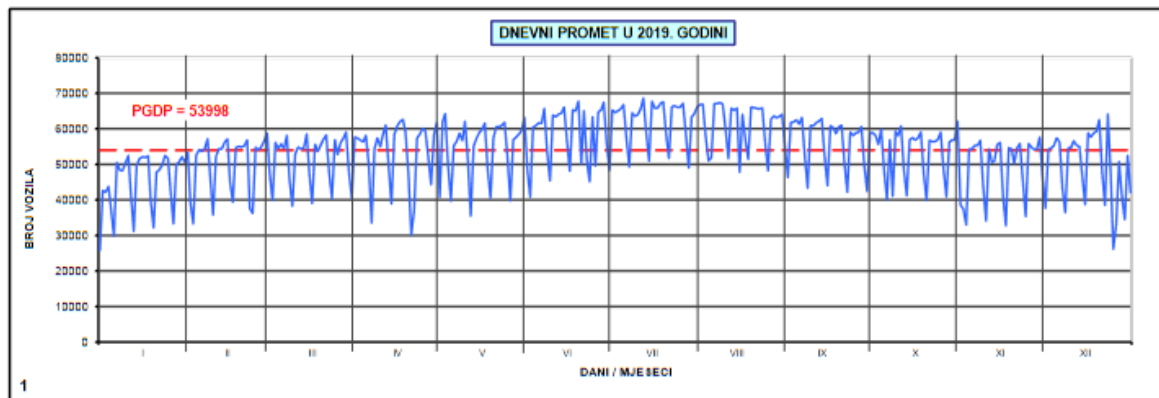


Slika 18. Prosječni satni promet na brojaču 5441 Dračevac [7]

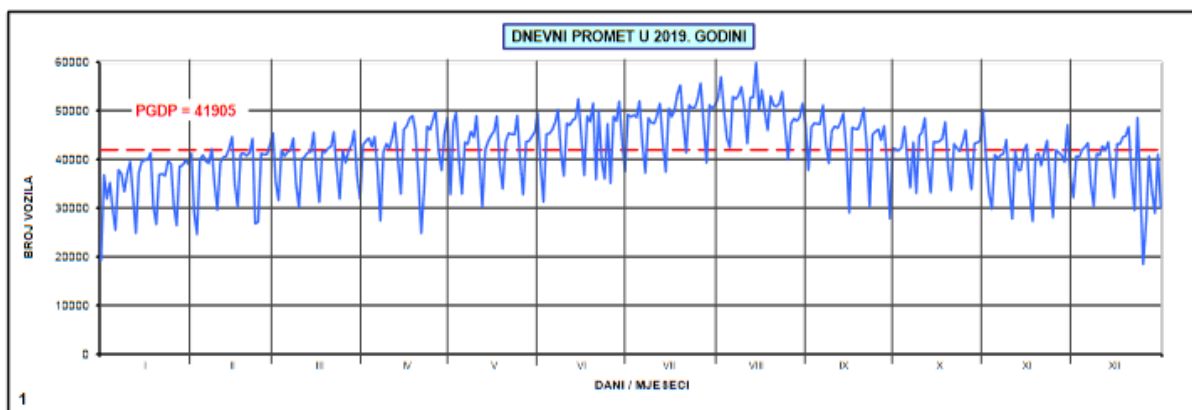
Prema prikazu slika 17. i 18. vidljiv je najveći prosječni satni promet vozila u jutarnjim satima, od 09:30 do 10:30 sati te popodnevnim od 15:00 do 16:00 sati. Opterećeni vremenski periodi odgovaraju dobu dana kada većina turista i stanovništva ide na plažu u ljetnim mjesecima. Iz ovih podataka može se uočiti da je prosječno satno opterećenje za brojačko mjesto Stobreč oko 19% veće u ljetnom periodu u usporedbi s izvanljetnim periodom (3750 voz/h u odnosu na 3150voz/h). Za brojačko mjesto Dračevac ovo povećanje iznosi oko 25% (3000 voz/h u odnosu na 2400voz/h).

Brojenje prometa izvršeno je u izvanljetnom periodu, mjesecima ožujku i travnju, zbog toga je potrebno prognozirati povećanje prometa za ljetni period (srpanj i kolovoz).

Budući da podaci o brojanju prometa u ljetnim mjesecima za promatrano raskrižje nisu dostupni, za projekciju prometnih opterećenja u vršnom ljetnom periodu korišteni su i podaci o dnevnom prometu po mjesecima iz godišnjaka „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2019.“[7] na brojačkom mjestu 5422 Stobreč i 5441 Dračevac (slika 19. i 20.).



Slika 19. Dnevni promet na brojaču 5422 Stobreč [7]



Slika 20. Dnevni promet na brojaču 5441 Dračevac [7]

Slika 17. prikazuje dnevni promet u 2019. godini za brojačko mjesto 5441 Dračevac. Iz prikaza je vidljivo da prometno opterećenje u mjesecu ožujku iznosi oko 45.000 (voz/dan), a u mjesecu kolovozu 60.000 (voz/dan). Povećanje prometa u ljetnom mjesecu je 33% u odnosu na ožujak.

Slika 18. prikazuje dnevni promet u 2019. godini za brojačko mjesto 5422 Stobreč, čije prometno opterećenje u mjesecu ožujku iznosi oko 57.000 (voz/dan), a u mjesecu kolovozu 66.000 (voz/dan). Povećanje prometa u ljetnom mjesecu je 16% u odnosu na ožujak. Navedeni podaci su podaci s brojača koji se nalaze na ulazu/izlazu iz grada i ne uzimaju u obzir povećanje prometa na predmetnom raskrižju koje se javlja kao posljedica odlaska lokalnog stanovništava na žnjansku plažu u ljetnim mjesecima. S obzirom na kolone koje se javljaju na samom raskrižju u ljetnim mjesecima, kao početno povećanje za prognozu prometa u ljetnom periodu uzeto je povećanje od 35%.

Temeljem postojećih podloga i informacija s terena utvrđeni su i ostali ulazni podaci: broj privoza, širina trakova i podaci o horizontalnoj i vertikalnoj signalizaciji.

6. Analiza odvijanja prometnih tokova

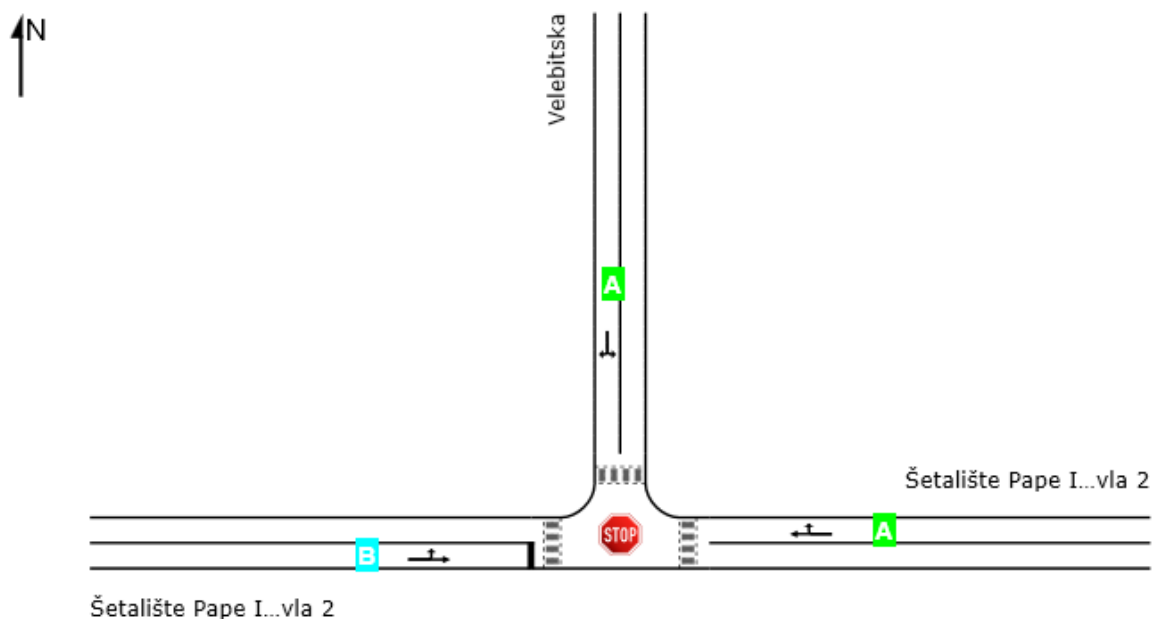
Kod svake prometne analize polazi se od definiranja kvalitete toka za postojeće stanje geometrije raskrižja i načina regulacije prometa te prometnog opterećenja.

Za provedbu analize i definiranje razine usluge, kao osnovnog parametra ocjene kvalitete prometnog toka i vremena zakašnjenja, korišten je analitički model prema HCM metodologiji uz primjenu programskog paketa SIDRA.

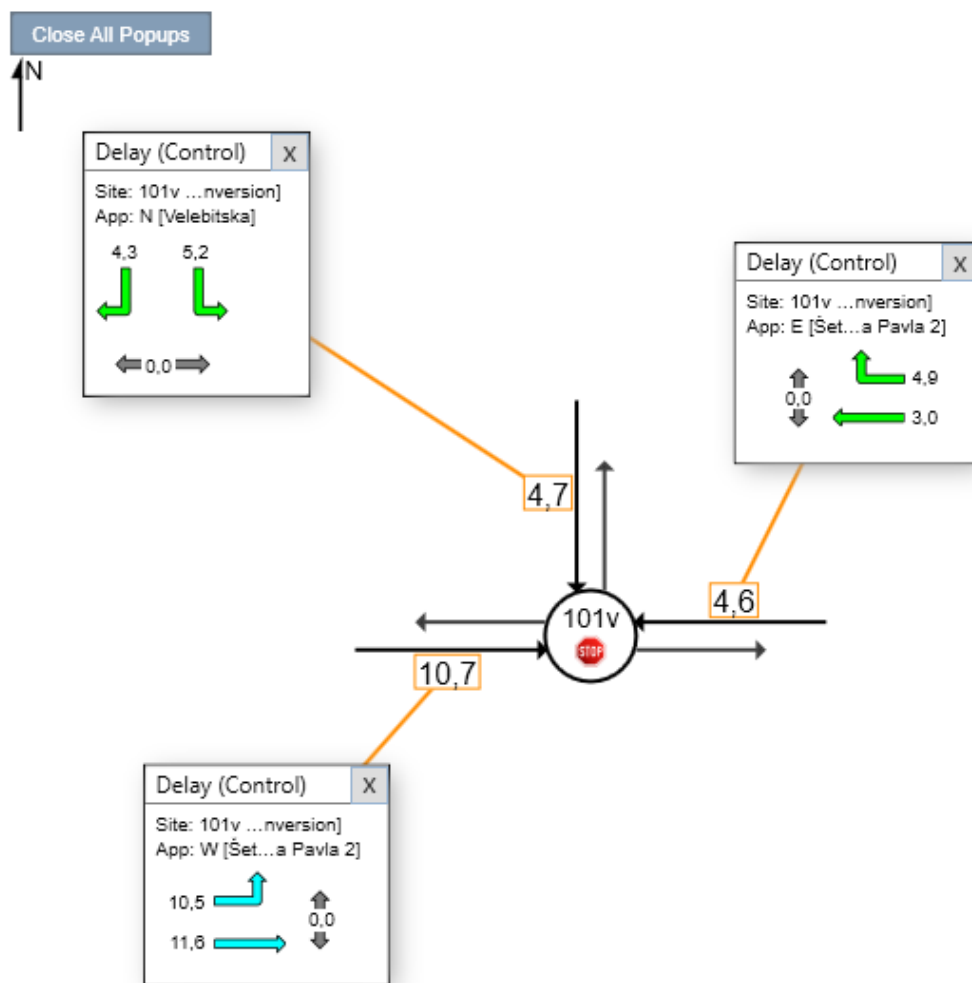
Opis analiziranih varijanti i dobivenih rezultata priložen je u nastavku.

6.1. Postojeće stanje – trokrako raskrižje

	Approaches			Intersection
	East	North	West	
LOS	NA	NA	B	NA



Slika 21. Razine usluge za postojeće trokrako raskrižje



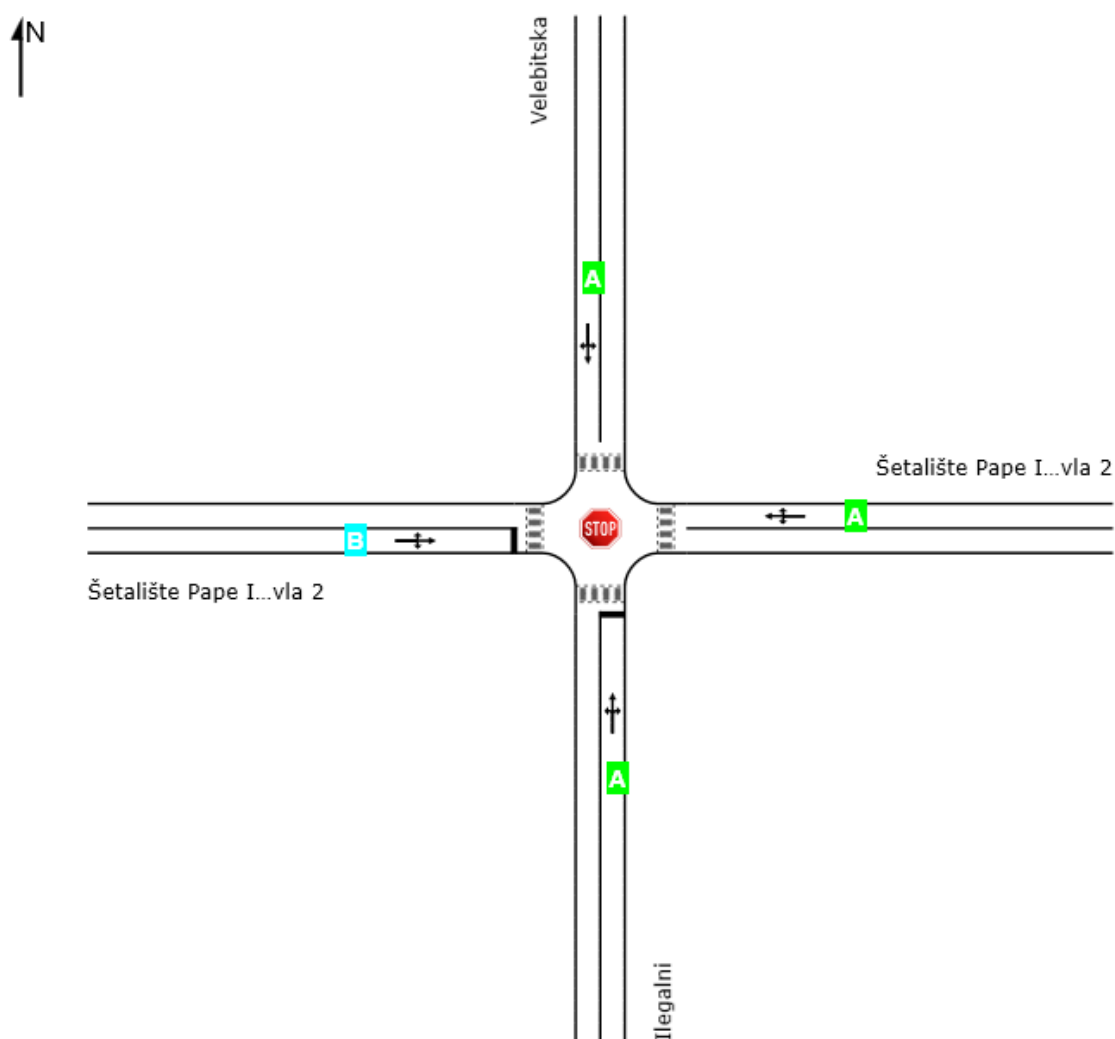
Slika 22. Vrijeme zakašnjenja za postojeće trokrako raskrižje

Prema podacima brojenja prometa na dan 27.3.2021. godine i prometnoj regulaciji na raskrižju, sa slike 22. možemo vidjeti kako su razine usluge vrlo dobre, dapače odlične, što odgovara stanju na terenu. Nema većih prosječnih zakašnjenja, a najlošija razina usluge je „B“.

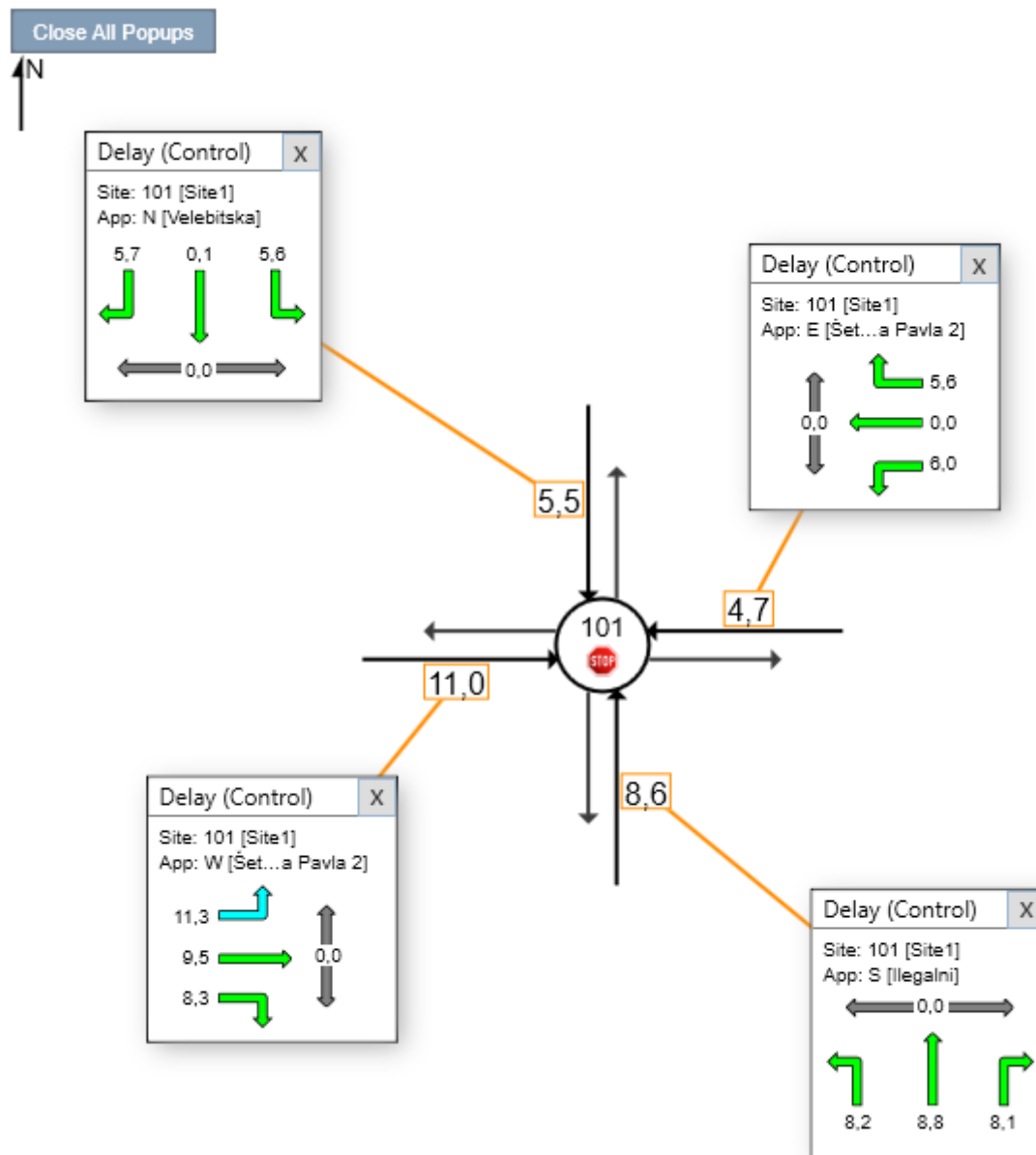
6.2. Postojeće stanje – s ilegalnim privozom

U ovoj varijanti analizirano je raskrižje sa ilegalnim privozom (ulaz/izlaz s parkinga). Slika 23. najbolji je prikaz odvijanja prometnih tokova na raskrižju u stvarnosti. Ilegalni privoz prikazan je kao dodatni privoz u raskrižje, što ga onda čini četverokrakim raskrižjem.

	Approaches				Intersection
	South	East	North	West	
LOS	A	NA	NA	B	NA



Slika 23. Razine usluge za postojeće četverokrako raskrižje



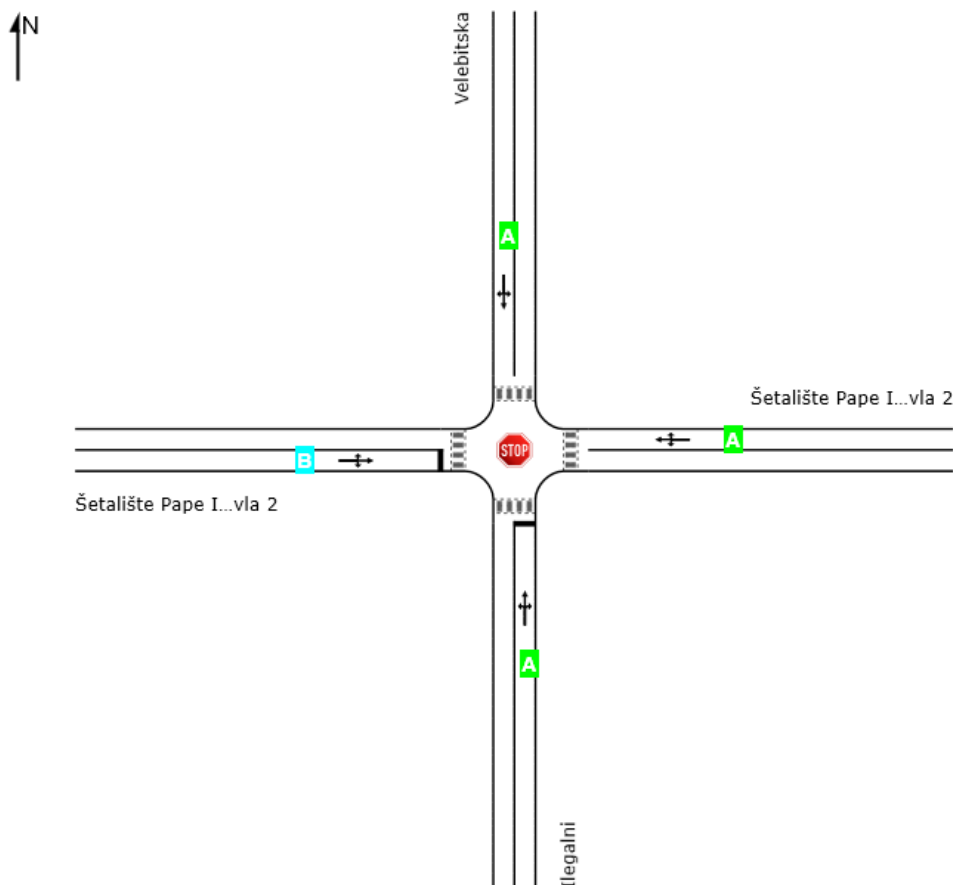
Slika 24. Vrijeme zakašnjenja za postojeće četverokrako raskrižje

Usporedimo li dobivene podatke (slika 24.) sa podacima prethodne varijante (slika 22.), uočavamo kako se javljaju blaga povećanja prosječnih zakašnjenja, pogotovo na zapadnom privozu za smjer lijevo i istočnom privozu za smjer desno, koji su glavni izlaz s žnjanskog platoa. Razine usluge su zadovoljavajuće.

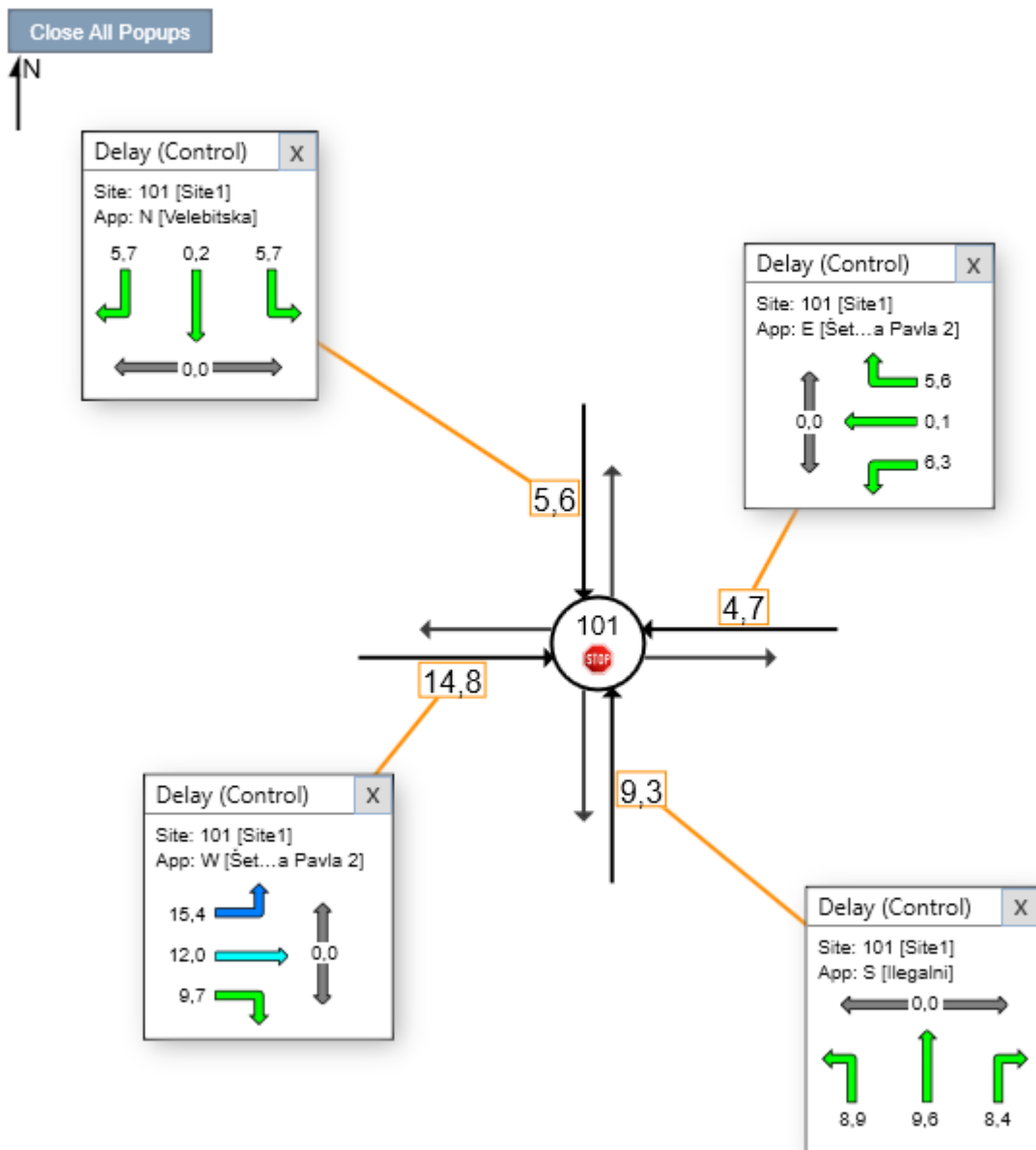
6.3. Postojeće stanje s ilegalnim privozom – ljetni period

Varijanta četverokrakog raskrižja s ilegalnim privozom, najbolje prikazuje odvijanje prometnih tokova u stvarnosti. Ilegalni privoz koristi se kao ulaz/izlaz s parkinga na žnjanskom platou (parking plaže Žnjan). Raskrižje je najopterećenije u ljetnom periodu i najčešće se koristi ilegalni privoz. Geometrija je identična prethodnoj varijanti, ali je prometno opterećenje povećano za 35% (prognoza povećanja prometa u ljetnom periodu).

LOS	Approaches				Intersection
	South	East	North	West	
A	NA	NA	B	NA	



Slika 25. Razine usluge za postojeće četverokrako raskrižje u ljetnom periodu



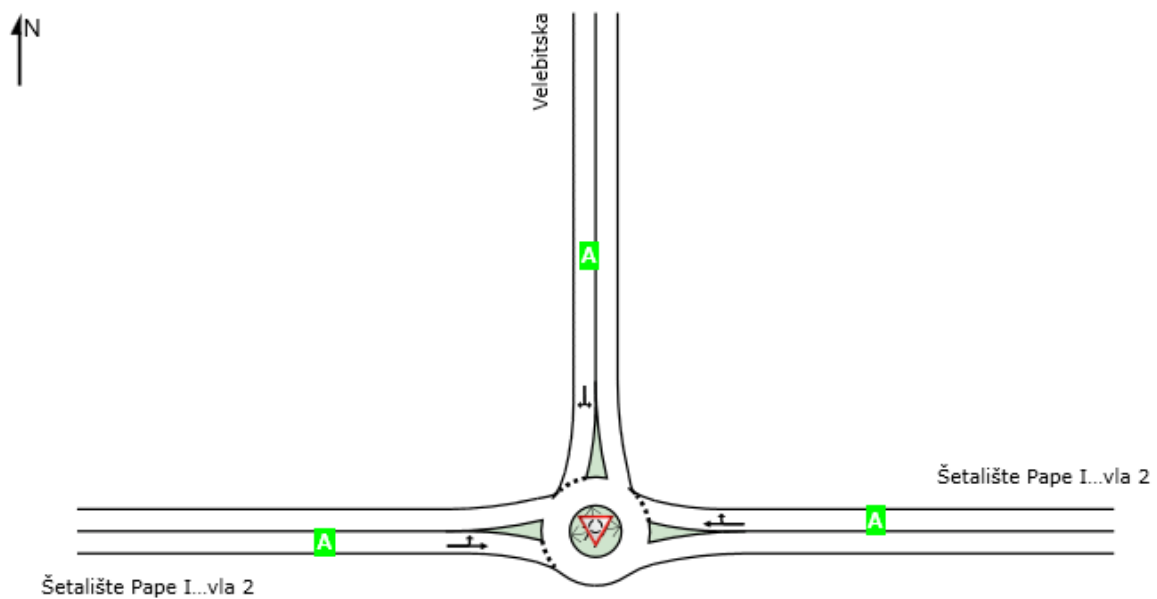
Slika 26. Vrijeme zakašnjenja za postojeće četverokrako raskrižje u ljetnom periodu

Blago su povećana prosječna vremena zakašnjenja na svim privozima (slika 26.), a najviše na zapadnom privozu gdje je za lijeve skretače vrijeme zakašnjenja poraslo za 4 sek/voz.

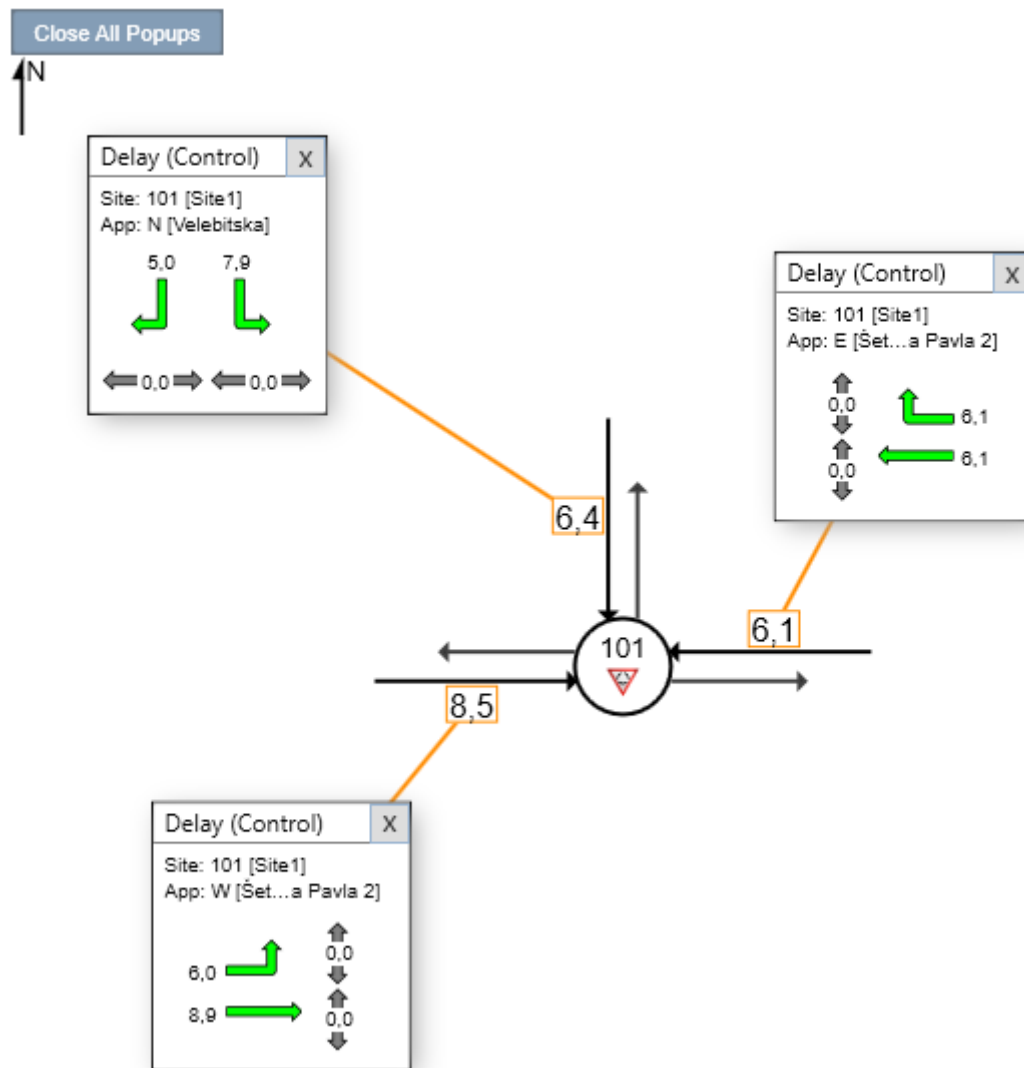
6.4. Idejno rješenje – kružni tok

Idejnim rješenjem predviđena je rekonstrukcija postojećeg raskrižja u kružno raskrižje u svrhu poboljšanja kontinuiteta toka i protočnosti. Podaci dobiveni brojenjem prometa temelj su za analizu idejnog rješenja.

	Approaches			Intersection
	East	North	West	
LOS	A	A	A	A



Slika 27. Razine usluge za idejno rješenje



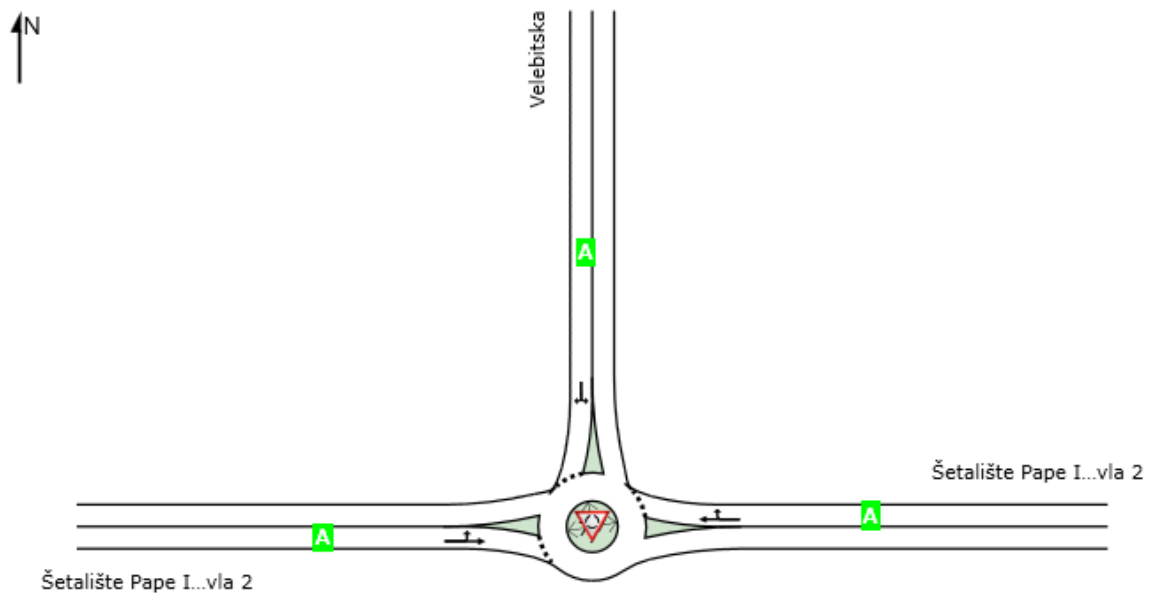
Slika 28. Vrijeme zakašnjenja za idejno rješenje

Usporedimo li podatke sa slika 25. i 26. s podacima sa slika 27. i 28. vidljivo je da rekonstrukcija postojećeg raskrižja u kružno raskrižje dovodi do bolje protočnosti raskrižja. Razina usluge na zapadnom privozu u tom bi slučaju prešla s razine B na razinu A.

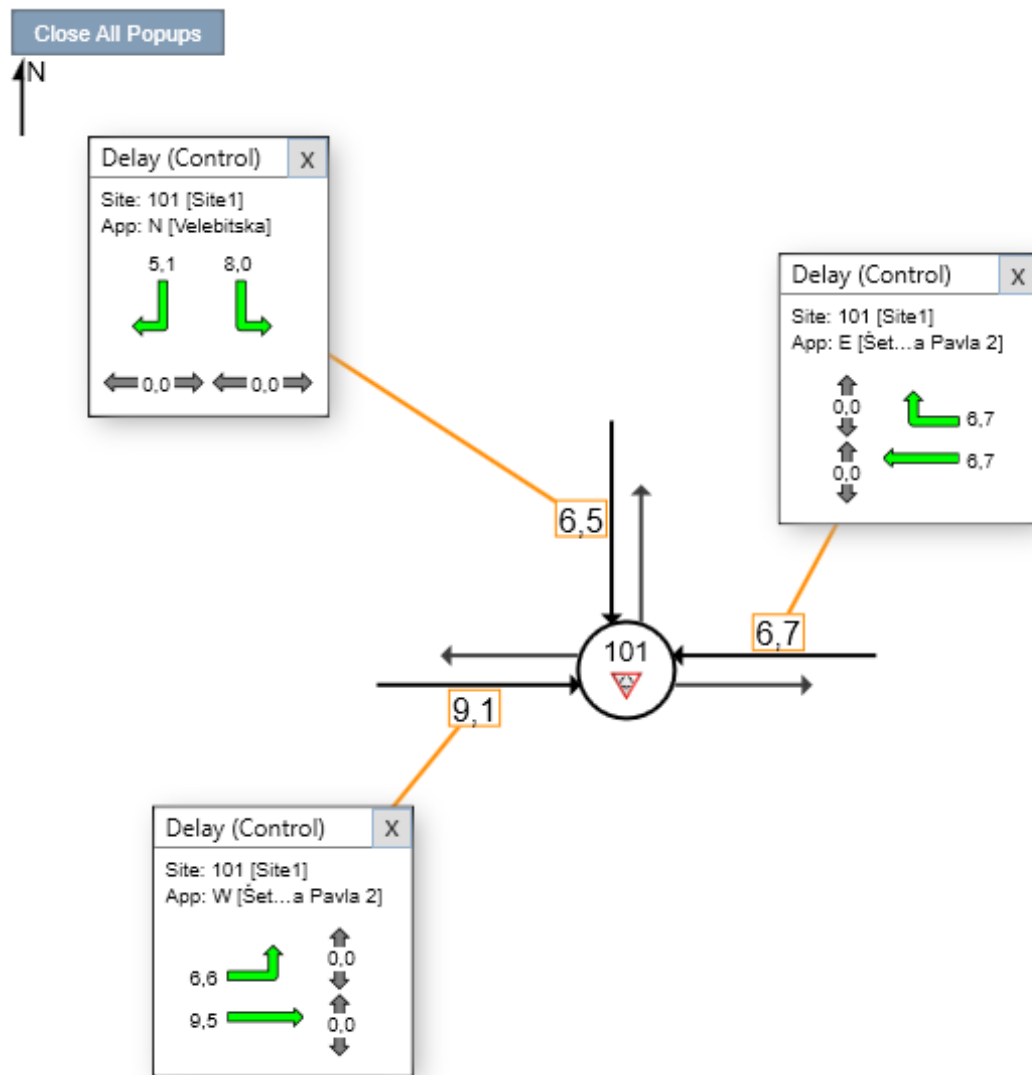
6.5. Kružni tok – ljetni period

Prognozom povećanja prometnog opterećenja na raskrižju simuliran je ljetni period. Prognoza povećanja izvršena je iz podataka dobivenih iz godišnjaka „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2019.“ za brojače 5422 Stobreč i 5441 Dračevac. Odabrano povećanje je 35%.

	Approaches			Intersection
	East	North	West	
LOS	A	A	A	A



Slika 29. Razine usluge za idejno rješenje u ljetnom periodu



Slika 30. Vrijeme zakašnjenja za idejno rješenje u ljetnom periodu

Na slikama 29. i 30. vidljivo je blago povećanje prosječnog vremena zakašnjenja na svim privozima, 0,6 sek/voz za zapadni i istočni privoz, a 0,1 sek/voz za sjeverni. Povećanjem prometnog opterećenja za ljetni period, razina usluge ne mijenja se u odnosu na izvanljetni period. Međutim, ovdje treba naglasiti da je povećanje uzeto s obzirom na brojače prometa koji su na rubu grada, a za očekivati je da su unutar gradska kretanja prema plaži i višestruko veća u ljetnom periodu nego u vrijeme brojenja (ožujak). Stoga je u daljnjem koraku analize izvršeno postepeno povećanje prometnog opterećenja.

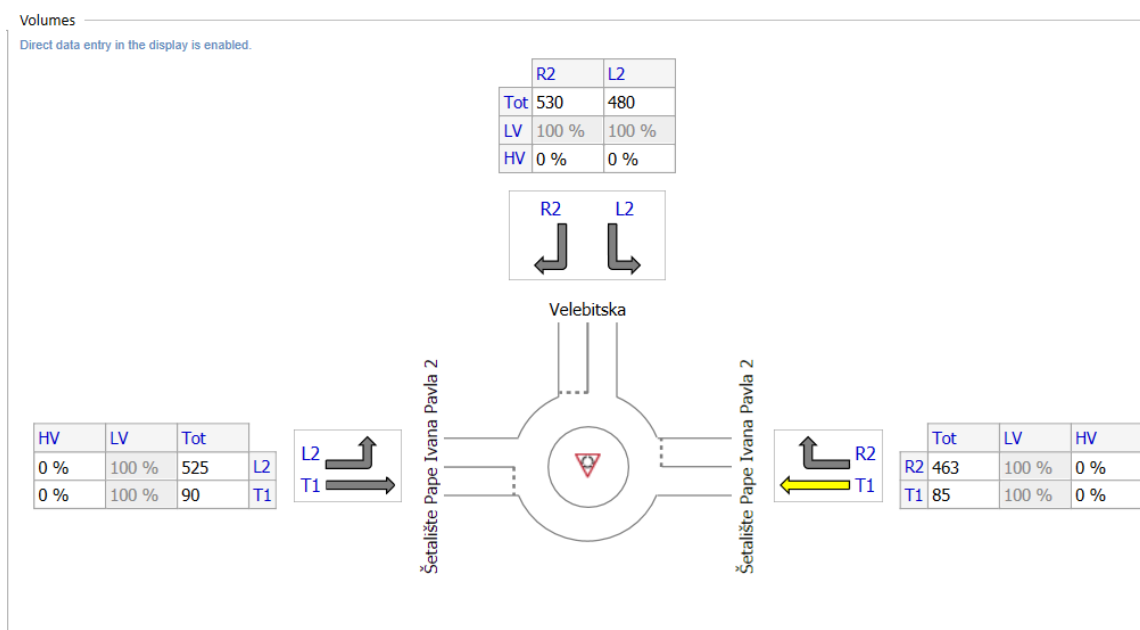
U usporedbi s postojećim rješenjem, za prometno opterećenje u ljetnom periodu, varijanta s kružnim tokom ima manja prosječna zakašnjenja, a time i bolju razinu usluge.

6.6. Analiza osjetljivosti

Za planiranu varijantu s kružnim tokom, ispitala se granica mogućnosti povećanja prometnog opterećenja, izražena u postotcima, na način da se postupno povećavalo prometno opterećenje sve dok se na nekom od privoza nije dosegla krajnja granica razine usluge za raskrižje tj. razina usluge na granici kapaciteta. Kako na predmetnom raskrižju nisu vršena brojanja u ljetnom razdoblju, u proračunima je izvršeno povećanje prometa na svim privozima jednako.

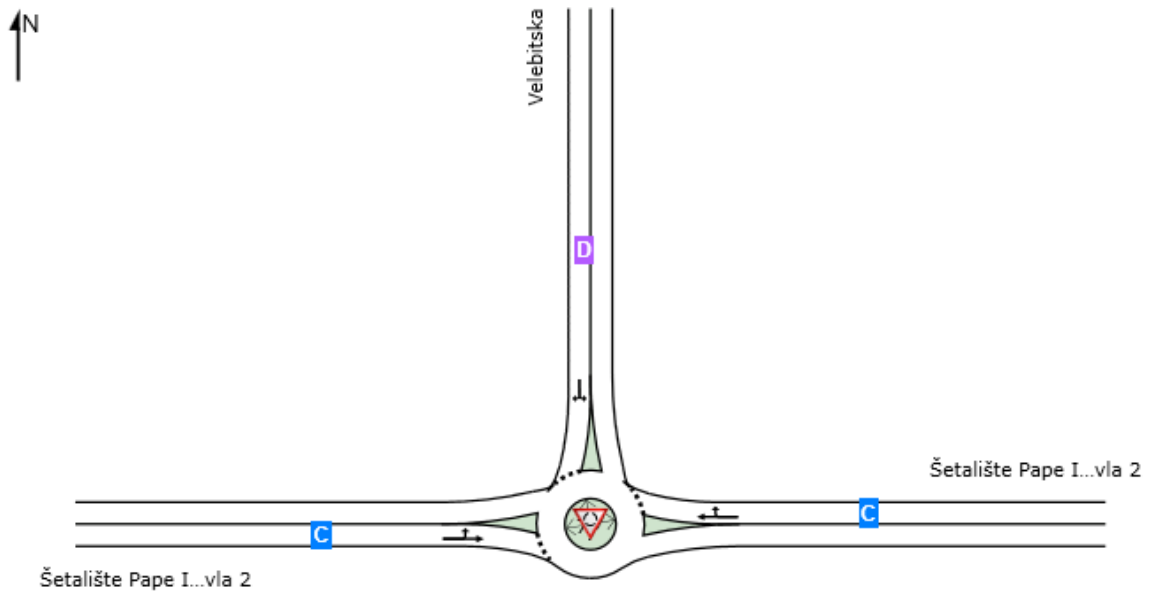
Analizom osjetljivosti tj. postepenim povećanjem prometnog opterećenja analizirana je situacija u kojoj dolazi do većih zakašnjenja na raskrižju tj. do stvaranja kolona i zagušenja raskrižja. Postepeno povećavajući prometno opterećenje korakom od 20% određuje se granica funkcionalnosti raskrižja dok jedan od privoza ne dosegne krajnju razinu usluge D što je na granici kapaciteta. Korak povećanja kreće od podataka korištenih u analizi za ljetni period. Na ovaj način može se barem približno predvidjeti koliko povećanje prometa bi mogao primiti kružni tok s pretpostavkom da je raspodjela po privozima ista kao u postojećem stanju.

Postepenim povećanjem prometnog opterećenja korakom od 20%, dolazimo do podatka da se zagušenje raskrižja javlja pri povećanju od ,5 puta u odnosu na procjenu za ljetni period, (slika 32. i 33.) odnosno povećanje od 3,38 puta u odnosu na izbrojani promet u ožujku.

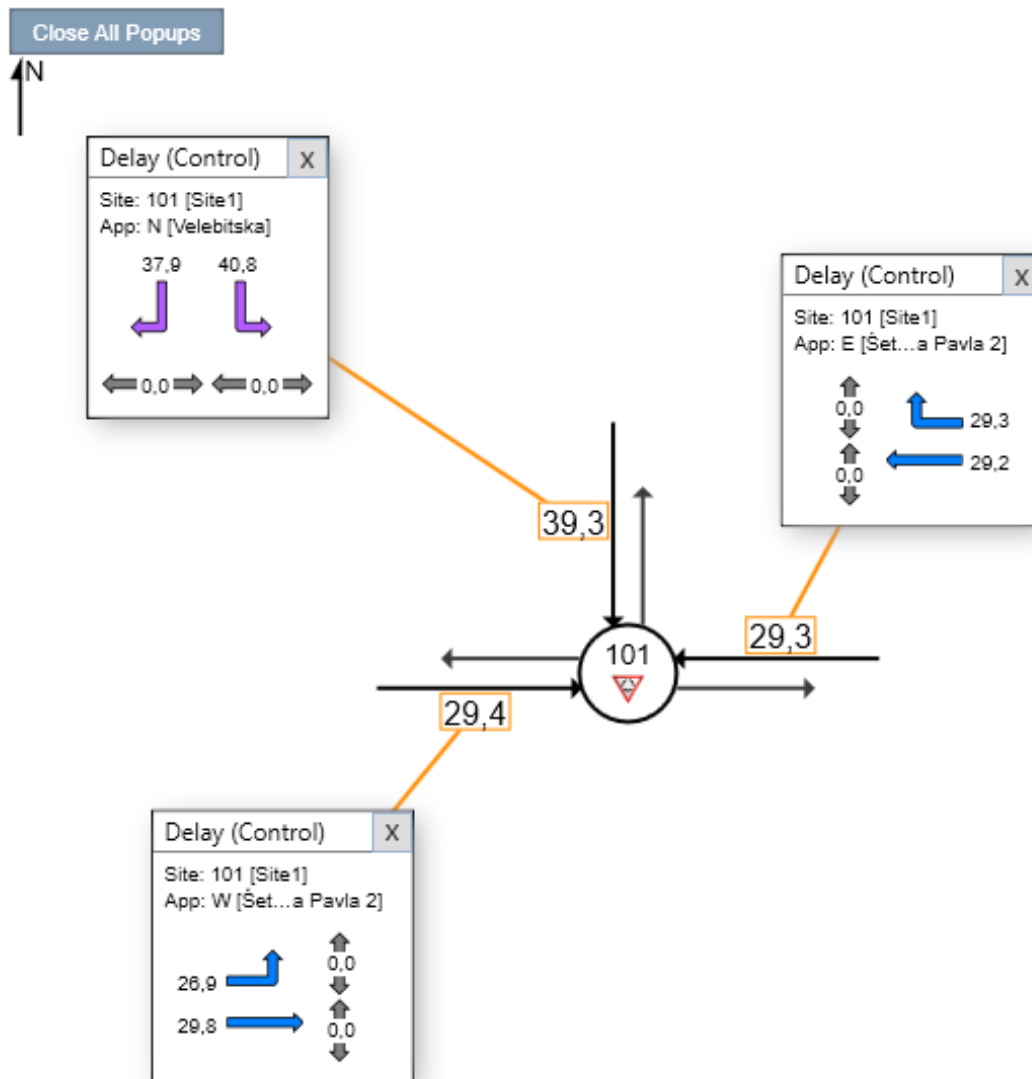


Slika 31. Shematski prikaz opterećenja po privozima

	Approaches			Intersection
	East	North	West	
LOS	C	D	C	C



Slika 32. Razine usluge za povećanje prometa 3,38 puta u odnosu na promet u ožujku



Slika 33. Vrijeme zakašnjenja za povećanje prometa 3,38 puta u odnosu na promet u ožujku

7. Zaključak

Predmetno raskrižje Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II predstavlja glavnu vezu grada s plažom Žnjan. U ljetnom periodu kroz raskrižje prolazi znatno više vozila u odnosu na ostalo doba godine te sadašnje stanje zahtjeva rekonstrukciju. Idejno rješenje rekonstrukcije (građevinsko i prometno rješenje) izrađeno je u granicama obuhvata i ograničenjima zadanim DPU-om [1].

Analize provedene u okviru ovog rada imale su zadatak usporediti postojeće stanje s idejnim rješenjem rekonstrukcije u kružni tok. Za usporedbu korišten je analitički model, a kao parametar za usporedbu korišten je podatak o prosječnom zakašnjenju po privozu i odgovarajuća razina usluge.

U stvarnosti, postojeće raskrižje koristi se kao četverokrako zbog ilegalnog privoza ulaza/izlaza s parkinga, što za posljedicu ima blago povećanje prosječnog vremena zakašnjenja u odnosu na varijantu trokrakog raskrižja.

U nedostatku podataka o prometu u ljetnim mjesecima, korišteni su podaci o prometu iz publikacije „ Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske 2019.“ [7] te je za potrebe analize opterećenje povećano za 35% što možda ne odgovara realnom stanju jer korišteni podaci s brojača prometa ne evidentiraju unutargradska kretanja, ali otvara mogućnost usporedbe kružnog toka i postojećeg rješenja. Dobiveni podaci nam ukazuju da varijanta s kružnim tokom ima manja prosječna zakašnjenja, a time i bolju razinu usluge u odnosu na postojeće stanje.

Analizom osjetljivosti raskrižja s korakom povećanja od 20%, dobiveni su podaci prema kojima do zagušenja dolazi pri povećanju prometnog opterećenja za 3,38 puta u odnosu na izbrojani promet u ožujku.

Prema rezultatima dobivenih analizama u ovom radu, proizlazi zaključak da bi izvedbom rekonstrukcije postojećeg raskrižja u kružno raskrižje bila zadovoljena funkcionalnost u ljetnom periodu. Raskrižje ostaje funkcionalno sve dok ne dođe do zagušenja pri povećanju prometnog opterećenja za 3,38 puta u odnosu na izvanljetni period, uz postepeno pogoršanje razine usluge i povećanje prosječnog vremena zakašnjenja.

8. Literatura

1. DPU grada Splita

<https://www.split.hr/ukljuci-se/prostorno-planska-dokumentacija/planovi-na-snazi/dpu-i-na-snazi>

2. Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama

<https://hrvatske-ceste.hr/hr/stranice/tehnicka-dokumentacija/dokumenti/45-smjernice-za-projektiranje-kruznih-raskrizja>

3. Obrazloženje izmjena i dopuna Detaljnog plana uređenja priobalnog područja Trstenik-Radoševac

HTTPS://WWW.SPLIT.HR/DESKTOPMODULES/BRING2MIND/DMX/API/ENTRIES/DOWNLOAD?LANGUAGE=HR-HR&COMMAND=CORE_DOWNLOAD&ENTRYID=3875&PORTALID=0

4. Prometna signalizacija na kružnim raskrižjima

https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf

5. Prometni znakovi i oprema

<https://www.signal.hr/hr/>

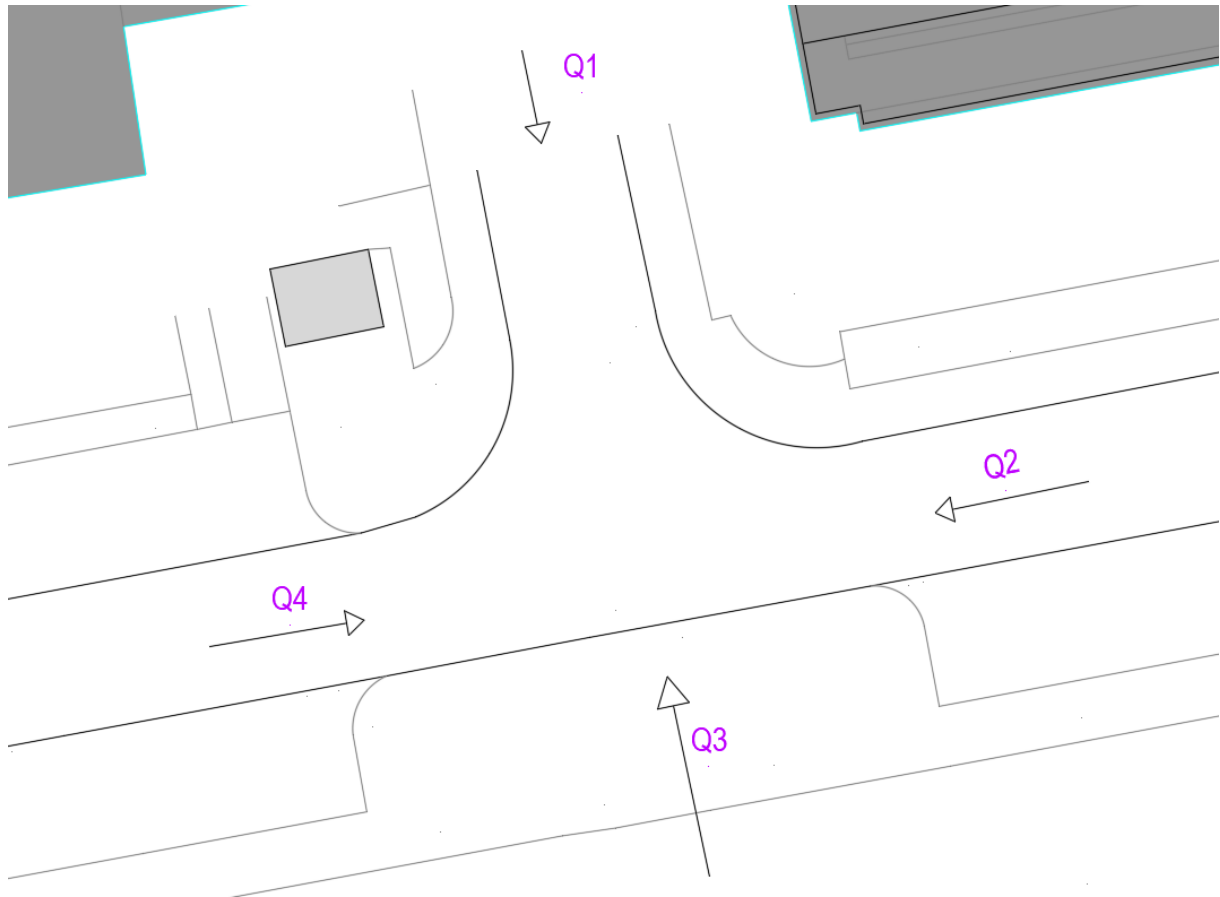
6. ANALIZA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA NA DIONICI DRŽAVNE CESTE DC8 U OMIŠU (Sveučilište u Splitu – Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu)

7. Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske u 2019.

https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/887/Brojenje_prometa_na_cestama_Republike_Hrvatske_godine_2019.pdf

PRILOG 1

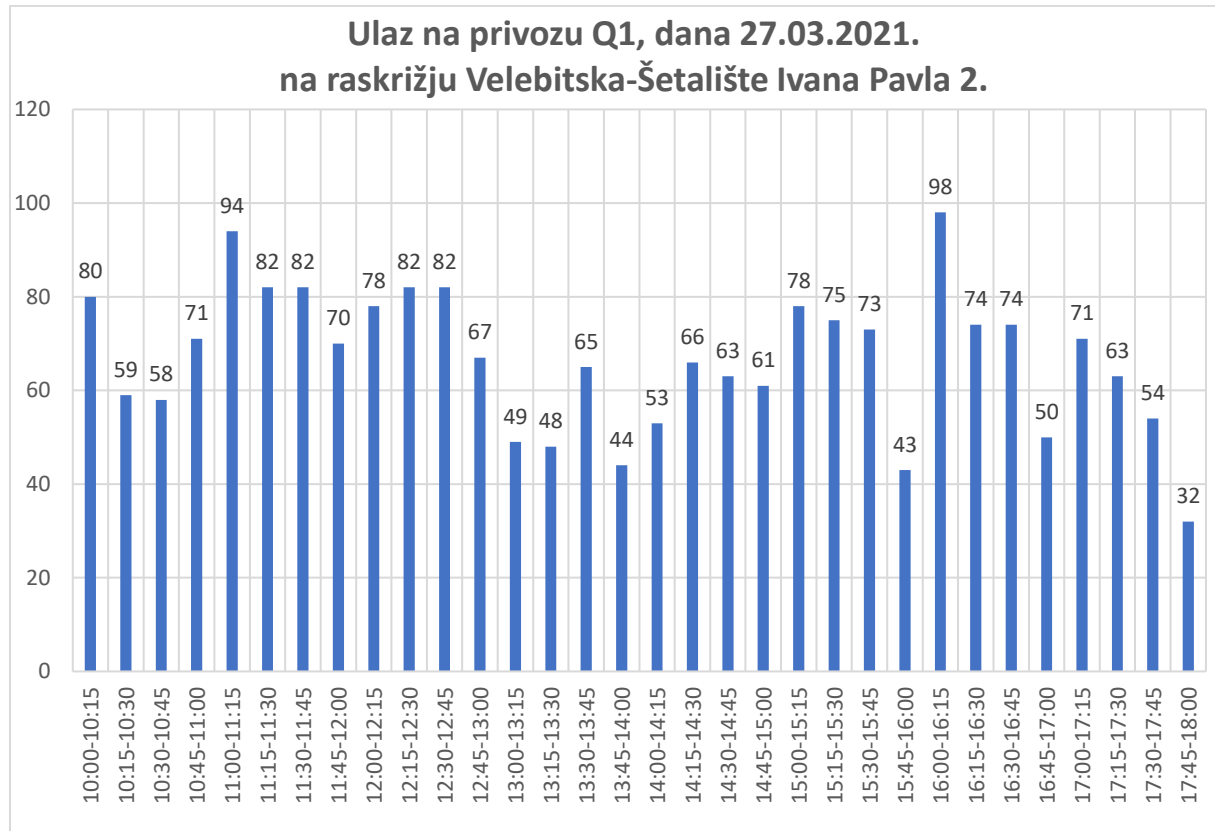
Brojenje prometa na raskrižju Velebitske ulice i
Šetališta Pape Ivana Pavla II.



Slika 34. Shematski prikaz raskrižja s oznakom privoza

Tablica 2. Prometno opterećenje na privozu Q1

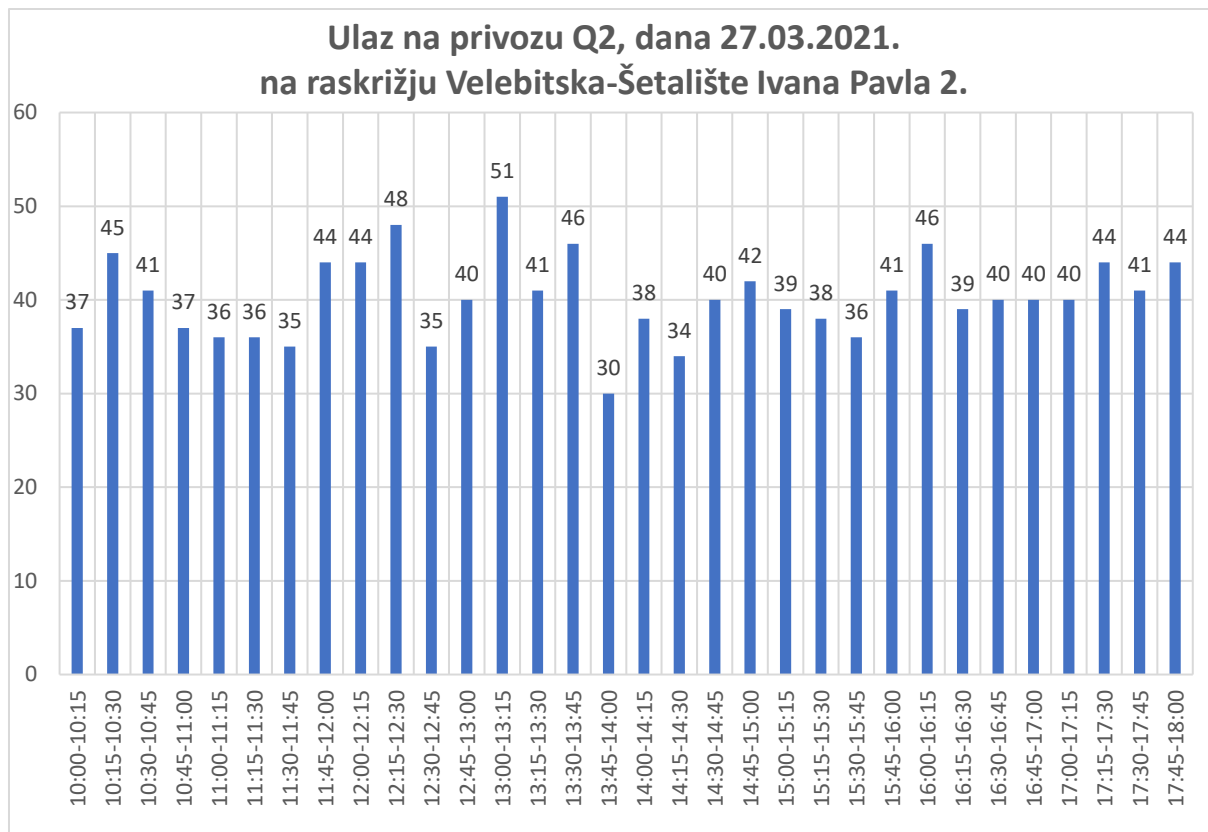
Vrijeme:	SMJER												Q1	
	S1L				S1P				S1D					
	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT		
10:00-10:15	38			1	1					39			1	80
10:15-10:30	23				2					34				59
10:30-10:45	20	1		1						35			1	58
10:45-11:00	24									47				71
11:00-11:15	33	1		1	2					56			1	94
11:15-11:30	22	1			2					57				82
11:30-11:45	22	1		3	3					53				82
11:45-12:00	22				5					43				70
12:00-12:15	25	1		3	2					45			2	78
12:15-12:30	38	1			2					40			1	82
12:30-12:45	36			2	1					41			2	82
12:45-13:00	37	1		1	2					24			2	67
13:00-13:15	21			2	2					22			2	49
13:15-13:30	22	1		1	1					23				48
13:30-13:45	29	1			3					32				65
13:45-14:00	26	1		1						15			1	44
14:00-14:15	32	1			1					19				53
14:15-14:30	28			2	2					34				66
14:30-14:45	25	1		1	2			1		32			1	63
14:45-15:00	29			1						31				61
15:00-15:15	29	1		1	1					44		1	1	78
15:15-15:30	28									44			3	75
15:30-15:45	22	1		1	3					44			2	73
15:45-16:00	16	1		1						25				43
16:00-16:15	39									58			1	98
16:15-16:30	21	1			1					50			1	74
16:30-16:45	26	1		2						45				74
16:45-17:00	22			2	2					24				50
17:00-17:15	30	1		2	3					34			1	71
17:15-17:30	31	1		2	1					28				63
17:30-17:45	31				2					21				54
17:45-18:00	17				1					14				32
Ukupno:	864	19	0	31	47	0	0	1		1153	0	1	23	2139



Grafikon 3. Grafički prikaz prometnog opterećenja po periodima od 15 minuta za privoz Q1

Tablica 3. Prometno opterećenje na privozu Q2

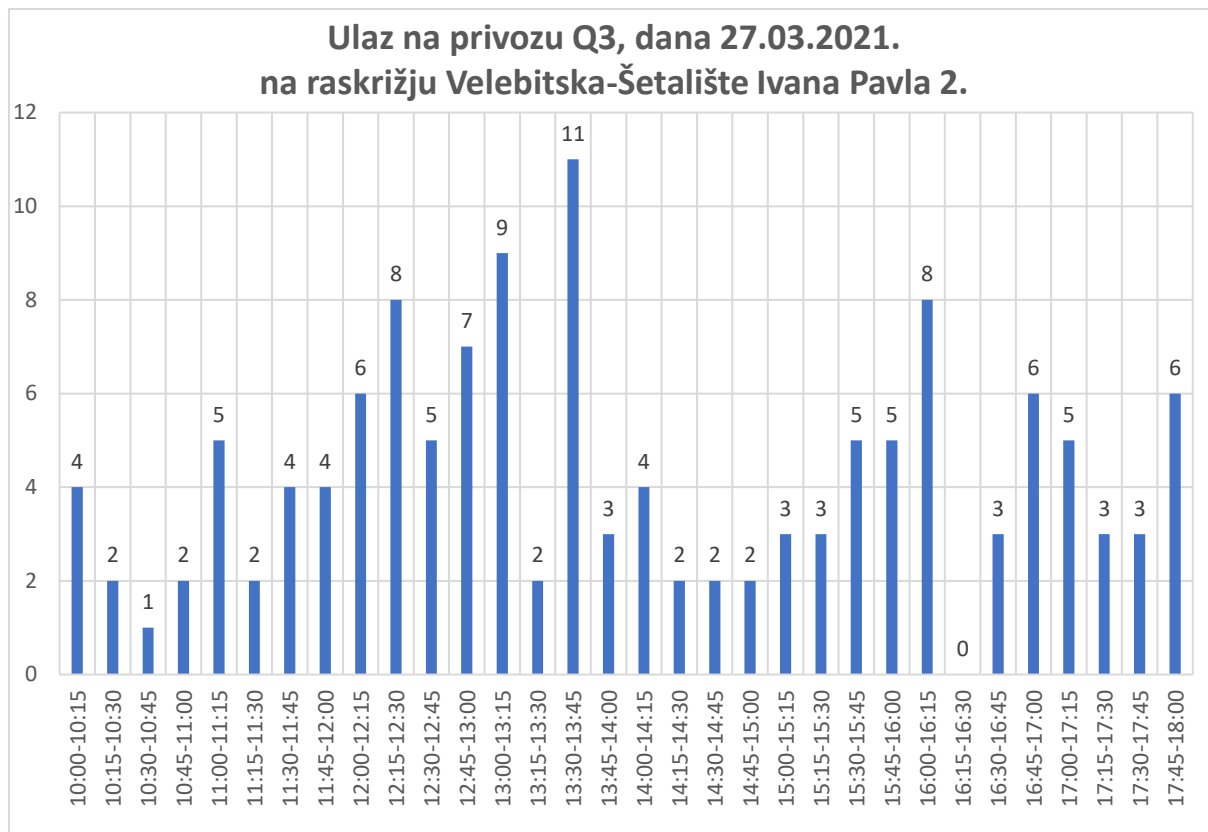
Vrijeme:	SMJER												Q1
	S1L				S1P				S1D				
	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT	
10:00-10:15	2				6				28			1	37
10:15-10:30	2				5				37			1	45
10:30-10:45	1				7			1	31	1			41
10:45-11:00					4				30	1		2	37
11:00-11:15					7				28			1	36
11:15-11:30					2				33	1			36
11:30-11:45					7				27			1	35
11:45-12:00					3				39	1		1	44
12:00-12:15	1				4			1	36	2			44
12:15-12:30					7				40			1	48
12:30-12:45					5				28	1		1	35
12:45-13:00					8				31	1			40
13:00-13:15	1				9				38			3	51
13:15-13:30					3				35	1		2	41
13:30-13:45					6				38	1		1	46
13:45-14:00					4				26				30
14:00-14:15	1				4				32	1			38
14:15-14:30	1				7				24			2	34
14:30-14:45	1								36	1		2	40
14:45-15:00					9				31	1		1	42
15:00-15:15					10			2	25			2	39
15:15-15:30					6				30	1		1	38
15:30-15:45					13			1	19	1		2	36
15:45-16:00	1				6				31			3	41
16:00-16:15	1			1	8				34	1		1	46
16:15-16:30					6				32	1			39
16:30-16:45					8				32				40
16:45-17:00	1				5				32	1		1	40
17:00-17:15					3				36			1	40
17:15-17:30	1				3				39	1			44
17:30-17:45					5				34			2	41
17:45-18:00					3				40	1			44
Ukupno:	14	0	0	1	183	0	0	5	1032	20	0	33	1288



Grafikon 4. Grafički prikaz prometnog opterećenja po periodima od 15 minuta za privoz Q2

Tablica 4. Prometno opterećenje na privozu Q3

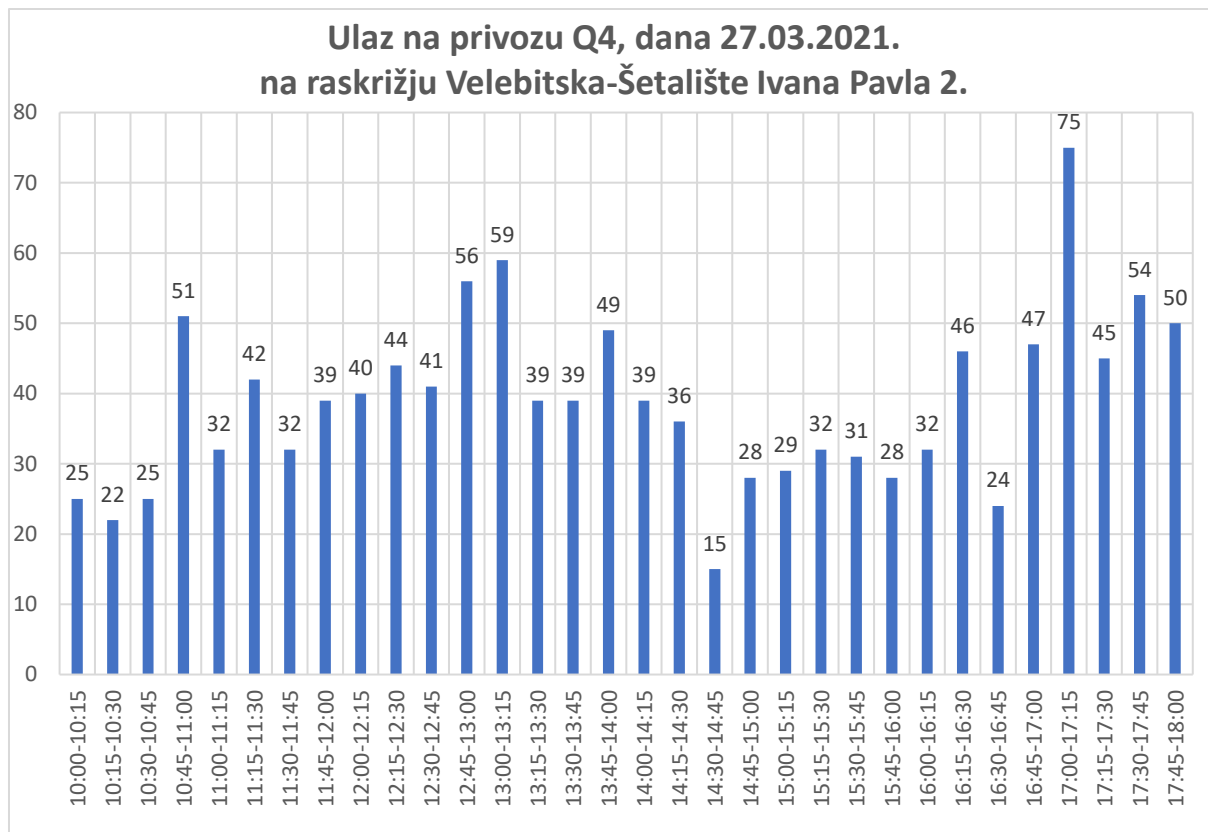
Vrijeme:	SMJER												Q1	
	S1L				S1P				S1D					
	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT		
10:00-10:15					4									4
10:15-10:30					2									2
10:30-10:45					1									1
10:45-11:00										2				2
11:00-11:15	1				3				1					5
11:15-11:30					2									2
11:30-11:45					4									4
11:45-12:00					4									4
12:00-12:15					6									6
12:15-12:30					4				4					8
12:30-12:45					4				1					5
12:45-13:00					6				1					7
13:00-13:15	1				7				1					9
13:15-13:30					2									2
13:30-13:45					10				1					11
13:45-14:00					3									3
14:00-14:15					3				1					4
14:15-14:30					2									2
14:30-14:45					1				1					2
14:45-15:00					1				1					2
15:00-15:15					3									3
15:15-15:30					1			1	1					3
15:30-15:45	1				4									5
15:45-16:00					5									5
16:00-16:15					6			1	1					8
16:15-16:30														0
16:30-16:45	1				2									3
16:45-17:00					6									6
17:00-17:15	1			1	3									5
17:15-17:30					3									3
17:30-17:45					3									3
17:45-18:00					4			1	1					6
Ukupno:	5	0	0	1	109	0	0	3	17	0	0	0		135



Grafikon 5. Grafički prikaz prometnog opterećenja po periodima od 15 minuta za privoz Q3

Tablica 5. Prometno opterećenje na privozu Q4

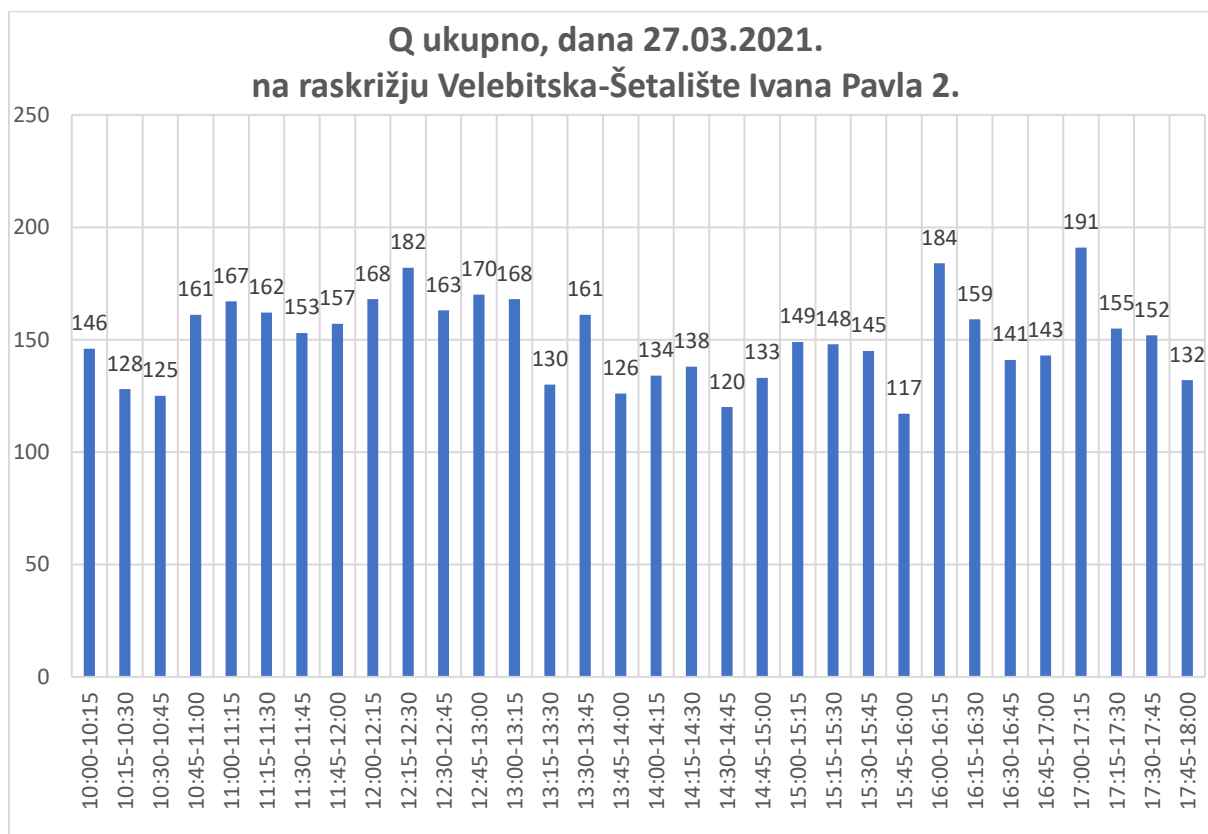
Vrijeme:	SMJER												Q1	
	S1L				S1P				S1D					
	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT	PA	BUS	TA	MT		
10:00-10:15	16			1	8									25
10:15-10:30	15				5					2				22
10:30-10:45	18			2	4					1				25
10:45-11:00	47				4									51
11:00-11:15	24			1	6			1						32
11:15-11:30	30				12									42
11:30-11:45	24				8									32
11:45-12:00	34				5									39
12:00-12:15	34				6									40
12:15-12:30	38			2	4									44
12:30-12:45	34				7									41
12:45-13:00	47				8			1						56
13:00-13:15	53			1	4			1						59
13:15-13:30	32			1	6									39
13:30-13:45	30			2	7									39
13:45-14:00	38			2	9									49
14:00-14:15	35				3					1				39
14:15-14:30	30				6									36
14:30-14:45	14				1									15
14:45-15:00	20				6					2				28
15:00-15:15	21			1	7									29
15:15-15:30	27			1	4									32
15:30-15:45	22		2	1	6									31
15:45-16:00	20			3	5									28
16:00-16:15	25			1	6									32
16:15-16:30	38			2	6									46
16:30-16:45	19			5										24
16:45-17:00	44				3									47
17:00-17:15	65			1	9									75
17:15-17:30	34				11									45
17:30-17:45	48			1	5									54
17:45-18:00	43				7									50
Ukupno:	1019	0	2	28	188	0	0	3		6	0	0	0	1246



Grafikon 6. Grafički prikaz prometnog opterećenja po periodima od 15 minuta za privoz Q4

Tablica 6. Ukupno prometno opterećenje

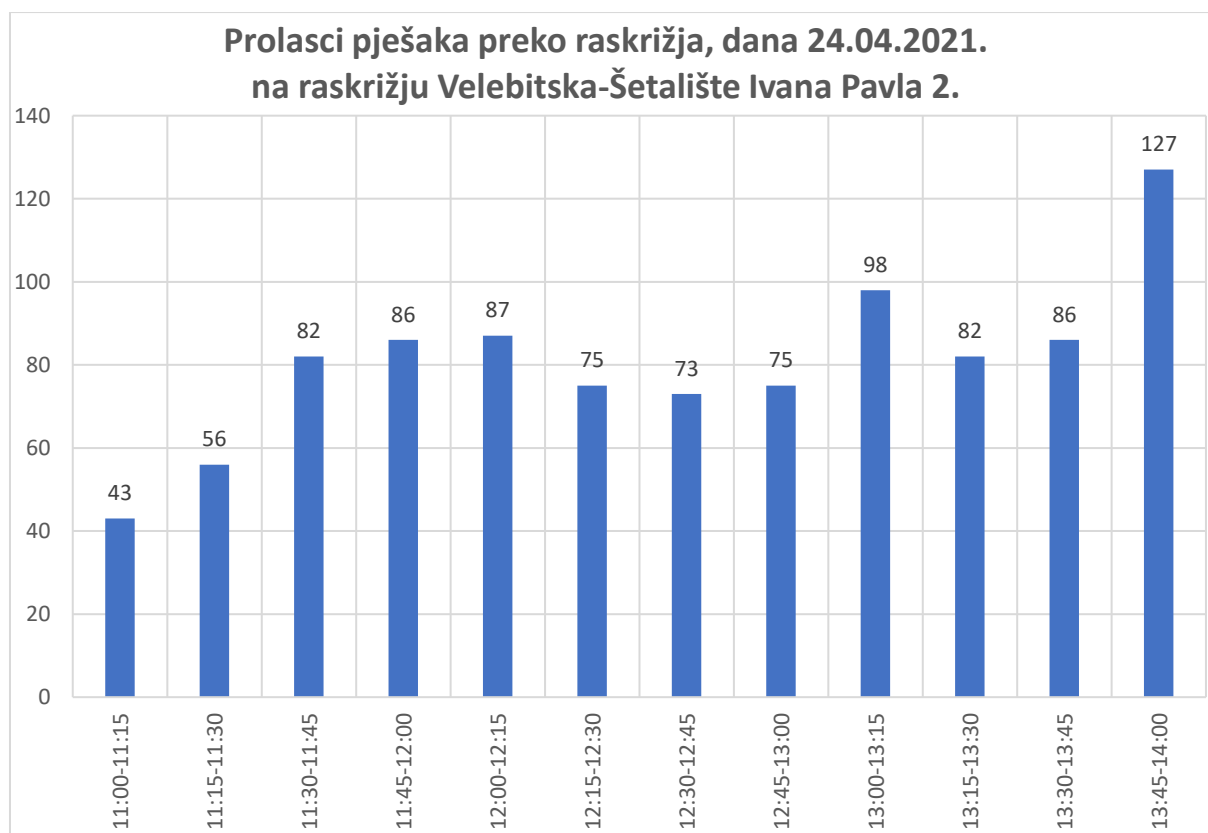
Vrijeme:	Q1	Q2	Q3	Q4	Qukupno
10:00-10:15	80	37	4	25	146
10:15-10:30	59	45	2	22	128
10:30-10:45	58	41	1	25	125
10:45-11:00	71	37	2	51	161
11:00-11:15	94	36	5	32	167
11:15-11:30	82	36	2	42	162
11:30-11:45	82	35	4	32	153
11:45-12:00	70	44	4	39	157
12:00-12:15	78	44	6	40	168
12:15-12:30	82	48	8	44	182
12:30-12:45	82	35	5	41	163
12:45-13:00	67	40	7	56	170
13:00-13:15	49	51	9	59	168
13:15-13:30	48	41	2	39	130
13:30-13:45	65	46	11	39	161
13:45-14:00	44	30	3	49	126
14:00-14:15	53	38	4	39	134
14:15-14:30	66	34	2	36	138
14:30-14:45	63	40	2	15	120
14:45-15:00	61	42	2	28	133
15:00-15:15	78	39	3	29	149
15:15-15:30	75	38	3	32	148
15:30-15:45	73	36	5	31	145
15:45-16:00	43	41	5	28	117
16:00-16:15	98	46	8	32	184
16:15-16:30	74	39	0	46	159
16:30-16:45	74	40	3	24	141
16:45-17:00	50	40	6	47	143
17:00-17:15	71	40	5	75	191
17:15-17:30	63	44	3	45	155
17:30-17:45	54	41	3	54	152
17:45-18:00	32	44	6	50	132
Ukupno:	2139	1288	135	1246	4808



Grafikon 7. Grafički prikaz ukupnog prometnog opterećenja

Tablica 7. Broj pješaka kroz raskrižje u vršnom satu

Vrijeme:	Q1	Q2	Q4	Qukupno
11:00-11:15	5	29	9	43
11:15-11:30	7	40	9	56
11:30-11:45	18	49	15	82
11:45-12:00	16	45	25	86
12:00-12:15	12	58	17	87
12:15-12:30	9	43	23	75
12:30-12:45	11	39	23	73
12:45-13:00	11	48	16	75
13:00-13:15	14	53	31	98
13:15-13:30	15	43	24	82
13:30-13:45	17	54	15	86
13:45-14:00	13	100	14	127
UKUPNO vršni sat:	43	188	79	



Grafikon 8. Grafički prikaz broja pješaka

PRILOG 2

Grafički dio

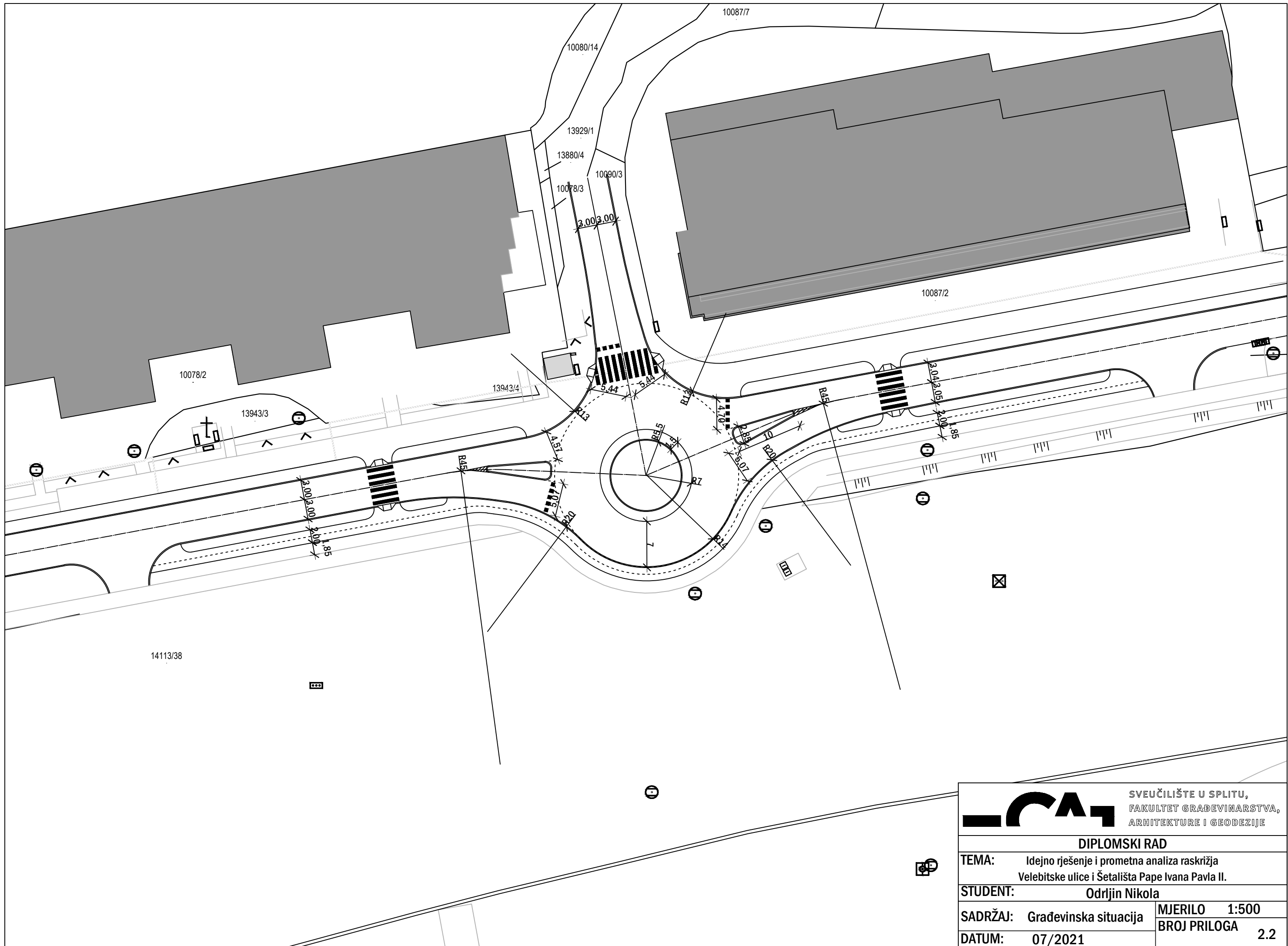
2.1. Pregledna situacija

2.2. Građevinska situacija

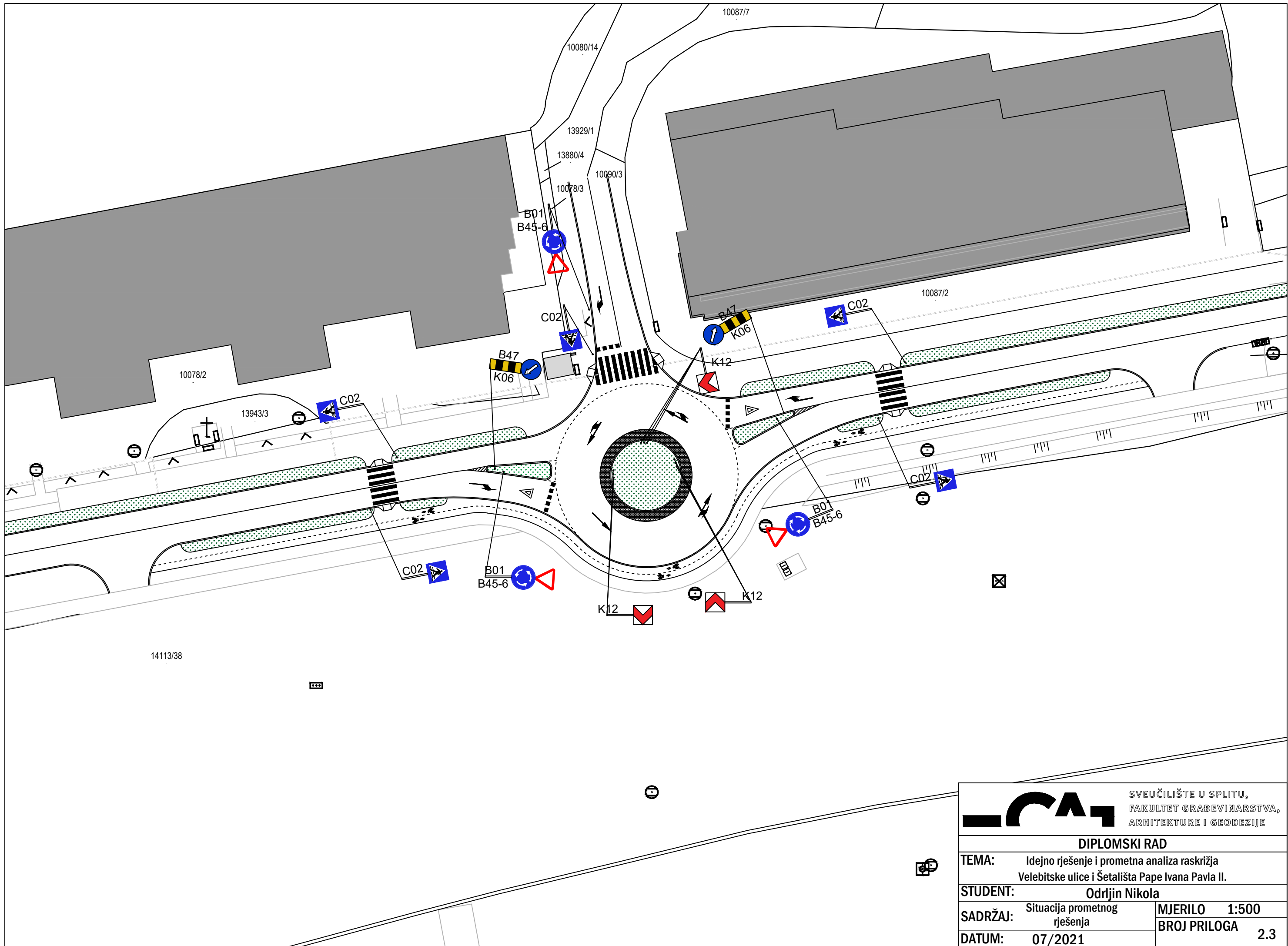
2.3. Situacija prometnog rješenja



	SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
DIPLOMSKI RAD	
TEMA: Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetalište Pape Ivana Pavla II.	
STUDENT: Odrlijin Nikola	
SADRŽAJ: Pregledna situacija	MJERILO 1:2500
DATUM: 07/2021	BROJ PRILOGA 2.1



		SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
DIPLOMSKI RAD			
TEMA:		Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II.	
STUDENT:		Odrlijin Nikola	
SADRŽAJ:		Građevinska situacija	MJERILO 1:500
DATUM:		07/2021	BROJ PRILOGA 2.2



 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE			
		DIPLOMSKI RAD	
TEMA:		Idejno rješenje i prometna analiza raskrižja Velebitske ulice i Šetališta Pape Ivana Pavla II.	
STUDENT:		Odrlijin Nikola	
SADRŽAJ:		Situacija prometnog rješenja	MJERILO 1:500 BROJ PRILOGA 2.3
DATUM:		07/2021	