

# Analiza preglednosti na odabranim raskrižjima u Splitu

---

Sičaja, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2024

*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:123:430696>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-28**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marija Sičaja**

**Split, 2024.**

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

**Marija Sičaja**

**Analiza preglednosti na odabranim raskrižjima u  
Splitu**

**Diplomski rad**

**Split, 2024.**

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

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
**KANDIDAT: Marija Sičaja**  
**KATEDRA: Katedra za prometnice**  
**PREDMET: Prometna tehnika**

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

**Tema:**

Analiza preglednosti na odabranim raskrižjima u Splitu

**Opis zadatka:**

Prilikom projektiranja raskrižja vrlo je važno zadovoljiti kriterij sigurnosti za sve sudionike u prometu, a jedan od važnijih zahtjeva s aspekta sigurnosti je preglednost raskrižja. U okviru diplomskog rada potrebno je opisati što obuhvaća pojam preglednosti te kako se određuje njena potrebna duljina na raskrižju i to prema hrvatskim, njemačkim i američkim smjernicama. Za nekoliko odabranih raskrižja u gradu Splitu treba analizirati i komentirati preglednost s obzirom na potrebnu duljinu definiranu navedenim smjernicama.

U Splitu, 15.03.2024.

Voditelj Diplomskog rada:

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

izv.prof.dr.sc. Deana Breški

izv.prof.dr.sc. Ivan Balić



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL  
ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

kojom ja Marija Sičaja, JMBAG: 0011167839, studentica Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, kao autrica ovog diplomskog rada izjavljujem da sam ga izradila samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Deane Breški.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju rada. Tuđe spoznaje, zaključke, teorije, formulacije i grafičke prikaze koje sam izravno ili parafrazirajući navela u radu citirala sam i povezala s korištenim bibliografskim jedinicama.

---

(vlastoručni potpis studentice)

## **Analiza preglednosti na odabranim raskrižjima u Splitu**

### ***Sažetak:***

Kriterij sigurnosti je jedan od bitnijih kriterija kod projektiranja raskrižja, a jedan od važnijih zahtjeva, s aspekta sigurnosti, je preglednost raskrižja. U diplomskom radu opisan je pojam preglednosti te kako se određuje njena potrebna duljina na raskrižju i to prema hrvatskim, njemačkim i američkim smjernicama. Za nekoliko odabranih raskrižja u gradu Splitu analizirana je preglednost s obzirom na potrebnu duljinu definiranu navedenim smjernicama.

### ***Ključne riječi:***

Sigurnost, raskrižja, preglednost, norme

## **Analysis of visibility at selected intersections in Split**

### ***Abstract:***

The safety criterion is one of the most important factors in intersection design, and one of the key safety requirements is intersection visibility. This thesis describes the concept of visibility and how the required visibility distance at intersections is determined according to Croatian, German, and American guidelines. For several selected intersections in the city of Split, visibility was analyzed in relation to the required distance defined by these guidelines.

### ***Keywords:***

Safety, intersections, visibility, standards

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	SIGURNOST U PROMETU .....	2
3.	SMJERNICE ZE PROJEKTIRANJE RASKRIŽJA SA STAJALIŠTA PREGLEDNOSTI .	8
3.1.	Preglednost .....	8
3.1.1.	Određivanje duljine preglednosti .....	10
3.1.2.	Prihvatljivi vremenski intervali .....	11
3.2.	Hrvatske smjernice .....	15
3.2.1.	Raskrižja s obveznim zaustavljanjem .....	15
3.2.2.	Raskrižja bez zaustavljanja .....	16
3.3.	Američke smjernice .....	18
3.3.1.	Raskrižja s obveznim zaustavljanjem .....	18
3.3.2.	Raskrižja bez zaustavljanja .....	22
3.4.	Njemačke smjernice .....	28
3.4.1.	Zaustavni put .....	29
3.4.2.	Prilazna preglednost .....	29
3.4.3.	Zahtjevi za preglednost na prijelazima .....	30
3.5.	Usporedba smjernica .....	31
3.5.1.	Raskrižja bez zaustavljanja .....	31
3.5.2.	Raskrižja s obveznim zaustavljanjem .....	33
4.	ANALIZA PREGLEDNOSTI ODABRANIH RASKRIŽJA U SPLITU .....	36
4.1.	Ulica Mike Tripala– Put Brodarice– Ulica Velimira Terzića .....	37
4.1.1.	Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50 .....	38
4.1.2.	Proračun prema američkim smjernicama .....	41
4.1.3.	Proračun prema njemačkim smjernicama .....	42
4.2.	Slavonska - Vinkovačka .....	44
4.2.1.	Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50 .....	45
4.2.2.	Proračun prema američkim smjernicama .....	47
4.2.3.	Proračun prema njemačkim smjernicama .....	47
4.3.	Kranjčevićeva – Ulica Alojzija Stepinca .....	49
4.3.1.	Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50 .....	50
4.3.2.	Proračun prema američkim smjernicama .....	52
4.3.3.	Proračun prema njemačkim smjernicama .....	53
4.4.	Spinčićeva– Ulica pl. Ivana Zajca– Put Firula .....	54

4.4.1.	Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50.....	55
4.4.2.	Proračun prema američkim smjernicama.....	57
4.4.3.	Proračun prema njemačkim smjernicama.....	58
4.5.	Velebitska – Put Žnjana– Put Radoševca.....	60
4.5.1.	Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50.....	61
4.5.2.	Proračun prema američkim smjernicama.....	63
4.5.3.	Proračun prema njemačkim smjernicama.....	64
5.	ZAKLJUČAK.....	65
6.	LITERATURA .....	66
	POPIS SLIKA.....	67
	POPIS TABLICA .....	69



# 1. UVOD

U diplomskom radu opisana je preglednost na nesemaforiziranim raskrižjima, što sve utječe na preglednost, te je odrađena analiza preglednosti za pet nesemaforiziranih raskrižja u Splitu.

Prometne nesreće su jedan od glavnih pokazatelja sigurnosti prometa na cestama. Veliki broj prometnih nesreća događa se na raskrižjima na kojima je veći broj konfliktnih točaka. Najveći broj prometnih nesreća događa se u užem urbanom području, gdje prometuje najveći broj motornih vozila i pješaka.

Jedan od glavnih preduvjeta sigurnosti prometnih raskrižja je preglednost na raskrižju. Preglednost podrazumijeva slobodan prostor, bez prepreka, tzv. trokut preglednosti, koji se mora osigurati sudionicima prilikom približavanja raskrižju kako bi jasno vidjeli položaj ostalih sudionika u cestovnom prometu.

Rad se sastoji od 6 poglavlja:

1. Uvod
2. Sigurnost u prometu
3. Smjernice za projektiranje raskrižja sa stajališta preglednosti
4. Analiza preglednosti odabranih raskrižja u Splitu
5. Zaključak
6. Literatura

U diplomskom radu dan je osvrt na sigurnost u prometu s osvrtom na neke statističke podatke o prometnim nesrećama. Opisana je preglednost kao jedan od glavnih faktora za projektiranje raskrižja, prikazane su osnovne postavke za određivanje duljine preglednosti prema hrvatskim, američkim i njemačkim smjernicama za projektiranje raskrižja, te je izvršena analiza preglednosti na pet nesemaforiziranih raskrižja u Splitu.

## 2. SIGURNOST U PROMETU

Sigurnost cestovnog prometa obuhvaća ponašanje sudionika i drugih subjekata u prometu, njihove međusobne odnose te uvjete na cestama koji omogućuju maksimalnu zaštitu života, zdravlja i imovine svih aktivnih i pasivnih sudionika, kao i same infrastrukture. Kako bi se osigurala sigurnost na cestama, moraju biti zadovoljeni osnovni uvjeti koji pružaju potrebni infrastrukturni okvir za sigurnost prometa. Za reguliranje odnosa među sudionicima, uspostavljena su pravila cestovnog prometa, sustav prometnih znakova te znakovi koje daju ovlaštene osobe (kao što su prometna policija ili cestarske službe). Da bi sudionici mogli sigurno sudjelovati u prometu i smanjiti rizik od ozljeda, gubitka života ili materijalne štete, propisane su dužnosti sudionika u slučaju prometne nesreće, provodi se obuka kandidata za vozače, polaganje vozačkog ispita i izdavanje vozačke dozvole, kao i regulacija uvjeta za stjecanje prava na upravljanje vozilima. Također su definirani zahtjevi za opremu i uređaje koje vozila moraju imati, dimenzije, maksimalna masa i osovinsko opterećenje vozila, te uvjeti koje vozila moraju ispunjavati u prometu. Sudionici su periodično obavještavani o stanju na cestama i njihovoj prohodnosti.[1]

Osnovni uzorci nastanka prometnih nesreća koje su povezane s infrastrukturom:

- nedovoljna preglednost u horizontalnoj i vertikalnoj krivini;
- neprikladna horizontalna signalizacija;
- neprikladna vertikalna signalizacija;
- neprikladna svjetlosna signalizacija;
- bočne prepreke na prometnom profilu;
- sklizak kolnik;
- neprikladni prometno - tehnički elementi raskrižja.

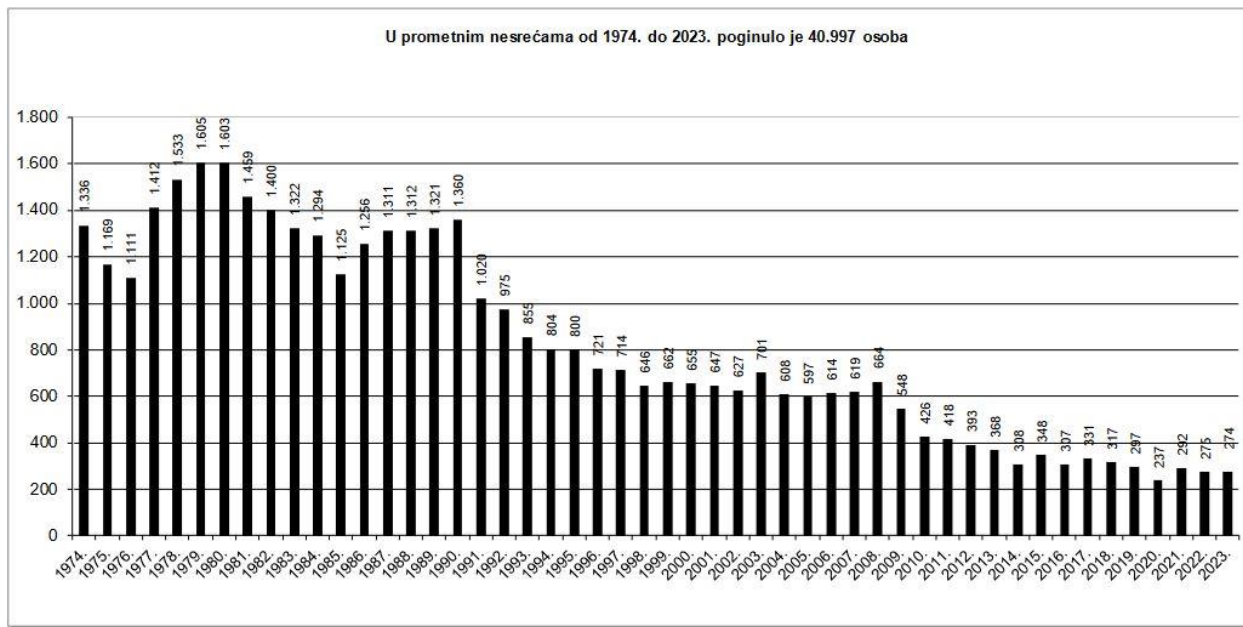
Raskrižja koja su slabo pregledna naročito u urbanim područjima moraju biti pravovremeno i točno označena prometnom signalizacijom i opremom kako bi se omogućilo sigurno i nesmetano odvijanje prometa.

Ljeti su hrvatske ceste znatno opterećenije, s mnogo većim prometom nego u ostatku godine. Zbog toga su ljetni mjeseci posebno rizični i opasni za sve sudionike u prometu. Prometne nesreće predstavljaju ozbiljan javnozdravstveni problem u Hrvatskoj, a one su vodeći uzrok smrtnosti od ozljeda među djecom i mladim odraslim osobama. Iako je broj prometnih nesreća, kao i broj smrtno stradalih i ozlijeđenih, smanjen u posljednjih nekoliko godina, unatoč porastu broja vozača,

vozila i prometnica, potrebno je nastaviti ulagati značajne napore u prevenciju nesreća i promicanje kulture odgovorne i sigurne vožnje kako bi se ovaj pozitivni trend održao. [2]

Putovanja na godišnji odmor ili povratak s njega mogu biti posebno opasna zbog nekoliko čimbenika. Mnogi ljudi žele što brže stići na odredište, što tijekom prometnih gužvi može izazvati nervozu koja negativno utječe na sigurnost vožnje. Također, ponekad vozači precijene svoju sposobnost koncentracije i kreću na put umorni, bilo nakon posla ili nakon dugotrajnog boravka na plaži, što može dovesti do kobnih posljedica. Visoke temperature i jako sunce dodatno otežavaju uvjete vožnje, čineći je još izazovnijom.

Sigurnost cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj pokazuje kontinuirano poboljšanje prema godišnjim statističkim podacima. Prema Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa u 2023. godini zabilježeno je 274 smrtna slučaja u prometnim nesrećama, što predstavlja najniži broj od samostalnosti Hrvatske (slika 1). [3]

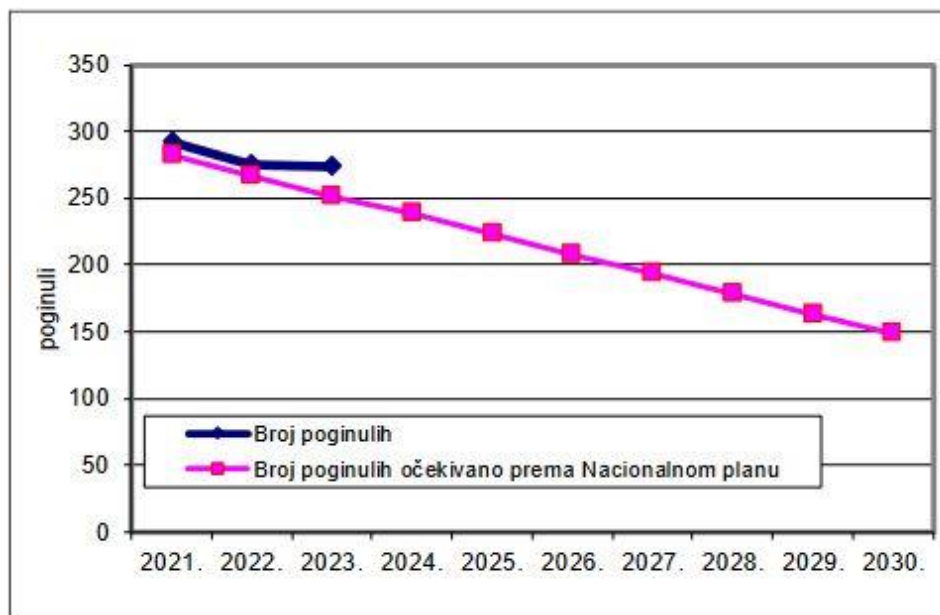


Slika 1 Poginule osobe u prometnim nesrećama od 1974. do 2023. godine [3]

Na hrvatskim cestama, od 2014. do 2023. godine dogodilo se 320 627 prometnih nesreća. U tim je nesrećama nastradalo 137 796 osoba: poginulo je 2986 osoba, teško je ozlijeđeno 27 160 osoba, a 107 650 osoba je lakše ozlijeđena. U istom razdoblju broj prometnih nesreća s nastradalim

osobama povećao se s 10 607 u 2014. godini na 10 633 u 2023. godini (0,2 %), broj teško ozlijeđenih osoba s 2675 na 3102 (16,0 %) dok se broj lakše ozlijeđenih osoba smanjio s 11 547 na 11 102 (3,9 %), a broj poginulih u prometnim nesrećama smanjio se s 308 na 274 (11,0 %). Struktura nastradalih se stabilizirala, pa je u 2023. udio poginulih bio 1,9% (u prosjeku 2,2%), a teško ozlijeđenih 21,4% (prosjeak 19,7%). U 2023. prometne nesreće su se dijelile na 0,9% nesreća s poginulima, 30,6% s ozlijeđenima i 68,5% s materijalnom štetom. [3]

Iako su relativni brojevi prometnih nesreća i njihovih posljedica nešto viši nego u najrazvijenijim zemljama EU, struktura nesreća je gotovo identična, što sugerira slične mjere pasivne sigurnosti. Međutim, veći broj nesreća može se pripisati razlikama u cestovnoj infrastrukturi i prometnoj kulturi. Iako je broj poginulih u nesrećama smanjen, sigurnost u prometu još uvijek ne zadovoljava ciljeve postavljene Nacionalnim programom sigurnosti cestovnog prometa Hrvatske za razdoblje 2021.–2030. [3] Sukladno viziji održivog razvoja i sigurnosti cestovnog prometa Europske unije i Ujedinjenih naroda, NPSCP 2021. - 2030. postavljen je posebni cilj „Unaprjeđenje sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj“, čime se izravno pridonosi ostvarenju Plana Ujedinjenih naroda za održivi razvoj 2030. (UN Agenda 2030.).



Slika 2 Grafički prikaz kretanja stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu 2021. - 2030. godine [3]

Predviđanja se malo razlikuju od stvarne situacije, kao što je vidljivo na grafikonu na slici 2 i još uvijek ne zadovoljavaju ciljeve postavljene Nacionalnim programom sigurnosti cestovnog prometa Hrvatske za razdoblje 2021.–2030. [3]

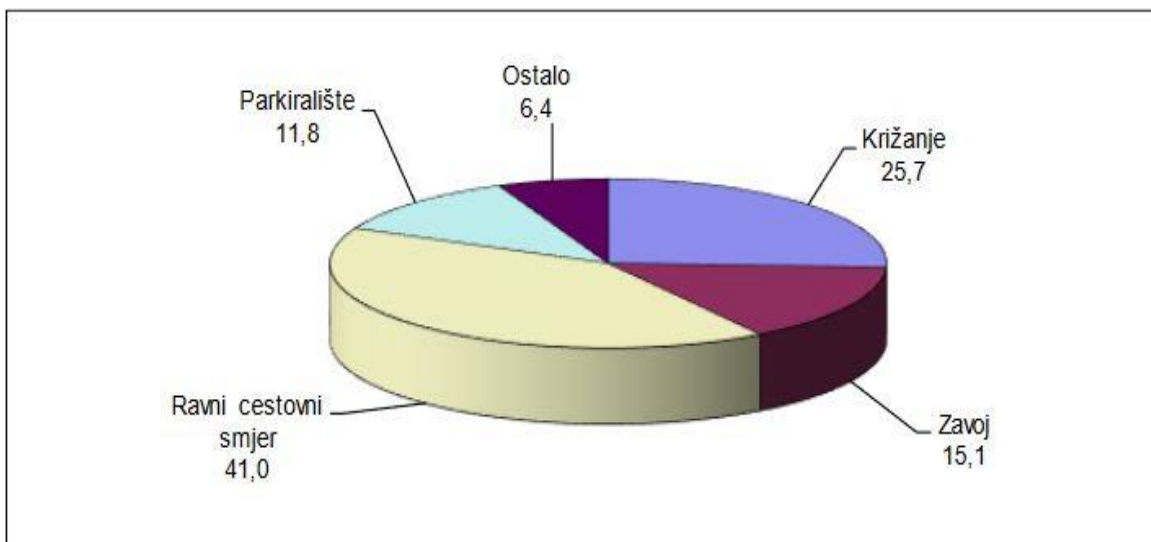
Za postizanje navedenih ciljeva planira se provedba rzičitih mjera svrstanih u 13 područja djelovanja i to:

1. Sigurna brzina,
2. Vožnja bez utjecaja alkohola, droga i lijekova,
3. Sigurna vožnja,
4. Sigurnosna kaciga,
5. Zaštita u vozilu,
6. Prevencija distrakcije vozača,
7. Aktivni oblici prometovanja - pješaci, biciklisti,
8. Sigurnost motociklista i mopedista,
9. Sigurnost profesionalnih vozača,
10. Sigurna infrastruktura,
11. Sigurna vozila,
12. Brze i učinkovite hitne službe i
13. Jačanje kapaciteta prometne policije i inspeksijskih službi

Prometne nesreće svrstane su prema sljedećim obilježjima:

- po kategorijama i značajkama cesta
- prema meteorološkim uvjetima i stanju kolnika
- prema vrsti vozila

Na slici 3 prikazan je grafikon iz 2023. godine koji prikazuje postotke prometnih nesreća po značajkama ceste. Najveći postotak prometnih nesreća je u ravnom cestovnom smjeru, zbog neprilagođenih brzina i nepropisnog pretjecanja. Nešto manji postotak prometnih nesreća je na križanjima, od čega je najveći postotak prometnih nesreća na T-križanju. [3] To su lokacije gdje se križaju dva ili više prometnih tokova što rezultira većim brojem konfliktnih točaka.



Slika 3 Prometne nesreće po značajkama ceste u 2023. godini [3]

Osnovni čimbenici koji utječu na sigurnost prometa su (slika 4):

#### 1. Čovjek

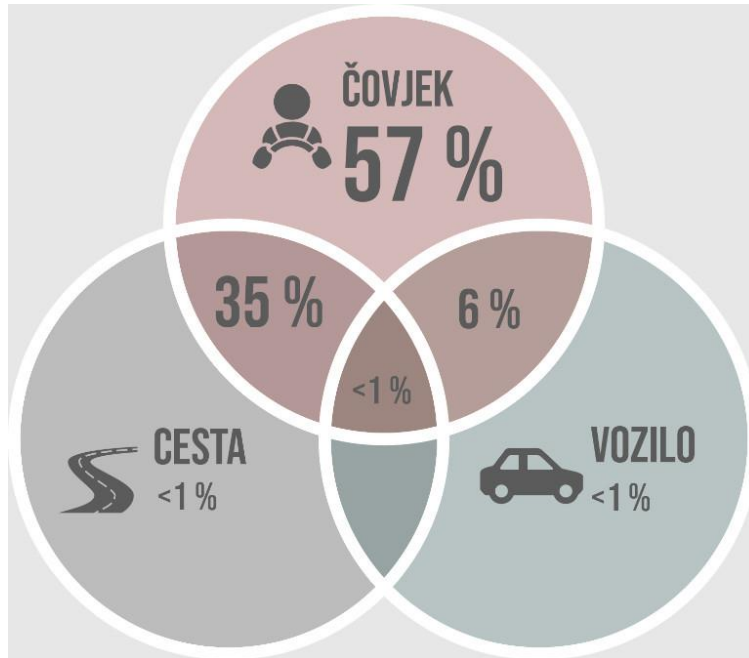
Čovjek različito reagira u raznim situacijama, a te razlike ovise o obrazovanju, zdravstvenom stanju, starosti, karakteru, moralu, osjećajima, inteligenciji itd.

#### 2. Vozilo

Svojim konstrukcijskim i eksploatacijskim značajkama vozilo utječe u velikoj mjeri na sigurnost prometa. Tehnički nedostatak na vozilu je prema statističkim podacima uzročnik 3-5% prometnih nesreća.

#### 3. Cesta

Cesta kao čimbenik sigurnosti sudjeluje u broju prometnih nesreća sa svega oko 3% prema stručnim podacima. Stanje kolnika utječe na sigurnost prometa, pa ga je potrebno redovito održavati kako se ne bi smanjio koeficijent trenja između kolnika i kotača. [4]



Slika 4 Udio čimbenika sigurnosti u prometu kao uzroka teških prometnih nesreća [4]

Raskrižja moraju biti oblikovana na način da zadovolje slijedeće kriterije:

- da su pravovremeno uočljiva
- da su pregledna
- da vozač s jednim pogledom može obuhvatiti cijelu površinu raskrižja
- da je raskrižje kanalizirano i lako prohodno.

Raskrižje mora biti projektirano na način da vozačima omogući pravilno, jednoznačno određeno usmjeravanje, odnosno uključivanje i isključivanje iz glavnog toka. To se postiže s izgradnjom otoka, postavljanjem znakova prednosti i sporedne ceste, poljima za usmjeravanje prometa i ostalom horizontalnom, vertikalnom i svjetlosnom signalizacijom te osiguranjem preglednosti uklanjanjem prepreka (zelenila i sl.).

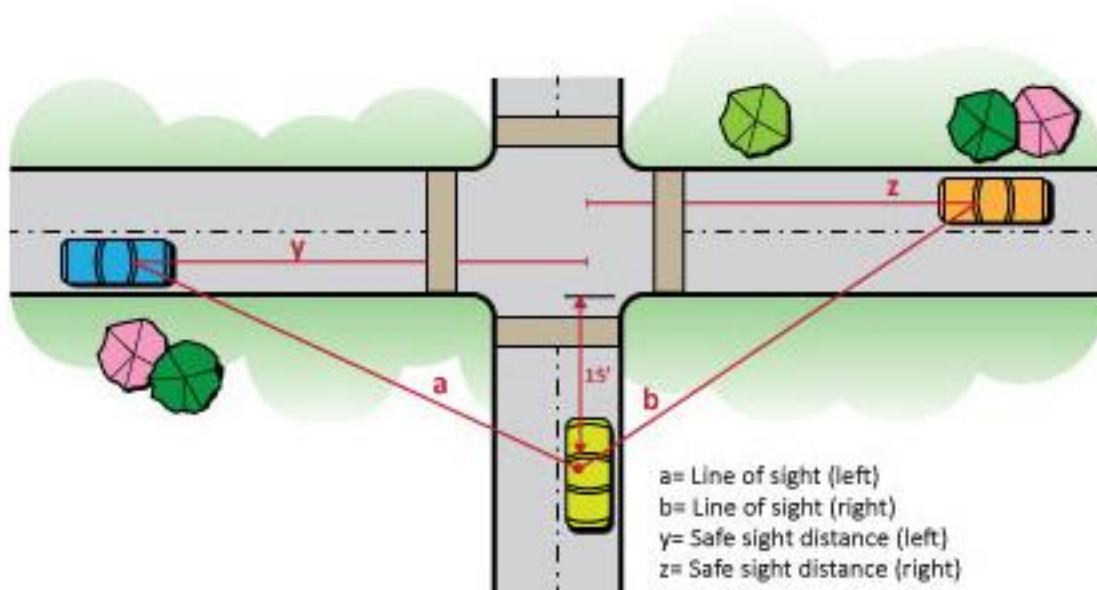
Kako je preglednost jedan od kriterija kod projektiranja raskrižja i povezana je sa sigurnošću svih sudionika u prometu, u daljnjem tekstu dan je osvrt na smjernice koje se odnose na određivanje potrebne duljine preglednosti za različite slučajeve prilaza raskrižju te planiranog manevra kretanja.

### 3. SMJERNICE ZE PROJEKTIRANJE RASKRIŽJA SA STAJALIŠTA PREGLEDNOSTI

#### 3.1. Preglednost

U diplomskom radu je obrađena tema preglednosti na cestovnim raskrižjima u razini. Na raskrižjima je naglašen problem sigurnosti prometa, a preglednost je jedan od glavnih faktora za projektiranje raskrižja.

Svako raskrižje sadrži velik broj konfliktnih točaka, odnosno potencijalnih mjesta za sudar. Vjerojatnost sudara može se smanjiti osiguravanjem potrebne preglednosti i pravilnom regulacijom prometa. Iako je osiguranje zaustavne preglednosti duž ceste neophodno, to nije dovoljno za sigurno funkcioniranje raskrižja. Računska brzina može biti veća od projektne brzine, a najveća dopuštena vrijednost računске brzine ne smije preći zakonom propisanu brzinu za određenu kategoriju ceste.



Slika 5 Preglednost ulijevo i udesno [5]



Preglednost ovisi o visini vozačevog oka i prepreke iznad kolnika, kao i o uvjetima na cesti (horizontalne i vertikalne krivine, objekti uz cestu). Zbog brojnih konfliktnih točaka na raskrižjima, potrebna duljina preglednosti mora biti veća od zaustavne duljine. Vozač koji prilazi raskrižju treba imati jasan pregled cijelog raskrižja, uključujući prometne znakove i uređaje za regulaciju prometa, te dovoljno vremena da uoči vozila u glavnom toku i sigurno se uključi u promet. Potrebna preglednost povezana je s brzinom vozila i udaljenosti koju vozilo prijeđe tijekom uočavanja, vremena reakcije i kočenja. Ukoliko se vozač približava križanju s dvosmjernom cestom, preglednost treba biti osigurana s lijeve i desne strane (slika 5). [5]

Na slici 5, a i b predstavljaju duljinu preglednosti (lijevo ili desno), z i y predstavljaju sigurnu preglednu udaljenost.

Na raskrižju je potrebno osigurati veće duljine preglednosti od zaustavne duljine, zato pri projektiranju treba paziti na sljedeće činjenice:

- Vozaču koji skreće ulijevo potrebno je više vremena da pogleda u oba smjera i ustanovi uvjete za sigurno izvršenje manevra, nego vozaču koji skreće udesno
- Procjena trajanja vremenskih intervala između prolazaka vozila u prioritetnom toku postaje teža s povećanjem brzine. Starijim vozačima potreban je dulji interval za sigurno uključivanje.
- Smanjenje kuta križanja cesta ispod  $60^\circ$  znatno povećava složenost manevra kretanja iz sporednog smjera, prijeđenu udaljenost i vrijeme potrebno za sigurno njegovo izvršenje.
- Vozačima vozila na cesti s prednošću prolaska treba određeno vrijeme (reakcije) kako bi zakočili ili izbjegli vozilo koje se uključuje u tok. To se vrijeme povećava s povećanjem gustoće priključaka na cestu.
- Veća duljina preglednosti potrebna je kod višetračnih cesta u odnosu na dvotračne.
- Vozač mora vidjeti veći dio vozila koje se približava da bi mogao procijeniti njegovu brzinu i udaljenost, te na osnovi toga odabrati prikladan vremenski interval u glavnom toku potreban za izvršenje odgovarajućeg manevra. [6]

### 3.1.1. Određivanje duljine preglednosti

Manevar uključivanja u promet na glavnoj cesti može uključivati tri radnje: skretanje udesno, skretanje ulijevo i prelazak preko ceste (kretanje pravo kroz raskrižje). Potrebna preglednost mijenja se ovisno o vrsti manevra, prometnoj regulaciji i brzini prometa. Prilikom određivanja preglednosti, pretpostavlja se položaj vozila na sporednoj cesti. Svi prilazi cestama većeg značaja obilježeni su znakovima koji nalažu vozačima da propuste vozila iz glavnog toka, bilo putem znaka obveznog zaustavljanja ili znaka koji označava raskrižje s cestom s prednošću prolaska.

Svaki manevar skretanja zahtijeva:

- određeno vrijeme za uočavanje vozila iz suprotnog smjera,
- procjenu odgovarajućeg vremenskog razmaka između vozila u glavnom toku te
- izvršenje manevra.

Skretanje ulijevo zahtijeva više vremena nego skretanje udesno, budući da vozač mora provjeriti obje strane ceste – lijevu, desnu i ponovo lijevu stranu. Okretanje glave i fokusiranje traje oko 1,5 s, pa je stoga vrijeme reakcije vozača pri skretanju ulijevo dulje nego pri skretanju udesno.

S obzirom na razlike u prihvaćanju vremenskih intervala za različite manevre i prometne uvjete, opći postupak za izračun preglednosti uzduž glavne ceste može se opisati u 4 koraka:

- 1) određivanje vremena uočavanja i reakcije ovisno o manevru koji treba izvršiti, brzini, intenzitetu prometa i broju trakova koje treba prijeći
- 2) određivanje vremena koje će omogućiti vozilu da se uključi u glavni tok bez ometanja prometa
- 3) određivanje ukupno potrebnog vremenskog intervala kao zbroja vremena uočavanja i reakcije (korak 1.) i vremena za izvršenje manevra (korak 2.)
- 4) proračun duljine preglednosti duž glavne ceste  $P_g$  (1):

$$P_g = 0,278 \times V_{gl} \times t_g \quad (1)$$

gdje je:

$V_{gl}$  - računaska brzina glavne ceste (km/h)

$t_g$  - vremenski interval potreban za uključivanje ili prijelaz ceste (s)

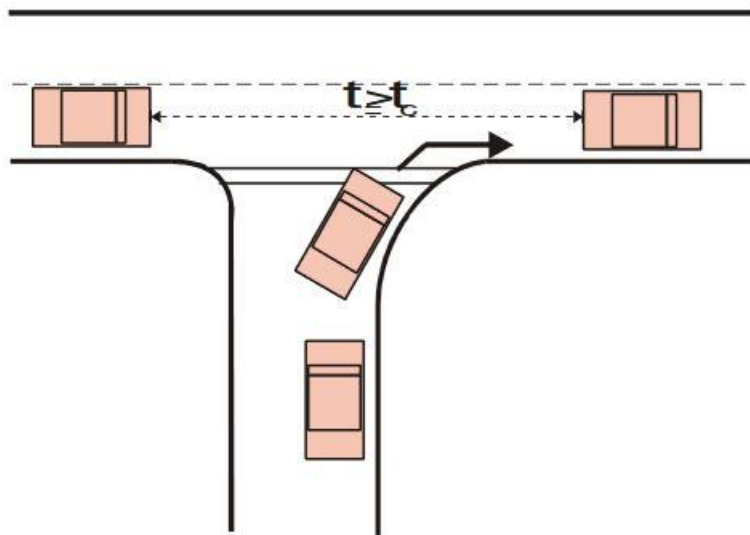
Duljina preglednosti  $P_g$  na glavnoj cesti definira se kao najmanja udaljenost vozila na glavnoj cesti od križanja na kojoj ga vozilo sa sporednog puta mora uočiti.

Duljina preglednosti na sporednoj cesti ovisi o vrsti regulacije raskrižja i vrsti manevra skretanja. Vozač na sporednoj cesti mora na vrijeme uočiti vozila koja se kreću glavnom cestom kako bi se sigurno uključio u promet ili prešao preko ceste. Idealno bi bilo da vozač ima jasan i neometan pogled na cijelu duljinu kolnika potrebnu za preglednost. Minimalni uvjet je da vozač može vidjeti dovoljno vozilo koje dolazi kako bi točno procijenio njegovu brzinu i udaljenost, te u skladu s time odabrao odgovarajući trenutak za manevriranje.

Preporučuje se da priključci na glavne ceste budu projektirani tako da s visine vozačevog oka od 1 m iznad kolnika omogućuju vidljivost objekta visine najmanje 15 cm. Potrebna preglednost priključka na glavnu cestu određuje se elementima tzv. trokuta preglednosti, područja unutar kojeg ne smiju biti prepreke koje bi mogle ometati vozača u uočavanju vozila iz suprotnog smjera. Trokut preglednosti osigurava jasan pogled na promet iz oba smjera glavne ceste.

### **3.1.2. Prihvatljivi vremenski intervali**

Za opisivanje ponašanja vozača pri uključivanju u glavni tok rabi se koncept prihvaćanja vremenskih intervala koji je shematski prikazan na slici 6. Koncept se zasniva na pretpostavci da će se vozač uključiti u glavni tok ako je vremenski interval između prolazaka dvaju uzastopnih vozila u glavnom toku veći od tzv. „kritičnoga vremenskog intervala". Kritični vremenski interval  $t_c$  definira se kao minimalni vremenski razmak među vozilima na glavnoj cesti koji omogućuje uključivanje u promet jednog vozila sa sporedne ceste. [6]



Slika 6 Osnovni koncept prihvaćanja vremenskih intervala [6]

Vremenski intervali potrebni za osiguranje preglednosti neznatno su veći od kritičnih vremenskih intervala koji se rabe za proračun kapaciteta, što mnogi smatraju nedovoljnim za siguran tok prometa. Kritični vremenski intervali predstavljaju prosječne vrijednosti prihvaćenih vremenskih intervala i namijenjeni su proračunu kapaciteta raskrižja. S obzirom na mogućnost različitih manevara kretanja (pravo, lijevo, desno), i vremenski intervali potrebni za izvršenje pojedinog manevara se razlikuju. U tablici 1 prikazani su vremenski intervali koji se koriste za proračun duljine preglednosti prema američkim smjernicama za projektiranje cesta, tzv. *The Greenbook*. [7]

U tablici 2 prikazane su vrijednosti kritičnih vremenskih intervala koji se koriste za proračun kapaciteta raskrižja prema [8].

Prema istraživanjima utvrđeno je da se vrijednosti kritičnih vremenskih intervala u RH neznatno razlikuju od onih u SAD-u (do 4 %). Nadalje, novija istraživanja pokazuju da vrijednost mediana prihvaćenih vremenskih intervala za skretanje ulijevo iznosi 9,2 s (50 % vozača prihvatilo je kraći, a 50% dulji interval).

Može se pretpostaviti da za mnoge, od 65 % vozača, nije dovoljno 7,5 s da sa sigurnošću izvrše skretanje ulijevo. Problem je uzrokovan time što se vrijednost kritičnog intervala utvrđuje za potrebe procjene kapaciteta raskrižja (gdje je logično upotrijebiti prosječnu vrijednost), a ne za potrebe projektiranja elemenata cestovne mreže koji se dimenzioniraju prema psihofizičkim

moogućnostima većine vozača (85 %). Za skretanje udesno vrijednost mediana je 6,5 s, kao i prosječna vrijednost.

Manevar	Vremenski intervali (s)		
	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Teretno + priključno vozilo
skretanje ulijevo*	7,5	9,5	11,5
skretanje udesno*	6,5	8,5	10,5
prijelaz *	6,5	8,5	10,5
skretanje ulijevo s glavne ceste	5,5	6,5	7,5
* s ceste sa znakom STOP na dvotračnu glavnu cestu			

Tablica 1 Vremenski intervali koji se rabe pri proračunu preglednosti (s) [7]

Manevar	Računska brzina na glavnoj cesti $v_g$			
	48 km/h		88 km/h	
	broj trakova		broj trakova	
	2	4	2	4
	kritični vremenski intervali (s)			
skretanje ulijevo	6,5	7,0	8,0	8,5
skretanje udesno	5,5	5,5	6,5	6,5
križanje	6,0	6,5	7,5	8,0
skretanje ulijevo s glavne ceste	5,0	5,5	5,5	6,0

Tablica 2 Kritični vremenski intervali koji se rabe pri proračunu kapaciteta (s) [8]

Prihvatljive vrijednosti razlike brzina dobivene su istraživanjima o vozilima koja su sudjelovala u sudaru s obzirom na razliku njihove brzine u odnosu na prosječnu brzinu toka. Istraživanja su pokazala da se vjerojatnost sudjelovanja u sudaru eksponencijalno povećava kada se razlika brzina

poveća iznad 15 km/h. Za određivanje duljina preglednosti koje će omogućiti sigurno uključivanje većini vozača, preporučuje se primjena vremenskih intervala prikazanih u tablici 3. Ti vremenski intervali rezultirat će prihvatljivim vrijednostima usporavanja od 3 m/s<sup>2</sup>. [9]

<b>Brzina glavnog toka (km/h)</b>	<b>Vremenski intervali (s)</b>
30	4
50	5
65	6
80	7
95	8

*Tablica 3 Vremenski intervali potrebni za prihvatljivo usporavanje [9]*

Napomena:

- Nisu uključene vrijednosti vremena reakcije za lijeva i desna skretanja.
- U proračun se može ući sa sljedećim vrijednostima: vrijeme reakcije od 1,5 sekunde za vozila u glavnom toku, od 2 do 3 sekunde za desna skretanja ovisno o brzini glavnog toka, od 2,5 do 5 sekundi za lijeva skretanja ovisno o brzini i intenzitetu glavnog toka.

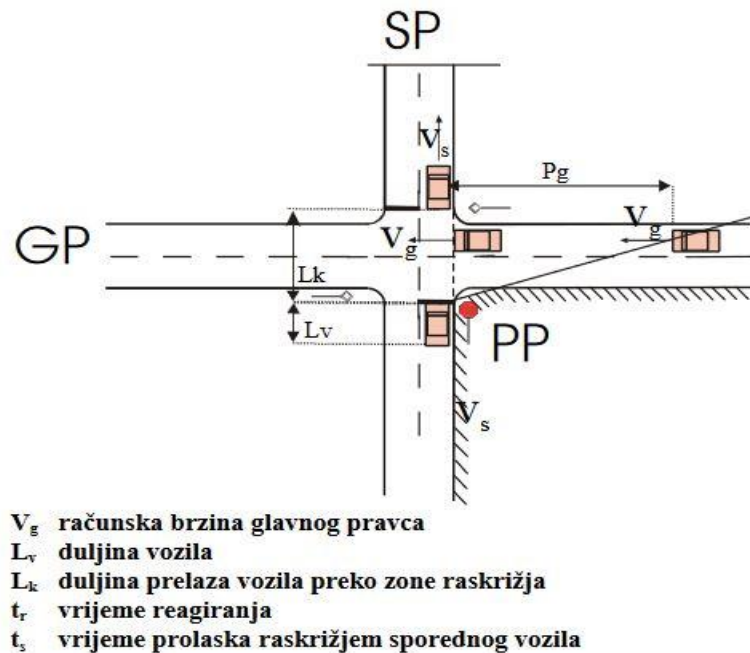
## 3.2. Hrvatske smjernice

U Republici Hrvatskoj, ovu tematiku regulira norma HRN U.C4.O50 [10] iz 1990. godine i Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa [11] iz 2004. godine. Norma HRN U.C4.O50 detaljno opisuje postupak proračuna za osiguranje preglednosti na raskrižjima s obveznim zaustavljanjem i onima bez zaustavljanja. Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa [11], pružaju vrijednosti duljina preglednosti na raskrižjima koje se koriste u Švicarskoj i Njemačkoj.

U Republici Hrvatskoj postoje norme za ovu problematiku za raskrižja s obveznim zaustavljanjem i raskrižja bez zaustavljanja.

### 3.2.1. Raskrižja s obveznim zaustavljanjem

Prema normi HRN U.C4.O50 [10], vozilo koje se kreće glavnom cestom mora biti vidljivo na takvoj udaljenosti da vozilo na sporednom pravcu može sigurno proći kroz raskrižje bez ometanja toka na glavnom pravcu (slika 7).



Slika 7 Duljina preglednosti na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [10]

Duljina prolaska raskrižjem "sporednog" vozila jest (2):

$$D = L_k + L_v \quad (2)$$

Uz pretpostavku da se vozilo zaustavi na STOP liniji te da prelazi raskrižje jednolikim ubrzanjem  $a_s$ , slijedi da je vrijeme prolaska raskrižjem (3):

$$t_0 = \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \quad (3)$$

Ako se vremenu prolaska kroz raskrižje doda vrijeme reagiranja dobije se (4):

$$t_s = t_0 + t_r \quad (4)$$

Vozilo iz glavnog pravca u tom vremenu prolazi put  $P_g$  odnosno mora biti osigurana duljina preglednosti prema (5):

$$P_g = V_g \times t_s = V_g \times \left( t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) \quad (5)$$

Preporučena vrijednost ubrzanja za osobna vozila iznosi  $a = 1,5 \text{ m/s}^2$ , a vrijeme reakcije  $t_r = 1,5 \text{ s}$ .

### 3.2.2. Raskrižja bez zaustavljanja

Potrebna preglednost u glavnom smjeru  $P_g$  uvjetovana je:

- duljinom vožnje u vremenu  $t$  potrebnom sporednom vozilu da pređe duljinu preglednosti  $P_s$ , širinu raskrižja  $L_k$  i svoju duljinu  $L$ , te na taj način oslobodi put kretanja vozilu s prednošću.

Potrebna preglednost na sporednom pravcu jednaka je zaustavnoj duljini  $P_s$  prema (6):

$$P_s = V_s \times t_r + \frac{V_s^2}{2g \times \left( f_t + \frac{i}{100} \right)} \quad (6)$$

Potrebna preglednost u glavnom smjeru  $P_g$  uvjetovana je duljinom vožnje u vremenu  $t_s$  potrebnom sporednom vozilu da pređe duljinu preglednosti  $P_s$ , duljinu raskrižja  $L_k$  i svoju duljinu  $L_v$ , te na taj način oslobodi put kretanja vozilu s prednošću prolaza tj. uvjet za preglednost na glavnom pravcu je (7):



$$P_g > V_g \times t_s \quad (7)$$

Odnosno, potrebna preglednost na glavnom je pravcu mora zadovoljiti sljedeći izraz (8):

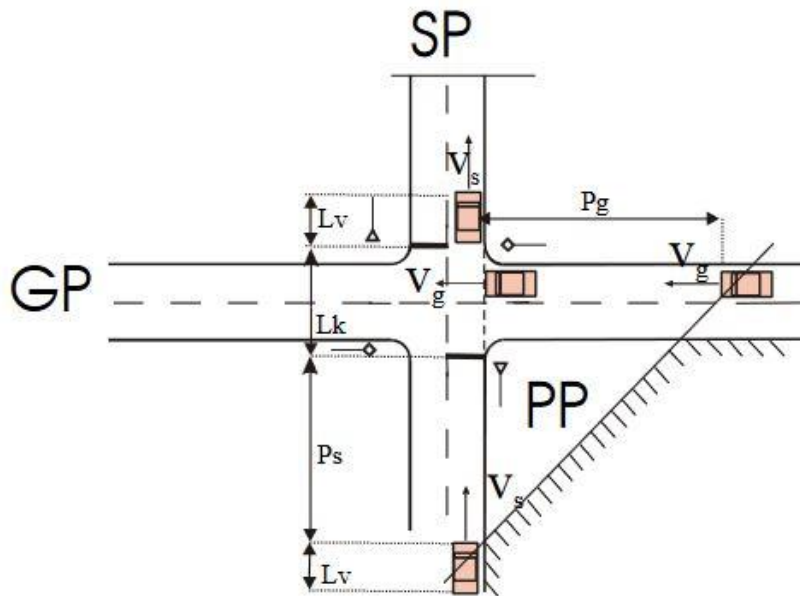
$$P_g > \frac{V_g}{V_s} \times (V_s \times t_r + \frac{V_s^2}{2g \times f_t} + L_k + L_v) \quad (8)$$

gdje je:

$V_g$  - računska brzina glavnog pravca (m/s)

$V_s$  - računska brzina sporednog pravca (m/s)

$f_t$  - koeficijenti tangencijalnog otpora trenja



Slika 8 Duljina preglednosti na raskrižju bez zaustavljanja [10]

Hrvatske norme – nedostatci:

- ne analiziraju duljine preglednosti potrebne za manevre uključivanja u tok skretanjem ulijevo ili udesno, već samo duljine potrebne za manevar prelaska raskrižja.
- duljina  $L_k$  uzima se kao širina raskrižja + udaljenosti do mjesta zaustavljanja sporednog vozila na privozu i odvozu raskrižja (STOP crta). Duljina  $L_k$  ne bi trebala obuhvaćati odvoznu udaljenost

od raskrižja do STOP crte jer sporedno vozilo oslobađa put glavnom vozilu kad prede rub kolnika glavne ceste na odvozu (u proračun je već uključena duljina vozila).

- kod raskrižja bez zaustavljanja u normi pri proračunu duljine preglednosti rabi računska brzina sporedne ceste pri dolasku vozila na raskrižje što nije realna situacija (vozila usporavaju pri dolasku na raskrižje).

### **3.3. Američke smjernice**

U SAD-u, ova tematika sadržana je u smjernicama za projektiranje cesta tzv. *The Greenbook (A policy on Geometric Design of Highways and Streets)*. [7]

Područja na prilazu raskrižju trebala bi biti slobodna od prepreka koje bi mogle blokirati pogled vozača na potencijalno konfliktna vozila.. Vidljivost za zaustavljanje trebala bi biti osigurana duž svake ceste tako da vozači imaju pregled ceste ispred, koji je dovoljan da se zaustave ako je potrebno. Osiguravanje zaustavne preglednosti na svim lokacijama, uključujući prilaze raskrižjima, temeljno je za normalno funkcioniranje raskrižja. Ako je raspoloživa preglednost za vozilo koje ulazi ili prelazi raskrižje barem jednaka odgovarajućoj zaustavnoj preglednosti na glavnoj cesti, tada vozači imaju dovoljno vremena za predviđanje i izbjegavanje sudara.

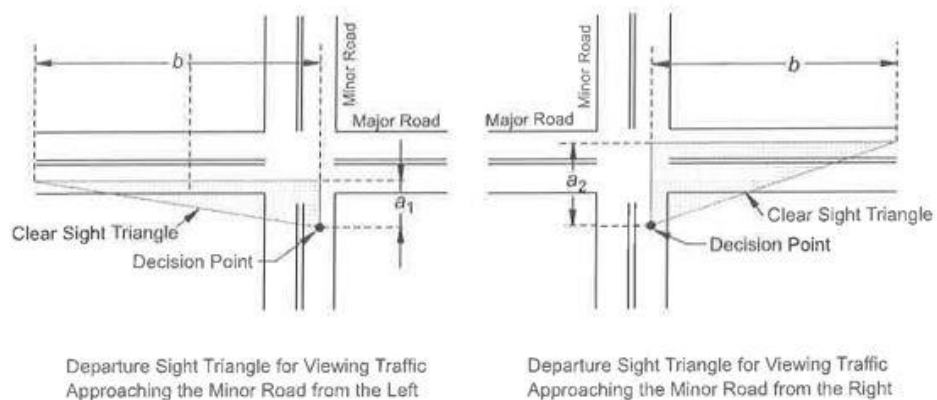
Kao i kod hrvatskih smjernica za određivanje preglednosti raskrižja, i američke smjernice razlikuju preglednost na raskrižjima s obveznim zaustavljanjem i bez obveznog zaustavljanja.

#### **3.3.1. Raskrižja s obveznim zaustavljanjem**

Raskrižja s obveznim zaustavljanjem su raskrižja na kojima se na sporednoj cesti nalazi znak STOP, te su vozači dužni obvezno se zaustaviti. U nastavku su opisani trokuti preglednosti na takvim raskrižjima te način proračuna duljine preglednosti.

### 3.3.1.1. Trokuti preglednosti

Definiranjem trokuta preglednosti osigurava se dovoljna vidljivost za vozača koji želi obaviti određeni manevar u zoni raskrižja. Slika 9 prikazuje trokute preglednosti za prelazak raskrižja, te za skretanje lijevo ili desno od položaja zaustavljenog vozila na sporednoj cesti. Udaljenost  $a_1$  je udaljenosti od osi glavne ceste do mjesta gdje je vozilo zaustavljeno na sporednoj cesti, a udaljenost  $a_2$  je udaljenosti od osi glavne ceste do mjesta gdje je vozilo zaustavljeno na sporednoj cesti plus širina traka za vozila koja nailaze s desne strane na glavnom pravcu (slika 9). Udaljenost  $a_2$ , također bi trebala uključivati širinu bilo kakvog središnjeg otoka prisutnog na glavnoj cesti. Udaljenost  $b$  predstavlja duljinu preglednosti duž glavne ceste, te čini zajedno sa duljinom  $a$ , krakove trokuta preglednosti. Osiguravanje jasnih trokuta preglednosti također omogućava vozačima na glavnoj cesti da vide bilo koje vozilo zaustavljeno na prilazu sporedne ceste i da budu spremni usporiti ili stati, ako je potrebno. [7]



Departure Sight Triangles (Stop-Controlled)

Slika 9 Prilazni trokuti preglednosti udesno ili ulijevo na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [7]

### 3.3.1.2. Duljina preglednosti

Duljine preglednosti na glavnoj cesti, u slučaju raskrižja sa znakom STOP, moraju biti veće od zaustavnog puta. Vozila na sporednoj cesti trebaju se uključiti u promet kada su vremenski razmaci između vozila na glavnoj cesti dovoljno veliki.

## Skretanje ulijevo

Za skretanje ulijevo, preglednost mora biti osigurana s obje strane. Mjesto odluke nalazi se 4,4 m od ruba kolnika glavne ceste, što odgovara položaju vozačevog oka na sporednoj cesti. Prema istraživanjima u SAD-u, vozači na sporednoj cesti obično se zaustavljaju oko 2 metra od ruba kolnika glavne ceste te se još dodaje prosječna udaljenost do oka vozača. Vremenski intervali prikazani u tablici 1 (2.1.2. Prihvatljivi vremenski intervali) omogućuju vozilima sa sporedne ceste da skrenu ulijevo bez ometanja prometa na glavnoj cesti. Osim osobnih automobila imamo i teška vozila koja ulaze na glavnu cestu, tada treba razmotriti upotrebu vremenskih intervala za različite vrste vozila prikazanih u tablici 4.

<b>TIP VOZILA</b>	<b>VREMENSKI INTERVALI (s)</b>
Osobni automobil	7.5
Teretno vozilo	9.5
Teretno + priključno vozilo	11.5

*Tablica 4 Vremenski intervali za lijevo skretanje na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [7]*

Preglednost raskrižja duž glavne ceste mora biti dovoljna da pokrije udaljenost koju vozilo na glavnoj cesti prelazi računskom brzinom tijekom vremena potrebnog da se vozilo sa sporedne ceste uključi u promet (udaljenost  $b$  na slici 9). Ta se vrijednost izračunava prema izrazu (9):

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g, \quad (9)$$

što je isti izraz kao u normi HRN U.C4.O50, ali hrvatska norma uzima u obzir samo prolazak kroz raskrižje, bez uključivanja vremena potrebnog za skretanje.

Vrijednosti iz tablice 1 treba prilagoditi ako je sporedna cesta na nagibu većem od 3% (dodaje se 0,2 s za svaki postotak nagiba) i ako se mora prijeći veći broj traka (dodaje se 0,5 s za osobne automobile ili 0,7 s za kamione za svaki dodatni trak).

U tablici 5 prikazane su projektne veličine duljine preglednosti za osobne automobile, odnosno duljine preglednosti glavnog pravca za lijevo skretanje. [7]

<b>Vg (km/h)</b>	<b>Zaustavni put (m)</b>	<b>Pg (m)</b>
30	35	65
40	50	85
50	65	105
60	85	130
70	105	150
80	130	170
90	160	190

*Tablica 5 Duljina preglednosti glavnog pravca za lijevo skretanje [7]*

### Skretanje udesno

Vidljivost na raskrižju za desna skretanja određuje se na isti način kao i za lijeva skretanja, osim što se vremenski razmaci u tablici 4 trebaju prilagoditi. Istraživanja pokazuju da vozači prilikom skretanja udesno općenito prihvaćaju vremenske intervale koji su nešto kraći od onih prilikom skretanja ulijevo. Vremenski razmaci u tablici 4 mogu se smanjiti za 1,0 s za manevre skretanja udesno bez nepotrebnog ometanja prometa na glavnoj cesti, te su prikazani su u tablici 6. [7]

<b>TIP VOZILA</b>	<b>VREMENSKI INTERVALI (s)</b>
Osobni automobil	6.5
Teretno vozilo	8.5
Teretno + priključno vozilo	10.5

*Tablica 6 Vremenski intervali za desno skretanje na raskrižjima s obveznim zaustavljanjem [7]*

Preglednost raskrižja duž glavne ceste izračunava se po istoj formuli kao i za skretanje ulijevo.

U tablici 7 prikazane su projektne veličine duljine preglednosti za osobne automobile, odnosno duljine preglednosti glavnog pravca za desno skretanje. [7]

Vg (km/h)	Zaustavni put (m)	Pg (m)
30	35	55
40	50	75
50	65	95
60	85	110
70	105	130
80	130	145
90	160	165

*Tablica 7 Duljine preglednosti glavnog pravca za desno skretanje na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [7]*

### Prijelaz preko glavne ceste

Na raskrižjima, osim skretanja ulijevo i udesno, vozila se mogu nastaviti kretati pravo, odnosno prelaziti preko glavne ceste.

Vremenski razmaci kod određivanja potrebne preglednosti na raskrižju za prijelaz preko glavne ceste, jednaki su kao i za skretanje udesno (tablica 6), te se preglednost raskrižja duž glavne ceste izračunava se po istoj formuli kao i za skretanje ulijevo ili udesno.

Projektne veličine duljine preglednosti za osobne automobile za prelazak preko glavne ceste su jednake kao i za skretanje udesno (tablica 7). [7]

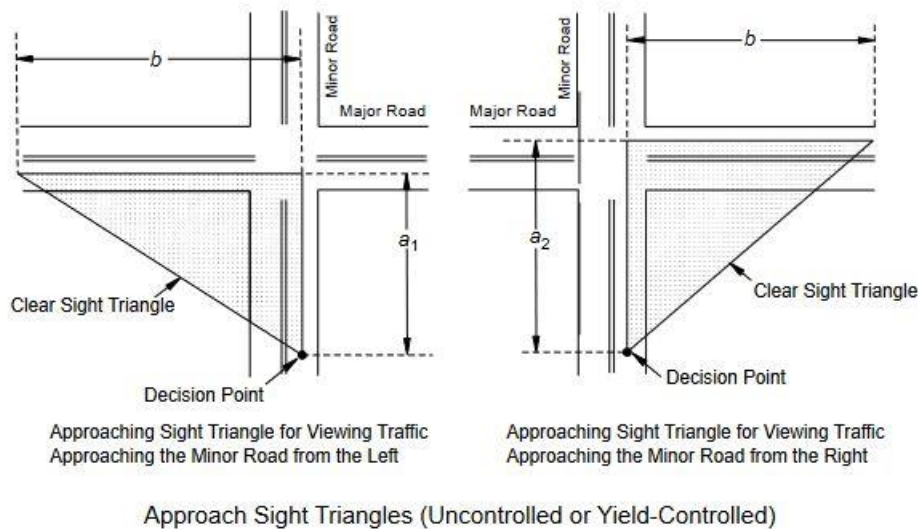
### **3.3.2. Raskrižja bez zaustavljanja**

Raskrižja bez zaustavljanja su raskrižja na kojima se na sporednoj cesti nalazi prometni znak u obliku naopakog trokuta (američki „yield“), te vozači moraju imati preglednost i prije samog raskrižja. Vozačima koji prilaze takvim raskrižjima dopušteno je ući ili prijeći glavnu cestu bez zaustavljanja, ako na glavnoj cesti nema potencijalno konfliktnih vozila. U nastavku su opisani trokuti preglednosti na takvim raskrižjima te način proračuna duljine preglednosti.

### 3.3.2.1. Trokuti preglednosti

Dimenzije krakova trokuta preglednosti ovise o projektiranim brzinama na cestama koje se križaju i temelje se na promatranom ponašanju vozača i odabirima brzina vozača pri približavanju raskrižju.

Vrh trokuta preglednosti na prilazu sporedne ceste predstavlja točku odluke za vozača na sporednoj cesti (slika 10). Ova točka odluke je mjesto na kojem bi vozač na sporednoj cesti trebao početi kočiti kako bi stao ako na glavnoj cesti dolazi drugo vozilo. Udaljenost od glavne ceste, duž sporedne ceste, ilustrirana je udaljenošću  $a_1$  lijevo i  $a_2$  desno (slika 10). Udaljenost  $a_2$ , jednaka je udaljenosti  $a_1$ , plus širina traka za vozila koja nailaze s desne strane na glavnom pravcu. Udaljenost  $a_2$ , također bi trebala uključivati širinu bilo kakvog središnjeg otoka prisutnog na glavnoj cesti. Udaljenost  $b$  predstavlja duljinu preglednosti duž glavne ceste  $P_g$ , te čini zajedno s duljinom  $a$ , krakove trokuta preglednosti. [7]



Slika 10 Prilazni trokuti preglednosti udesno ili ulijevo na raskrižju bez zaustavljanja [7]

### 3.3.2.2. Duljina preglednosti

Na raskrižjima bez obveznog zaustavljanja, vozaču na sporednom putu mora biti osigurana dovoljna preglednost kako bi mogao uočiti dolazak konfliktnih vozila na glavnoj cesti i sigurno se zaustaviti ako je potrebno.

## Prijelaz preko glavne ceste

Duljina preglednosti na sporednoj cesti  $P_s$  izračunava se prema izrazu za zaustavni put, ali s prilagođenim pretpostavkama za brzinu kretanja. Potrebno je osigurati dovoljno vremena za reakciju vozača na glavnoj cesti kako bi vozilo sa sporedne ceste moglo: putovati od točke odluke do raskrižja, dok usporava brzinom od  $1,5 \text{ m/s}^2$  do 60% projektne brzine sporedne ceste, te zatim prijeći i proći raskrižje pri toj istoj brzini. Usporavanje počinje s brzinom od oko  $1,5 \text{ m/s}^2$  prije nego što se uoče konfliktna vozila. Nakon uočavanja konfliktnih vozila, kočenje intenzivnije počinje oko 2,5 s (vrijeme reakcije) nakon što su vozila primijećena.

Duljina preglednosti na glavnom pravcu  $P_g$  izračunava prema izrazu (10), što odgovara udaljenosti  $b$  na slici 10:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g, \quad (10)$$

Vremenski interval potreban za uključivanje ili prijelaz ceste ( $t_g$ ) računa se prema izrazu (11):

$$t_g = t_a + \frac{L_k + L_v}{0,167 \times V_s} \quad (11)$$

gdje su:

$L_k$  - širina prijelaza ceste (m)

$L_v$  - duljina mjerodavnog vozila (m)

$V_s$  - brzina na sporednom privozu (km/h)

$V_g$  - brzina na glavnom privozu (km/h)

$t_a$  - vrijeme putovanja do glavne ceste od točke odluke za vozilo koje se ne zaustavlja

U tablici 8 prikazane su duljine preglednosti sporednog smjera  $P_s$  za prelazak raskrižja, vremenski interval potreban za uključivanje ili prijelaz ceste  $t_g$ , vrijeme putovanja do glavne ceste od točke odluke za vozilo koje se ne zaustavlja  $t_a$ , sve ovisno o brzini na sporednoj cesti  $V_s$ . [7]

Vrijednosti  $t_g$  prikazane u tablici 8, projektne su vrijednosti i one moraju biti jednake ili veće od vremenskog intervala potrebnog za prijelaz ceste na raskrižju s obveznim zaustavljanjem.



$V_s$ (km/h)	Sporedna cesta		$t_g$ (s)
	Preglednost $P_s$ (m)	$t_a$ (s)	
30	30	3,6	6,5
40	40	4	6,5
50	55	4,4	6,5
60	65	4,8	6,5
70	80	5,1	6,5
80	100	5,5	6,5
90	115	5,9	6,8

Tablica 8 Duljina preglednosti sporednog puta za prelazak raskrižja [7]

U tablici 9 prikazane su vrijednosti duljina preglednosti  $P_g$  duž glavne ceste koja ima brzinu  $V_g$ , u ovisnosti o brzini na sporednoj cesti  $V_s$ . [7]

Glavna cesta $V_g$ (km/h)	Sporedna cesta $V_s$ (km/h)		
	20	30-80	90
	Potrebna preglednost $P_g$ (m)		
30	60	55	60
40	80	75	80
50	100	95	95
60	120	110	115
70	140	130	135
80	160	145	155
90	180	165	175

Tablica 9 Duljine preglednosti duž glavne ceste [7]

### Skretanje ulijevo ili udesno

Za lijevo i desno skretanje bez zaustavljanja, pretpostavlja se da je potrebna duljina preglednosti na sporednoj cesti 25 metara, uz pretpostavku da vozači koji namjeravaju skrenuti smanjuju brzinu na 16 km/h pri približavanju raskrižju. Duljina preglednosti duž glavne ceste trebala bi biti slična kao na raskrižjima s oznakom STOP, no vremenski intervali navedeni u tablici 4 trebaju se produžiti za dodatnih 0,5 s. Vozilu sa sporedne ceste potrebno je 3,5 s da prijede od točke odluke

do raskrižja. Ovo predstavlja dodatno vrijeme putovanja koje je potrebno na raskrižju bez zaustavljanja, ali nije potrebno na raskrižju s obveznim zaustavljanjem. Međutim, vrijeme ubrzanja nakon ulaska na glavnu cestu je 3,0 s kraće za raskrižje bez zaustavljanja nego za raskrižje s obveznim zaustavljanjem jer vozilo koje skreće ubrzava s brzine od 16 km/h, a ne iz stanja mirovanja. Povećanje vremena putovanja od 0,5 s za vozilo koje skreće s raskrižja bez zaustavljanja je razlika između povećanja vremena putovanja od 3,5 s i smanjenja vremena od 3,0 s.

U tablici 10 prikazane su vrijednosti vremenskih intervala u ovisnosti o tipu vozila za desno ili lijevo skretanje. [7]

<b>TIP VOZILA</b>	<b>VREMENSKI INTERVALI (s)</b>
Osobni automobil	8.0
Teretno vozilo	10.0
Teretno + priključno vozilo	12.0

*Tablica 10 Vremenski intervali za desno ili lijevo skretanje na raskrižjima bez zaustavljanja [7]*

Prilazi s prednošću prolaza općenito zahtijevaju veću vidljivost nego prilazi s obveznim zaustavljanjem, posebno na raskrižjima s četiri prilaza gdje je potrebno uzeti u obzir zahtjeve vidljivosti za prelazak. Ako nije dostupna dovoljna preglednost, treba razmotriti promjenu raskrižja s prednošću prolaza u raskrižje s obveznim zaustavljanjem (STOP znak). Također, na lokacijama gdje se ne može osigurati preporučena preglednost, treba razmotriti postavljanje znakova ograničenja brzine ili drugih uređaja za prometnu regulaciju na glavnoj cesti kako bi se smanjila brzina vozila koja prilaze. [7]

Izrazi za izračunavanje preglednosti su isti kao i kod prijelaza preko glavne ceste. Odgovarajuće duljine preglednosti glavnog pravca za lijevo ili desno skretanje za osobna vozila prikazani su u tablici 11. [7]

<b>Vg (km/h)</b>	<b>Zaustavni put (m)</b>	<b>Pg (m)</b>
30	35	70
40	50	90
50	65	115
60	85	135
70	105	160
80	130	180
90	160	205

*Tablica 11 Duljine preglednosti glavnog pravca za lijevo ili desno skretanje na raskrižjima bez zaustavljanja [7]*

### 3.4. Njemačke smjernice

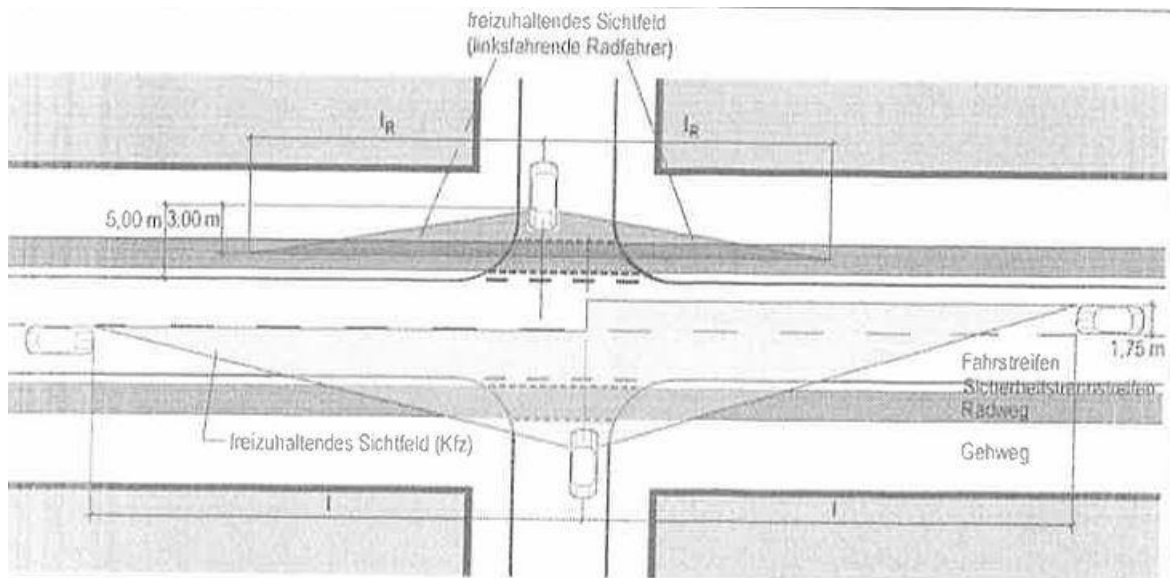
Prema njemačkim smjernicama za projektiranje gradskih prometnica [12] na raskrižjima, prijelazima preko biciklističkih/pješakačkih staza i na pješakačkim prijelazima, za vozače koji čekaju, bicikliste i pješake, potrebno je osigurati minimalnu preglednost u visini između 0,80 i 2,50 m, koja mora biti slobodna od trajnih prepreka, parkiranih vozila i grmlja koje ometa preglednost.

Drveće, rasvjetni stupovi, prometni signali i slični objekti mogu se nalaziti unutar vidnog polja, ali ne smiju ometati pogled vozačima koji čekaju na skretanje ili polazak sa stop linije, kao ni nemotoriziranim sudionicima u prometu.

Prilikom provjere preglednosti, razina očiju vozača automobila pretpostavlja se na visini od 1,00 m iznad kolnika, za vozača kamiona na 2,00 m, dok se za promatrano vozilo pretpostavlja visina od 1,00 m.

Zahtjevi za preglednost moraju se provjeriti:

- kod zaustavljanja;
- kod prilaznja
- na prijelazima



Slika 11 Zahtjevi za preglednosti prema njemačkim smjernicama [12]

U okviru ovih zahtjeva, preglednost djece i dječji pogled na vozila ne smiju biti ometani.

### 3.4.1. Zaustavni put

Vozači moraju biti u mogućnosti zaustaviti se unutar duljine zaustavnog puta, koja je prikazana u tablici 12. [12] Na cestama s tramvajima također treba uzeti u obzir zaustavne udaljenosti željezničkih vozila.

KATEGORIJA CESTE	V <sub>LIMIT</sub>	UZDUŽNI NAGIB CESTE “s”				
		-8%	-4%	0%	+4%	+8%
<b>LOKALNE ULICE, GLAVNE CESTE U IZGRAĐENIM PODRUČJIMA</b>		-	-	22 m	-	-
	30 km/h	-	-	22 m	-	-
	40 km/h	-	-	33 m	-	-
	50 km/h	-	-	47 m	-	-
<b>OTVORENE GLAVNE CESTE</b>	50 km/h	54 m	50 m	47 m	44 m	42 m
	60 km/h	73 m	67 m	63 m	59 m	56 m
	70 km/h	94 m	86 m	80 m	75 m	71 m

Tablica 12 Potrebna udaljenost zaustavnog puta [12]

### 3.4.2. Prilazna preglednost

Prilazna preglednost odnosi se na preglednost koju vozač mora imati dok čeka na rubu kolnika. Mjeri se 3,00 m unatrag duž sporednog kraka, od ruba glavne ceste, do vozačevih očiju. Tamo gdje je osigurana preglednost uz glavnu cestu P<sub>g</sub> (oznaka *l* na slici 11), vozači se mogu uključiti na glavnu cestu bez ometanja drugih vozila (tablica 13).

Kada biciklističke staze prelaze sporednu cestu, udaljenost unatrag od ruba kolnika treba povećati s 3,00 m na 5,00 m kako bi se osiguralo da vozila koja čekaju ne ometaju biciklističke prijelaze (slika 11).

Preglednost  $l_R$  za bicikliste na glavnoj cesti trebala bi biti  $l_R = 30$  m; u skućenim prostorima  $l_R = 20$  m.

Ako se tražena udaljenost za prilaznu preglednost ne može postići, potrebno je razmotriti druge mjere poput zabrane zaustavljanja, ograničenja brzine, semafora ili specifičnih zabrana skretanja. [12]

$V_{\text{limit}}$ (km/h)	PREGLEDNOST NA GLAVNOM PRAVCU $P_g$ (m)
30	30
40	50
50	70
60	85
70	110

Tablica 13 Zahtjevi za preglednost duž glavne ceste [12]

### 3.4.3. Zahtjevi za preglednost na prijelazima

Na prijelazima, gdje pješaci i biciklisti čekaju, preglednost se treba mjeriti okomito na smjer vožnje, uz zaustavnu preglednost na glavnoj cesti prema tablici 13.

U slučaju prijelaza na raskrižjima, zahtjevi za preglednost pješaka i biciklista obično su manji od onih za prilazni motorni promet. [12]

### 3.5. Usporedba smjernica

#### 3.5.1. Raskrižja bez zaustavljanja

U tablici 14 prikazane su duljine preglednosti za osobna vozila ( $L_v = 5$  m) na dvotračnoj cesti prema hrvatskim normama, HRN U.C4.O50. [10]

$V_s$ (km/h)	$P_s$ (m)	$V_g$ (km/h)	$P_g$ (m) za $V_s=50$ km/h	$P_g$ (m) za $V_s=40$ km/h	$P_g$ (m) za $V_s=30$ km/h
30	22	50	75	70	69
40	37	60	90	84	83
50	56	70	105	97	97
60	83	80	120	111	111
70	118	90	135	125	124
80	162	100	150	139	138
90	225	110	165	153	152

Tablica 14 Duljine preglednosti glavnog i sporednog smjera prema HRN U.C4.O50 [6]

Ove duljine preglednosti su specificirane za različite brzine sporednog smjera i brzine glavnog smjera od 30, 40 i 50 km/h. Pretpostavljeno vrijeme reakcije u skladu s normom HRN U.C4.O50 [10] iznosi 1,5 s. Za proračun je korištena širina prijelaza raskrižja  $L_k = 14$  m, koja uključuje dvotračnu cestu bez dodatnih trakova za lijevo skretanje i razdjelnog pojasa (2 trake x 3,5 m, 2 rubna traka x 0,5 m + 2 udaljenosti do stop crta x 3 m).

Tablica 15 prikazuje duljine trokuta preglednosti za različite brzine i manevre skretanja prema smjernicama u SAD-u. [7]

Usporedbom hrvatskih normi i smjernica SAD-a uočava se da HRN U.C4.O50 ne uzima u obzir manevre skretanja desno ili lijevo, nego daje vrijednosti preglednosti samo za manevar prolaska vozila kroz raskrižje. Duljine preglednosti na sporednom su pravcu za prelaska glavne ceste podjednake u oba pravilnika do brzine sporednog smjera od 50 km/h, a za veće brzine hrvatska norma daje znatno veću duljinu. Razlog tome je što HRN U.C4.O50 u proračun ulazi s računskom

brzinom na sporednoj cesti kod približavanja i prelaska raskrižja, a američke se smjernice temelje na istraživanjima koja pokazuju da vozila koja prilaze raskrižju usporavaju na oko 60 % od računске brzine sporedne ceste.

Velike su razlike u duljinama preglednosti, u glavnom smjeru, potrebnim za skretanje lijevo ili desno u glavni tok. Hrvatske norme ne sadrže ovaj slučaj, dok po smjericama SAD-a bi, primjerice, za brzinu glavnog toka od 70 km/h duljina preglednosti za osobno vozilo u glavnom smjeru iznosila 160 m za osobna vozila ili 195 m za teretna vozila bez obzira na računsku brzinu sporednog smjera, a po HRN U.C4.O50 za brzinu glavnog smjera od 70 km/h i sporednog od 50 km/h potrebno je osigurati duljinu preglednosti od samo 105 m za osobno vozilo odnosno 115 m za teretno vozilo, što je oko 40% manje nego u SAD-u. Suvremene norme nekih europskih zemalja uzimaju u obzir složenost pojedinih manevara skretanja pri proračunu duljina preglednosti pa se tako npr. u Njemačkoj računaju samo duljine preglednosti za prelazak ceste (nedovoljne za sigurno izvršavanje manevara lijevog skretanja).

Lijevo i desno skretanje iz sporednog smjera; na sporednom smjeru $P_s = 25$ m		Prijelaz preko ceste				
		$V_g$ (km/h)	$P_g$ (m)	$P_s$ (m)	$V_g$ (km/h)	$V_s$ (km/h)
20	30-80					90
$P_g$ (m)						
40	90	40	40	80	75	80
50	115	55	50	100	95	95
60	135	65	60	120	110	115
70	160	80	70	140	130	135
80	180	100	80	160	145	155
90	205	115	90	180	165	175

Tablica 15 Duljine preglednosti glavnog i sporednog smjera po smjericama u SAD-u [6, 7]

U tablici 16 napravljena je usporedba smjernica ako se uzme u obzir brzina na glavnoj cesti od 70 km/h i brzina na sporednoj cesti 50 km/h. Duljina preglednosti kod američkih smjernica je znatno veća nego kod hrvatskih i njemačkih smjernica (raskrižja bez zaustavljanja).



	<b>Hrvatske smjernice</b>	<b>Američke smjernice</b>		<b>Njemačke smjernice</b>
	Za lijevo, desno skretanje ili prijelaz	Za lijevo i desno skretanje ( $P_s=25m$ )	Za prijelaz ceste	Za lijevo, desno skretanje ili prijelaz
<b>Brzina na glavnoj cesti <math>V_g</math> (km/h)</b>	70	70	70	70
<b>Duljina preglednosti <math>P_g</math> (m)</b>	105	160	130	110

*Tablica 16 Usporedba smjernica za slučaj raskrižja bez zaustavljanja*

### 3.5.2. Raskrižja s obveznim zaustavljanjem

Duljine preglednosti prema HRN U.C4.O50 [10] za prelazak raskrižja širine  $L_k = 14,0$  m, koje se odnose na osobna, navedene su u tablici 17.

<b><math>V_g</math> (km/h)</b>	<b><math>P_g</math> (m)</b>
30	54
40	73
50	91
60	109
70	127
80	145
90	163

*Tablica 17 Duljine preglednosti na glavnom pravcu po HRN U.C4.O50 [10]*

U tablici 18 prikazane su duljine preglednosti duž glavnog pravca za prelazak ili desno skretanje osobnih vozila na dvotračnu cestu, kao i za lijevo skretanje prema smjernicama SAD-a. [7]

$V_g$ (km/h)	$P_g$ (m) za lijevo skretanje	$P_g$ (m) za prijelaz ili skretanje desno
30	65	55
40	85	75
50	105	95
60	130	110
70	150	130
80	170	145
90	190	165

*Tablica 18 Duljine preglednosti na glavnom pravcu prema smjernicama u SAD-u [6, 7]*

Ovdje se može primijetiti da HRN U.C4.O50 [10] ne uzima u obzir vrijeme potrebno za izvođenje lijevog skretanja, ali razlike u duljinama preglednosti nisu toliko velike u usporedbi sa smjernicama SAD-a kao što je slučaj s raskrižjima bez zaustavljanja.

Na primjer, za brzinu glavnog toka od 60 km/h, HRN U.C4.O50 zahtijeva duljinu preglednosti od 109 m za osobna vozila, dok smjernice SAD-a preporučuju duljinu od 130 m za lijevo skretanje, što predstavlja razliku od oko 16%.

Ovom usporedbom može se zaključiti da vrijedeća hrvatska norma ne uzima u obzir potrebne duljine preglednosti za manevre skretanja lijevo i desno sa sporedne ceste u glavni tok, već daje samo preglednosti potrebne za prelazak ceste. Kako su duljine preglednosti za manevre skretanja znatno veće od duljina preglednosti za prolazak raskrižjem, upotrebom norme HRN U.C4.O50 ne osigurava se siguran tok prometa u zoni raskrižja, osobito za slučaj raskrižja bez obveznog zaustavljanja.

Njemačke norme opisuju samo duljine preglednosti za prelazak kolnika, što nije uvijek dovoljno za sigurno lijevo skretanje. Nedostatak dovoljne duljine preglednosti može dovesti do nesigurnosti vozača prilikom skretanja, što povećava rizik od prometnih nesreća.

U tablici 19 napravljena je usporedba smjernica ako se uzme u obzir brzina na glavnoj cesti od 70 km/h i brzina na sporednoj cesti 50 km/h. Duljina preglednosti kod američkih smjernica je znatno veća nego kod hrvatskih i njemačkih smjernica (raskrižja s obveznim zaustavljanjem).

	<b>Hrvatske smjernice</b>	<b>Američke smjernice</b>		<b>Njemačke smjernice</b>
	Za lijevo, desno skretanje ili prijelaz	Za lijevo skretanje	Za desno skretanje ili prijelaz	Za lijevo, desno skretanje ili prijelaz
<b>Brzina na glavnoj cesti <math>V_g</math> (km/h)</b>	70	70	70	70
<b>Duljina preglednosti <math>P_g</math> (m)</b>	127	150	130	110

*Tablica 19 Usporedba smjernica za slučaj raskrižja s obveznim zaustavljanjem*

## 4. ANALIZA PREGLEDNOSTI ODABRANIH RASKRIŽJA U SPLITU

Ceste moraju bit obilježene propisanim prometnim znakovima, u Republici Hrvatskoj to je propisano Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. [16] Pomoću prometnih znakova sudionike u prometu se upozorava na opasnost koja im prijete na određenoj cesti ili dijelu ceste, obvezuje se ih na ograničenja, zabrane i obveze kojih se trebaju pridržavati i daju im se potrebne obavijesti za nesmetan i siguran tok prometa. Na svakom nesemaforiziranom raskrižju, prometnim znakovima se označava koja vozila (i pripadajući manevri) imaju prednost kretanja u konfliktnoj zoni raskrižja odnosno označava glavni i sporedni pravac što je potrebno za utvrđivanje potrebne duljine preglednosti.

Analiza preglednosti odrađena je za pet odabranih nesemaforiziranih raskrižja u gradu Splitu. Situacija svakog križanja pojedinačno prikazana je pomoću *Google Maps*. Proračun je izvršen, ovisno radi li se o križanju s obveznim zaustavljanjem ili bez zaustavljanja, prema hrvatskim, američkim i njemačkim smjernicama opisanih u poglavlju 3.

Dimenzije, širine, duljine potrebne za proračun su mjerene u okviru *Google Maps-a* i programa AutoCAD.

Odabrana raskrižja:

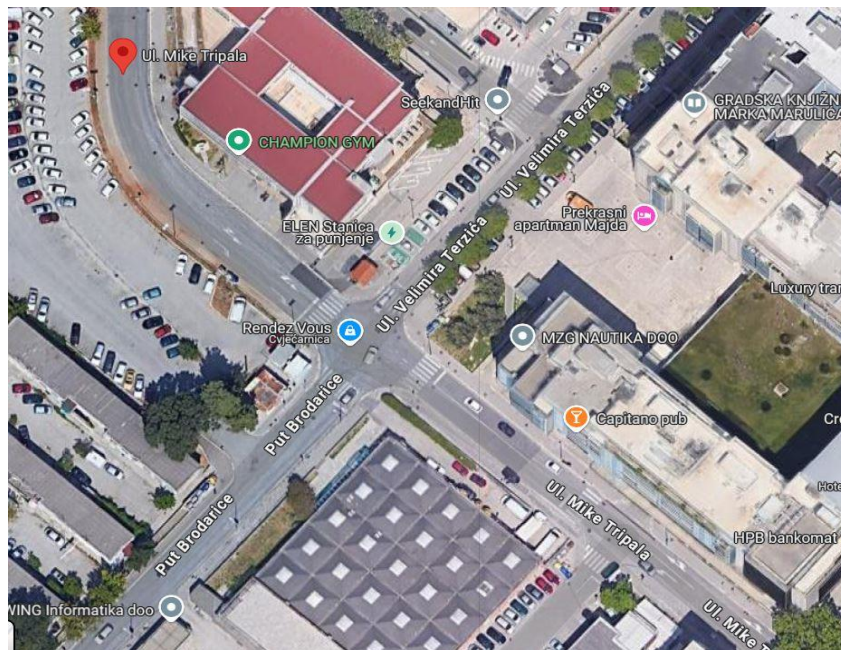
- 1) Ulica Mike Tripala – Put Brodarice – Ulica Velimira Terzića
- 2) Slavonska – Vinkovačka
- 3) Kranjčevićeva – Ulica Alojzija Stepinca
- 4) Spinčićeva – Ulica pl. Ivana Zajca – Put Firula
- 5) Velebitska – Put Žnjana – Put Radoševca

## 4.1. Ulica Mike Tripala– Put Brodarice– Ulica Velimira Terzića

Setelitski prikaz križanja Ulice Mike Tripala, Velimira Terzića i Puta Brodarice nalazi se na slici 12 koja je preuzeta sa *Google Maps*. [14] Ovo križanje se nalazi na sjevernom dijelu splitskog poluotoka. U blizini raskrižja nalaze se trgovački centar Joker i policijska postaja Grada Splita, zbog čega je dosta prometno. Vozači koji dolaze Ulicom Mike Tripala imaju prednost prolaza, vozači iz smjera Puta Brodarice moraju propustiti vozila (križanje bez zaustavljanja), dok vozači iz smjera Ulice Velimira Terzića se moraju obvezno zaustaviti i propustiti vozila (križanje s obveznim zaustavljanjem). Zbog ovakve situacije potrebno je provesti proračun za oba slučaja, s obveznim zaustavljanjem i bez zaustavljanja.

Ulazne varijable za proračun:

- Širina traka je 3,75 m,
- Duljina mjerodavnog vozila  $L_v = 5,5$  m,
- Brzina na glavnom pravcu  $V_g = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Brzina na sporednom pravcu  $V_s = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Koeficijen tangencijalog otopra trenja  $f_t = 0,9$
- Vrijednost  $L_k$  (slika 8) izmijerna je u AutoCAD-u te iznosi 27,5 m.



Slika 12 Setelitski prikaz križanja Ulice Mike Tripala, Velimira Terzića i Puta Brodarice [14]

#### 4.1.1. Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50

Proračun za sporednu cestu bez obveznog zaustavljanja (Put Brodarice)

Potrebna preglednost na sporednom pravcu jednaka je zaustavnoj duljini  $P_s$ :

$$P_s = v_s \times t_r + \frac{v_s^2}{2g \times (f_t \mp \frac{i}{100})}$$

Za preglednost na glavnom pravcu vrijedi uvijet:  $P_g > v_g \times t_s$

Odnosno, potrebna preglednost na glavnom je pravcu mora zadovoljiti:

$$P_g > \frac{v_g}{v_s} \times (v_s \times t_r + \frac{v_s^2}{2g \times f_t} + L_k + L_v)$$

Prema HRN U.C4.O50, vrijeme reakcije  $t_r$  iznosi 1,5 s. Vrijednost duljine preglednosti na sporednom pravcu je 37,0 m za brzinu od 40 km/h (HRN U.C4.O50) [10].

$$P_g > \frac{11,11}{11,11} \times ((11,11 \times 1,5) + \frac{11,11^2}{2g \times 0,9} + 27,5 + 5,5) > 56,7m$$

Usvojeno:  $P_g = 60 \text{ m}$  → ova vrijednost duljine preglednosti vrijedi za desno, lijevo skretanje, te prelazak preko glavne ceste.

Proračun za sporednu cestu s obveznim zaustavljanjem (Ulica Velimira Terzića)

Duljina prolaska raskrižjem "sporednog" vozila (slika 7) jest:

$$D = L_k + L_v = 27,5 + 5,5 = 33,0 \text{ m}$$

Uz pretpostavku da se vozilo zaustavi na STOP liniji te da prelazi raskrižje jednolikim ubrzanjem  $a_s = 1,5 \text{ m/s}^2$ , slijedi da je vrijeme prolaska raskrižjem:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2D}{a_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 33,0}{1,5}} = 6,6 \text{ s}$$

Ako se vremenu prolaska kroz raskrižje doda vrijeme reagiranja ( $t_r = 1,5 \text{ s}$ ) dobije se:

$$t_s = t_0 + t_r = 6,6 + 1,5 = 8,1 \text{ s}$$

Vozilo iz glavnog pravca u tom vremenu prolazi put  $P_g$  odnosno mora biti osigurana duljina preglednosti:

$$P_g = V_g \times t_s = V_g \times \left( t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) = 11,11 \times \left( 1,5 + \sqrt{\frac{2 \times 33,0}{1,5}} \right) = 90,0 \text{ m}$$

Dobivene vrijednosti duljina preglednosti za oba slučaja prikazane su na slici 13.



Slika 13 Trokuti preglednosti na križanju Ulice Mike Tripala, Velimira Terzića i Puta Brodarice

Proračunata preglednost na križanju bez obveznog zaustavljanja nije zadovoljena. S lijeve strane nalazi se parking koji ometa pogled na vozila koja prilaze raskrižju, dok se s desne strane nalazi zgrada koja čini prepreku za preglednost. Ovdje bi bilo pogodnije postaviti znak STOP kako bi se preglednost poboljšala. Proračunata preglednost na cesti s obveznim zaustavljanjem je djelomično zadovoljena. Preglednost s desna nije zadovoljena jer je cesta u zavoju, a u tom kvadrantu križanja se nalazi zgrada koja djelomično blokira vidljivost. Na slici 14 prikazana je stvarna situacija na križanju. Fotografije su dobivene odlaskom na teren. Na fotografijama se može vidjeti zelenilo uz rub Ulice Mike Tripala i objekt na samom kutu križanja koji znatno ometaju preglednost.



*Slika 14 Situacija na terenu na križanju Ulice Mike Tripala, Velimira Terzića i Puta Brodarice*



#### 4.1.2. Proračun prema američkim smjernicama

##### Proračun za sporednu cestu bez obveznog zaustavljanja (Put Brodarice)

Duljina preglednosti izračunava se prema sljedećem izrazu, što odgovara udaljenosti  $b$  (slika 10):

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g,$$

Vremenski interval potreban za uključivanje ili prijelaz ceste ( $t_g$ ) računa se prema izrazu:

$$t_g = t_a + \frac{L_k + L_v}{0,167 \times V_s}$$

gdje su:

$L_k$  - širina prijelaza ceste (m)

$L_v$  - duljina mjerodavnog vozila (m)

$V_s$  - brzina na sporednom privozu (km/h)



ulazne varijable (4.1.)

$t_a$  - vrijeme putovanja do glavne ceste od točke odluke za vozilo koje se ne zaustavlja

Iz tablice 8 očitano je : preglednost na sporednoj cesti  $P_s = 40$  m,  $t_a = 4$  s,  $t_g = 6,5$  s (za brzinu na sporednoj cesti  $V_s = 40$  km/h).

Iz tablice 9 očitano je: potrebna preglednost za prelazak preko glavne ceste  $P_g = 75,0$  m (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 40$  km/h i brzinu na sporednoj cesti  $V_s = 40$  km/h ).

Duljina preglednosti prema izrazu:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 40,0 \times 6,5 = 72,28 \text{ m}$$

Za desno ili lijevo skretanje, duljina preglednosti na sporednom pravcu  $P_s = 25$  m tj. na poziciji za koju se smatra da vozači smanjuju brzinu na 16 km/h zbog namjere skretanja, dok je duljina preglednosti na glavnom pravcu  $P_g = 90$  m (za brzinu na glavnom pravcu  $V_g = 40$  km/h).

Duljina preglednosti za manevar skretanja prema izrazu, (vrijednost  $t_g$  očitana iz tablice 10,  $t_g = 8,0$  s) je:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 40,0 \times 8,0 = 88,96 \text{ m}$$

#### Proračun za sporednu cestu s obveznim zaustavljanjem (Ulica Velimira Terzića)

Duljina preglednosti izračunava se po istom izrazu, kao u slučaju bez zaustavljanja.

Za prelazak preko glavne ceste i desno skretanje, američke norme imaju iste tablične vrijednosti.

Iz tablice 6 očitana je vrijednost vremenskog intervala  $t_g = 6,5$  s. Iz tablice 7 očitana je duljina preglednosti  **$P_g = 75$  m**.

Prema izrazu, duljina preglednosti je:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 40,0 \times 6,5 = 72,28 \text{ m.}$$

Za lijevo skretanje, iz tablice 4 očitana je vrijednost vremenskog intervala  $t_g = 7,5$  s. Iz tablice 5 očitana je duljina preglednosti  **$P_g = 85$  m**.

### **4.1.3. Proračun prema njemačkim smjernicama**

#### Proračun za sporednu cestu bez obveznog zaustavljanja (Put Brodarice)

Prilazna preglednost se mjeri 3,00 m unatrag duž sporednog kraka, od ruba glavne ceste, do vozačevih očiju. Tamo gdje je osigurana preglednost uz glavnu cestu, vozači se mogu uključiti na glavnu cestu bez ometanja drugih vozila. Za prilaznu preglednost, njemačke norme daju tablični prikaz za duljinu preglednosti u ovisnosti o brzini na glavnoj cesti.

Iz tablice 13 očitana je potrebna preglednost  **$P_g = 50$  m** (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 40$  km/h).

#### Proračun za sporednu cestu s obveznim zaustavljanjem (Ulica Velimira Terzića)

Iz tablice 13 očitana je potrebna preglednost  **$P_g = 50$  m** (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 40$  km/h).

Usporedba svih dobivenih vrijednosti duljina preglednosti po hrvatskim, američkim i njemačkim normama prikazana je u tablici 20. Iz tablice je vidljivo da američke norme imaju dosta veće vrijednosti za duljinu preglednosti na križanjima bez zaustavljanja, dok hrvatske norme imaju najveću vrijednosti duljine preglednosti na križanjima s obveznim zaustavljanjem. Razlog tome je što HRN U.C4.O50 u proračun ulazi sa širinom raskrižja između STOP linija koje su udaljene od rubova kolnika. Njemačke smjernice imaju vidno manje vrijednosti od hrvatskih i američkih smjernica.

<b>DULJINA PREGLEDNOSTI <math>P_g</math> (m)</b>					
	Hrvatske smjernice	Američke smjernice			Njemačke smjernice
	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno	Prijelaz preko ceste	Skretanje ulijevo	Skretanje udesno	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno
Put Brodarice	60	75	90	90	50
Ulica Velimira Terzića	90	75	85	75	50

*Tablica 20 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Ulice Mike Tripala, Velimira Terzića i Puta Brodarice*

## 4.2. Slavonska - Vinkovačka

Setelitski prikaz križanja Slavonske i Vinkovačke ulice nalazi se na slici 15 koja je preuzeta sa *Google Maps*. [14] Ovo križanje se nalazi na sjevernom dijelu splitskog poluotoka u stambenoj zoni. U blizini raskrižja nalazi se benzinska postaja INA. Vozači koji dolaze Vinkovačkom ulicom imaju prednost prolaza, dok vozači koji dolaze Slavonskom ulicom moraju se obvezno zaustaviti. Na izlazu iz Slavonske ulice sa sjevernog dijela postavljeno je zrcalo za preglednost na Vinkovačku ulicu sa istočne strane što olakšava preglednost. Izvršen je proračun preglednosti za križanje s obveznim zaustavljanjem na sporednom putu.

Ulazne varijable za proračun:

- Širina traka je 3,0 m,
- Duljina mjerodavnog vozila  $L_v = 5,5$  m,
- Brzina na glavnom pravcu  $V_g = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Brzina na sporednom pravcu  $V_s = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Vrijednost  $L_k$  (slika 8) izmjerena je u AutoCAD-u te iznosi 23,5 m.



Slika 15 Setelitski prikaz križanja Slavonske i Vinkovačke ulice [14]

#### 4.2.1. Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50

Duljina prolaska raskrižjem "sporednog" vozila (slika 7) jest:

$$D = L_k + L_v = 23,5 + 5,5 = 29,0 \text{ m}$$

Uz pretpostavku da se vozilo zaustavi na STOP liniji te da prelazi raskrižje jednolikim ubrzanjem  $a_s = 1,5 \text{ m/s}^2$ , slijedi da je vrijeme prolaska raskrižjem:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2D}{a_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 29,0}{1,5}} = 6,2 \text{ s}$$

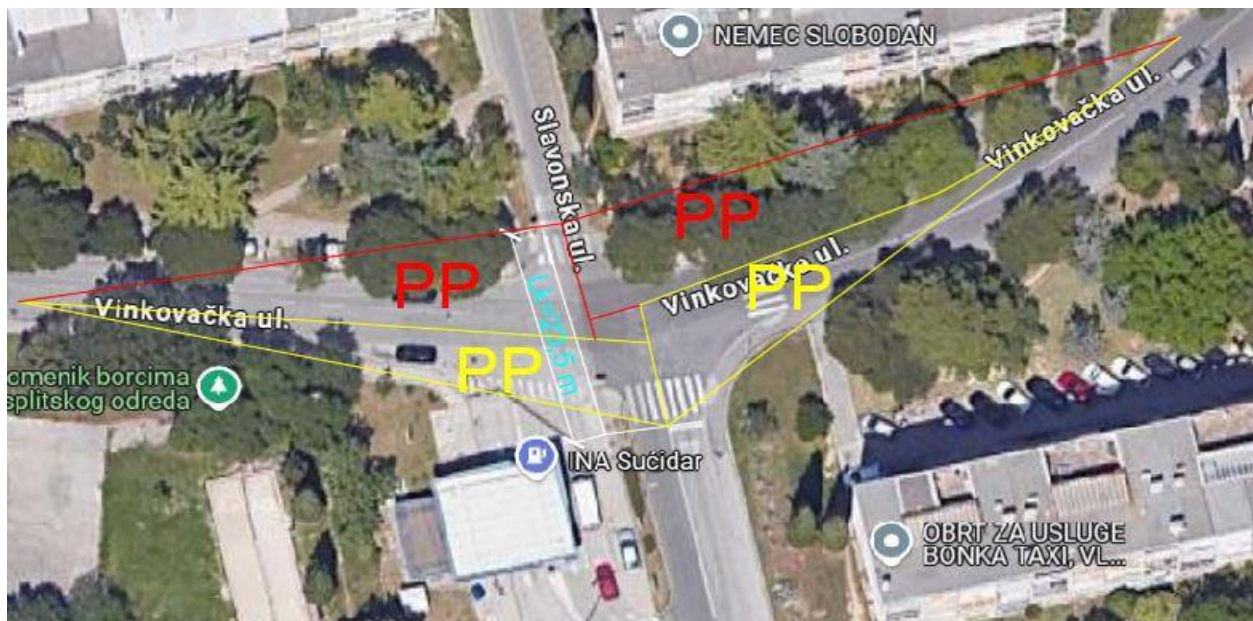
Ako se vremenu prolaska kroz raskrižje doda vrijeme reagiranja ( $t_r = 1,5 \text{ s}$ ) dobije se:

$$t_s = t_0 + t_r = 6,2 + 1,5 = 7,7 \text{ s}$$

Vozilo iz glavnog pravca u tom vremenu prolazi put  $P_g$  odnosno mora biti osigurana duljina preglednosti:

$$P_g = V_g \times t_s = V_g \times \left( t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) = 11,11 \times \left( 1,5 + \sqrt{\frac{2 \times 29,0}{1,5}} \right) = 85,7 \text{ m} \approx 86 \text{ m}$$

Dobivena vrijednost duljine preglednosti vrijedi za prelazak preko glavne ceste, za skretanje udesno ili ulijevo te je prikazana na slici 16.



Slika 16 Trokuti preglednosti za križanje Slavonske i Vinkovačke ulice

Proračunata preglednost na križanju s obveznim zaustavljanjem je djelomično zadovoljena. Za vozače koji dolaze s južne strane sporedne ceste i nastoje se uključiti u glavnu cestu, preglednost je dodatno osigurana jer je glavna cesta u zavoju, dok vozači koji dolaze sa sjeverne strane sporedne ceste nemaju dobru preglednost s lijeve strane zbog okolnog zelenila i trase ceste koja je u zavoju te je iz tog razloga postavljeno prometno ogledalo koje vozačima omogućava uvid u nadolazeća vozila na glavnom toku. Na slici 14 prikazana je stvarna situacija na križanju. Fotografije su dobivene odlaskom na teren.



*Slika 17 Situacija na terenu za križanje Slavonske i Vinkovačke ulice*

#### 4.2.2. Proračun prema američkim smjericama

Duljina preglednosti izračunava se po izrazu:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g,$$

Za prelazak preko glavne ceste i desno skretanje, američke norme imaju iste tablične vrijednosti. Iz tablice 6 očitana je vrijednost vremenskog intervala  $t_g = 6,5$  s. Iz tablice 7 očitana je duljina preglednosti  **$P_g = 75$  m**.

Prema izrazu (10), duljina preglednosti je:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 40,0 \times 6,5 = 72,28 \text{ m.}$$

Za lijevo skretanje, iz tablice 4 očitana je vrijednost vremenskog intervala  $t_g = 7,5$  s. Iz tablice 5 očitana je duljina preglednosti  **$P_g = 85$  m**.

#### 4.2.3. Proračun prema njemačkim smjericama

Tamo gdje je osigurana preglednost uz glavnu cestu, vozači se mogu uključiti na glavnu cestu bez ometanja drugih vozila. Za prilaznu preglednost, njemačke norme daju tablični prikaz za duljinu preglednosti u ovisnosti o brzini na glavnoj cesti.

Iz tablice 13 očitana je potrebna preglednost  **$P_g = 50$  m** (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 40$  km/h).

Usporedba svih dobivenih vrijednosti duljina preglednosti po hrvatskim, američkim i njemačkim normama prikazana je u tablici 21. Iz tablice je vidljivo da hrvatske norme imaju najveću vrijednost za duljinu preglednosti, dok američke norme daju različite vrijednosti duljina preglednosti ovisno o tipu manevra. Njemačke smjernice imaju vidno manju vrijednost od hrvatskih i američkih smjernica.

<b>DULJINA PREGLEDNOSTI (m)</b>					
	Hrvatske smjernice	Američke smjernice			Njemačke smjernice
	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno	Prijelaz preko ceste	Skretanje ulijevo	Skretanje udesno	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno
Sporedna cesta – Slavonska ulica	86	75	85	75	50

*Tablica 21 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Slavonske i Vinkovačke ulice*



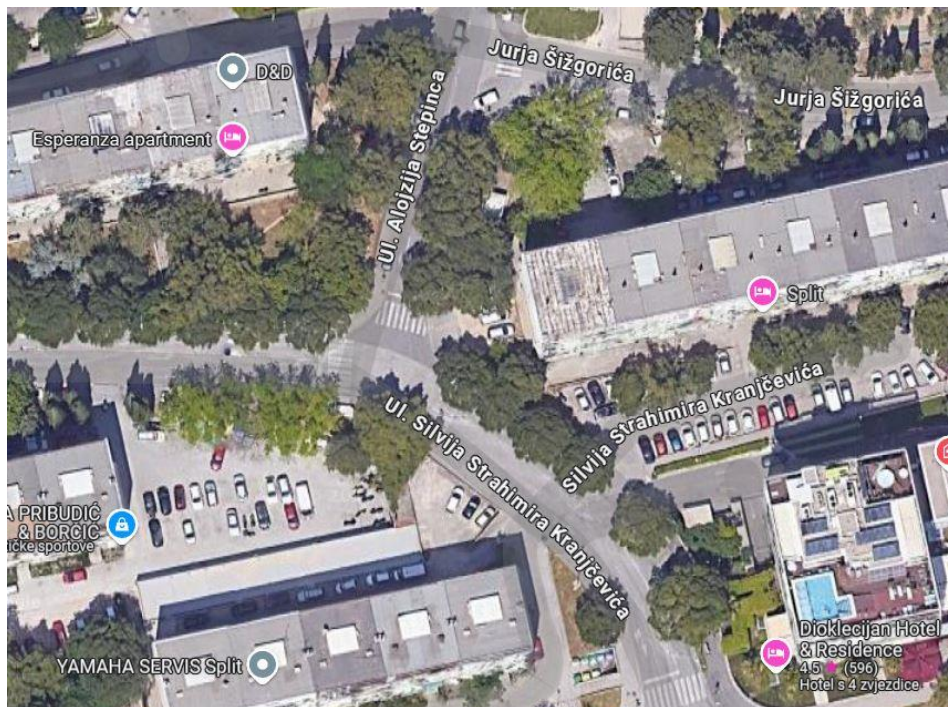
### 4.3. Kranjčevićeva – Ulica Alojzija Stepinca

Setelitski prikaz križanja Kranjčevićeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca nalazi se na slici 18 koja je preuzeta sa *Google Maps*. [14] Ovo križanje se nalazi na središnjem dijelu splitskog poluotoka. Vozači u Kranjčevićevoj ulici imaju prednost prolaza, dok vozači koji dolaze iz Ulice Alojzija Stepinca moraju propustiti vozila. Kranjčevićeva ulica sastoji se od tri prometna traka širine 3,0 m gdje se središnji trak dijeli i koristi kao dodatni trak za lijevo skretanje na susjednim semaforiziranim raskrižjima (bez obveznog zaustavljanja). Područje oko ovoga križanja je uglavnom stambenog tipa, te nije puno prometno. Radi se o T-križanju.

Odrađen je proračun za križanje bez obveznog zaustavljanja na sporednom putu.

Ulazne varijable za proračun:

- Širina traka je 3,0 m,
- Duljina mjerodavnog vozila  $L_v = 5,5$  m,
- Brzina na glavnom pravcu  $V_g = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Brzina na sporednom pravcu  $V_s = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Koeficijen tangencijalog otopra trenja  $f_t = 0,9$
- Vrijednost  $L_k$  (slika 8) izmjerna je u AutoCAD-u te iznosi 14,7 m.



Slika 18 Setelitski prikaz križanja Kranjčevićeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca [14]

### 4.3.1. Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50

Potrebna preglednost na sporednom pravcu jednaka je zaustavnoj duljini  $P_s$ :

$$P_s = v_s \times t_r + \frac{v_s^2}{2g \times (f_t \mp \frac{i}{100})}$$

Za preglednost na glavnom pravcu vrijedi uvijet:  $P_g > v_g \times t_s$

Odnosno, potrebna preglednost na glavnom je pravcu mora zadovoljiti sljedeći izraz:

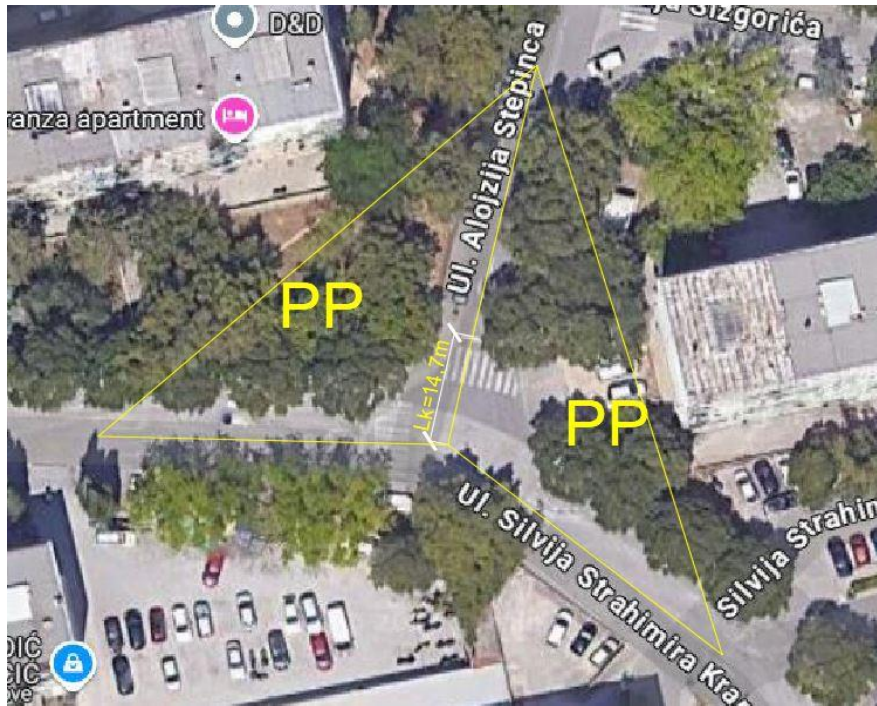
$$P_g > \frac{v_g}{v_s} \times (v_s \times t_r + \frac{v_s^2}{2g \times f_t} + L_k + L_v)$$

Prema HRN U.C4.O50, vrijeme reakcije  $t_r$  iznosi 1,5 s. Vrijednost duljine preglednosti na sporednom pravcu je 37,0 m za brzinu od 40 km/h (HRN U.C4.O50) [10].

$$P_g > \frac{40}{40} \times \left( (40 \times 1,5) + \frac{40^2}{2g \times 0,9} + 14,7 + 5,5 \right) > 43,8 \text{ m}$$

Usvojeno:  $P_g = 45,0 \text{ m}$  → ova vrijednost duljine preglednosti vrijedi za desno, lijevo skretanje, te prelazak preko glavne ceste.

Dobivena vrijednost duljine preglednosti prikazana je na slici 19.



Slika 19 Trokuti preglednosti za križanje Kranjčevićeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca

Proračunska preglednost je djelomično zadovoljena za desno i lijevo skretanje. Za preglednost s desne strane prepreku čine veliki broj parkiranih vozila koji su parkirani između stabala na zelenoj površini te ometaju uočljivost vozila na glavnom pravcu. Kod preglednosti s lijeva, cesta Kranjčevićeve ulice je u usponu što olakšava uočavanje vozila koji prilaze. Radi se o malom T-raskrižju, te bi znak STOP bio primjereniji na sporednoj cesti ili pak uklanjanje nepropisno parkiranih vozila koje bi pridonijelo boljoj preglednosti i većoj sigurnosti za situaciju bez obveznog zaustavljanja. Na slici 20 prikazana je stvarna situacija na križanju. Fotografije su dobivene odlaskom na teren.



*Slika 20 Situacija na terenu križanja Kranjčevićeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca*

### 4.3.2. Proračun prema američkim smjernicama

Duljina preglednosti izračunava prema sljedećem izrazu, što odgovara udaljenosti  $b$  (slika 10):

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g,$$

Vremenski interval potreban za uključivanje ili prijelaz ceste ( $t_g$ ) računa se prema izrazu:

$$t_g = t_a + \frac{L_k + L_v}{0,167 \times V_s}$$

gdje su:

$L_k$  - širina prijelaza ceste (m)

$L_v$  - duljina mjerodavnog vozila (m)

$V_s$  - brzina na sporednom privozu (km/h)



ulazne varijable (4.3.)

$t_a$  - vrijeme putovanja do glavne ceste od točke odluke za vozilo koje se ne zaustavlja

Iz tablice 8 očitano je : preglednost na sporednoj cesti  $P_s = 40$  m,  $t_a = 4$  s,  $t_g = 6,5$  s (za brzinu na sporednoj cesti  $V_s = 40$  km/h).

Iz tablice 9 očitano je: potrebna preglednost za prelazak preko glavne ceste  $P_g = 75,0$  m (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 40$  km/h i brzinu na sporednoj cesti  $V_s = 40$  km/h ).

Duljina preglednosti prema izrazu (10):

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 40,0 \times 6,5 = 72,28 \text{ m}$$

Za desno ili lijevo skretanje, duljina preglednosti na sporednom pravcu  $P_s = 25$  m tj. na poziciji za koju se smatra da vozači smanjuju brzinu na 16 km/h zbog namjere skretanja, dok je duljina preglednosti na glavnom pravcu  $P_g = 90$  m (za brzinu na glavnom pravcu  $V_g = 40$  km/h).

Duljina preglednosti za prelazak križanja prema izrazu (10), (vrijednost  $t_g$  očitana iz tablice 10,  $t_g = 8,0$  s) je:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 40,0 \times 8,0 = 88,96 \text{ m}$$

### 4.3.3. Proračun prema njemačkim smjernicama

Tamo gdje je osigurana preglednost uz glavnu cestu, vozači se mogu uključiti na glavnu cestu bez ometanja drugih vozila. Za prilaznu preglednost, njemačke norme daju tablični prikaz za duljinu preglednosti u ovisnosti o brzini na glavnoj cesti.

Iz tablice 13 očitana je potrebna preglednost  $P_g = 50 \text{ m}$  (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 40 \text{ km/h}$ ).

Usporedba svih dobivenih vrijednosti duljina preglednosti po hrvatskim, američkim i njemačkim normama prikazana je u tablici 22. Iz tablice je vidljivo da američke norme imaju najveću vrijednost za duljinu preglednosti i to različite vrijednosti duljina preglednosti ovisno o tipu manevra. Za ovaj slučaj raskrižja hrvatske norme daju dosta manje duljine preglednosti, jer uzimaju u obzir i brzinu sporedne ceste te otpor trenja između kolnika i guma. Njemačke smjernice daju sličnu vrijednost duljine preglednosti kao i hrvatske smjernice.

DULJINA PREGLEDNOSTI (m)					
	Hrvatske smjernice	Američke smjernice			Njemačke smjernice
	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno	Prijelaz preko ceste	Skretanje ulijevo	Skretanje udesno	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno
Sporedna cesta – Ulica Alojzija Stepinca	45	75	90	90	50

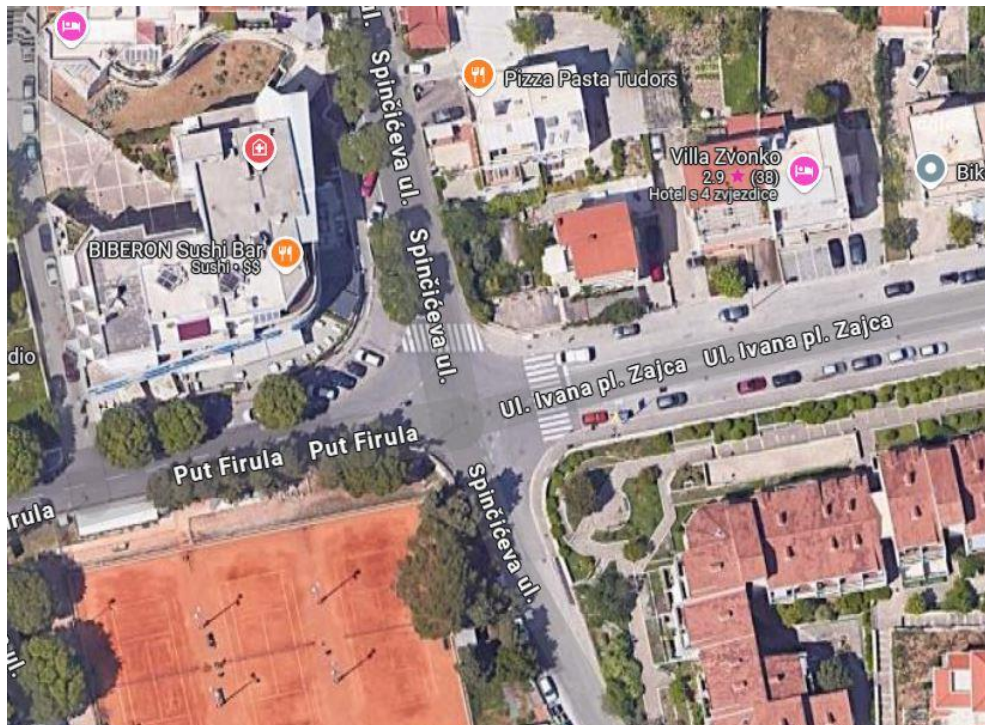
Tablica 22 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Kranjčevićeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca

#### 4.4. Spinčićeva– Ulica pl. Ivana Zajca– Put Firula

Setelitski prikaz križanja Spinčićeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula nalazi se na slici 21 koja je preuzeta sa *Google Maps*. [14] Ovo križanje se nalazi na južnom dijelu splitskog poluotoka. Vozači koji dolaze sa sjevernog privoza i skreću u desno imaju prednost prolaza, kao i vozači koji dolaze Putem Firula sa zapadnog dijela i skreću ulijevo. Vozači koji dolaze Spinčićevom ulicom sa južnog dijela i Ulicom pl. Ivana Zajca sa istočnog dijela moraju prepustiti ostala vozila. U blizini raskrižja nalazi se više ugostiteljskih objekata i teniski tereni. Područje je dosta prometno u tom smjeru. Odrađen je proračun za križanje bez obveznog zaustavljanja na sporednom putu.

Ulazne varijable za proračun:

- Širina traka je 3,5 m - Spinčićeva, 2,75 m – Ulica pl. Ivana Zajca
- Duljina mjerodavnog vozila  $L_v = 5,5$  m,
- Brzina na glavnom pravcu  $V_g = 50$  km/h = 13,89 m/s,
- Brzina na sporednom pravcu  $V_s = 40$  km/h = 11,11 m/s,
- Koeficijen tangencijalog otopra trenja  $f_t = 0,9$
- Vrijednost  $L_k$  (slika 8) izmjerena je u AutoCAD-u te iznosi 25,0 m.



Slika 21 Setelitski prikaz križanja Spinčićeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula [14]

#### 4.4.1. Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50

Križanje se sastoji od dvije sporedne ulice koje se vežu na jednu glavnu. Obje sporedne ulice su bez obveznog zaustavljanja. Po hrvatskim normama za proračun je potrebna brzina sporedne ceste, tangencijali otpor trenja i duljina  $L_k$ .

Potrebna preglednost na sporednom pravcu jednaka je zaustavnoj duljini  $P_s$ :

$$P_s = v_s \times t_r + \frac{v_s^2}{2g \times (f_t \mp \frac{i}{100})}$$

Za preglednost na glavnom pravcu vrijedi uvijek:  $P_g > v_g \times t_s$

Odnosno, potrebna preglednost na glavnom je pravcu mora zadovoljiti sljedeći izraz:

$$P_g > \frac{v_g}{v_s} \times \left( v_s \times t_r + \frac{v_s^2}{2g \times f_t} + L_k + L_v \right)$$

Prema HRN U.C4.O50, vrijeme reakcije  $t_r$  iznosi 1,5 s. Vrijednost duljine preglednosti na sporednom pravcu je 37,0 m za brzinu od 40 km/h (HRN U.C4.O50) [10].

$$P_g > \frac{13,89}{11,11} \times \left( (11,11 \times 1,5) + \frac{11,11^2}{2g \times 0,9} + 25,0 + 5,5 \right) > 67,7 \text{ m}$$

Usvojeno:  **$P_g = 70,0 \text{ m}$**  → ova vrijednost duljine preglednosti vrijedi za desno, lijevo skretanje, te prelazak preko glavne ceste.

Dobivena vrijednost duljine preglednosti prikazana je na slici 22.



Slika 22 Trokuti preglednosti za križanje Spinčićeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula

Proračunska preglednost nije zadovoljena. Za vozače koji skreću ulijevo iz Spinčićeve ulice s južne strane, preglednost ometa zgrada i teniski tereni. Vozila koja dolaze sa sjeverne strane su lako uočljiva. Problem za lijeve skretače može se riješiti dodavanje prometnog ogledala kako bi se mogla uočiti vozila koja dolaze Putem Firula. Vozači koji dolaze Ulicom pl. Ivana Zajca i namjeravaju skrenuti desno, moraju propustiti vozila koja dolaze Putem Firula, a ona su lako uočljiva jer su ulice jedna nasuprot druge. Duljina preglednosti nije osigurana ako vozači koji dolaze Ulicom pl. Ivana Zajca namjeravaju nastaviti ravno svoje kretanje. Unutar trokuta preglednosti su već izgrađene stambene zgrade i visoki zid uz rub prometnice što uvelike smanjuje preglednost na raskrižju. Rješenje bi moglo biti mini kružni tok ukoliko bi postojale prostorne mogućnosti za njegovu izvedbu.

Na slici 23 prikazana je stvarna situacija na križanju. Fotografije su dobivene odlaskom na teren, gdje se vidi kako preglednost nije zadovoljena posebno za vozače Spinčićeve ulice s južne strane.





*Slika 23 Situacija na terenu križanja Spinčićeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula*

#### **4.4.2. Proračun prema američkim smjernicama**

Duljina preglednosti izračunava prema sljedećem izrazu, što odgovara udaljenosti  $b$  (slika 10):

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g,$$

Vremenski interval potreban za uključivanje ili prijelaz ceste ( $t_g$ ) računa se prema izrazu:

$$t_g = t_a + \frac{L_k + L_v}{0,167 \times V_s}$$

gdje su:

$L_k$  - širina prijelaza ceste (m)

$L_v$  - duljina mjerodavnog vozila (m)

$V_s$  - brzina na sporednom privozu (km/h)



ulazne varijable (4.4.)

$t_a$  - vrijeme putovanja do glavne ceste od točke odluke za vozilo koje se ne zaustavlja

Iz tablice 8 očitano je : preglednost na sporednoj cesti  $P_s = 40$  m,  $t_a = 4$  s,  $t_g = 6,5$  s (za brzinu na sporednoj cesti  $V_s = 40$  km/h).

Iz tablice 9 očitano je: potrebna preglednost za prelazak preko glavne ceste  $P_g = 95,0$  m (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 50$  km/h i brzinu na sporednoj cesti  $V_s = 40$  km/h ).

Duljina preglednosti prema izrazu:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 50,0 \times 6,5 = 90,35 \text{ m}$$

Za desno ili lijevo skretanje, iz tablice 11 očitano je: zaustavni put  $P_s = 65$  m, duljina preglednosti na glavnom pravcu  $P_g = 115$  m (za brzinu na glavnom pravcu  $V_g = 50$  km/h).

Duljina preglednosti za prelazak križanja prema izrazu, (vrijednost  $t_g$  očitana iz tablice 10,  $t_g = 8,0$  s) je:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 50,0 \times 8,0 = 111,2 \text{ m}$$

#### 4.4.3. Proračun prema njemačkim smjernicama

Tamo gdje je osigurana preglednost uz glavnu cestu , vozači se mogu uključiti na glavnu cestu bez ometanja drugih vozila. Za prilaznu preglednost, njemačke norme daju tablični prikaz za duljinu preglednosti u ovisnosti o brzini na glavnoj cesti.

Iz tablice 13 očitana je potrebna preglednost  $P_g = 70$  m (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 50$  km/h).

Usporedba svih dobivenih vrijednosti duljina preglednosti po hrvatskim, američkim i njemačkim normama prikazana je u tablici 23. Iz tablice je vidljivo da američke norme imaju najveću vrijednost za duljinu preglednosti i to različite vrijednosti duljina preglednosti ovisno o tipu manevra, jer se radi o križanju bez obveznog zaustavljanja. U tom slučaju američke norme uzimaju u obzir i brzinu na sporednoj cesti i vrijeme putovanja do glavne ceste od točke odluke ( $t_a$ ). Za ovaj slučaj raskrižja hrvatske i njemačke smjernice daju jednake duljine preglednosti.

<b>DULJINA PREGLEDNOSTI (m)</b>					
	Hrvatske smjernice	Američke smjernice			Njemačke smjernice
	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno	Prijelaz preko ceste	Skretanje ulijevo	Skretanje udesno	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno
Sporedna cesta – Ulica pl. Ivana Zajca i južni dio Spinčićeve ulice	70	95	105	105	70

*Tablica 23 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Spinčićeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula*

#### 4.5. Velebitska – Put Žnjana– Put Radoševca

Setelitski prikaz križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca nalazi se na slici 24 koja je preuzeta sa *Google Maps*. [14] Ovo križanje se nalazi na južnom dijelu splitskog poluotoka. Vozači koji se kreću Velebitskom ulicom imaju prednost prolaza, dok vozači koji dolaze iz Puta Žnjana ili Puta Radoševca moraju propustiti ostala vozila. Velebitska ulica vodi do plaže Žnjan, promet je ljeti dosta gust, te je potrebna zadovoljavajuća preglednost sa sporednih ulica.

Ulazne varijable za proračun:

- Širina traka je 3,5 m,
- Duljina mjerodavnog vozila  $L_v = 5,5$  m,
- Brzina na glavnom pravcu  $V_g = 50$  km/h = 13,89 m/s,
- Brzina na sporednom pravcu  $V_s = 30$  km/h = 8,33 m/s,
- Vrijednost  $L_k$  (slika 8) izmjerna je u AutoCAD-u te iznosi 22,5 m.



Slika 24 Setelitski prikaz križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca [14]

#### 4.5.1. Proračun prema hrvatskim smjernicama HRN U.C4.O50

Duljina prolaska raskrižjem "sporednog" vozila (slika 7) jest:

$$D = L_k + L_v = 22,5 + 5,5 = 28,0 \text{ m}$$

Uz pretpostavku da se vozilo zaustavi na STOP liniji te da prelazi raskrižje jednolikim ubrzanjem  $a_s = 1,5 \text{ m/s}^2$ , slijedi da je vrijeme prolaska raskrižjem:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2D}{a_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 22,5}{1,5}} = 5,5 \text{ s}$$

Ako se vremenu prolaska kroz raskrižje doda vrijeme reagiranja ( $t_r = 1,5 \text{ s}$ ) dobije se:

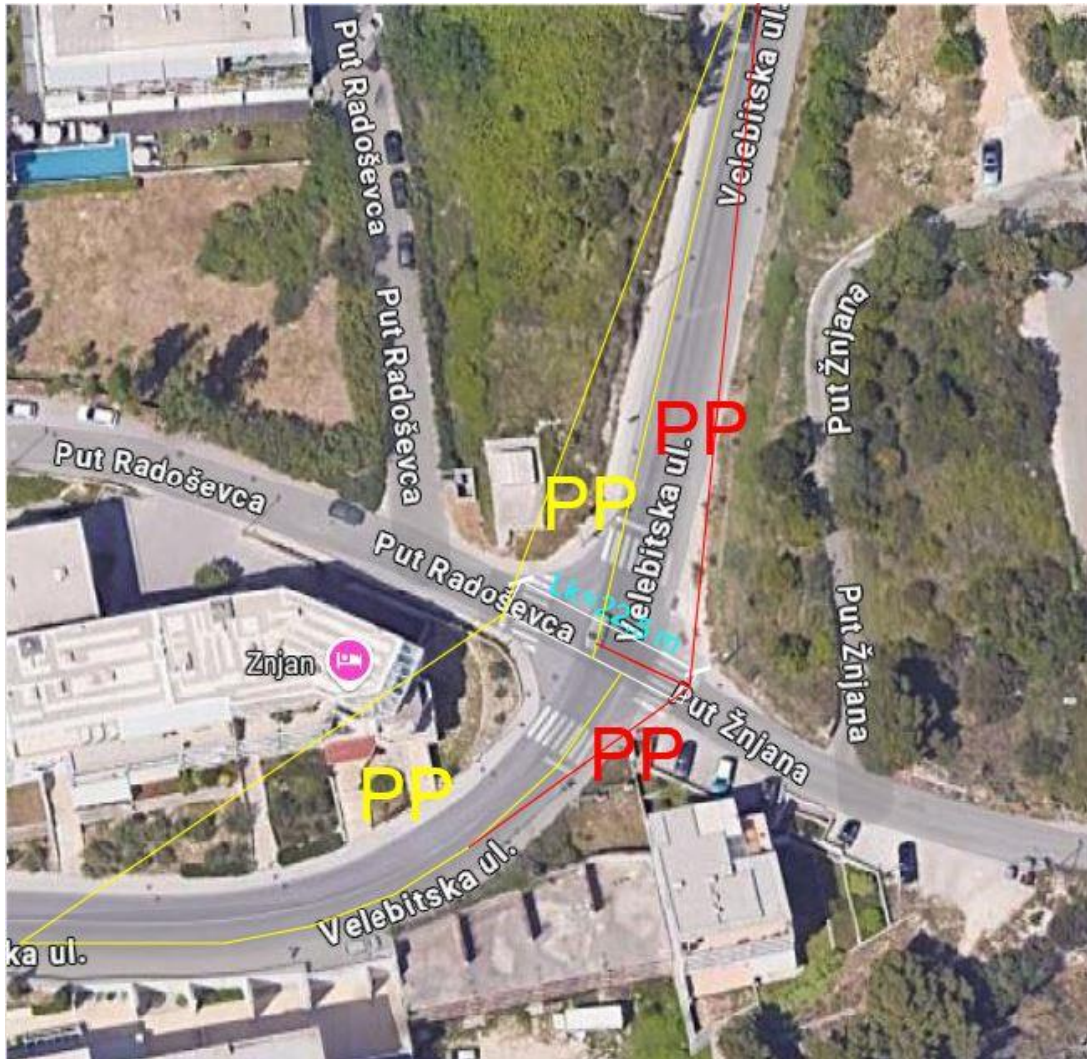
$$t_s = t_0 + t_r = 5,5 + 1,5 = 7,0 \text{ s}$$

Vozilo iz glavnog pravca u tom vremenu prolazi put  $P_g$  odnosno mora biti osigurana duljina preglednosti:

$$P_g = V_g \times t_s = V_g \times \left( t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) = 13,89 \times \left( 1,5 + \sqrt{\frac{2 \times 22,5}{1,5}} \right) = \mathbf{96,9 \text{ m} \approx 97,0 \text{ m}}$$

Dobivena vrijednost duljine preglednosti vrijedi za prelazak preko glavne ceste, za skretanje udesno ili ulijevo te je prikazana na slici 25.

Velebitska ulica je glavna prometnica koja vodi do plaže Žnjan i to ju čini dosta prometnom. Cesta je u padu i taj pad se povećava prema južnom dijelu ulice, zbog čega vozila koja dolaze iz smjera Put Radoševca nemaju dobru preglednost s desne strane. Preglednost je dosta otežana jer je cesta u zavoju, a dodatnu prepreku čine zgrade i stabla. Preglednost ulijevo je osigurana, jer vozilo se zaustavi prije STOP crte i ima pogled na cestu u usponu. Sporedna cesta – Put Žnjana je neuređena prometnica, ali zbog stambenih objekata je dosta prometna. Preglednost udesno je osigurana jer se vozila zaustave na znak STOP, te sa STOP crte mogu uočiti vozila koja dolaze Velebitskom ulicom sa sjevera. Međutim preglednost ulijevo nije osigurana radi ceste u zavoju i velikoga pada. Jedno od mogućih rješenja za ovo križanje je smanjenje brzine kretanja vozila ili postavljanje uspornika na Velebitsku ulicu.



Slika 25 Trokuti preglednosti za križanje Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca

Na slici 26 prikazana je stvarna situacija na križanju, gdje se i na slici vidi da je preglednost djelomično zadovoljena.



*Slika 26 Situacija na terenu križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca*

#### **4.5.2. Proračun prema američkim smjernicama**

Duljina preglednosti prema američkim smjernicama izračunava se po izrazu:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g,$$

Za prelazak preko glavne ceste i desno skretanje, američke norme imaju iste tablične vrijednosti. Iz tablice 6 očitana je vrijednost vremenskog intervala  $t_g = 6,5$  s. Iz tablice 7 očitana je duljina preglednosti  **$P_g = 95$  m.**

Prema navedenom izrazu, duljina preglednosti je:

$$P_g = 0,278 \times V_g \times t_g = 0,278 \times 50,0 \times 6,5 = 90,35 \text{ m.}$$

Za lijevo skretanje, iz tablice 4 očitana je vrijednost vremenskog intervala  $t_g = 7,5$  s. Iz tablice 5 očitana je duljina preglednosti  **$P_g = 105$  m.**

### 4.5.3. Proračun prema njemačkim smjernicama

Tamo gdje je osigurana preglednost uz glavnu cestu, vozači se mogu uključiti na glavnu cestu bez ometanja drugih vozila. Za prilaznu preglednost, njemačke norme daju tablični prikaz za duljinu preglednosti u ovisnosti o brzini na glavnoj cesti.

Iz tablice 13 očitana je potrebna preglednost  **$P_g = 70$  m** (za brzinu na glavnoj cesti  $V_g = 50$  km/h).

Usporedba svih dobivenih vrijednosti duljina preglednosti po hrvatskim, američkim i njemačkim normama prikazana je u tablici 24. Iz tablice je vidljivo da američke norme imaju najveću vrijednost za duljinu preglednosti, dok njemačke smjernice daju najmanju vrijednost.

<b>DULJINA PREGLEDNOSTI (m)</b>					
	Hrvatske smjernice	Američke smjernice			Njemačke smjernice
	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno	Prijelaz preko ceste	Skretanje ulijevo	Skretanje udesno	Prijelaz preko glavne ceste, skretanje ulijevo ili udesno
Sporedna cesta – Put Žnjana i Put Radoševca	97	95	105	95	70

*Tablica 24 Usporedba dobivenih duljina preglednosti križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca*



## 5. ZAKLJUČAK

U diplomskom radu je opisana preglednost na cestovnim raskrižjima u razini, proračun preglednosti prema hrvatskim, američkim i njemačkim smjericama, te je taj proračun odrađen na pet odabranih nesemaforiziranih raskrižja u Splitu. Općenito, na raskrižjima je naglašen problem sigurnosti prometa, a jedan od važnijih zahtjeva s aspekta sigurnosti je preglednost raskrižja. Križanja su lokacije gdje se križaju dva ili više prometnih tokova što rezultira većim brojem konfliktnih točaka, odnosno potencijalnih mjesta za sudar. Vjerojatnost sudara može se smanjiti osiguravanjem potrebne preglednosti i pravilnom regulacijom prometa. Kako bi se osigurala preglednost na raskrižju, ne smije postajati nikakva prepreka unutar trokuta preglednosti (zgrade, nisko grmlje, parkirana vozila i sl.).

Analiza preglednosti odrađena je na pet odabranih nesemaforiziranih raskrižja u gradu Splitu, te se može zaključiti da većinom ona nije zadovoljavajuća. Napravljen je proračun duljine preglednosti na svakom od tih križanja prema hrvatskim, američkim i njemačkim smjericama za projektiranje preglednosti na raskrižjima. Ulazne varijable su izmjerene pomoću *Google Maps-a* i programa AutoCAD. Nakon provedenog proračuna može se zaključiti da u većini slučajeva američke smjernice daju najveće iznose za duljine preglednosti, a njemačke smjernice znatno manje vrijednosti u odnosu na američke i hrvatske smjernice.

Kod odabranih nesemaforiziranih raskrižja u Splitu preglednost uglavnom nije zadovoljena. Problem uglavnom predstavljaju već izgrađene zgrade, parkirana vozila ili zelenilo koje ometa vidljivost. Neka od rješenja za poboljšanje preglednosti mogu biti: promjena križnja bez zaustavljanja u križanje s obveznim zaustavljanjem, dodavanje prometnih ogledala, smanjenje brzina na glavnim prometnicama, mini kružni tok ukoliko bi postojale prostorne mogućnosti za njegovu izvedbu.

## 6. LITERATURA

- [1] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Sigurnost\\_prometa\\_na\\_cestama](https://hr.wikipedia.org/wiki/Sigurnost_prometa_na_cestama)
- [2] <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/sigurno-u-prometu-savjeti-za-vozace/>
- [3] [https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2024/6/Bilten\\_o\\_sigurnosti\\_cestovnog\\_prometa\\_2023.pdf](https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2024/6/Bilten_o_sigurnosti_cestovnog_prometa_2023.pdf)
- [4] <https://esavjetovanja.gov.hr/ECon/MainScreen?entityId=16105>
- [5] <https://theconstructor.org/transportation/highway-sight-distance-types-calculations/20934/>
- [6] D. Cvitanić, A. Vujasinović, T. Stazić: Preglednost cestovnih raskrižja u razini, 2011.
- [7] A policy on Geometric Design of Highways and Streets, 7th edition, AASHTO, 2018.
- [8] Traffic Engineering Handbook, fifth edition, ITE, 1999.
- [9] Stover, V. G.; Koepkr, F. J.; Transportation and Land development, second edition, ITE, 2002.
- [10] HRN U.C4.O50 Površinski čvorovi, 1990.
- [11] Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa FPZ i PGZ/HC, 2004.
- [12] RASSt06, Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, 2006.
- [13] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_09\\_92\\_1823.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_92_1823.html)
- [14] [Split – Google karte](#)

## **POPIS SLIKA**

Slika 1 Poginule osobe u prometnim nesrećama od 1974. do 2023. godine [3]

Slika 2 Grafički prikaz kretanja stvarnog i očekivanog broja poginulih u prometu 2021. - 2030. godine [3]

Slika 3 Prometne nesreće po značajkama ceste u 2023. godini [3]

Slika 4 Udio čimbenika sigurnosti u prometu kao uzroka teških prometnih nesreća [4]

Slika 5 Preglednost ulijevo i udesno [5]

Slika 6 Osnovni koncept prihvaćanja vremenskih intervala [6]

Slika 7 Duljina preglednosti na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [10]

Slika 8 Duljina preglednosti na raskrižju bez zaustavljanja [10]

Slika 9 Prilazni trokuti preglednosti udesno ili ulijevo na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [7]

Slika 10 Prilazni trokuti preglednosti udesno ili ulijevo na raskrižju bez zaustavljanja [7]

Slika 11 Zahtjevi za preglednost prema njemačkim smjernicama [12]

Slika 12 Setelitski prikaz križanja Ulice Mike Tripala, Puta Brodarice i Ulice Velimira Terzića [14]

Slika 13 Trokuti preglednosti za križanje Ulice Mike Tripala, Puta Brodarice i Ulice Velimira Terzića

Slika 14 Situacija na terenu križanja Ulice Mike Tripala, Puta Brodarice i Ulice Velimira Terzića

Slika 15 Setelitski prikaz križanja Slavonske i Vinkovačke ulice [14]

Slika 16 Trokuti preglednosti za križanje Slavonske i Vinkovačke ulice

Slika 17 Situacija na terenu križanja Slavonske i Vinkovačke ulice

Slika 18 Setelitski prikaz križanja Kranjčićeve ulice u Ulice Alozija Stepinca [14]

Slika 19 Trokuti preglednosti za križanje Kranjčičeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca

Slika 20 Situacija na terenu križanja Kranjčičeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca

Slika 21 Setelitski prikaz križanja Spinčičeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula [14]

Slika 22 Trokuti preglednosti za križanje Spinčičeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula

Slika 23 Situacija na terenu križanja Spinčičeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula

Slika 24 Setelitski prikaz križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca [14]

Slika 25 Trokuti preglednosti za križanje Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca

Slika 26 Situacija na terenu križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1 Vremenski intervali koji se rabe pri proračunu preglednost (s) [7]

Tablica 2 Kritični vremenski intervali koji se rabe pri proračunu kapaciteta (s) [8]

Tablica 3 Vremenski intervali potrebni za prihvatljivo usporavanje [9]

Tablica 4 Vremenski intervali za lijevo skretanje na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [7]

Tablica 5 Duljina preglednosti glavnog pravca za lijevo skretanje [7]

Tablica 6 Vremenski intervali za desno skretanje na raskrižjima s obveznim zaustavljanjem [7]

Tablica 7 Duljine preglednosti glavnog pravca za desno skretanje na raskrižju s obveznim zaustavljanjem [7]

Tablica 8 Duljina preglednosti sporednog puta za prelazak raskrižja [7]

Tablica 9 Duljine preglednosti duž glavne ceste [7]

Tablica 10 Vremenski intervali za desno ili lijevo skretanje na raskrižjima bez zaustavljanja [7]

Tablica 11 Duljine preglednosti glavnog pravca za lijevo ili desno skretanje na raskrižjima bez zaustavljanja [7]

Tablica 12 Potrebna udaljenost zaustavnog puta [12]

Tablica 13 Zahtjevi za preglednost duž glavne ceste [12]

Tablica 14 Duljine preglednosti glavnog i sporednog smjera prema HRN U.C4.O50 [6]

Tablica 15 Duljine preglednosti glavnog i sporednog smjera po smjernicama u SAD-u [6, 7]

Tablica 16 Usporedba smjernica za slučaj raskrižja bez zaustavljanja

Tablica 17 Duljine preglednosti na glavnom pravcu po HRN U.C4.O50 [10]

Tablica 18 Duljine preglednosti na glavnom pravcu prema smjernicama u SAD-u [6, 7]

Tablica 19 Usporedba smjernica za slučaj raskrižja s obveznim zaustavljanjem

Tablica 20 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Ulice Mike Tripala, Velimira Terzića i Puta Brodarice

Tablica 21 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Slavonske i Vinkovačke ulice

Tablica 22 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Kranjčevićeve ulice i Ulice Alojzija Stepinca

Tablica 23 Usporedba dobivenih duljina preglednosti na križanju Spinčićeve ulice, Ulice pl. Ivana Zajca i Puta Firula

Tablica 24 Usporedba dobivenih duljina preglednosti križanja Velebitske ulice, Puta Žnjana i Puta Radoševca