

Osiguravanje preglednosti na vangradskim i gradskim cestama

Kučiš, Katja

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:996230>

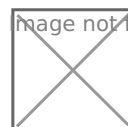
Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Katja Kučiš

Osiguravanje preglednosti na vangradskim i gradskim cestama

Završni rad

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni prijediplomski studij
Ceste**

**Katja Kučiš
JMBAG: 0114032806**

Osiguravanje preglednosti na vangradskim i gradskim cestama

Završni rad

Rijeka, rujan 2023.

IZJAVA

Završni rad izradila sam samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



Katja Kučić

U Rijeci, 13.09.2023.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici, prof.dr.sc Aleksandri Deluka – Tibljaš na pomoći i savjetima tijekom izrade završnog rada. Također se zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su mi bili velika podrška tijekom studiranja.

SAŽETAK

U projektnom zadatku završnog rada zadana je postojeća prometnica uz koju treba pregledati i proračunati preglednost u 3 segmenta: analizu preglednosti u krivini i analizu zaustavnog puta na dionici ceste na kojoj je predviđen pješački prijelaz i preglednost za prolaz kroz zonu raskrižja.

U prvom dijelu rada opisana je povijest i razvoj cestogradnje, te se prikazuje podjela prometnica i njihovi osnovni tehnički elementi prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati, istražujući istovremeno i ključnu ulogu sigurnosti u prometu.

Glavni dio rada odnosi se na sigurnost na vangradskom i gradskom području jer je zadana dionica ceste na području Grada Opatije ujedno i državna cesta (D66) s funkcijom povezivanja šireg područja Rijeke sa općinama Lovran i Mošćenička Draga. Spomenuta cesta istovremeno je i glavna gradska cesta uz koju se vežu stambeni i privredni objekti sa brojnim priključcima i raskrižjima, uz to postoji i izraženi pješački promet.

Sve navedeno može dovesti do smanjenja sigurnosti odvijanja prometa – motornog i pješačkog, a u novije vrijeme i sve intenzivnijeg biciklističkog prometa. Osiguravanjem preglednosti pozitivno se utječe na sigurnost odvijanja svih vidova prometa.

KLJUČNE RIJEČI

zaustavna preglednost, preglednost u krivinama vangradske ceste, gradske ceste, krivine, pješački prijelazi, cestovna sigurnost

ABSTRACT

In the project task of the final thesis, an existing road is assigned, along which it is necessary to review and calculate visibility in 3 segments: visibility analysis in curves, stopping distance analysis on the road section where a pedestrian crossing is planned, and visibility for passing through the intersection zone.

In the first part of the assignment, the history and development of road construction are described, and the classification of roads and their basic technical elements according to the "Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti", while simultaneously exploring the key role of traffic safety.

The main part of the work focuses on safety in both rural and urban areas, as the assigned road section in the city of Opatija is also a state road (D66) with the function of connecting the wider area of Rijeka with the municipalities of Lovran and Mošćenička Draga. This road is also the main city road with numerous connections and intersections linking residential and commercial buildings, along with significant pedestrian traffic. All of the above can lead to a reduction in the safety of traffic flow, both motorized and pedestrian, and more recently, an increasing volume of bicycle traffic. Ensuring visibility positively impacts the safety of all forms of traffic flow.

KEYWORDS

Stopping visibility, rural road curve visibility, urban road curve visibility, curves, pedestrian crossings, road safety

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| SADRŽAJ..... | 7 |
| 1.UVOD | 1 |
| 2.CESTE | 2 |
| 3.OSNOVNI TEHNIČKI ELEMENTI | 8 |
| Sigurnost cestovnog prometa..... | 11 |
| 4. OSIGURAVANJE PREGLEDNOSTI..... | 13 |
| 4.1. Osiguravanje preglednosti na vangradskim cestama | 13 |
| 4.2. Osiguravanje preglednosti na gradskim cestama | 16 |
| 4.2.1. Proračun zaustavne preglednosti prema Hrvatskim standardima | 17 |
| 4.2.2. Proračun zaustavne preglednosti prema PIARC-u | 18 |
| 4.3.1. Postupak provjere preglednosti na raskrižjima prema hrvatskim smjernicama | 21 |
| 4.3.2 Preglednost pri prolazu kroz raskrižje (PIARC metoda)..... | 23 |
| 4.3.3 Provjera preglednosti unutar kružnih raskrižja..... | 25 |
| 5. ANALIZA I PRORAČUN PREGLEDNOSTI NA ZADANOJ DIONICI | 26 |
| 5.1. Opis cestovne mreže grada Opatije..... | 27 |
| 5.2. Analiza preglednosti u krivini na zadanoj dionici..... | 29 |
| 5.3. Analiza preglednosti u zoni odabranih raskrižja | 33 |
| 5.4. Analiza zaustavne preglednosti na prilazima pješačkim prijelazima izvan raskrižja | 50 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 62 |
| 7.LITERATURA..... | 63 |

Popis tablica

| | |
|---|----|
| <i>Tablica 1. Minimalne širine prometnih trakova [8]</i> | 11 |
| <i>Tablica 2. Zaustavna preglednost P_z [10]</i> | 14 |
| <i>Tablica 3. Ovisnost širine preglednosti $b(m)$ o V_r, R_{min} i P_z [10]</i> | 15 |
| <i>Tablica 4. Prikaz tipičnih vrijednosti [11]</i> | 19 |
| <i>Tablica 5. Prikaz preporučenih udaljenosti zaustavne preglednosti [11]</i> | 20 |
| <i>Tablica 6. Duljine preglednosti za vozila na sporednoj cesti [12]</i> | 22 |
| <i>Tablica 7. Prikaz vrijednosti projektirane brzine u ovisnosti s duljinom preglednosti kod trokuta preglednosti [11]</i> | 25 |
| <i>Tablica 8. Usporedba projektnih elemenata glavne mjesne ulice i ostalih ulica [8]</i> | 27 |

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 1. Mreža cesta u rimskim provincijama Dalmatia i Pannonia [1]..... | 2 |
| Slika 2. Prikaz današnje autoceste u RH [2]..... | 3 |
| Slika 3. Autocesta A1 Zagreb - Split [5]..... | 5 |
| Slika 4. Glavna mjesna ulica grada Rijeke [6]..... | 6 |
| Slika 5. Sabirna ulica u Rijeci – primjer [7]..... | 6 |
| Slika 6. Prikaz ostalih ulica (opskrbne, kolno-pješački pristupi) [6]..... | 7 |
| Slika 7. Vrste kolnika prema rasporedu i broju prometnih trakova [3]..... | 8 |
| Slika 8. Elementi poprečnog presjeka [6]..... | 10 |
| Slika 9. Vennov dijagram podsustava čovjek, vozilo, cesta i okolica [9]..... | 12 |
| Slika 10. Grafikon dužine zaustavne preglednosti u ovisnosti o računskoj brzini i uzdužnom nagibu [10]..... | 14 |
| Slika 11. Elementi horizontalne preglednosti [10]..... | 15 |
| Slika 12. Elementi vertikalne preglednosti [10]..... | 16 |
| Slika 13. Prikaz preglednosti kod približavanja raskrižju [11]..... | 17 |
| Slika 14. Zaustavna preglednost l_{p1} na privozu iz sporedne ceste [8]..... | 18 |
| Slika 15. Potrebne duljine preglednosti [8]..... | 18 |
| Slika 16. Zaustavna preglednost temeljena na prvoj jednadžbi [11]..... | 20 |

| | |
|---|----|
| Slika 17. Prikaz dva tipa raskrižja s obveznim i bez obveznog zaustavljanja [12] | 21 |
| Slika 18. Prikaz raskrižja sa obveznim zaustavljanjem i njegovim vrijednostima [12] | 22 |
| Slika 19. Primjeri uključivanja vozila sa sporednog pravca u promet glavne ceste [11] .. | 23 |
| Slika 20. Prikaz potrebnih duljina preglednosti [11] | 24 |
| Slika 21. Preporučene duljine preglednosti koje treba primjenjivati [13] | 25 |
| Slika 22. Ortofoto prikaz zadane dionice [14] | 26 |
| Slika 23. Prikaz glavne mjesne ulice - Nova cesta Opatija [7] | 27 |
| Slika 24. Poprečni profil Ul. Nove ceste [14] | 28 |
| Slika 25. Poprečni profil Ulice nove ceste s autobusnom stanicom [14] | 28 |
| Slika 26. Grafički prikaz preglednosti u krivini 1 [14] | 30 |
| Slika 27. Grafički prikaz preglednosti u krivini 2 [14] | 31 |
| Slika 28. Grafički prikaz preglednosti u krivini 3 [14] | 32 |
| Slika 29. Raskrižje 1 - privoz 1 Nova Cesta, privoz 2 V. Spinčića, privoz 3 Nova cesta, privoz 4 E. Bošnjaka [14]..... | 33 |
| Slika 30. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 1 desno skretanje (iz privoza 2 u privoz 3) [14] | 34 |
| Slika 31. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 1 za lijevo skretanje (iz privoza 2 u privoz 1) [14]..... | 35 |
| Slika 32. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 1 za desno skretanje(iz privoza 4 u privoz 1) i lijevo skretanje (iz privoza 4 u privoz 3) [14] | 36 |
| Slika 33. Raskrižje 2 - Privoz 1 Nova cesta, privoz 2 Ul. Velog Jože, privoz 3 Nova cesta, privoz 4 Vrutki ulica [14]..... | 37 |
| Slika 34. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 2 (desno skretanje iz privoza 2 u privoz 1) [14] | 38 |
| Slika 35. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 2 (lijevo skretanje iz privoza 2 u privoz 3) [14] | 39 |
| Slika 36. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 2 za lijevo skretanje (iz privoza 4 u privoz 1) [14]..... | 40 |
| Slika 37. Raskrižje 3 - Privoz 1 Nova cesta, privoz 2 Ul. Joakima Rakovca, privoz 3 Nova cesta [14] | 41 |

| | |
|---|----|
| Slika 38. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 3 za desno skretanje (iz privoza 2 u privoz 3) [14]..... | 42 |
| Slika 39. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 3 za lijevo skretanje (iz privoza 2 u privoz 1) [14]..... | 43 |
| Slika 40. Raskrižje 4 - Privoz 1 Nova cesta, privoz 2 Ul. Antona Raspora, privoz 3 Nova cesta [14]..... | 44 |
| Slika 41. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 4 za desno skretanje (iz privoza 3 u privoz 1) [14]..... | 45 |
| Slika 42. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 4 za lijevo skretanje (iz privoza 3 u privoz 1) [14]..... | 46 |
| Slika 43. Raskrižje 5 - Privoz 1 Maršala Tita, privoz 2 Maršala Tita, privoz 3 Nova cesta [14]..... | 47 |
| Slika 44. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 5 za skretanje desno (iz privoza 2 u privoz 3) [14]..... | 48 |
| Slika 45. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 5 za lijevo skretanje (iz privoza 2 u privoz 1) [14]..... | 49 |
| Slika 46. Ortofoto prikaz pješačkih prijelaza (1-5) [14]..... | 51 |
| Slika 47. Ortofoto prikaz pješačkih prijelaza (6-10) [14]..... | 51 |
| Slika 48. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 1 [14]..... | 52 |
| Slika 49. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 2 [13]..... | 53 |
| Slika 50. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 3 [14]..... | 54 |
| Slika 51. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 4 [14]..... | 55 |
| Slika 52. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 5 [14]..... | 56 |
| Slika 53. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 6 [14]..... | 57 |
| Slika 54. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 7 [14]..... | 58 |
| Slika 55. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelazu 8 [14]..... | 59 |
| Slika 56. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 9 [14]..... | 60 |
| Slika 57. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 10 [14]..... | 61 |

1.UVOD

Promet i pripadajuća infrastruktura, s najvećim naglaskom na ceste, ključne su komponente svakog modernog društva. Neovisno o materijalu od koje su napravljene oduvijek su imale istu svrhu; povezivanje različitih dijelova regije (teritorija) čime se osigurava mobilnost građana što u konačnici rezultira održavanjem povećane kvalitete života. Kako bi se ta kvaliteta dovela na maksimalne razine sa različitih aspekata, a ponajprije efikasnosti, potrebno je osigurati dosljednu sigurnost i preglednost kako na vangradskim, tako i gradskim dionicama.

Smanjena preglednost rezultira povećanjem prometnih gužvi što u najgorem slučaju i krajnjem slučaju, dovodi do prometnih nesreća koje nerijetko dovode do najcrnijih scenarija – ozljede i gubitak ljudskih života.

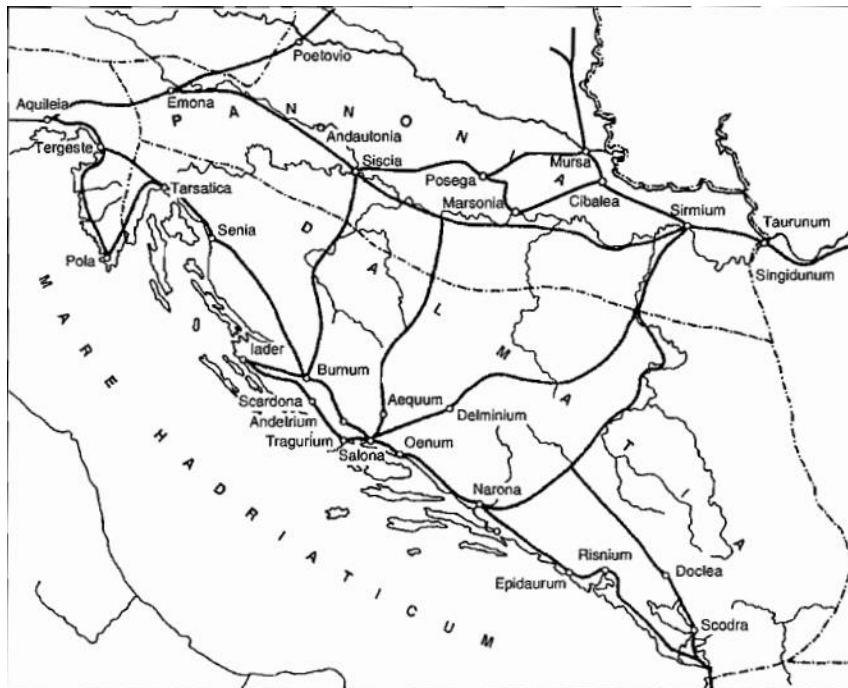
Cilj ovog rada je razraditi analizu i proračun preglednosti na državnoj cesti D66 – Nova cesta Opatija od križanja s Ulicom Matka Laginje do križanja s Maršala Tita, uz prethodni pregled povijesti ceste, osnovnih tehničkih elemenata te pregled proračuna osiguravanja preglednosti. Radi se o vrlo specifičnoj dionici državne ceste D66 koja ima funkciju osiguravanja tranzita, a istovremeno je i glavna gradske ceste na kojoj se odvija mješoviti promet – motorni i nemotorizirani,

U radu je analizirana preglednost zaustavnog puta na prilazima pješačkim prijelazima izvan raskrižja, preglednost za prolaz kroz zonu raskrižja, te u krivini prema hrvatskoj regulativi i PIARC metodi.

Predložene su jednostavno provedive mjere kojima bi se na mjestima gdje je smanjena preglednost (u krivini ili na dionici ceste) mogla ista poboljšati. Rezultati mogu poslužiti kao doprinos unaprjeđenju i poboljšanju preglednosti te sigurnosti odvijanja prometa na spomenutoj dionici.

2.CESTE

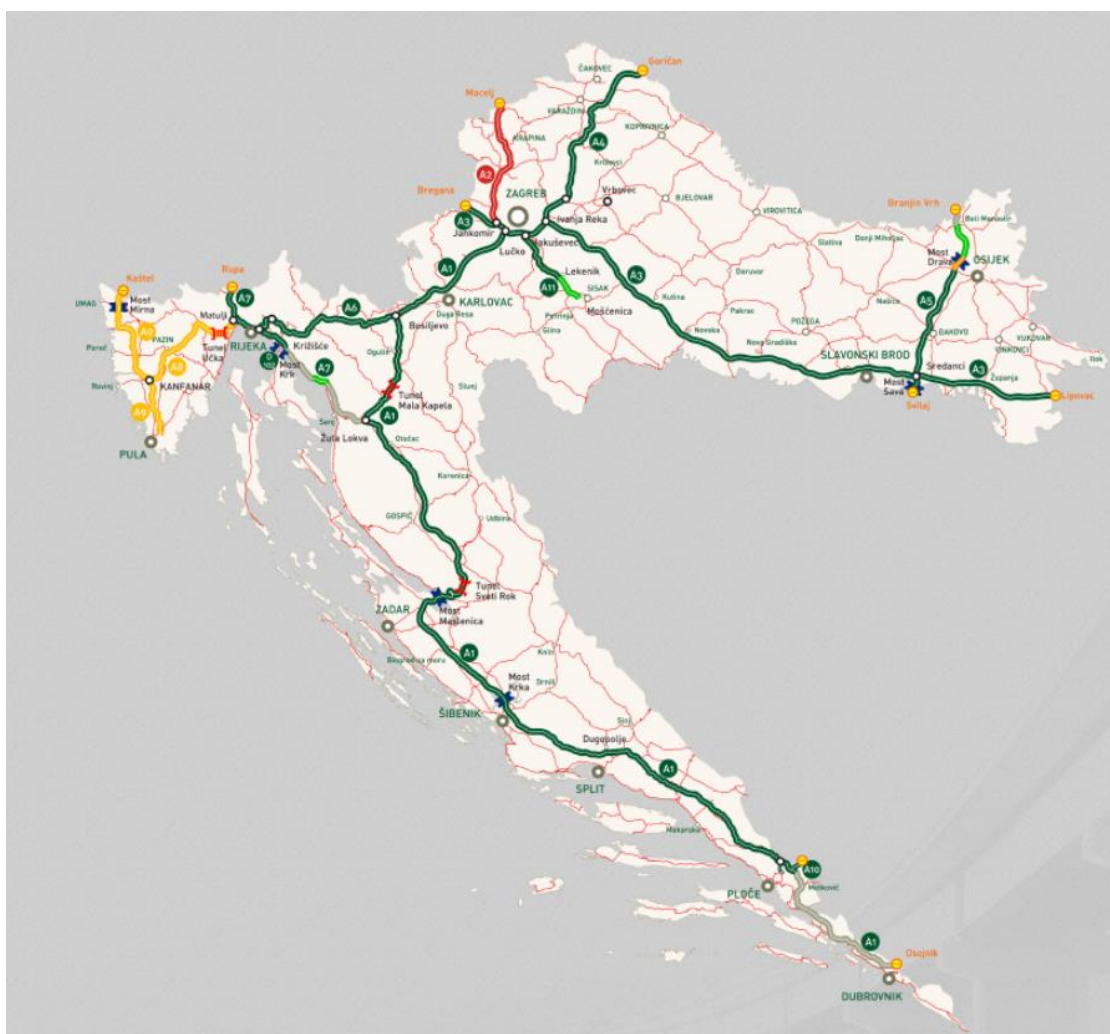
Ceste su jedan od najstarijih oblika infrastruktura u svijetu, a neke od najpoznatijih datiraju još iz brončanog doba. Iako tada nisu bile napravljene od asfalta, betona, kamena i drugih materijala, već utabane samo od kamenih blokova, građene su, reklo bi se, u današnju svrhu; povezivanje teritorija i kretanja ljudi i dobara. Moderan razvoj cesta počinje u rimskom razdoblju kada su Rimljani izgradili veliku mrežu cesta koja je povezivala njihovo veliko carstvo. Na slici 1 prikazana je mreža cesta u rimskim provincijama Dalmatia i Pannonia, Via Appia bila je jedna od najpoznatijih cesta; izgrađena 312. godine prije Krista od strane cenzora Apija Klaudija Slijepog, a povezivala je Rim s Brinidizijem u duljini 540 km. [1]



Slika 1. Mreža cesta u rimskim provincijama Dalmatia i Pannonia [1]

Razvojem tehnologije i znanosti, počelo se pridavati više pažnje izgradnji cesta. Svoj veliki napredak doživjele su tijekom industrijske revolucije obzirom na povećanje broja vozila i širenjem gradova čime su postale važan faktor gospodarskog i društvenog razvoja.

Nadalje, od 20. stoljeća do danas, znatno se povećalo korištenje osobnih automobila te motornih vozila što je rezultiralo daljnjem razvojem modernih tehnologija u izgradnji cesta, poput asfaltiranja i betoniranja. Također, velika pažanja se pridaje sigurnosti i zaštiti okoliša. Osim što se povećalo korištenje automobila, cestovne mreže su se također razgranale i poboljšale kvalitetu putovanja. Na slici 2 prikazana je mreža autocesta u Hrvatskoj danas - u prometnom smislu najvažnije kategorije cesta koje imaju funkciju povezati teritorij države kao i Hrvatsku sa susjednim zemljama i mrežom europskih prometnica.



Slika 2. Prikaz današnje autoceste u RH [2]

Ovakav razvoj ukazao je na potrebu podjele prometnica obzirom na jasno definirane tipove, a sve kako bi se omogućila komunikacija između struke, administracije i javnosti. [1] Ipak, postoje razlike u načinu gradnje, namjeni i prometnim značajkama zbog čega se prometnice ne mogu razvrstati po jedinstvenoj klasifikaciji.

Po Korlaetu [3], javne ceste se prema položaju u prostoru dijele na:

- Javne ceste izvan naselja
- Gradske ceste

Prema Zakonu o cestama, članak 6. *Razvrstavanje javnih cesta*, javne ceste se ovisno o njihovom društvenom, prometnom i gospodarskom značenju razvrstavaju u jednu od sljedeće četiri skupine:

- 1) Autoceste
- 2) Državne ceste
- 3) Županijske ceste
- 4) Lokalne ceste

(2) Autoceste i državne ceste čine jedinstvenu prometnu cjelinu i tehničko-tehnološko jedinstvo cestovne mreže. [4]

Javne ceste izvan naselja imaju još svoju podskupinu cesta koje se mogu podijeliti prema privrednom i društvenom značenju, a to su magistralne, regionalne i lokalne. Ostatak cesti ulazi u grupu nekategoriziranih cesta i cesta za posebne namjene. Također postoji podjela prema vrsti i konfiguraciji terena prema kojoj se ceste klasificiraju kao ceste u ravnici, na brežuljcima, u brdovitim područjima i planinskim regijama.

Javne ceste izvan naselja predstavljaju osnovnu mrežu gradskih prometnica. Povezuju ruralna područja i manja mjesta s većim gradovima ili industrijskim zonama.

Autoceste predstavljaju javne ceste s tehničkim karakteristikama autocesta definiranim zakonodavstvom koje regulira sigurnost prometa na cestama. Služe za povezivanje Republike Hrvatske i olakšavanje tranzitnog prometa. S druge strane, državne ceste su javne ceste koje također služe za povezivanje Republike Hrvatske s europskim prometnim sustavom, povezivanjem županijskih središta međusobno, kao i povezivanje županijskih središta s većim regionalnim centrima u susjednim državama. [4]



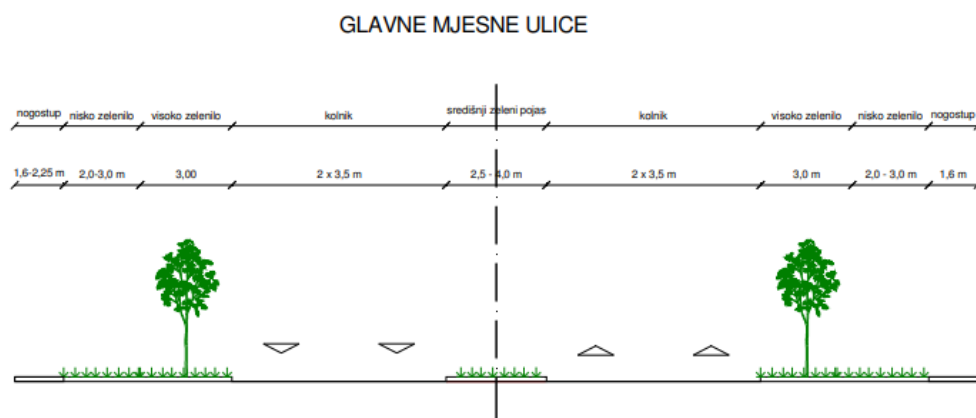
Slika 3. Autocesta A1 Zagreb - Split [5]

Gradske prometne površine nemaju jedinstvenu kategorizaciju. Neka od zajedničkih obilježja jesu da su ovisne o veličini grada, obliku cestovne mreže, načinu i opsegu povezivanja s mrežom javnih cesta te su definirane prostornim planovima jedinica lokalne samouprave. Gradske prometnice u naselju složenije su infrastrukture i prometnog podsustava jer imaju veću gustoću prometa u usporedbi s ruralnim područjima, uz to povećan je broj pješaka i biciklista, posebno u blizini škola, trgovina i ostalih stambenih objekata. Unatoč tome što nema jedinstvene kategorizacije, ipak postoji općenita podjela gradskih prometnih površina:

- Glavne gradske ulice
- Sabirne ulice
- Lokalne ulice
- Kolno-pješački pristupi

Glavne gradske ulice povezuju različite gradske zone uz povezivanje sa okolnim jedinicama lokalne samouprave. Osim toga, imaju sekundarnu funkciju opsluživanja gradskih sadržaja uz ulicu. Karakteriziraju ih normalno odvijanje svih oblika prometa, koncentrirani prilazi zgradama za manje grupe zgrada, organizirana parkirališta te nema ograničenja za komunalne instalacije.

Površina može bit namijenjena jednosmjernom ili dvosmjernom prometu. Na slici 4 može se vidjeti primjer glavne mjesne ulici grada Rijeke.



Nositelji srednjih prometnih veličina i jedne od važnijih ulica u prometnom sustavu jesu sabirne ulice. Imaju ulogu prikupljanja prometa s više manjih ulica i dovođenja prometa do glavne mreže. Na slici 5 može se vidjeti prikaz sabirne ulice sa svim odgovarajućim elementima.

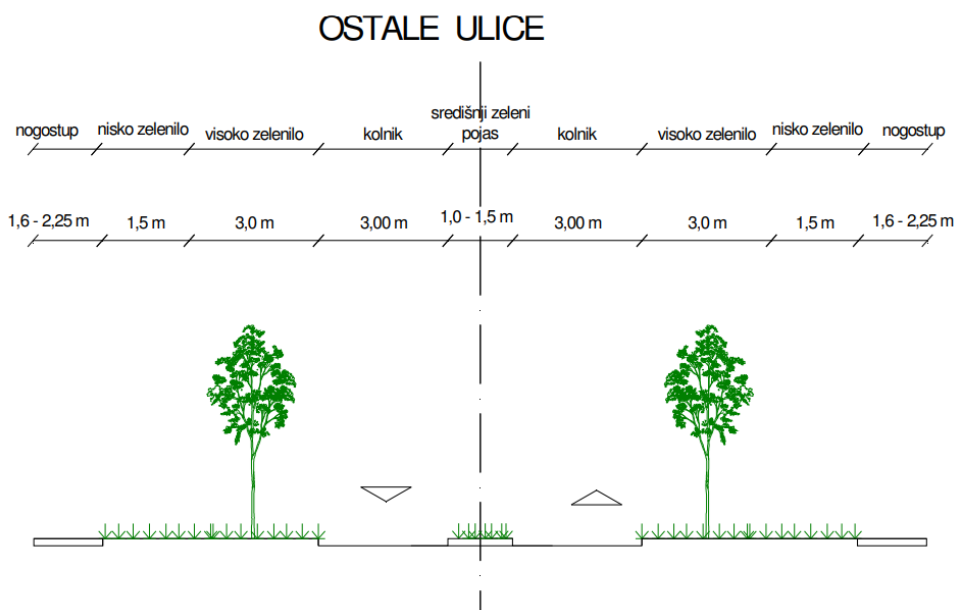


Slika 5. Sabirna ulica u Rijeci – primjer [7]

Lokalne ulice, poznate kao i opskrbe, su prometnice unutar gradskih dijelova koje omogućavaju pristup pojedinačnim objektima poput stambenih, poslovnih i industrijskih.

Na njima je dozvoljeno zaustavljanje i parkiranje vozila, a ponekad i kretanje vozila javnog gradskog prijevoza (JGP).

Pješačke staze su uobičajene uz kolnik, a presjek ceste uključuje jedan kolnik s dva prometna traka. Glavna i zajednička funkcija ovih dvaju cesta je osigurati pristup različitim zonama, odnosno naseljima i blokovima, čime smanjuju opterećenje prometa na glavnim gradskim i brzim cestama. Kolno-pješački pristupi, poznati kao i prilazne ulice, omogućuju pristup pješacima i vozilima do određenih objekata. Mogu biti jednosmjerni ili dvosmjerni, a jednosmjerni trebaju imati 4.5 metara širine kolnika i sadržavati okretište na kraju.



Slika 6. Prikaz ostalih ulica (opskrbne, kolno-pješački pristupi) [6]

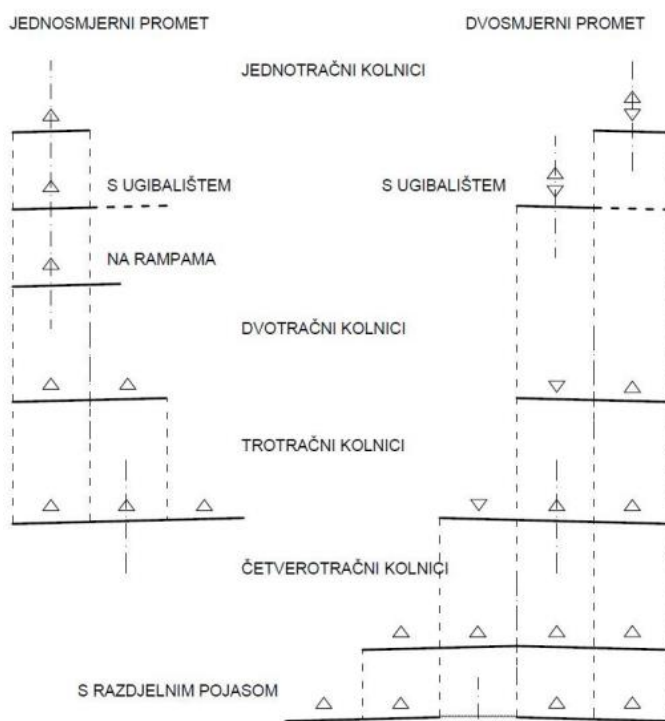
Svim gradskim cestama zajedničko je nekoliko karakteristika. Prije svega, namijenjene su za kretanje vozila srednjom brzinom, koja je prilagođena prometu i urbanim uvjetima. To osigurava sigurnost i olakšava protok vozila i pješaka. Ovakva podjela omogućuje prilagodbu prometnih površina potrebama i zahtjevima svakog pojedinog grada, čineći na taj način gradsku prometnu mrežu funkcionalnom, sigurnom i učinkovitom za stanovnike i posjetitelje.

3.OSNOVNI TEHNIČKI ELEMENTI

Cesta, građevina je koja se sastoji od niza specifičnosti po kojima se znatno razlikuje od drugih građevinskih objekata zbog svoje specifične namjene, dizajna, prostornog utjecaja i potrebe za kontinuiranim održavanjem. U prostoru je definirana svojim fizičkim karakteristikama kao što su:

- Dužina
- Širina
- Nagib

Jedan od osnovnih elemenata ceste je kolnik, dio cestovne površine namijenjen za promet vozila, obuhvaća vozne, pretjecajne, rubne i zaustavne trakove. Širina kolnika ovisi o broju i širini voznih traka, a broj trakova je određen prema važnosti ceste, gustoći i željenoj propusnoj moći ceste. [6] Prema broju voznih trakova, oni mogu biti jednotračni, dvotračni ili višetračni, a prema smjeru jednosmjerni ili dvosmjerni. Slika 7 prikazuje vrste kolnika prema rasporedu i broju voznih trakova.



Slika 7. Vrste kolnika prema rasporedu i broju prometnih trakova [3]

Jednotračni kolnici su prikladni za nisku gustoću prometa i kratke pristupne ceste, dok dvotračni kolnici omogućuju promet u oba smjera i zahtijevaju dobru preglednost za pretjecanje. Trotračni kolnici su česti u jednosmjernom prometu u gradskim područjima, no u slučaju dvosmjernog prometa, srednji trak se može koristiti i za pretjecanje, ali s oprezom. Posljednji, četverotračni i višetračni kolnici najčešće su korišteni za dvosmjerni promet, a ukoliko su im smjerovi razdvojeni razdjelnim pojasom omogućuju visok protok vozila i sigurno odvijanje prometa. [3]

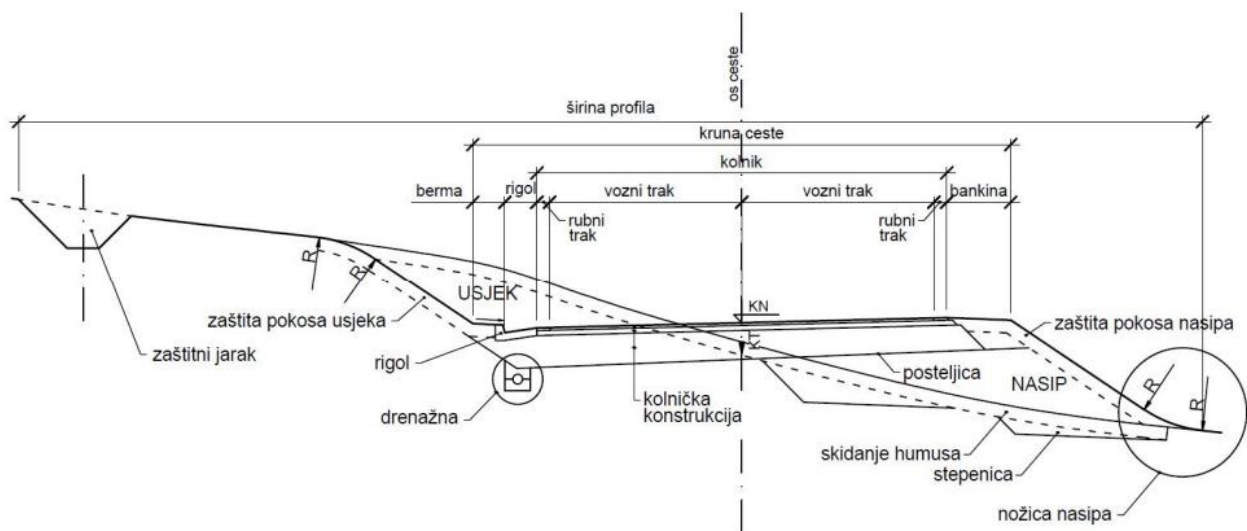
Uz kolnik, osnovni elementi ceste obuhvaćaju os ceste koja određuje njen smjer i poziciju, niveleta pruža informacije o visinskim promjenama duž trase i stacionaža koja je korištena kao mjerenje udaljenosti i samog položaja ceste.

Tlocrtni položaj je definiran oblikovanjem osi ceste, koja se sastoji od pravaca, prijelaznih krivina i kružnih lukova. Prolazi sredinom kolnika, osim u slučajevima gdje se primjenjuje proširenje kolnike.

Stacionaža predstavlja udaljenost bilo koje točke na trasi ceste od početka trase. Ona je unaprijed određena ili odabrana točka (0+000,00), koristi se za identifikaciju i označavanje različitih točaka, elemenata ili radova na cesti. Svaki dio tehničke dokumentacije, opisi radova ili lokacije povezane su njome.

Dok **niveleta** obično prati os ceste tlocrtno (osim u posebnim slučajevima, npr. auto-cesta, priključci na čvorištima i sl.), poklapa se s osi ceste, presječnica je vertikalne plohe koja prolazi kroz os ceste s gornjom površinom kolnika. Njenim rješavanjem određuju se visinski elementi trase ceste, uključujući nagibe, padove i izbočine duž trase. Spomenuta os ceste je jedan od osnovnih elemenata poprečnog presjeka, sastoji se od također sraslog tla, bankine, posteljice, planuma, humusa, kolničke konstrukcije i nasipa.

Za detaljnije razumijevanje u nastavku na slici 8 prikazani su elementi karakterističnog poprečnog presjeka ceste izvan naselja u zasjeku.



Slika 8. Elementi poprečnog presjeka [6]

Prethodno opisani elementi vezani su za ceste van naselja kao i za ceste unutar grada.

S obzirom da su gradske prometnice najvažniji dio prometnog sustava grada njihova mreža mora zadovoljiti različite potrebe, uključujući promet motornih vozila, javni gradski prijevoz, biciklistički i pješački promet, prilagođavajući se različitim zahtjevima.

Projektne elemente cesta biraju se na osnovu mjerodavnih brzina koje uz mjerodavna vozila definiraju granične veličine oblikovanih elemenata. [8]

Mjerodavna brzina se dijeli na: projektnu brzinu, računsku brzinu i osnovnu brzinu.

Prema Legcu [1] projektna brzina (V_p) je najveća brzina sigurne vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu ceste pod optimalnim uvjetima i uz dobro održavanje. Ona određuje granične vrijednosti tlocrtnih i vertikalnih elemenata ceste. Također, računska brzina (V_r) predstavlja najveću očekivanu brzinu koju vozilo u slobodnom prometnom toku može postići na određenom dijelu ceste, uz dovoljnu sigurnost vožnje i u skladu s prihvaćenim modelom za njezino određivanje. Na osnovi računске brzine određuju se detaljniji geometrijski elementi trase u fazi projektne izrade. Osnovna brzina (V_o) je polazni projektni uvjet na mreži gradskih prometnica i pokazatelj razine usluge pri mjerodavnom prometnom opterećenju (q_{mjer}). Mjerodavna razina usluge na gradskim prometnicama ovisi o karakteru prometnih tokova i načinu izgradnje uz prometnicu, a većina pripada D razini usluge. [8]

Osim gore navedenih elemenata poprečni presjek može sadržavati: trak za sporu vožnju, trak za zaustavljanje vozila, trak za vozila javnog gradskog prijevoza, biciklističke i pješačke putove te razdjelni pojas. Minimalne širine prometnih trakova i računski brzina ovisni su jedan o drugome što se može predočiti tablicom u nastavku.

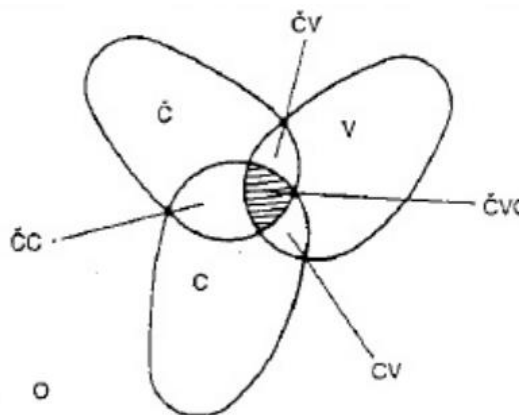
| Vrsta ceste | Pristup (P) | Ulica(U) | Glavna ulica (GU) | Avenija(A) | BC/ AC (CVU) |
|--------------|-------------|----------|-------------------|------------|--------------|
| V_r [km/h] | ≤ 40 | 40 - 60 | 60 - 80 | 80 - 100 | > 100 |
| T_v [m] | 2,75 | 3,00 | 3,25 | 3,50 | 3,75 |

Tablica 1. Minimalne širine prometnih trakova [8]

Sigurnost cestovnog prometa

Uz spomenute osnovne tehničke elemente ceste, također su bitni i oni sigurnosni. U prometu može doći do mnogo konfliktnih situacija te u svrhu povećanja sigurnosti potrebno je provesti mjere s prvenstvenim ciljem smanjenja opasnosti. Promet se na cestama može pojednostavljeno analizirati kroz tri osnovna podsustava: sudionici u prometu (čovjek), vozila i prometnica (cesta). Prema Vesni Cerovac, Tehnika i sigurnost prometa [9] djelovanje tih triju podsustava na sigurnost prometa može se predočiti Vennovim dijagramom.

Na slici 9 prikazana je međusobna zavisnost podsustava čovjek (č), vozilo (v), cesta (c) i okolica (o). Okolica je također važna, jer sve što se oko nas nalazi utječe na naše ponašanje u prometu.



Slika 9. Vennov dijagram podustava čovjek, vozilo, cesta i okolica [9]

Smanjenje opasnosti može se provesti na brojne načine pri čemu su najvažniji gore navedeni sa pripadajućim ulogama. Čovjek kao vozač je najvažniji čimbenik što se tiče sigurnosti prometa jer mora pravovremeno prepoznati moguće konflikte i prosuditi ih na koji ih način izbjeći. Za čovjeka jedan od najvažnijih faktora je vid jer 95% odluka donosi na temelju toga, kao i psihomotoričke sposobnosti (npr. vrijeme reakcije, umor). Dodatno, tehnički nedostaci i loša projekta izvedba ceste često su uzrok nastanka prometnih nezgoda. Utjecaj konstruktivnih elemenata na sigurnost prometa dolazi do izražaja pri oblikovanju te pri utvrđivanju dimenzija i konstruktivnih obilježja ceste. Bitan utjecaj na koji možemo djelovati svojim inženjerskim rješenjima je odabir tehničkih elemenata koji zadovoljavaju sve propisane uvjete te koji dodatno uključuju prepoznavanje specifičnosti korisnika (vozača, pješaka i drugih sudionika u prometu). Tehnički elementi važni su čimbenici za sigurnost na cesti pri čemu je jedan od bitnijih elemenata provjera preglednosti koju definiramo s obzirom na pretpostavljene ili izmjerene podatke vezane za vozača i cestu. [9]

4. OSIGURAVANJE PREGLEDNOSTI

Kako je prije spomenuto, osiguravanje preglednosti je jedan od važnijih elemenata vezanih za sigurnost odvijanja prometa. Preglednost je svojstvo koje vozačima, pješacima ili ostalim sudionicama u prometu omogućuje da jasno vide i prepoznaju što se događa na cesti i njenom okruženju te, prema potrebi, reagiraju. Uključujući mogućnost vozača da vidi cestu ispred sebe, pješaka da prepoznaju vozila koja dolaze prema njima, te da su znakovi i drugi elementi prometnog sustava lako vidljivi. Dobra preglednost je od bitne važnosti za siguran promet, jer omogućuje pravovremeno reagiranje na prometne situacije i sprječava moguće konflikte i prometne nezgode, njen nedostatak može dovesti do uzrokovanja prometnih nesreća i nezgoda. Preglednost na cestama je potrebno osigurati u horizontalnom i vertikalnom smislu.

U ovome radu će se analizirati preglednost iz 2 aspekta:

- Vangradske ceste, osiguravanja preglednosti u horizontalnom smislu
- Gradske prometnice na kojoj je potrebno provjeriti zaustavnu preglednost na privozima raskrižju ili pješačkom prijelazu izvan zone raskrižja

4.1. Osiguravanje preglednosti na vangradskim cestama

Postupak provjere preglednosti može se provesti računski, grafički i pomoću određenih računalnih programa. Da bi se osigurala preglednost, prvo se izračunavaju potrebne duljine preglednosti koje će u nastavku biti definirane, temeljem brzine prometa. Nakon toga, provodi se adekvatno proširenje usjeka ili izgradnje zida duž unutarnje strane prometnice kako bi se osigurala potrebna preglednost. Prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati [10] sa stajališta sigurnosti prometa.

Zaustavna preglednost je duljina preglednosti ili zaustavnog puta gdje se vozilo treba sigurno zaustaviti.[1]

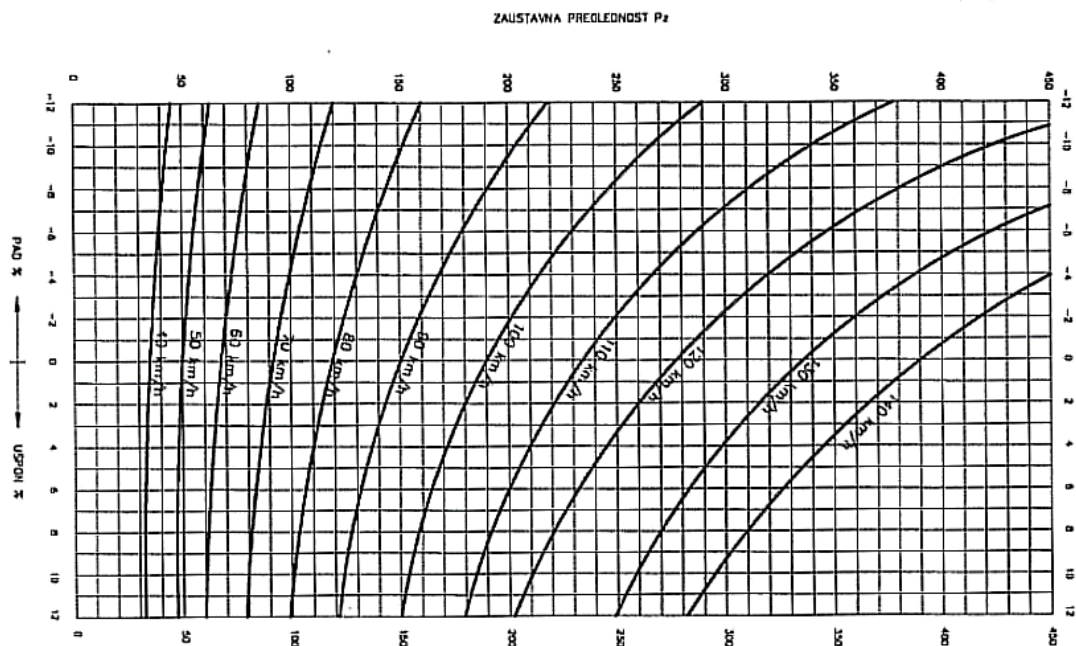
Dok je pretjecajna preglednost vidljivost koju vozač ima prilikom planiranja i obavljanja pretjecanja drugog vozila na cesti.

Pri tome se pretpostavka da je osiguranje zaustavne preglednosti osnovni čimbenik sigurnosti na cesti, dok je osiguranje pretjecajne preglednosti pokazatelj razine postignutog standarda ceste. [10]

Zaustavna preglednost provjerava se prema tablicama i grafikonu koji su priloženi u nastavku:

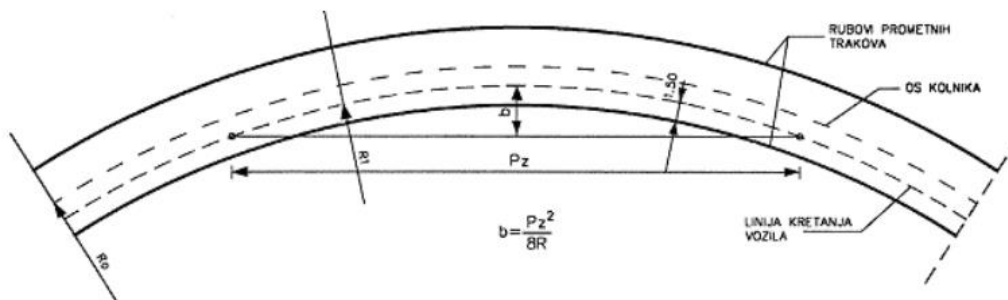
| V_r (km/h) ceste | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
|-----------------------|----|----|----|----|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| P_z (m) | 25 | 35 | 50 | 70 | 90 (80) | 120 (100) | 190 (150) | 230 (170) | 280 (200) | 280 (200) | 340 (250) |

Tablica 2. Zaustavna preglednost P_z [10]



Slika 10. Grafikon dužine zaustavne preglednosti u ovisnosti o računskoj brzini i uzdužnom nagibu [10]

Širina preglednosti prema spomenutom Pravilniku računa se od putanje oka vozača (udaljena 1,5 m o ruba prometnog traka) [10] na slici 13 u nastavku.



Slika 11. Elementi horizontalne preglednosti [10]

Gdje su:

- b – širina preglednosti u metrima
- P_z – tražena duljina preglednosti
- R – polumjer zavoja

Kako bi se postigla potrebna zaustavna preglednost ukoliko je potrebno mogu se provesti određene mjere poput: ograničenja brzine, krčenja raslinstva, zabranom građenja objekata neposredno uz cestu, dodatnim iskopom i upornim zidom.

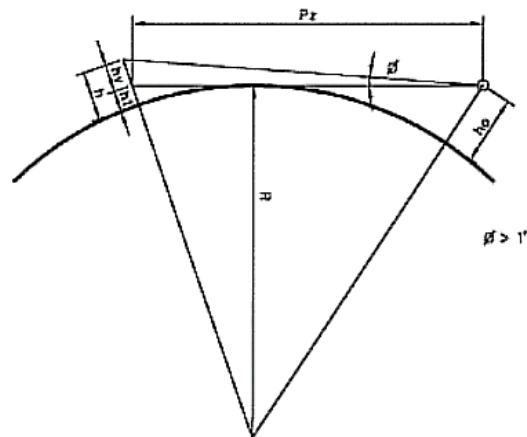
U tablici u nastavku priložene su vrijednosti širine preglednosti za računске brzine 30-130 km/h i odgovarajući najmanji polumjeri horizontalnih zavoja R_{min} .

| V_r (km/h) ceste | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| R_{min} (m) | 25 | 45 | 75 | 120 | 175 | 250 | 359 | 450 | 600 | 750 | 850 |
| P_z (m) | 25 | 35 | 50 | 70 | 90 (80) | 120 (100) | 150 (120) | 190 (150) | 230 (170) | 280 (200) | 340 (250) |
| b (m) | 2.9 | 3.6 | 4.3 | 5.1 | 6 (4.6) | 7.1 (5.0) | 8.3 (5.1) | 9.9 (6.3) | 11.3 (6.0) | 13.3 (6.7) | 17.0 (9.2) |

Tablica 3. Ovisnost širine preglednosti $b(m)$ o V_r , R_{min} i P_z [10]

Kako tablica nalaže, što je veća brzina to će i širina preglednosti rasti skupa s duljinom preglednosti.

S druge strane, vertikalna preglednost, ovisna je o izboru polumjeru zakrivljenosti vertikalnih zavoja što je prikazano u nastavku, ali kako se dionica ceste nalazi u blagim vertikalnim nagibima nije predmet analize u ovome radu.



Slika 12. Elementi vertikalne preglednosti [10]

4.2. Osiguravanje preglednosti na gradskim cestama

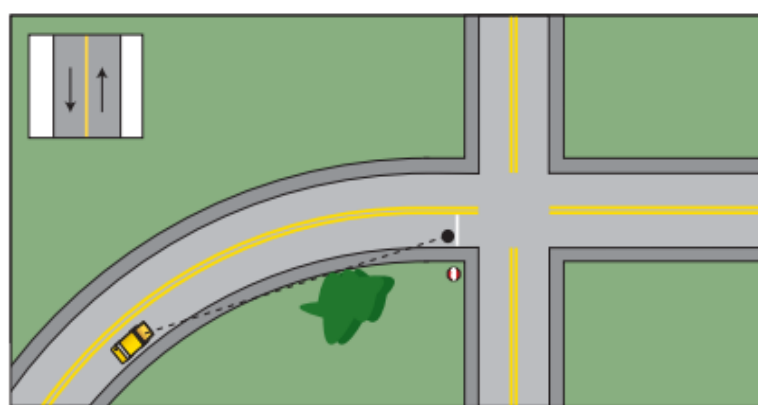
Unutar gradskih cestovnih površina vrši se postupak provjere zaustavne preglednosti na gradskim cestama i one unutar raskrižja – vezane za promjenu kretanja smjera. Na svim dijelovima ceste obavezno je osigurati dovoljnu zaustavnu preglednost jer ona omogućuje vozilu koje se kreće računskom ili dozvoljenom brzinom da se zaustavi prije prepreke.

Za sigurno funkcioniranje raskrižja, nužno je osigurati zaustavnu preglednost, ali nije dovoljan preduvjet.

Vozač koji se približava raskrižju sa sporednog smjera treba imati preglednost cijelog raskrižja uključujući signalizaciju i uređaje za regulaciju prometa, te dovoljnu preglednost kako bi primijetio vozila u glavnom smjeru i odabrao siguran trenutak za uključivanje.

Kao i na drugim dijelovima prometne mreže, raspoloživa duljina preglednosti prilikom približavanja raskrižju mora biti dovoljna vozaču koji se kreće definiranom brzinom omogući sigurno zaustavljanje vozila prije udaranja u objekt. [11]

Na karakterističnim, četverokrakim raskrižjima, treba provjeriti zaustavnu preglednost na svakom dolaznom i odlaznom pravcu raskrižja, što je prikazano na slici 13.

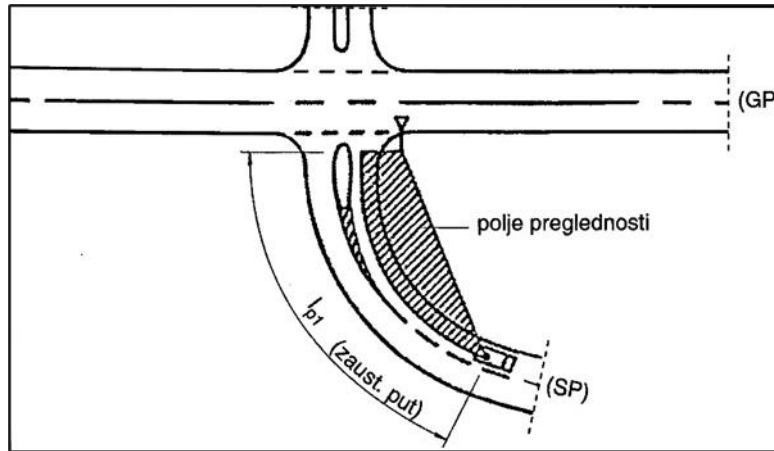


in the approach to a conventional intersection

Slika 13. Prikaz preglednosti kod približavanja raskrižju [11]

4.2.1. Proračun zaustavne preglednosti prema Hrvatskim standardima

Kako bi se promet sigurno odvijao u raskrižju, potrebno je provjeriti različite oblike preglednosti, a u to svakako ulazi zaustavna preglednost, uz preglednost kod približavanja i privoznu preglednost. Prema Legcu [8] pod zaustavnom preglednošću podrazumijeva se vidljivost koja je potrebna kako bi vozač u pravodobno vrijeme uočio raskrižje i na vrijeme se zaustavio. [8]



Slika 14. Zaustavna preglednost l_{p1} na privozu iz sporedne ceste [8]

Duljina zaustavnog puta ovisi o vrsti prometnice, odnosno o dopuštenoj brzini prilaznja i uzdužnog nagiba sporedne ceste, prikazano tablicom u nastavku . [8]

| Vrste ceste | Brzina privoženja V_{85} [km/h] | Uzdužni nagib privozne ceste s [%] | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | -8 | -4 | 0 | +4 | +8 |
| A – nove ceste izvan naseljenih područja | 100 | 240 | 210 | 190 | 170 | 160 |
| | 90 | 185 | 165 | 150 | 140 | 130 |
| | 80 | 145 | 130 | 120 | 110 | 105 |
| | 70 | 110 | 100 | 90 | 85 | 80 |
| | 60 | 80 | 70 | 70 | 65 | 60 |
| B – nove ceste u prijelaznom području i unutar izgrađenog područja | 50 | 60 | 55 | 50 | 50 | 50 |
| | 70 | 95 | 85 | 80 | 75 | 70 |
| | 60 | 70 | 65 | 60 | 55 | 55 |
| C – nadograđene glavne prometne i sabirne ceste unutar naselja | 50 | | | 40 | | |
| | 40 | | | 25 | | |
| | 30 | | | 15 | | |

Slika 15. Potrebne duljine preglednosti [8]

4.2.2. Proračun zaustavne preglednosti prema PIARC-u

Dvije sljedeće jednadžbe, koje koriste koeficijent uzdužnog trenja ili brzinu usporavanja, mogu se primijeniti za izračun potrebne duljine zaustavljanja. Prvi član tih jednadžbi predstavlja udaljenost koje vozilo prevaljuje tijekom vremena reakcije vozača, dok drugi član predstavlja udaljenost koju vozilo pređe tijekom zaustavljanja.

$$1. SSD = \frac{V_i \times t}{3.6} + \frac{V_i^2}{254 \times \left(f_i \pm \frac{G}{100}\right)} \quad 1.$$

$$2. SSD = \frac{V_i \times t}{3.6} + \frac{V_i^2}{254 \times \left(\frac{a}{g} \pm \frac{G}{100}\right)} \quad 2.$$

[11]

Gdje su:

- SSD = potrebna duljina preglednosti (m)
- t = vrijeme reakcije (s)
- V_i = početna brzina (km/h)
- f_i = uzdužni koeficijent trenja
- a = decelracija (m/s^2)
- g = ubrzanje sile teže (9.8 m/s)
- G = postotak nagiba (%)

Tipične vrijednosti za svaku jednadžbu prikazane su u tablici 5 u nastavku.

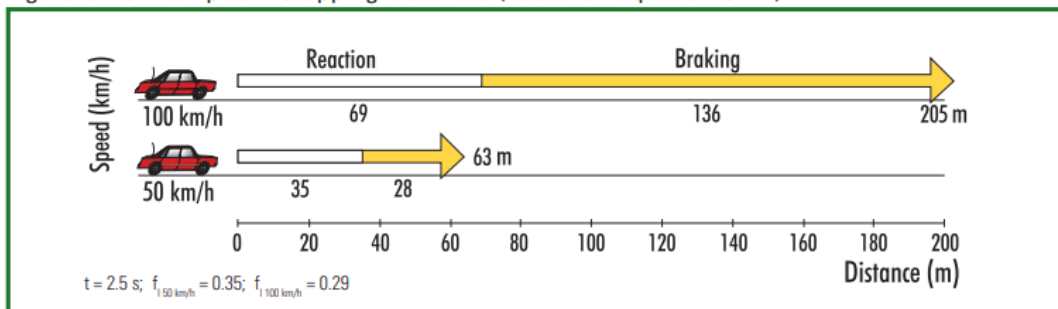
| PARAMETAR | TIPIČNE VRIJEDNOSTI |
|--------------------------------------|---------------------|
| vrijeme reakcije (t) | 1.0-2.5 s |
| uzdužni koeficijent trenja (f_i) | 0.15-0.5 |
| deceleracija (a) | 3.4 m/s^2 |

Tablica 4. Prikaz tipičnih vrijednosti [11]

Za bolje razumijevanje, na slici u nastavku je prikazan primjer zaustavne preglednosti temeljen na prvoj jednadžbi.

Vozilo se kreće dvjema brzinama, u prvom slučaju 100 km/h gdje se može uočiti da je vozaču trebalo puno više vremena da reagira, a također i zakoči. S druge strane, vozač se kretao brzinom od 50 km/h, što predstavlja optimalnu i sigurnu brzinu. Može se zaključiti da pri manjoj brzini, vrijeme reakcije i duljina puta kočenja bit manji, što dovodi do veće sigurnosti.

Figure SD-3 Examples – Stopping distances (based on equation SD-1)



Slika 16. Zaustavna preglednost temeljena na prvoj jednadžbi [11]

Svaka zemlja mora imati svoje preporučene udaljenosti zaustavne preglednosti, zbog sigurnosti prometa i smanjenja prometnih nesreća, a i u pomoći pri urbanističkim i prometnim planiranjima u projektiranju i izgradnji prometne infrastrukture. Tablica s preporučenim udaljenostima priložena je u nastavku.

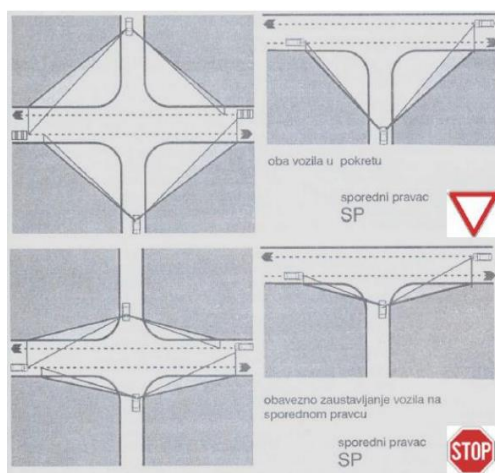
| ZEMLJA | VRIJEME (s) | BRZINA (km/h) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------|---------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| | | UDALJENOST ZAUSTAVNE PREGLEDNOSTI (m) | | | | | | | | | | | |
| Austrija | 2.0 | - | 35 | 50 | 70 | 90 | 120 | - | 185 | - | 275 | - | 380 |
| Kanada | 2.5 | - | 45 | 65 | 85 | 110 | 140 | 170 | 210 | 250 | 290 | 330 | - |
| Francuska | 2.0 | 25 | 35 | 50 | 65 | 85 | 105 | 130 | 160 | - | - | - | - |
| Njemačka | 2.0 | - | - | 65 | 85 | 110 | 140 | 170 | 210 | 255 | - | - | - |
| Velika Britanija | 2.0 | - | - | 70 | 90 | 120 | - | - | 215 | - | 295 | - | - |
| Grčka | 2.0 | - | - | - | 65 | 85 | 110 | 140 | 170 | 205 | 245 | - | - |
| Južna Afrika | 2.5 | - | 50 | 65 | 80 | 95 | 115 | 135 | 155 | 180 | 210 | - | - |
| Švedska | 2.0 | 35 | - | 70 | - | 165 | - | - | - | 195 | - | - | - |
| Švicarska | 2.0 | 35 | - | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 195 | 230 | 280 | - | - |
| SAD | 2.5 | 35 | 50 | 65 | 85 | 105 | 130 | 160 | 185 | 220 | 250 | 285 | - |

Tablica 5. Prikaz preporučenih udaljenosti zaustavne preglednosti [11]

4.3.1. Postupak provjere preglednosti na raskrižjima prema hrvatskim smjernicama

Norma HRN U.C4.050 prikazuje postupak proračuna za osiguranje preglednosti za prelazak vozila iz sporednog smjera preko raskrižja za dva tipa raskrižja [12]:

- Raskrižja s obveznim zaustavljanjem (kontrola znakom stop)
- Raskrižja bez obveznog zaustavljanja (kontrola trokutom)



Slika 17. Prikaz dva tipa raskrižja s obveznim i bez obveznog zaustavljanja [12]

Kod prvog slučaja, s obveznim zaustavljanjem, duljina prolaska vozila raskrižjem "sporednog" može se predočiti jednadžbom :

$$D = L_k + L_v \quad 3. [12]$$

Gdje su L_k , duljina prelaza vozila preko zone raskrižja, a L_v , duljina vozila.

Pretpostavlja se da se vozilo zaustavi na STOP liniji uz prelazak raskrižja jednolikom brzinom a_s .

Vrijeme prolaska raskrižjem:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2D}{a_s}} ; a_s = 1.5 \frac{m}{s^2} \quad 4. [12]$$

Kako bi se dobilo vrijeme prolaska sporednog vozila raskrižjem (t_s), vremenu prolaska će se dodati vrijeme reagiranja (t_r) koje iznosi 1,5 sekundi i onda će jednadžba glasiti:

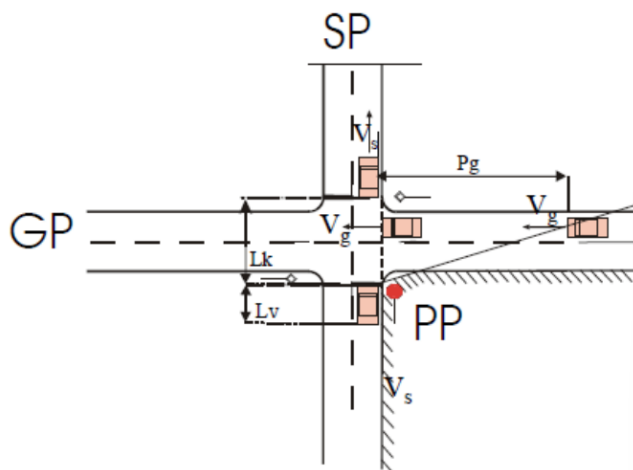
$$t_s = t_0 + t_r ; t_r = 1.5 \text{ s} \quad 5. [12]$$

Nakon što se dobije vrijeme prolaska, može se izračunati osigurana duljina preglednosti prema jednadžbi priloženoj u nastavku:

$$P_g = v_g \times t_s \quad 6. [12]$$

Na gradskim raskrižjima računaska brzina glavnog pravca (V_g) iznosi 50 km/h.

Detaljnije prikazano na slici u nastavku:



Slika 18. Prikaz raskrižja sa obaveznim zaustavljanjem i njegovim vrijednostima [12]

U drugom slučaju, bez obaveznog zaustavljanja, potrebna preglednost na glavnom toku uvjetovana je duljinom vožnje u vremenu t_s , potrebnom sporednom vozilu da pređe duljinu preglednosti P_s , širinom raskrižja L_k i duljinom vozila L_v te na taj način oslobodi put kretanja vozilu s prednošću

$$P_s = v_s \times t + \frac{v_s^2}{2g \times (f_t \pm i/100)} \quad 7. [12]$$

U tablici 7 prikazane su duljine preglednosti za vozila na sporednoj cesti za različite brzine i za $t_r = 1,5 \text{ s}$, uzdužni nagib $i = 0\%$ i $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

| Vs (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ft | 0.354 | 0.314 | 0.270 | 0.246 | 0.218 | 0.196 | 0.170 |
| Ps (m) | 22 | 37 | 56 | 83 | 118 | 162 | 225 |

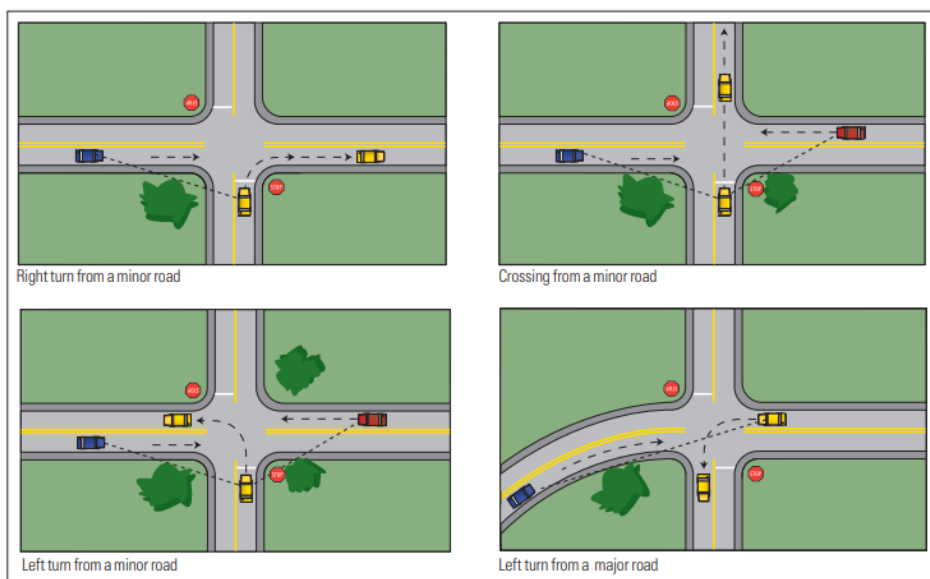
Tablica 6. Duljine preglednosti za vozila na sporednoj cesti [12]

4.3.2 Preglednost pri prolazu kroz raskrižje (PIARC metoda)

Potrebna preglednost ovisi o vrsti manevra, načinu regulacije i brzini prometa. Pri određivanju preglednosti mora se pretpostaviti položaj vozila na sporednoj cesti. Kako bismo ustanovili dovoljnu preglednost na raskrižju trebamo voditi računa o sljedećim činjenicama: Kod skretanja ulijevo, vozaču je potrebno više vremena za procjenu uvjeta jer mora pogledati u oba smjera, nasuprot tome, pri skretanju udesno, vozaču je potrebno manje vremena jer mora pogledati samo u jednom smjeru. Kako se vozila približavaju raskrižju, vozač je obavezan vidjeti ih kako bi mogao procijeniti njihovu brzinu i udaljenost, te na temelju toga odabrati odgovarajući vremenski interval za izvršenje odgovarajućeg manevra.

Manevar uključivanja vozila sa sporednog prava u promet glavne ceste podrazumijeva jednu od sljedećih radnji:

- 1) Skretanje udesno
- 2) Skretanje ulijevo
- 3) Prijelaz preko ceste
- 4) Lijevo skretanje s glavne ceste



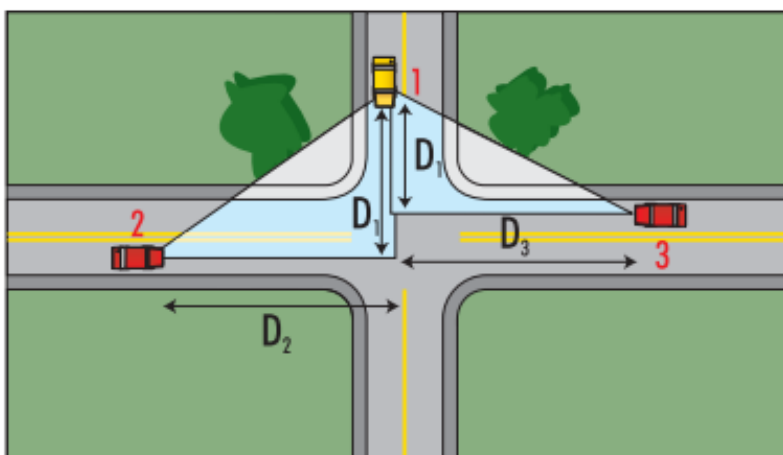
Slika 19. Primjeri uključivanja vozila sa sporednog pravca u promet glavne ceste [11]

Na slici 19 prikazane su vrste manevara, kao što se može primijetiti, rubovi na raskrižjima moraju biti oslobođeni svih prepreka kao što su nisko i visoko raslinje, ograde i sl. kako bi duljina preglednosti bila validna. To područje koje treba biti oslobođeno tvori "trokut preglednosti".

Dimenzija trokuta preglednosti variraju ovisno o:

- Vrsti raskrižja (četverokrako ili kružno)
- Vrsti kontrole prometa (bez kontrole ili propuštanja prednosti)
- Brzini kojom se vozila približavaju
- Pretpostavkama vezanim uz ponašanje vozača (vrijeme reakcije, stopa usporavanja)

Na četverokrakom raskrižju, potrebna duljina preglednosti za vozača 1, određena je duljinama D_1 - D_2 i D_1 - D_3 kao što je prikazano na slici 23. Naprimjer, u Španjolskoj, spomenute duljine moraju biti najmanje jednake udaljenosti koju vozilo pređe u 3 sekunde pri projektiranoj brzini V na susjednim cestama koje se razmatraju.



Conventional intersection:

The driver of vehicle 1 should see vehicles approaching the intersection in both adjacent legs (vehicles 2 and 3) sufficiently in advance.

Slika 20. Prikaz potrebnih duljina preglednosti [11]

U tablici ispod prikazane su vrijednosti projektirane brzine za određene duljine preglednosti.

| PROJEKTIRANA BRZINA (km/h) | UDALJENOSTI D1, D2 i D3 (m) |
|----------------------------|-----------------------------|
| 30 | 25 |
| 50 | 45 |
| 70 | 65 |
| 90 | 90 |
| 100 | 105 |
| 120 | 135 |

Tablica 7. Prikaz vrijednosti projektirane brzine u ovisnosti s duljinom preglednosti kod trokuta preglednosti [11]

4.3.3 Provjera preglednosti unutar kružnih raskrižja

Kako se mora osigurati preglednost unutar raskrižja, tako je također bitno da se osigura i unutar kružnog raskrižja. Visina objekta, predmeta ili vozila koji moraju biti vidljivi na potrebnoj preglednoj udaljenosti mora biti 2,00 m mjereno od površine na kojoj se nalazi. Potrebna duljina preglednosti proizlazi iz predviđene brzine kretanja vozila, u tablici u nastavku prikazane su preporučene duljine prilazne preglednosti koje se koriste u većini država članica EU i koje je potrebno primjenjivati. [13]

Osim ove provjere se i preglednost na ulazu, u kružnom raskrižju i na izlazu iz kružnog raskrižja – navedeno nije tema ovoga rada pa nije detaljnije obrazloženo.

| | Prilazna preglednost a [m] | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|----|------|------|
| Vr [km/h] | 30 | 40 | 50 * | 60 * |
| Preporučena zaustavna preglednost | 35 | 50 | 70 | 100 |
| Minimalna zaustavna preglednost | 25 | 35 | 50 | 70 |

Slika 21. Preporučene duljine preglednosti koje treba primjenjivati [13]

5. ANALIZA I PRORAČUN PREGLEDNOSTI NA ZADANOJ DIONICI

Projektnim zadatkom traži se analiza i proračun preglednosti na državnoj cesti D66– Nova cesta Opatija od križanja s Ulicom Matka Laginje do križanja s Maršala Tita. U nastavku je priložena trasa (Slika 22.) ceste žutom bojom. Potrebno je analizirati postojeća raskrižja i privoze na državnoj cesti D66 – Nova cesta u Opatiji kako bi se provjerilo postoji li osigurana zaustavna preglednost i prema potrebi, predložile mjere za povećanje sigurnosti odvijanja prometa. D66 je državna cesta koja ima funkciju povezivanja šireg područja Rijeke sa općinama Lovran i Mošćenička Draga, istovremeno je to i gradska cesta uz koju se vežu stambeni i privredni objekti sa brojnim priključcima i raskrižjima te postoji i izraženi pješački promet. Sve navedeno može dovesti do smanjenja sigurnosti odvijanja prometa – motornog i pješačkog, a u novije vrijeme i sve intenzivnijeg biciklističkog.



Slika 22. Ortofoto prikaz zadane dionice [14]

5.1. Opis cestovne mreže grada Opatije

Prema GUP-u grada Opatije, Nova Cesta Opatija prema kategoriji ceste spada u glavne mjesne ulice, dok priključne ceste duž trase spadaju pod ostale ulice. Kao što je spomenuto prije, glavne mjesne ulice predstavljaju jezgru urbanih područja, omogućuju promet i povezanost unutar gradova i naselja. Dok ostale ulice imaju puno manje prometno opterećenje i nemaju mogućnost povezivanja većeg broja ulica, jedna od važnijih funkcija bi svakako bila funkcija opsluživanja sadržaja uz ulice.

Kako bi se prikazala bolja razlika, u nastavku je priložena tablica usporedbe projektnih elemenata glavne i ostalih ulica.

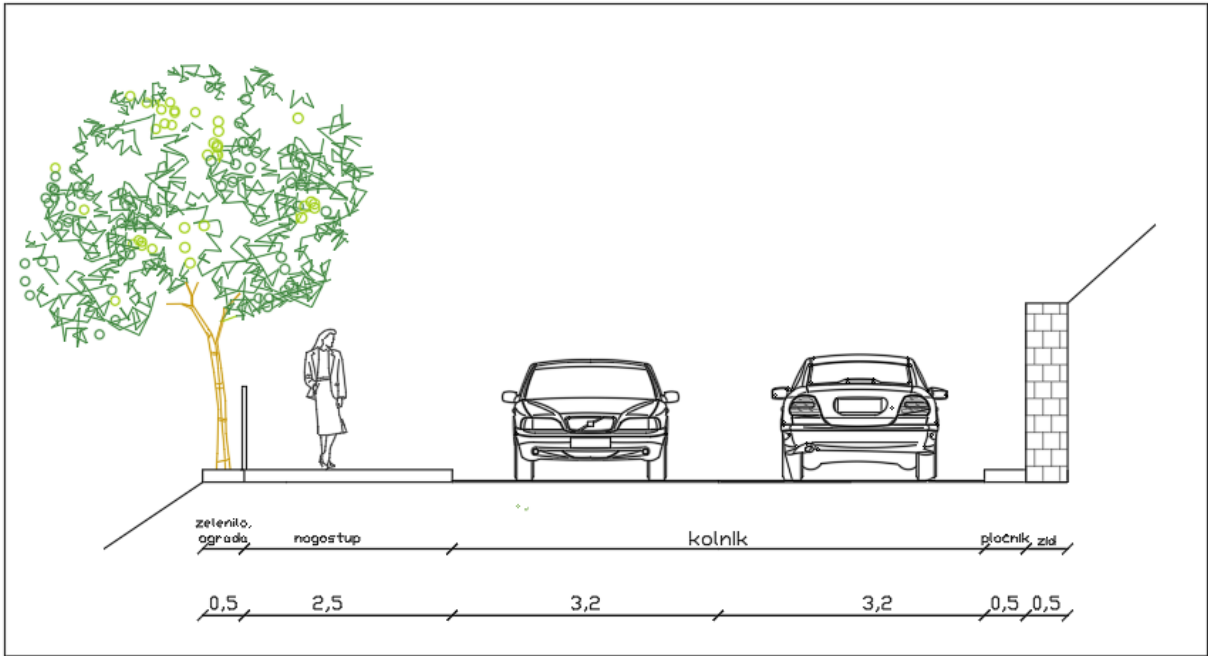
| PROJEKTI ELEMENTI | GLAVNA MJESNA ULICA | OSTALE ULICE |
|--------------------------|---|--------------------------------|
| računska brzina (km/h) | 60-80 | <30 |
| broj voznih trakova | prema opterećenju (2-4) | 2, jednosmjernan promet 4,50 m |
| maksimalni uzdužni nagib | 8 (9) % | 14 (16) % |
| raskrižja | u razini, semaforizirano, maksimalni razmak 500 m | nema ograničenja |

Tablica 8. Usporedba projektnih elemenata glavne mjesne ulice i ostalih ulica [8]

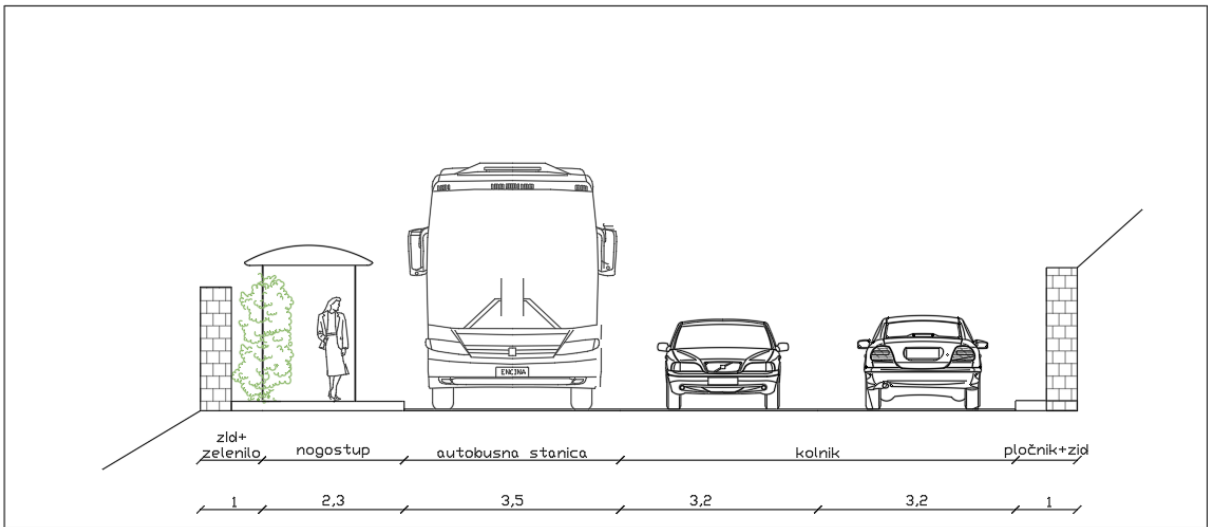
U nastavku su priloženi primjeri poprečnih profila koji se pojavljuju na zadanoj trasi ceste.



Slika 23. Prikaz glavne mjesne ulice - Nova cesta Opatija [7]



Slika 24. Poprečni profil Ul. Nove ceste [14]



Slika 25. Poprečni profil Ulice nove ceste s autobusnom stanicom [14]

5.2. Analiza preglednosti u krivini na zadanoj dionici

Analiza preglednosti u krivini izračunata je prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti. [10]

Kako je spomenuto u točki 4.1., ispitivanje preglednosti u horizontalnim krivinama može se provesti računski, grafički i s odgovarajućim programom. U ovome radu napravljen je grafički proračun triju krivina koristeći program AUTOCAD.

Paralelno s unutarnjim rubom kolnika na udaljenosti $a=1,5$ m, povlači se linija koja označava putanju kretanja vozila. [15] Na toj liniji, svaka 3 metra, postavlja se sekanta koja predstavlja potrebnu duljinu preglednosti. One zajedno formiraju anvelopu nanesenih sekanti koja obuhvaća područje potrebne preglednosti. Ako sekanta dodiruje liniju kretanja vozila, to ukazuje da je preglednost osigurana unutar samog kolnika, što odgovara veličini polumjera krivine. U nastavku su priložene slike grafičkog proračuna triju krivina. Kako je ovo državna cesta, a ujedno ima elemente za ceste u naselju brzina joj varira na određenim dijelovima trase ceste. U ovom slučaju uzeta je računaska brzina $V=40$ km/h i prema Pravilniku [10] i tablici 4 piše da je za računsku brzinu od 40 km/h; $R_{min} = 45$ m i $P_z = 35$ m.

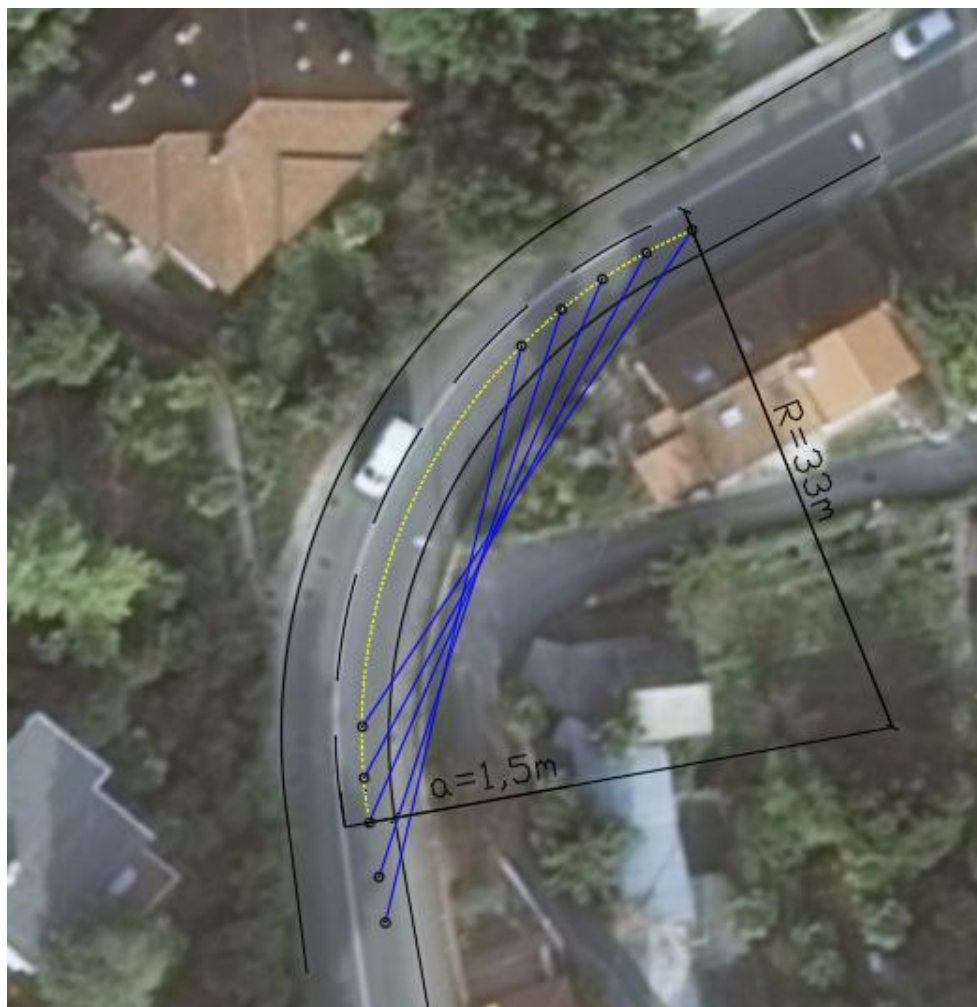
Na slici 26 prikazana je preglednost krivine 1, sa svojim radijusom $R=35\text{m}$. Radijus ne zadovoljava za određenu krivinu jer minimalni mora biti 45 metara, ali kako sekante dodiruju liniju kretanja vozila ($a=1,5\text{m}$), može se zaključiti da je preglednost unutar kolnika osigurana.



Slika 26. Grafički prikaz preglednosti u krivini 1 [14]

Obzirom da postoje i vegetacija i nogostup, prijedlog bi bio direktan utjecaj na održavanje visine vegetacije kako bi se osigurala preglednost.

Kod krivine 2 (slika 27) radijus je manji i krivina je kraća. U ovom slučaju preglednost nije u potpunosti osigurana jer spomenuti faktori znatno utječu na vidljivost i sigurnost na cesti.



Slika 27. Grafički prikaz preglednosti u krivini 2 [14]

Rješenje bi bilo smanjenje brzine pri prilazu krivini, uz dodatno rušenje zida ili micanje ograde ukoliko je moguće.

Na slici 28, kod krivine 3 može se uočiti da ima veći radijus u usporedbi s prethodne dvije krivine. Svaka sekanta se dodiruje s linijom kretanja vozila i može se zaključiti da je preglednost osigurana. Slična je situacija kao i kod krivine 1 gdje su prisutni isti faktori. Kako bi se dodatno povećala sigurnost u krivini 3, preporučuje se održavanje vegetacije i ograničenje brzine vožnje.



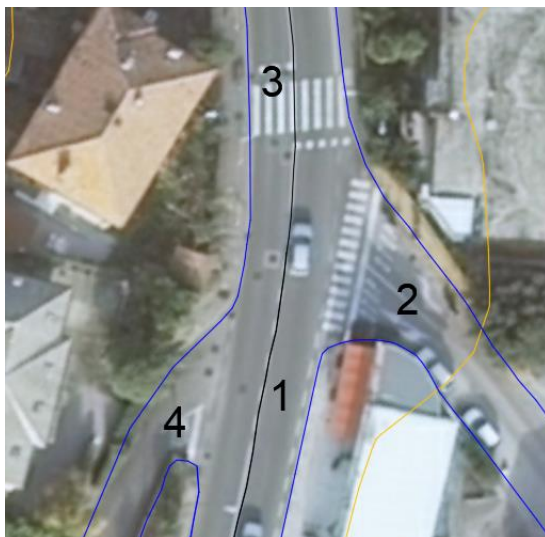
Slika 28. Grafički prikaz preglednosti u krivini 3 [14]

5.3. Analiza preglednosti u zoni odabranih raskrižja

Proračun preglednosti će se računati prema Hrvatskoj normi (Norma HRN U.C4.050) za usvojene vrijednosti te će rezultati biti prikazani i grafički. Preglednost je provjerena na ukupno 5 raskrižja na D66.

5.3.1. Raskrižje 1 - Ulice Nova Cesta-Vjekoslava Spinčića-Emila Bošnjaka

Raskrižje je četverokrako sa 2 dvosmjerna i 2 jednosmjerna privoza, glavni smjer je Nova cesta.



Slika 29. Raskrižje 1 - privoz 1 Nova Cesta, privoz 2 V. Spinčića, privoz 3 Nova cesta, privoz 4 E. Bošnjaka [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, desno skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 7,11 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 7,11 = 12,61 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 13,89 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 12,61}{1,5}} \right) = 77,79 \sim 78 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 30.



Slika 30. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 1 desno skretanje (iz privoza 2 u privoz 3) [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 10,07 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 6,63 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 10,07 = 15,57 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 6,63 = 12,13 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 13,89 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 15,57}{1,5}} \right) = 84,12 \sim 85 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 13,89 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 12,13}{1,5}} \right) = 76,7 \sim 77 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 31.



Slika 31. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 1 za lijevo skretanje (iz privoza 2 u privoz 1) [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

v_g (usvojeno) = 50 km/h = 13,89 m/s

t_r (usvojeno) = 1,5 s

a_s (usvojeno) = 1,5 m/s²

L_v (usvojeno) = 5,5 m

L_k (izmjereno) = 4,79 m

L_k (izmjereno) = 8,6 m

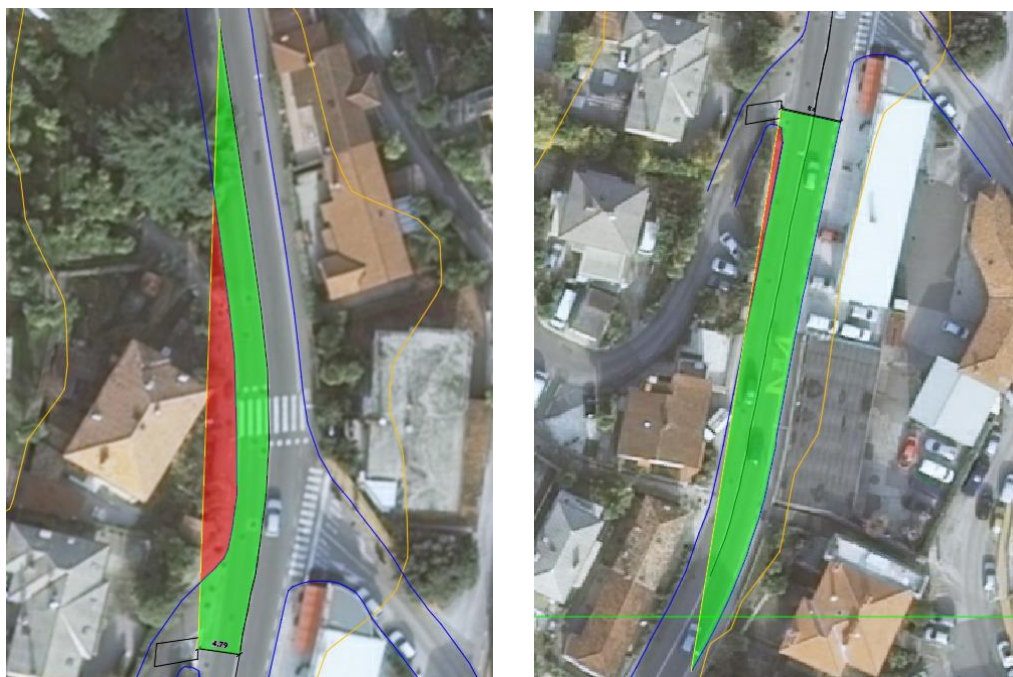
$$D = L_v + L_k = 5,5 + 4,79 = 10,29 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 8,6 = 14,1 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 13,89 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 10,29}{1,5}} \right) = 72,28 \sim 73 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 13,89 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 14,1}{1,5}} \right) = 81,06 \sim 81 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 32.

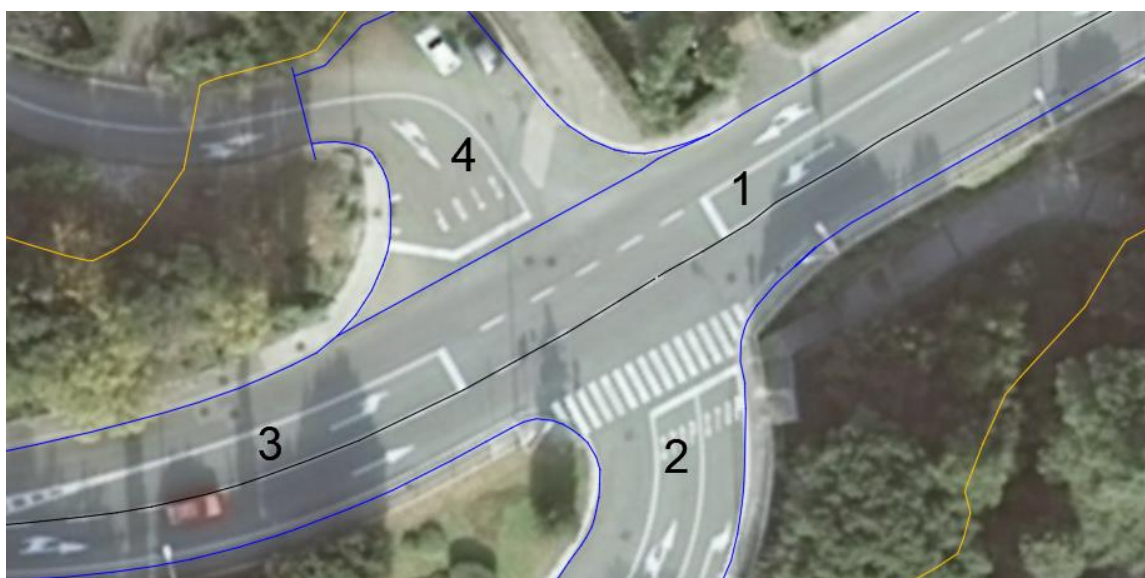


Slika 32. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 1 za desno skretanje(iz privoza 4 u privoz 1) i lijevo skretanje (iz privoza 4 u privoz 3) [14]

Za većinu skretanja osigurana je preglednost, dok na raskrižju ulice E. Bošnjaka i ulice Nove ceste (Slika 32) nije skroz osigurana za skretanje desno, kao i za skretanje ulijevo zbog zida i zelenila koji se nalaze uz samu prometnicu. Rješenje bi moglo biti smanjenje brzine u zoni raskrižja.

5.3.2. Raskrižje 2 - Ulice Nova Cesta-Velog Jože-Vrutki

Raskrižje je nesemaforizirano četverokrako, svi su privozi dvosmjerni, na glavnom smjeru (Nova cesta) postoje dodatne trake za lijevo skretanje, a dodatna traka za desno skretanje postoji i na sporednom smjeru – privoz Ulice Velog Jože.



Slika 33. Raskrižje 2 - Privoz 1 Nova cesta, privoz 2 Ul. Velog Jože, privoz 3 Nova cesta, privoz 4 Vrutki ulica [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, desno skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 60 \text{ km/h} = 16,66 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

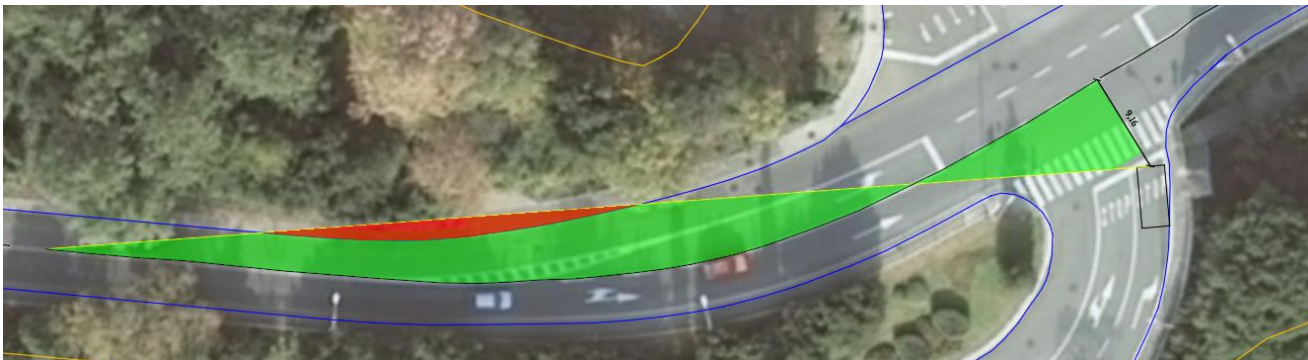
$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 9,16 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 9,16 = 14,66 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 14,66}{1,5}} \right) = 98,65 \sim 99 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 34.



Slika 34. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 2 (desno skretanje iz privoza 2 u privoz 1) [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 60 \text{ km/h} = 16,66 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 16,49 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 8,88 \text{ m}$$

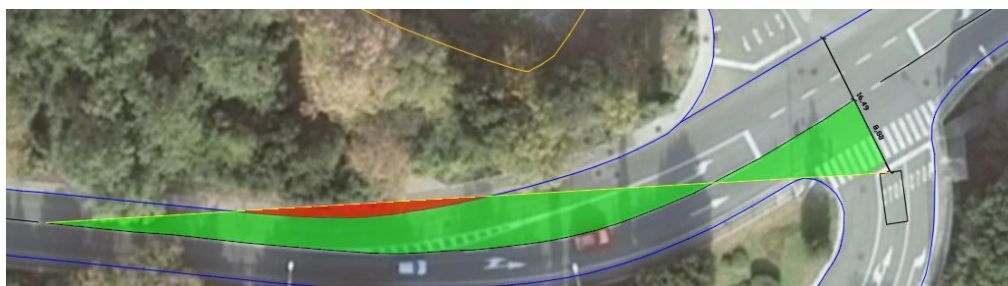
$$D = L_v + L_k = 5,5 + 16,49 = 21,99 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 8,8 = 14,3 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 21,99}{1,5}} \right) = 115,2 \sim 116 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 14,3}{1,5}} \right) = 97,94 \sim 98 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 35.



Slika 35. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 2 (lijevo skretanje iz privoza 2 u privoz 3) [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 60 \text{ km/h} = 16,66 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 13,87 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 9,52 \text{ m}$$

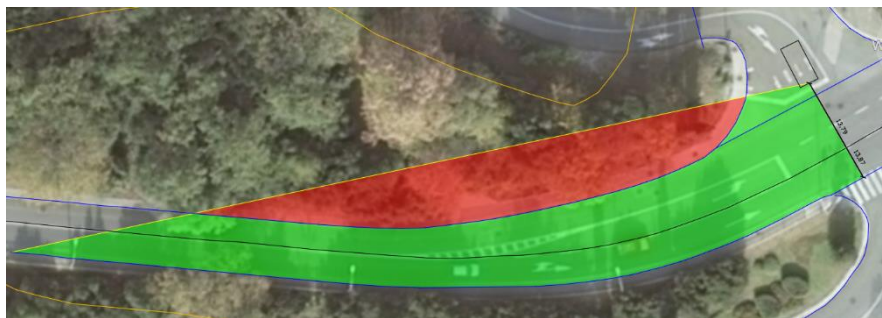
$$D = L_v + L_k = 5,5 + 13,87 = 19,37 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 9,52 = 15,02 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 19,37}{1,5}} \right) = 109,65 \sim 110 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 15,02}{1,5}} \right) = 99,54 \sim 100 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 36.



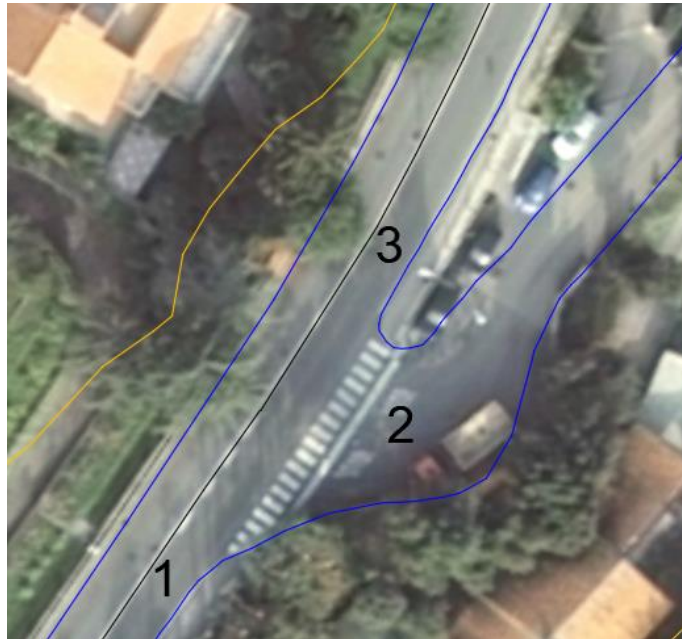
Slika 36. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 2 za lijevo skretanje (iz privoza 4 u privoz 1)

[14]

Kod skretanja iz sporednih ulica na glavnu može se vidjeti da preglednost nije u potpunosti osigurana, naročito kod lijevog skretanja iz privoza 4 u 1, zbog zelenila uz prometnicu, a i krivine. S obzirom da je promet gušći tokom sezone, sigurnost bi se sigurno povećala semaforizacijom raskrižja.

5.3.3. Raskrižje 3 - Ulice Nova cesta-Joakima Rakovca

Raskrižje je trokrako s 2 dvosmjerna i 1 jednosmjernim privozom, na sporednom smjeru postoje dodatne trake za skretanje lijevo i desno.



Slika 37. Raskrižje 3 - Privoz 1 Nova cesta, privoz 2 Ul. Joakima Rakovca, privoz 3 Nova cesta [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, desno skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 6,45 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 6,45 = 11,95 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 11,95}{1,5}} \right) = 76,28 \sim 77 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 38.



Slika 38. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 3 za desno skretanje (iz privoza 2 u privoz 3)

[14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 9,92 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 6,51 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 9,92 = 15,42 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 6,51 = 12,01 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 15,42}{1,5}} \right) = 83,82 \sim 84 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 12,01}{1,5}} \right) = 76,42 \sim 77 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 39.

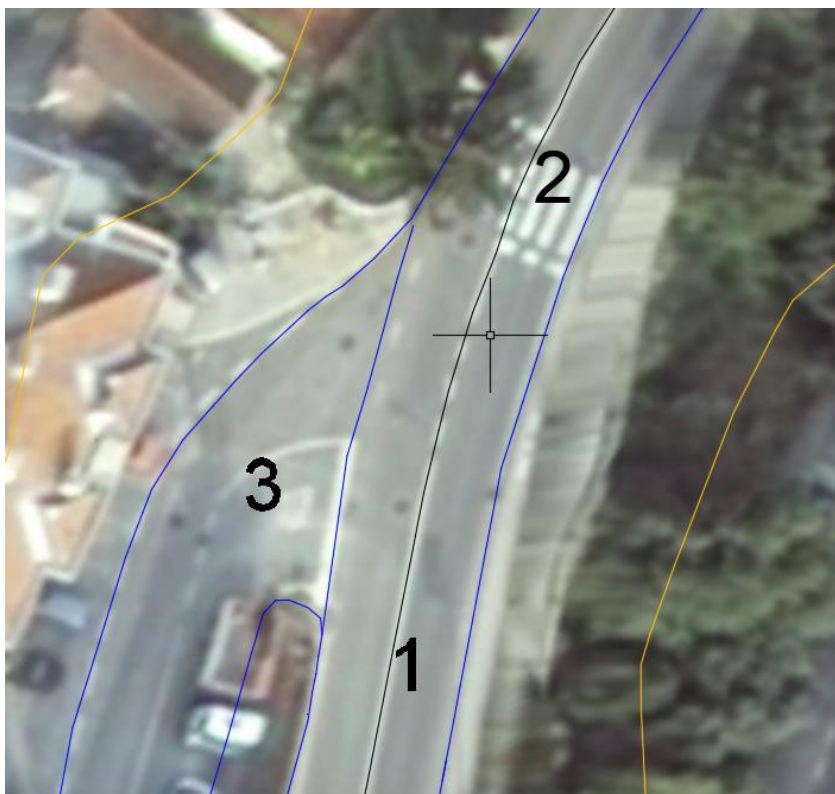


Slika 39. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 3 za lijevo skretanje (iz privoza 2 u privoz 1) [14]

Za većinu skretanja osigurana je preglednost, dok na slici 39 nije skroz osigurana za skretanje desno, kao i za skretanje ulijevo zbog zida i zelenila koji se nalaze uz samu prometnicu. Rješenje bi moglo biti smanjenje brzine u zoni raskrižja.

5.3.4. Raskrižje 4 - Ulice Nova cesta-Antona Raspora

Raskrižje je trokrako s 2 dvosmjerna smjera i 1 jednosmjernim. Glavni smjer je Nova cesta.



Slika 40. Raskrižje 4 - Privoz 1 Nova cesta, privoz 2 Ul. Antona Raspora, privoz 3 Nova cesta [14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, desno skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 4,43 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 4,43 = 9,93 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 9,93}{1,5}} \right) = 71,38 \sim 72 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 41.



Slika 41. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 4 za desno skretanje (iz privoza 3 u privoz 1)

[14]

Raskrižje s obaveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu.

v_g (usvojeno) = 50 km/h = 13,89 m/s

t_r (usvojeno) = 1,5 s

a_s (usvojeno) = 1,5 m/s²

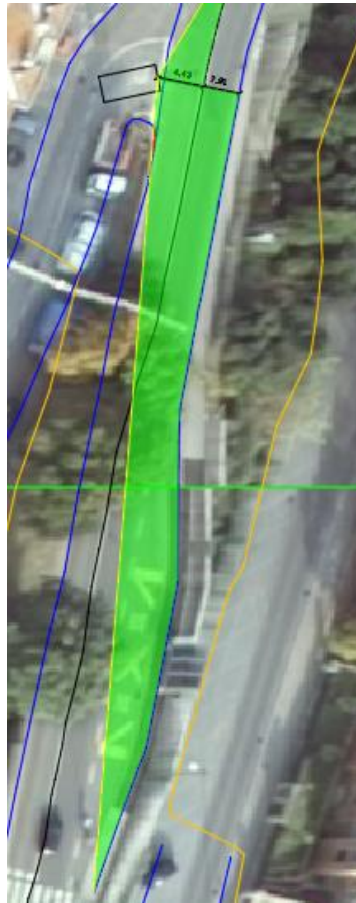
L_v (usvojeno) = 5,5 m

L_k (izmjereno) = 7,91 m

$D = L_v + L_k = 5,5 + 7,91 = 13,41 \text{ m}$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 13,41}{1,5}} \right) = 79,57 \sim 80 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 42.



Slika 42. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 4 za lijevo skretanje (iz privoza 3 u privoz 1)

[14]

Preglednost je zadovoljena u svim smjerovima.

5.3.5. Raskrižje 5 - Nova Cesta - Maršala Tita

Raskrižje je trokrako s 2 dvosmjerna i 1 jednosmjernim privozom. Glavni smjer Nova cesta, uz to sporedni smjer ima dodatne trake za skretanje.



Slika 43. Raskrižje 5 - Privoz 1 Maršala Tita, privoz 2 Maršala Tita, privoz 3 Nova cesta [14]

Raskrižje s obveznim zaustavljanjem, desno skretanje iz sporedne ulice u glavnu ulicu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 7,16 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 7,16 = 12,66 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 12,66}{1,5}} \right) = 77,90 \sim 78 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 44.



Slika 44. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 5 za skretanje desno (iz privoza 2 u privoz 3)

[14]

Raskrižje s obveznim zaustavljanjem, lijevo skretanje iz sporedne ulice u glavnu ulicu.

$$v_g \text{ (usvojeno)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t_r \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ s}$$

$$a_s \text{ (usvojeno)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$L_v \text{ (usvojeno)} = 5,5 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 9,38 \text{ m}$$

$$L_k \text{ (izmjereno)} = 6,31 \text{ m}$$

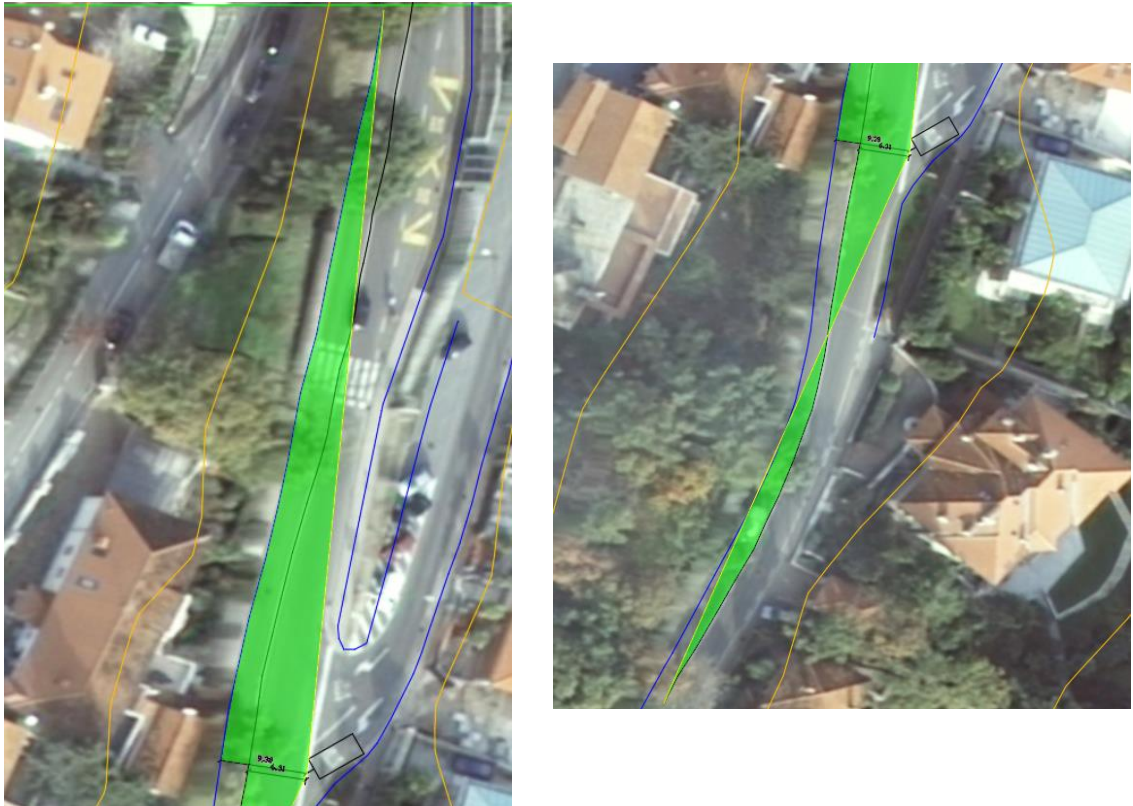
$$D = L_v + L_k = 5,5 + 9,38 = 14,88 \text{ m}$$

$$D = L_v + L_k = 5,5 + 6,31 = 11,81 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 14,88}{1,5}} \right) = 82,70 \sim 83 \text{ m}$$

$$P_g = V_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2 * D}{a_s}} \right) = 16,66 * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * 11,81}{1,5}} \right) = 75,95 \sim 76 \text{ m}$$

Rezultati dobiveni proračunom prikazani su na slici 45.



Slika 45. Grafički prikaz preglednosti za raskrižje 5 za lijevo skretanje (iz privoza 2 u privoz 1) [14]

Raskrižje je izuzetno nepovoljnog oblika, ali je zbog izduženog oblika preglednost osigurana.

5.4. Analiza zaustavne preglednosti na prilazima pješačkim prijelazima izvan raskrižja

Duljina zaustavne preglednosti(SSD) prema PIARC Road Safety Manual izračunata je prema formuli u nastavku:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} \pm \frac{G}{100} \right)}$$

Za proračuna zaustavne preglednosti je korišten PIARC-ov izraz koji uzima u obzir veći broj parametara, a kao mjerodavnu brzinu operativnu brzinu – V85. Na zadanoj dionici je regulirana brzina 50 km/sat, na dionicama 40 km/sat a kao operativna usvojena je brzina 60 km/sat kako bismo bili na strani sigurnosti.

Zaustavna preglednost je izračunata na cijeloj dužini trase ceste na svakom pješačkom prijelazu uzimajući u obzir vrijednost parametara u nastavku kako bi se vidjelo je li ona zadovoljena ili nije. Predložene su mjere kojima bi se poboljšala sigurnost na mjestima na kojima zaustavna preglednost nije u potpunosti zadovoljena.

V_i = brzina vozila $V = 60$ km/h

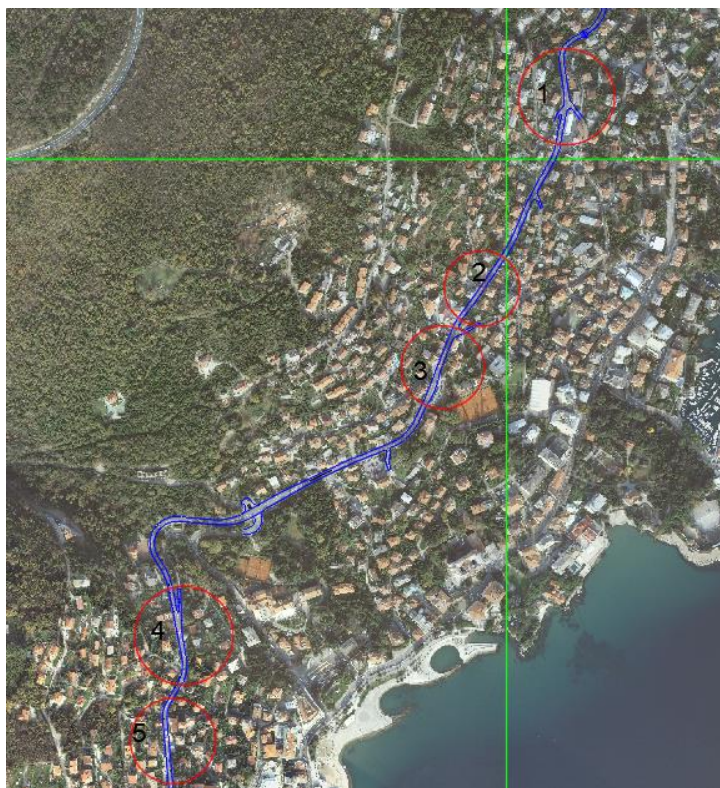
$t = 2$ s

$a = 3,4$ m/s²

$g = 9,81$ m/s²

G = uzdužni nagib [%] (proračunat za sve slučajeve prema podacima očitanim sa Google Earth-a)

U nastavku su priložene slike trase ceste s njezinim pješačkim prijelazima kojima će biti izračunata i provjerena preglednost.



Slika 46. Ortofoto prikaz pješačkih prijelaza (1-5) [14]



Slika 47. Ortofoto prikaz pješačkih prijelaza (6-10) [14]

Pješački prijelaz 1:

Uzdužni nagib: $G = \frac{407 - 403}{100} = \pm 4 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 79,56 \sim 80 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 69,99 \sim 70 \text{ m}$$



Slika 48. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 1 [14]

Iz slike 48 vidljivo je da zaustavna preglednost nije potpuno osigurana u slučaju dolaska iz smjera Nove ceste, a razlog tome je krivina pri prilaženju pješačkom prijelazu, iz suprotnog smjera, zaustavna preglednost je zadovoljena.

Potrebno je uvesti mjere kojima bi se smanjila operativna brzina – dodatna regulacija brzine i/ili dodatna horizontalna i vertikalna signalizacija (upozoravajuće mjere i sl.)

Pješački prijelaz 2:

Uzdužni nagib: $G = \frac{178-176}{100} = \pm 2 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti :

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 76,73 \sim 77 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 71,99 \sim 72 \text{ m}$$

Na slici 49. vidljivo je da je zaustavna preglednost u potpunosti osigurana u oba smjera.



Slika 49. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 2 [13]

Pješački prijelaz 3:

Uzdužni nagib: $G = \frac{143-142}{100} = \pm 1 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti :

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 75,44 \sim 76 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 73,08 \sim 74 \text{ m}$$

Također, kao i na pješačkom prijelazu 2, ovdje uočavamo da je preglednost zadovoljena.



Slika 50. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 3 [14]

Pješački prijelaz 4:

Uzdužni nagib: $G = \frac{735-734}{100} = \pm 1 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti :

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 75,44 \sim 76 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 73,08 \sim 74 \text{ m}$$

Zaustavna preglednost je također zadovoljena na pješačkom prijelazu 4 kako je prikazano na slici 51.



Slika 51. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 4 [14]

Pješački prijelaz 5:

Uzdužni nagib: $G = \frac{179-179}{100} = \pm 0 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 74,22 \sim 75 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 74,22 \sim 75 \text{ m}$$

Na slici 52, u smjeru kretanja vozila lijevom stranom Nove ceste vidljivo je da zaustavna preglednost nije u potpunosti osigurana zbog zelenila uz cestu.



Slika 52. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 5 [14]

Pješački prijelaz 6:

Uzdužni nagib: $G = \frac{153-152}{100} = \pm 1 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 75,44 \sim 76 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 73,08 \sim 74 \text{ m}$$

Na slici 53 je vidljivo da je zaustavna preglednost zadovoljena.



Slika 53. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 6 [14]

Pješački prijelaz 7:

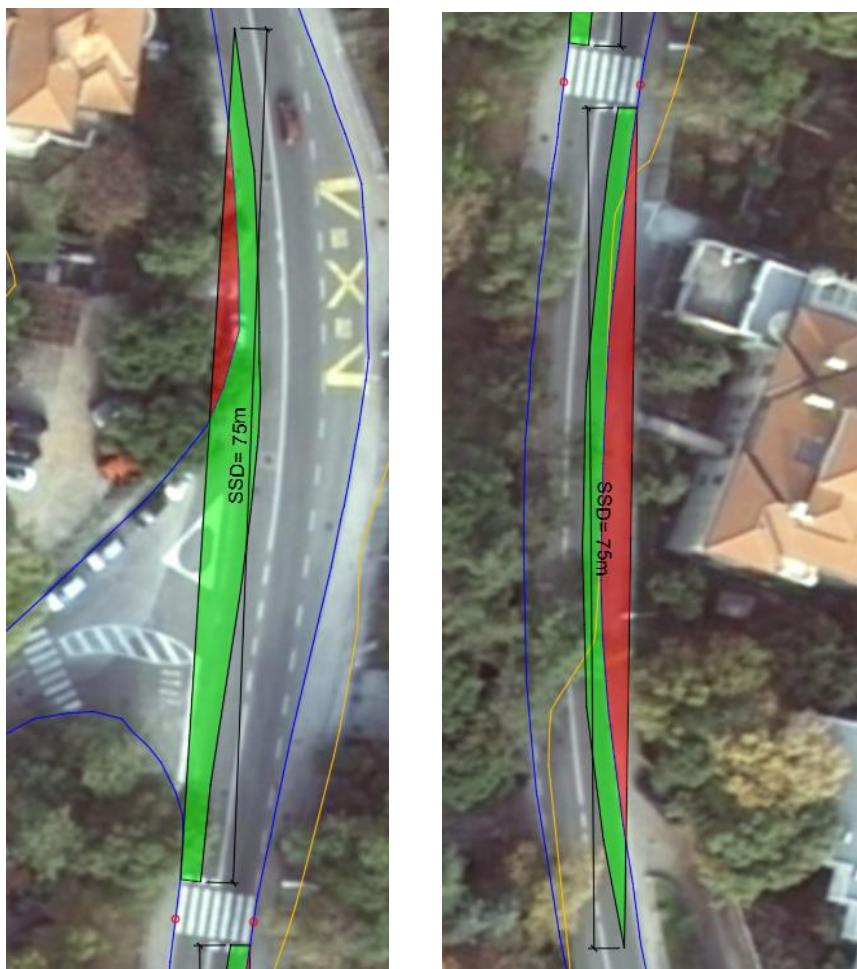
Uzdužni nagib: $G = \frac{498-498}{100} = \pm 0 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 74,22 \sim 75 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 74,22 \sim 75 \text{ m}$$

Na slici 54, zaustavna preglednost nije u potpunosti zadovoljena. U slučaju desnog smjera kretanja vozila manje je osigurana preglednost, nego u lijevom, a razlog tome je zelenilo.



Slika 54. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz

Pješački prijelaz 8:

Uzdužni nagib: $G = \frac{117-115}{100} = \pm 2 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 76,73 \sim 77 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 73,08 \sim 74 \text{ m}$$

Na slici 55 vidljivo je da je zaustavna preglednost zadovoljena.



Slika 55. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelazu 8 [14]

Pješački prijelaz 9:

Uzdužni nagib: $G = \frac{359-356}{100} = \pm 3\%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 78,10 \sim 79 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 70,96 \sim 71 \text{ m}$$

Na slici 56 nije u potpunosti zadovoljena zaustavna preglednost, manje je zadovoljena u lijevom smjeru kretanja vozila zbog zida i zelenila.



Slika 56. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 9 [14]

Pješački prijelaz 10:

Uzdužni nagib: $G = \frac{102-102}{100} = \pm 0 \%$

Dobivene su duljine zaustavne preglednosti:

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} - \frac{G}{100}\right)} = 74,22 \sim 75 \text{ m}$$

$$SSD = \frac{V_i * t}{3,6} + \frac{V_i^2}{254 * \left(\frac{a}{g} + \frac{G}{100}\right)} = 74,22 \sim 75 \text{ m}$$

Iz slike 57 vidljivo je da je zaustavna preglednost u potpunosti zadovoljena u oba smjera.



Slika 57. Grafički prikaz zaustavne preglednosti za pješački prijelaz 10 [14]

6. ZAKLJUČAK

Proučavanje povijesti i razvoja cestogradnje pruža uvid u evoluciju prometnih sustava, dok je s druge strane, analiza tehničkih i sigurnosnih elemenata ukazala na potrebu za stalnim usavršavanjem infrastrukture i prometnih rješenja. Svaka prometnica jednako je važna te ima svoje specifične zahtjeve i izazove glede preglednosti. Upravo iz tog razloga, cilj ovog završnog rada bio je na zadanoj dionici; D66 provjeriti i proračunati preglednost u 3 aspekta – preglednost u krivini i u zoni na raskrižja i za zaustavne preglednosti na prilazima pješačkim prijelazima izvan zone raskrižja.

Osiguravanje preglednosti provodilo se prema računskim i grafičkim analizama prema hrvatskoj regulativi i PIARC metodi. Provedbom spomenutih analiza na odabranim raskrižjima, krivinama i pješačkim prijelazima može se reći da je zaustavna preglednost zadovoljena na većini zadane dionice, kao i na krivinama. Uz iznimku, četverokrakog raskrižja ulice Nova Cesta, ulice Velog Jože i ulice Vrutki gdje je zbog konfiguracije terena i krivine u zoni raskrižja uvelike smanjena preglednost.

Općenito, najčešći uzrok smanjene preglednosti prilikom prilaza raskrižju, krivini i/ili pješačkom prijelazu su objekti koji su izgrađeni uz rub postojećih prometnica, uz već postojeću vegetaciju, koja dodatno zaklanja polje preglednosti.

Za rješavanje problema, kako vegetacija, tako ni objekti ne smiju biti srušeni kako bi zadovoljili odgovarajuću preglednost. Postoje mnogi drugi načini kako bi se osiguralo dobro i sigurno polje preglednosti npr. postavljanje semafora kako bi se vremenski odvojili prometni tokovi ili regulacija brzine na određenim pravcima. Dodatno, potrebno je promicanje alternativnih prijevoznih sredstava kao što su korištenje bicikala i pješačkih staza što posljedično rezultira manjom količinom motornih vozila i manjim zagađivanjem okoliša, a pozitivno utječe i na sigurnost cestovnog prometa.

7.LITERATURA

- [1] I. Legac, Cestovne prometnice I: javne ceste, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu fakultet Prometnih znanosti, 2006.
- [2] HUKA: <http://www.huka.hr/mreza-autocesta>.
- [3] Ž. Korlaet, Uvod u projektiranje i građenje cesta, Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 1995.
- [4] Zakon o cestama: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_07_84_1790.html.
- [5] Autocesta A1: <https://anic-holding.com/directory/jezerane-a1-autocesta-zg-st-smjer-prema-moru/>.
- [6] kolegij Ceste, Nastavni materijal, ak.god 2019/20.
- [7] Google Maps: <https://www.google.com/maps/>
- [8] I. Legac i koautori, Gradske prometnice, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2011.
- [9] V. Cerovac, Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [10] Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, »Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti«.
- [11] PIARC-RSM.
- [12] kolegij Gradske ceste i čvorišta, Nastavni materijal, ak.god 2021/22.
- [13] HRVATSKE CESTE: https://hrvatske-cesta.hr/uploads/documents/attachment_file/file/112/Smjernice_kruzna_raskriza_DODATAK_E.pdf.
- [14] AUTOCAD podloga.
- [15] Željko Korlaet - Vesna Dragčević, Projektiranje i građenje cesta, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2018.