

Analiza efikasnosti odabranih mjera smirivanja prometa na gradskim cestama

Blažina, Ema

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:253701>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Ema Blažina

**Analiza efikasnosti odabranih mjera smirivanja prometa na gradskim
cestama**

Diplomski rad

Rijeka, 2019.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Diplomski sveučilišni studij
Urbano inženjerstvo
Prometna tehnika**

**Ema Blažina
JMBAG: 0110246716**

**Analiza efikasnosti odabranih mjera smirivanja prometa na gradskim
cestama**

Diplomski rad

Rijeka, rujan 2019.

Naziv studija: sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Prometnice

Tema diplomskog rada

Analiza efikasnosti odabranih mjera smirivanja prometa na gradskim cestama

Analyses of the Effectiveness of Selected Traffic Calming Measures on Urban Roads

Kandidat: **EMA BLAŽINA**

Kolegij: **PROMETNA TEHNIKA**

Diplomski rad broj: **UI-2019-07**

Zadatak:

Mjere smirivanja prometa primjenjuju se sa ciljem umirivanja prometa u zonama u kojima se očekuje prisustvo pješaka i motornih vozila te podizanja razine sigurnosti u zonama u kojima je utvrđen veći broj prometnih nesreća. Postoji niz mjera smirivanja prometa čija primjena je vezana prvenstveno na cilj njihove implementacije i funkciju ceste na koju se postavljaju.

U ovome radu je potrebno provesti eksperimentalna ispitivanja efikasnosti odabranih mjera koje su primijenjene na sekundarnim cestama u Rijeci i okolnim gradovima/općinama.

U radu je potrebno:

1. Opisati i objasniti funkciju mjera smirivanja prometa kao i vrste
2. Selektirati nekoliko češće korištenih mjera na širem području Rijeke (4-5)
3. Utvrditi metodologiju ispitivanja
4. Eksperimentalnim mjerenjima utvrditi efikasnost odabranih mjera

Student je dužan temu obraditi analitički i grafički služeći se dostupnim izvorima koje je potrebno obavezno navesti u radu.

Tema rada je uručena: 18. veljače 2019.

Mentor:

dr.sc. Aleksandra Deluka – Tibljaš, mag.ing.aedif

IZJAVA

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

Ema Blažina

U Rijeci, 02. 09. 2019.

IZJAVA

Diplomski rad nastao je kao rezultat rada u okviru projekta

Razvoj istraživačke infrastrukture na kampusu Sveučilišta u Rijeci

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Nevenka Ožanić
Šifra projekta: RC.2.2.06-0001
Financijer projekta: Europski fond za regionalni razvoj (EFRR)
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH
Pravna nadležnost: Republika Hrvatska

U Rijeci, 27. Kolovoza 2019.

Mentor:

dr.sc. Aleksandra Deluka – Tibljaš, mag.ing.aedif

ZAHVALA

Zahvaljujem mentorici dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš, dipl.ing.grad. na suradnji pri izradi diplomskog rada.

Također, zahvaljujem obitelji na potpori i razumijevanju tijekom studiranja i svima koji su sudjelovali u terenskim mjerenjima.

Hvala!!!

Analiza efikasnosti odabranih mjera smirivanja prometa na gradskim cestama

Sažetak: Prometne nesreće predstavljaju jedan od glavnih uzroka smrti u svijetu, osobito među mlađom populacijom. Prekomjerna brzina kretanja vozila povećava rizik od nastanka prometnih nesreća te utječe na težinu posljedica prometnih nesreća. Najugroženiji sudionici u prometu su pješaci, biciklisti i djeca. Brzina pri kojoj dolazi do prometne nesreće jedan je od ključnih čimbenika koji utječe na vjerojatnost pogibije prilikom naleta vozila na pješake stoga je izrazito važno smanjiti brzine kretanja vozila na dijelovima grada gdje se očekuje velika količina pješačkog prometa. Ovaj rad prikazuje analizu efikasnosti odabranih mjera smirivanja prometa na gradskim prometnicama grada Rijeke i njegove bliže okolice. Analiza efikasnosti je provedena na dva načina. Prvi način je usporedba postojećih mjerenja koja su provedena prije postavljanje mjera smirivanja prometa s novim mjerenjima provedenim nakon postavljanja mjera smirivanja prometa. Drugi način je provedba eksperimentalnih mjerenja brzina na lokacijama na kojima ne postoje prethodna mjerenja te utvrđivanja načina određivanja efikasnosti. Dobiveni rezultati potvrđuju da kao što je i očekivano, fizičke mjere smirivanja prometa daju mnogo bolje rezultate od obavijesnih mjera koje gotovo da i ne utječu na vozače.

Ključne riječi: smirivanje prometa, prometna sigurnost, brzina, uspornici

Analyses of the effectiveness of selected traffic calming measures on urban roads

Abstract: Traffic accidents are one of the main causes of death in the world, especially among the younger population. Excessive vehicle speed increases the risk of road accidents and affects the severity of the consequences of road accidents. The most vulnerable road users are pedestrians, cyclists and children. The speed at which a car accident occurs is one of the key factors affecting probability of death when a vehicle crashes into pedestrians, so it is crucial to reduce vehicle speeds in parts of the city where a large amount of pedestrian traffic is expected. This paper presents an analysis of the effectiveness of selected traffic calming measures on the city roads of Rijeka and its surrounding area. Efficacy analysis was carried out in two ways. The first way is to compare existing measurements that were taken before introduction of traffic calming measures with new measurements performed after introduction of traffic calming measures. Another way is to perform experimental velocity measurements at locations where previous measurement does not exist, and to determine how to show efficiency. The results obtained confirm that, as expected, physical traffic calming measures produce much better results than traffic signs that hardly affect drivers.

Keywords: traffic calming, traffic safety, speed, speed hump

SADRŽAJ

POPIS SLIKA

POPIS TABLICA

1	UVOD.....	1
2	PROMETNA SIGURNOST U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	2
2.1	Sudionici u prometu.....	5
2.2	Utjecaj položaja prometnice na prometnu sigurnost.....	9
2.3	Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa	11
3	MJERE SMIRIVANJA PROMETA.....	12
3.1	Povijest mjera smirivanja prometa.....	12
3.2	Postojeća zakonska regulativa	13
3.3	Vrste mjera	16
3.1.1	Uređaj za snimanje brzine.....	17
3.1.2	Led markeri (katadiopteri).....	18
3.1.3	Vibracijske trake	18
3.1.4	Uspornici „ležeći policajci“	19
3.1.5	Četvrtasti gumeni jastuci.....	20
3.1.6	Uzdignuti pješački prijelazi	20
3.1.7	Pješački otoci	21
3.1.8	Proširenje nogostupa	22
3.1.9	Kružna raskrižja kao mjera smirivanja prometa	22
3.4	Primjer ispitivanja javnog mišljenja o mjerama smirivanja prometa	23
4	METODOLOGIJA.....	26
5	TERENSKA MJERENJA.....	30
5.1	Mjerenje brzina pomoću „Datacollect SDR Traffic“ uređaja	30
5.2	Mjerenja brzina pomoću „GeoTracker“ aplikacije	32
6	ANALIZA EFIKASNOSTI ODABRANIH MJERA SMIRIVANJA PROMETA	33
6.1	Led markeri (katadiopteri).....	33
6.1.1	Analiza Ulice Riva.....	33
6.1.2	Analiza brzina u Ulici Riva	35
6.1.3	Analiza Ulice Janka Polića Kamova	42
6.1.3	Analiza brzina u Ulici Janka Polića Kamova.....	43
6.2	Vertikalna prometna signalizacija oznaka ograničenja brzine i blizine škole	47
6.3	Uspornici.....	49

6.3.1	Analiza Šetališta Kostrenskih boraca	49
6.3.2	Analiza brzina na Šetalištu Kostrenskih boraca	53
6.3.3	Analiza Ulice Bože Vidasa.....	60
6.3.4	Analiza brzina u Ulici Bože Vidasa	62
6.4	Kružno raskrižje.....	69
6.4.1	Analiza područja raskrižja	69
6.4.2	Analiza brzina u kružnom raskrižju.....	70
7	REZULTATI	77
8	ZAKLJUČAK.....	83

LITERATURA

POPIS SLIKA

Slika 1. Udio ozljeda sudionika prometnih nesreća (2009. - 2017. godina) [1]	2
Slika 2. Grafikon smrtno stradalih osoba na milion stanovnika u zemljama EU [2]	3
Slika 3. Broj ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba u PGŽ (2011. – 2018. godina) [3]	4
Slika 4. Ovisnost brzine o vjerojatnosti pogibije pješaka pri naletu vozila [4]	5
Slika 5. Broj poginulih osoba prema kategoriji korisnika ceste [3]	6
Slika 6. Dijagram prometnih nesreća koje su nastale zbog neprilagođene brzine kretanja vozila u RH u 2018. godini [3]	7
Slika 7. Dijagram zabilježenog prekoračenja brzine [3]	8
Slika 8. Udio prometnih nesreća prema položaju prometnice u RH za 2017. godinu [3] ...	9
Slika 9. Primjer opraštajuće prometnice [5]	10
Slika 10. Odnos stvarnog i očekivanog broja poginulih osoba prema NPSCP 2011-2020 [6]	11
Slika 11. Prometni znakovi kojima se obilježavaju područja smirenog prometa i izbočine na cesti [10]	13
Slika 12. Umjetne izbočine na kolniku (H66) i uzdignute plohe (H67) [10]	14
Slika 13. Umjetne izbočine (K53) i uzdignute plohe (K54) [10]	14
Slika 14. Postavljanje optičkih bijelih crta [10]	15
Slika 15. Primjer iz slovenskih smjernica za postavljanje mjera smirivanja prometa [11]	15
Slika 16. Uređaj za snimanje brzine [15]	17
Slika 17. Pješački prijelaz s ugrađenim katadioptrima [16]	18
Slika 18. Vibracijske trake [14]	19
Slika 19. Poprečne gumene trake [17]	19
Slika 20. Četvrtasti gumeni jastuci	20
Slika 21. Uzdignuti pješački prijelaz [19]	21
Slika 22. Pješački otoci [21]	21
Slika 23. Proširenje nogostupa [23]	22
Slika 24. Glavni razlozi prekoračenja brzine [12]	24
Slika 25. Mišljenje ispitanika o potrebi mjera za smirivanje prometa [12]	24
Slika 26. Mišljenje svih korisnika cesta o automatskom nadzoru brzine [12]	25
Slika 27. Uređaj „Datacollect SDR Traffic“	30
Slika 28. Korištena oprema	31
Slika 29. Primjer rada s aplikacijom „GeoTracker“ na promatranim ulicama	32
Slika 30. Analizirani pješački prijelaz u Ulici Riva	34
Slika 31. Postojeća prometna signalizacija (Ulica Riva)“	34
Slika 32. Promatrani presjeci u Ulici Riva	35
Slika 33. Usporedba brzina na mjernoj poziciji 1 (Ulica Riva)	37
Slika 34. Usporedba brzina na mjernoj poziciji 2 (Ulica Riva)	37
Slika 35. Usporedba dnevnih i noćnih brzina u Ulici J.P. Kamova (pozicija 1)	37
Slika 36. Usporedba dnevnih i noćnih brzina u Ulici J.P. Kamova (pozicija 2)	38
Slika 37. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, dnevne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 1)	39

Slika 38. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, dnevne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 2)	39
Slika 39. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, noćne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 1)	40
Slika 40. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, noćne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 2)	41
Slika 41. Analizirani pješački prijelaz u Ulici Janka Polića Kamova.....	42
Slika 42. Postojeća prometna signalizacija u Ulici Janka Polića Kamova i pozicija postavljanja brojača.....	43
Slika 43. Pozicija postavljanja brojača [24]	43
Slika 44. Usporedba brzina 2016. i 2019. godina (Ulica J. P. Kamova)	44
Slika 45. Usporedba dnevnih i noćnih brzina (Ulica J. P. Kamova 2019.).....	45
Slika 46. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica J. P. Kamova)	46
Slika 47. Pozicija postavljanja brojača	47
Slika 48. Grafički prikaz brzina	48
Slika 49. Način uređenja pješačkih prijelaza na Šetalištu Kostrenskih boraca	50
Slika 50. Dimenzije uspornika na Šetalištu Kostrenskih boraca.....	51
Slika 51. Pozicije postavljanja brojača i lokacije pješačkih prijelaza	52
Slika 52. Usporedba brzina na mjernim pozicijama 2 i 3 sa pozicijom 6.....	54
Slika 53. Usporedba brzina na mjernim pozicijama 4 i 5 sa pozicijom 6.....	55
Slika 54. Usporedba kretanja brzine V85 duž cijele prometnice sa noćnom brzinom V85	56
Slika 55. Grafički prikaz postotka vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu (Šetalište Kostrenskih boraca	57
Slika 56. Pozicije postavljanja brojača i lokacije pješačkih prijelaza s grafičkim prikazom postotka vozila iznad i unutar ograničenja brzine	58
Slika 57. Profil brzina duž Šetališta Kostrenskih boraca	59
Slika 58. Prometno uređenje Ulice Bože Vidasa.....	61
Slika 59. Postojeća prometna signalizacija u Ulici Bože Vidasa i pozicije postavljanja brojača prometa	61
Slika 60. Dimenzije uspornika u Ulici Bože Vidasa.....	62
Slika 61. Način kretanja vozila kroz promatrani presjek prometnice (smjer: istok-zapad)	63
Slika 62. Način kretanja vozila kroz promatrani presjek prometnice (smjer: zapad-istok)	64
Slika 63. Način kretanja vozila kroz promatrani presjek prometnice (noćne brzine)	65
Slika 64. Postotak vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu u Ulici Bože Vidasa.....	66
Slika 65. Profili brzina duž Ulicu Bože Vidasa.....	66
Slika 66. Promatrano raskrižje prije (lijevo) i nakon rekonstrukcije (desno) [19,26]	69
Slika 67. Lokacija kružnog raskrižja s pozicijama postavljanja brojača	70
Slika 68. Pozicija postavljanja brojača (privoz 1).....	70
Slika 69. Pozicija postavljanja brojača (privoz 2).....	70
Slika 70. Pozicija postavljanja brojača (privoz 3).....	71
Slika 71. Usporedba brzina na privozu 1.....	72
Slika 72. Usporedba brzina na privozu 2.....	72

Slika 73. Usporedba brzina na privozu 3.....	73
Slika 74. Usporedba noćnih brzina privoz 1	73
Slika 75. Usporedba noćnih brzina privoz 2	74
Slika 76. Usporedba noćnih brzina privoz 3	74
Slika 77. Postotak vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu kretanja ovisno o privozu.	75
Slika 78.Prosječi postotak vozila iznad ograničenje brzine ovisno o mjeri smirivanja prometa	77

POPIS TABLICA

Tablica 1. Vrste prometnih nesreća u kojima su sudjelovali najugroženiji sudionici u prometu u RH u 2018. godini [3].....	7
Tablica 2. Informativne dimenzije kružnih raskrižja [24]	23
Tablica 3. Popis odabranih lokacija.....	27
Tablica 4. Usporedba zabilježenih brzina u Ulici Riva (2016. i 2019. godina)	36
Tablica 5. Usporedba izmjerenih brzina Ulica J.P. Kamova (2016. i 2019. godina).....	44
Tablica 6. Usporedba dnevnih i noćnih brzina (Ulica J. P. Kamova 2019.)	45
Tablica 7. Usporedba brzina prije i nakon mjere smirivanja prometa	47
Tablica 8. Zabilježene brzine na području Šetališta Kostrenskih boraca	54
Tablica 9. Zabilježene brzine kretanje vozila u Ulici Bože Vidasa	63
Tablica 10. Usporedna brzina ovisno o privozu kružnog raskrižja	71
Tablica 11. Ukupni rezultati analiza	78

1 UVOD

Prometni sustav definiran je kao skup različitih transportnih sustava na određenom prostoru unutar kojega dolazi do potražnje za transportnim uslugama. Zbog svoje rasprostranjenosti cestovni promet je najznačajniji vid prometa te je predmet razmatranja u ovom diplomskom radu. Cestovni promet datira još iz staroga vijeka, a do značajnog razvoja dolazi za vrijeme Rimskog Carstva. Do današnjeg dana prometni sustavi su izrazito napredovali i postali su ključ gospodarskog i društvenog razvoja.

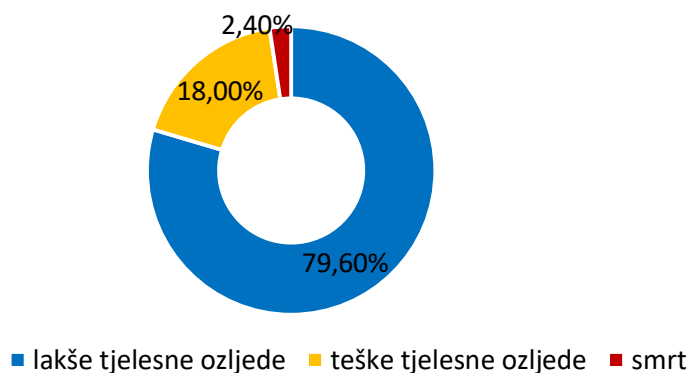
Razvoj cestovnog prometa doveo je i do neizbježnih opasnosti, odnosno do pojave prometnih nesreća, najčešći uzrok prometnih nesreća je prekomjerna brzina, a jedna od najčešćih prometnih prekršaja je i prekoračenje dozvoljene brzine. Navedene podatke potvrđuju dostupni statistički podaci za Republiku Hrvatsku koji pokazuju da je 2018. godine zabilježeno 194 571 prometnih prekršaja vezanih uz prekomjernu brzinu. Najranjivije sudionike u prometu predstavljaju pješaci i biciklisti zato što su fizički slabiji od vozila, u Republici Hrvatskoj se u 2018. godini dogodilo 1 729 prometnih nesreća koje su uključivale najugroženije sudionike u prometu. Mjere smirivanja prometa postavljaju se kako bi se dodatno povećala prometna sigurnost najugroženijih sudionika u prometu i smanjio broj smrtno i teško stradalih osoba u prometnim nesrećama. Najčešća podjela mjera smirivanja prometa je na sustavne i regulativne mjere te na fizičke naprave i mjere. U ovom diplomskom radu naglasak je na utvrđivanju efikasnosti odabranih fizičkih mjera smirivanja prometa.

Cilj istraživanja ovog diplomskog rada bit će analiza efikasnosti postojećih mjera smirivanja prometa na 5 odabranih lokacija unutar grada Rijeke i šire okolice.

Rad se sastoji od teorijskog dijela u kojem je opisana prometna sigurnost u Republici Hrvatskoj, postojeći podaci o prometnim nesrećama, vrste mjera smirivanja prometa te postojeća zakonska regulativa za postavljanje mjera smirivanja prometa, odabrana metodologija prikupljanja podataka, detaljan opis lokacija na kojima su izvršena mjerenja brzina i opis postavljenih mjera za smirivanje prometa. U drugom dijelu rada analizirani su podaci dobiveni terenskim mjerenjima, prikazani su rezultati, analizirane su prednosti i nedostaci postojećih mjera smirivanja prometa na promatranim lokacijama te su dani zaključci.

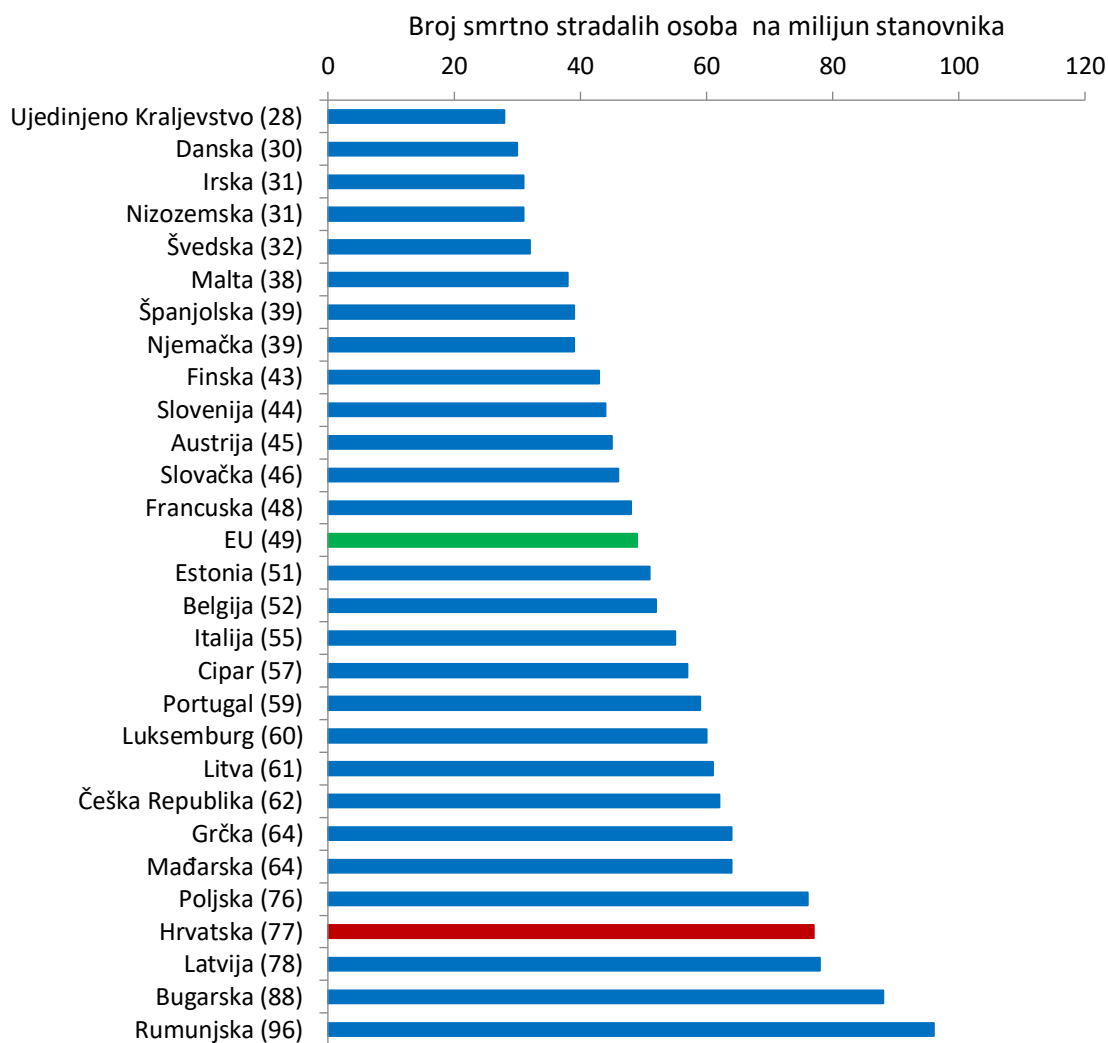
2 PROMETNA SIGURNOST U REPUBLICI HRVATSKOJ

Motorizirani cestovni promet predstavlja jedan od glavnih faktora razvitka i napretka, omogućava dobru povezanost i kraća vremena putovanja. No utjecaji razvitka cestovnog prometa nema samo pozitivne karakteristike, jedna od glavnih negativnih posljedica je visoka stopa prometnih nesreća i ljudskog stradavanja. Prometne nesreće neizbježna su pojava u svakom prometnom sustavu i ne mogu se u potpunosti izbjeći, no glavni cilj je smanjiti mogućnost pojavljivanja prometnih nesreća i smanjenje njihovih posljedica. Osim gubitka ljudskih života u prometnim nesrećama dolazi do značajne materijalne štete. Procijenjeno je da u Republici Hrvatskoj materijalna šteta uzrokovana prometnim nesrećama iznosi osam milijardi kuna, što čini čak 2,3% hrvatskog BDP-a. Na hrvatskim prometnicama u posljednjih deset godina dogodilo se 39 294 prometnih nesreća dok godišnje u prometu nastrada prosječno 17 456 osoba. Od navedenog broja 79,6% sudionika je zadobilo lakše tjelesne ozljede dok je teške tjelesne ozljede zadobilo 18,0 %, a smrtno je stradalo 2,4% sudionika što prosječno godišnje iznosi 411 osoba [1]. Prethodno navedeni podaci dodatno su prikazani grafikonom na Slici 1.



Slika 1. Udio ozljeda sudionika prometnih nesreća (2009. - 2017. godina) [1]

Kako je Republika Hrvatska članica Europske Unije zanimljivo je usporediti na kojem se mjestu nalazi među najrazvijenijim europskim zemljama. Prema statistici Europske Unije prosječan broj smrtno stradalih osoba u prometu na milijun stanovnika iznosi 49. Grafikonom na Slici 2. prikazan je broj smrtno stradalih osoba na milijun stanovnika za sve države Europske Unije.

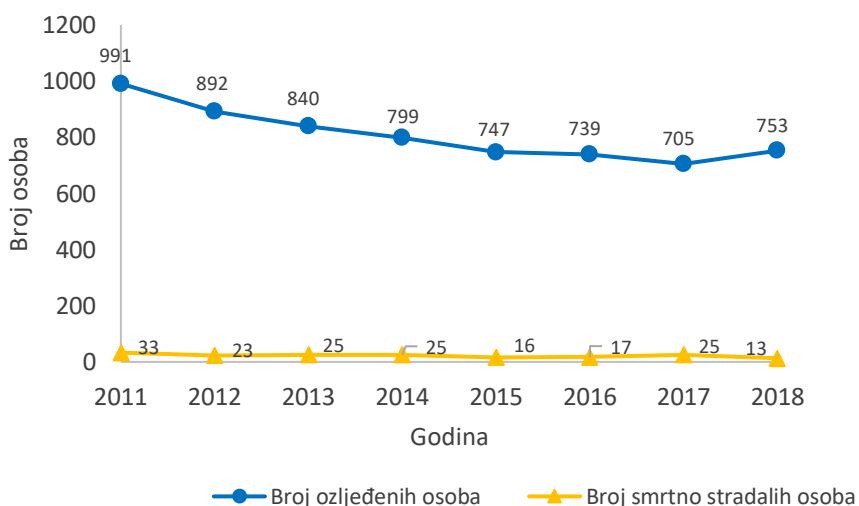


Slika 2. Grafikon smrtno stradalih osoba na milion stanovnika u zemljama EU [2]

Iz ovog grafikona moguće je zaključiti da se Hrvatska nalazi na izrazito zabrinjavajućem položaju i da značajno odstupa od europskog prosjeka. Republika Hrvatska nalazi se na samom dnu ljestvice uz Latviju, Bugarsku i Rumunjsku te je u izvještaju Europske Unije okarakterizirana kao jedna od zemalja s najlošijim rezultatom. Broj smrtno stradalih sudionika u prometu na milijun stanovnika za Republiku Hrvatsku iznosi čak 77 dok je europski prosjek 49, što je 27 smrtno

stradalih osoba više od prosjeka. Unatoč izrazito lošem položaju na ljestvici navodi se kako Hrvatska prati dobar napredak u smanjenu broja smrtno stradalih osoba u prometnim nesrećama čiji je broj od 2010. godine pao za 26%, a u 2018. godini je dodatno smanjen za 4% [2].

Budući da se istraživanje u ovom diplomskom radu temelji na podacima dobivenim na prometnicama u primorsko-goranskoj županiji prikazani su i dostupni statistički podaci o broju prometnih nesreća s ozlijeđenim i smrtno stradalim osobama. Grafikonom na Slici 3. prikazani su spomenuti podaci za period od 2011. do 2018. godine. Zamijećeno je da broj ozlijeđenih osoba konstantno bilježi značajan pad, osim u 2018. godini kada dolazi do velikog porasta broja ozlijeđenih osoba, broj se poveća za čak 48 u odnosu na 2017. godinu. Kada promatramo broj poginulih osoba vidljivo je da 2011. godina ima najlošiji rezultat s čak 33 poginule osobe, a zatim slijedi značajniji pad već u 2012. godini na 23 osobe, a brojka se gotovo ne mijenja sve do 2015. godine kada ponovo slijedi veći pad broja poginulih osoba na 17. Nakon toga u 2017. godini dolazi do značajnijeg porasta broja poginulih osoba na 25, a 2018. godina se isteče najboljim rezultatom do sada s 13 poginulih osoba [3].

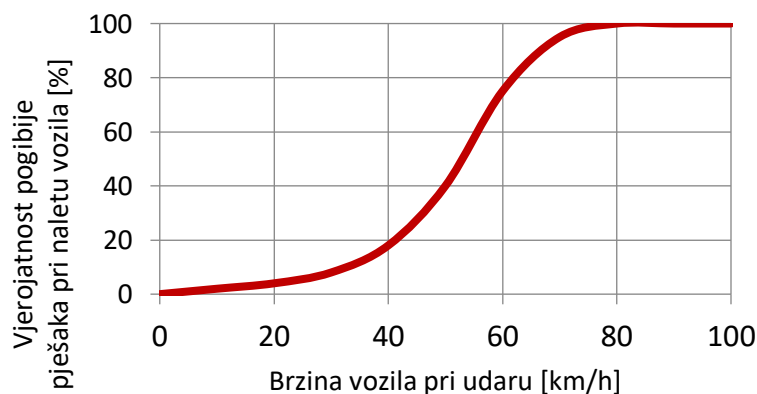


Slika 3. Broj ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba u PGŽ (2011. – 2018. godina) [3]

U nastavku su analizirani pokazatelji prometne sigurnosti vezani uz glavne faktore koji na nju utječu: sudionici u prometu (vozači, pješaci, biciklisti), infrastruktura (ceste i njihov položaj) kao i Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa te njegovi glavni ciljevi.

2.1 Sudionici u prometu

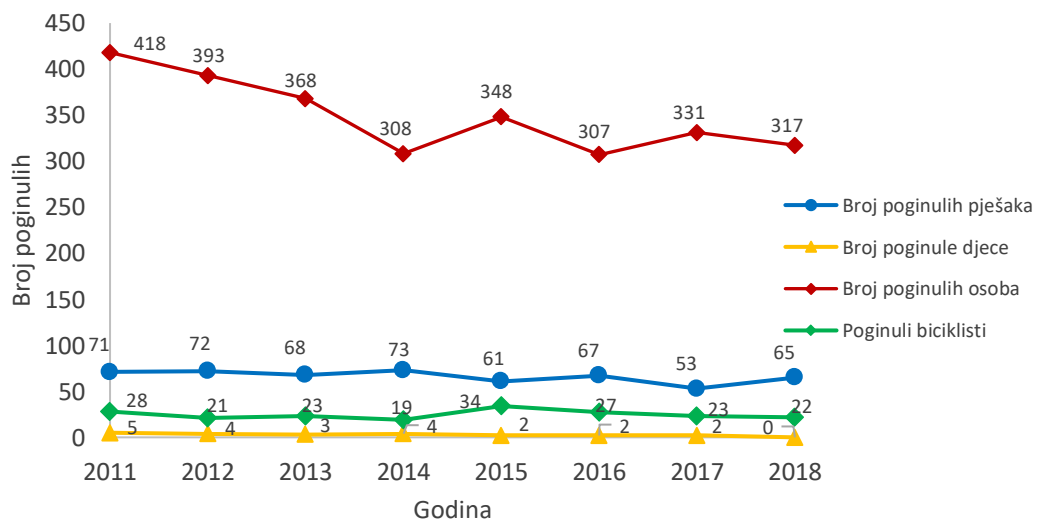
Uz motorna vozila kao najbrojnije sudionike prometa, najčešće se kao najugroženije sudionike u prometu spominju mladi ljudi, pješaci i biciklisti. Stoga je praksa u svim svjetskim gradovima poticanje nemotoriziranog prometa, a destimulacija motornog prometa i podizanje razine sigurnosti odvijanja pješačkog prometa. Kao glavni uzrok prometnih nesreća najčešće se spominje prekomjerna brzina. No brzina ne utječe samo na pojavu prometnih nesreća, brzina pri kojoj dolazi do prometne nesreće jedan je od ključnih čimbenika koju utječe na vjerojatnost pogibije prilikom naleta vozila na pješake [4]. Ovisnost brzine o smrtnosti pješaka pri naletu vozila prikazana je grafikom na Slici 4.



Slika 4. Ovisnost brzine o vjerojatnosti pogibije pješaka pri naletu vozila [4]

Iz prethodno spomenutog grafikona moguće je utvrditi da je brzina od 30 km/h granična brzina nakon koje dolazi do naglog porasta vjerojatnosti smrtnog ishoda pri naletu vozila na pješake. U nastavku rada detaljno su obrađeni dostupni statistički podaci o prometnim nesrećama od 2011. do 2018. godine s posebnim naglaskom na udio najugroženijih sudionika u prometu.

Grafikonom na Slici 5. prikazan je broj poginulih osoba prema kategoriji korisnika ceste. Ukupan broj poginulih osoba je gotovo konstantno u padu osim 2015. i 2017. godine kada dolazi do porasta ukupnog broja poginulih osoba, godine s najmanjim brojem poginulih osoba su 2014. i 2016. godina kada su te brojke iznosile 308 odnosno 307. Kako bi analizirali udio najugroženijih sudionika u prometu promatran je broj ukupno poginulih pješaka, biciklista i djece. Kada je riječ o pješacima broj poginulih se kroz sve promatrane godine mijenja u vrlo malom rasponu od 73 do 61, jedino se 2017. godina izdvaja sa značajnijim rezultatom od 53. Što se tiče biciklista broj se također mijenja u relativno malom rasponu između 21 i 28 dok se 2015. godina ističe dosta lošijim rezultatom od 34 poginula biciklista. Kada je riječ o broju poginule djece u prometu brojka se također ne mijenja značajno i ne prelazi vrijednost 5, dobra je činjenica da brojka konstantno opada i da 2018. godine nije zabilježen nijedan slučaj sa smrtnim posljedicama kada su djeca u pitanju [4]. U svim promatranim godinama udio smrtno stradalih najugroženijih sudionika u prometu iznosi oko 25% od ukupnog broja, a činjenica da brojevi konstantno variraju u određenom rasponu ukazuju da zapravo konkretan napredak i poboljšanje ne postoji te da je potrebno posvetiti više pozornosti na smanjenje spomenutog udjela [3].



Slika 5. Broj poginulih osoba prema kategoriji korisnika ceste [3]

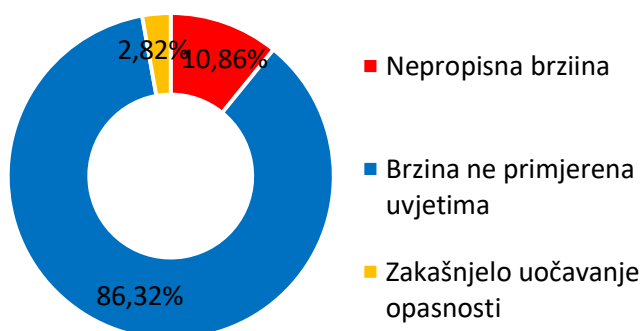
Pješaci i biciklisti se najčešće karakteriziraju kao najugroženiji sudionici u prometu zato što su fizički slabiji od vozila, a najčešće nesreće u kojima dolazi do njihovog stradavanja su nalet na pješaka i nalet na biciklista. Dostupni podaci pokazuju da se

2018. godine u Republici Hrvatskoj dogodio 1361 nalet na pješaka pri čemu je 65 osoba poginulo dok je 1379 ozlijeđeno. Kada su u pitanju biciklisti dogodilo se 368 naleta na bicikliste pri čemu je 16 osoba poginulo dok je 364 osoba ozlijeđeno [3]. Spomenuti podaci vidljivi su u Tablici 1.

Tablica 1. Vrste prometnih nesreća u kojima su sudjelovali najugroženiji sudionici u prometu u RH u 2018. godini [3]

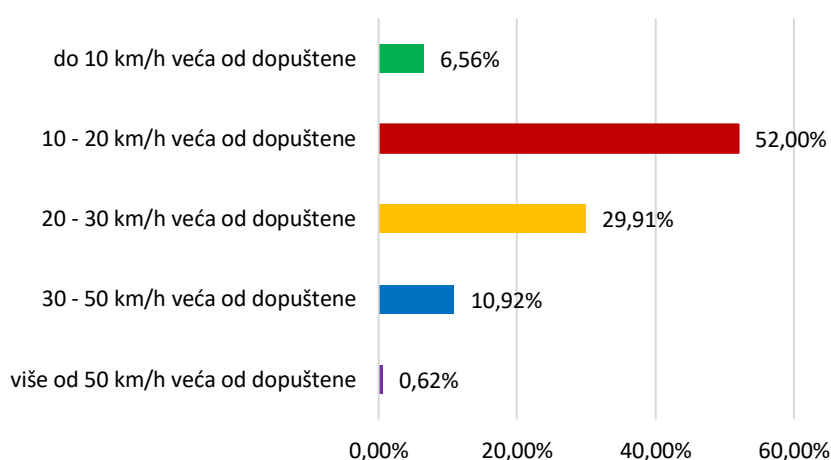
Vrste prometnih nesreća	Nesreće s nastradalim osobama	Poginuli	Ozlijeđeni
Nalet na pješaka	1361	65	1379
Nalet na bicikl	368	16	364

Kao što je prethodno spomenuto brzina je jedan od glavnih uzroka prometnih nesreća stoga su iste iz dostupnih podataka detaljnije analizirane. Analizirani su podaci o uzrocima prometnih nesreća koje su vezane uz brzinu kretanja vozila. Dijagramom na Slici 6. prikazan je udio pojedinih prometnih nesreća koje su vezane uz brzinu kretanja vozila. Od 10 022 prometne nesreće s nastradalim osobama u 2018. godini u Republici Hrvatskoj 3 443 su uzrokovane brzinom što čini čak 34% ukupnog broja prometnih nesreća. Od toga 86,32% otpada na prometne nesreće uzrokovane neprimjerenom brzinom, 10,86% nepropisnom brzinom kretanja i 2,82% zbog zakašnjelog uočavanja opasnosti [3].



Slika 6. Dijagram prometnih nesreća koje su nastale zbog neprilagođene brzine kretanja vozila u RH u 2018. godini [3]

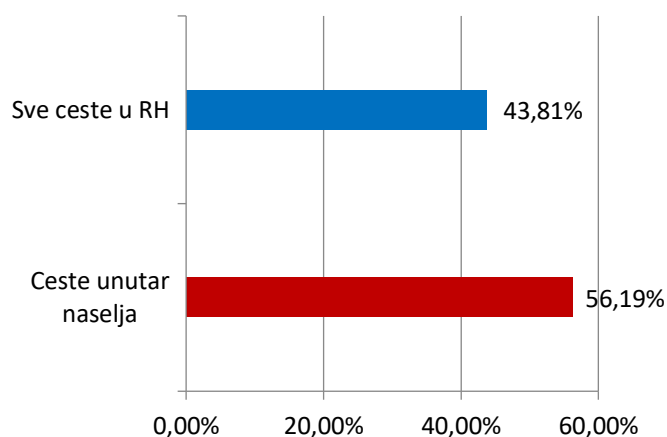
Kao jedna od najčešćih metoda kojom se pokušava riješiti problem prebrze vožnje ističu se policijski nadzori brzine. Policijskim nadzorom u 2018. godini zabilježeno je 194 572 prometna prekršaja koja se tiču prekoračenja dozvoljene brzine kretanja vozila unutar naselja. Dijagram na Slici 7. prikazuje udio u ukupnom broju prekršaja ovisno o određenoj kategoriji prekoračenja brzine. Iz spomenutog dijagrama moguće je zaključiti da najveći dio vozača brzinu prekoračuje za 10 do 30 km/h jer ti prekršaji iznose 61,91% posto od ukupnog broja, dok su ostali prekršaji približno jednako zastupljeni [3].



Slika 7. Dijagram zabilježenog prekoračenja brzine [3]

2.2 Utjecaj položaja prometnice na prometnu sigurnost

Iako su prometne nesreće u najvećem udjelu posljedica ljudske pogreške drugi bitan faktor osiguravanja sigurnosti prometa je prometna infrastruktura odnosno prometnice. Stoga je od izrazite važnosti način projektiranja prometnica. Prilikom projektiranja prometnica važno je voditi računa o karakteristikama prometnica i svim sudionicima prometa koji će koristiti prometnicu. Od ukupno 331 poginule osobe na hrvatskim prometnicama u 2017. godini 56,19 % je poginulo na prometnicama unutar naselja, stoga se može zaključiti da se više od polovice prometnih nesreća događa na prometnicama unutar naselja gdje se pojavljuje i najveći broj najugroženijih sudionika u prometu [3]. Grafikonom na Slici 8. prikazani su prethodno navedeni podaci.

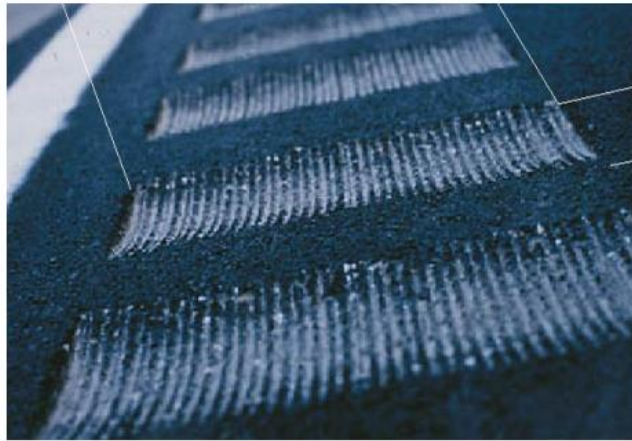


Slika 8. Udio prometnih nesreća prema položaju prometnice u RH za 2017. godinu [3]

U posljednjih nekoliko godina u svijetu se javljaju se dva nova koncepta projektiranja prometnica, a to su „opraštajuće“ i „samo objašnjavajuće“ prometnice. Samo objašnjavajuće prometnice se temelje na ideji da prikladna brzina vožnje i prikladno ponašanje u prometu može biti izazvano samim dizajnom prometnice te se tako smanjuje potreba za ograničenjem brzine. Smatra se da velik broj prometnih znakova u složenim prometnim situacijama može dovesti do zbunjivanja vozača i povećanja rizika od nastajanja prometne nesreće. Takav koncept se temelji na prometnicama koje su svojim dizajnom prilagođene vozačima, dizajn se temelji na oznakama, znakovima, teksturi prometnice i osvjetljenju. Ukratko samo objašnjavajuće prometnice nastoje spriječiti pogreške dok oprastajuće prometnice nastoje smanjiti

posljedice prometnih nesreća i pogrešaka. Glavno načelo opraštajućih prometnica je smanjiti posljedice prometne nesreće uzrokovane greškom vozača, kvarom vozila ili lošim prometnim uvjetima [5].

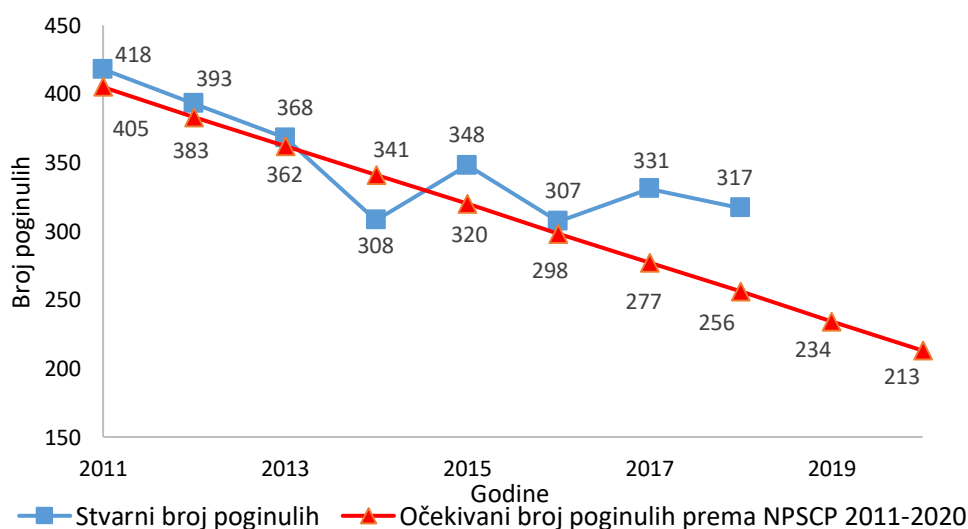
Jedan od primjera opraštajućeg dizajna prometnica su upozoravajuće urezane trake (Slika 9.) koje proizvode vibracije i tutnjavu. Služe za smanjenje prometnih nesreća u slučajevima kada vozači zaspu za volanom ili izgube nadzor nad vozilom te krenu skretati prema suprotnom smjeru. Prednost im je jednostavna i povoljna ugradnja ali upotreba ove vrste sigurnosnih značajki i dalje je ograničena i rijetko se koristi, vjerojatno zbog nedostatka praktičnih smjernica i zbog mogućih neželjenih posljedica poput problema s bukom [5].



Slika 9. Primjer opraštajuće prometnice [5]

2.3 Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa

Prvi Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa (NPSCP) donesen je 1994. godine za razdoblje od dvije godine te se nakon potvrde njegove opravdanosti donose još ukupno tri Programa, drugi za period od 1996. do 2000. godine, treći od 2001. do 2005. godine te posljednji trenutno važeći za razdoblje od 2006. do 2010. godine. Glavni cilj ovog programa je smanjiti broj smrtno stradalih osoba na prometnicama u Republici Hrvatskoj. Programom su definirani kvalitativni i kvantitativni ciljevi. Jedan od kvantitativnih ciljeva je smanjiti broj smrtnih stradavanja u prometu na vrijednost od sedam poginulih na sto tisuća stanovnika što je u skladu s ciljevima Europske Unije. Nacionalnim programom sigurnosti cestovnog prometa nastoji se poboljšati i osigurati održivi prometni sustav, neke od mjera kojima se nastoji postići napredak su: pojačani policijski nadzor brzine, uvođenje „pametnog sustava“ nadzora brzine, edukacija i prometni odgoj sudionika u prometu od najranije dobi kao i edukacija roditelja, detekcija i sanacija opasnih lokacija na prometnicama, poboljšanje tehničke ispravnosti vozila i medicinske skrbi nakon prometne nesreće. Grafikonom na Slici 10. prikazan je odnos između stvarnog i očekivanog broja poginulih prema NPSCP 2011-2020. Iz grafikona je moguće zaključiti da broj smrtno stradalih osoba u prometnim nesrećama gotovo konstantno opada ali sporije od željenog iznosa [6].



Slika 10. Odnos stvarnog i očekivanog broja poginulih osoba prema NPSCP 2011-2020 [6]

3 MJERE SMIRIVANJA PROMETA

Mjere smirivanja prometa koriste se kako bi se osigurali povoljniji uvjeti za nemotorizirane korisnike prometnica, promijenio način ponašanja vozača motornih vozila i smanjio negativan učinak motoriziranog prometa. Glavni ciljevi koje mjere smirivanja prometa trebaju ispuniti su: smanjenje broja prometnih nesreća kao i ublažavanje posljedica prometnih nesreća, osigurati bolju pristupačnost za sve sudionike u prometu, smanjenje brzina motornih vozila kao i redukciju tranzitnog prometa na prometnicama. Brzina je glavni faktor koji utječe na težinu i posljedice prometnih nesreća stoga je na lokacijama velike koncentracije pješačkog prometa kao što su područja u blizini škola i lokacijama pješačkih prijelaza ključno je prisiliti vozače da smanje brzinu kretanja vozila. Smanjenje brzine kretanja nije moguće postići postavljanjem samo vertikalne prometne signalizacije jer su vozači skloni zanemarivanju pravila i ograničenja brzine, stoga je potrebno uvesti mjere koje će prisilno natjerati vozače na smanjenje brzine [7].

3.1 Povijest mjera smirivanja prometa

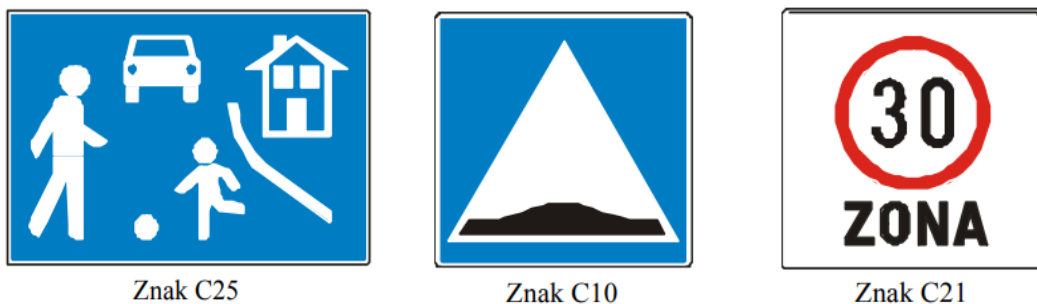
Kao prvi, a ujedno i planski pristup smirivanju prometa spominje se u Nizozemskoj u gradu Delftu. Koncept smirivanja prometa predstavljen je kao tzv. *Woonerf model* kojemu je glavni cilj povećati sigurnost pješaka, djece i biciklista u stambenim ulicama. Smirivanje prometa provedeno je na način da su izgrađeni otoci za parkiranje, postavljene klupe te vreće s pijeskom. Do 1990. godine u Nizozemskoj ukupno je preoblikovano 3.500 ulica, a do 2000. godine 10% od ukupnog broja ulica u naseljima. Ovakav koncept smirivanja prometa pokazao se izrazito uspješnim stoga je nastavljeno s njegovom primjenom diljem zemlje i Europe. Kako smirivanje prometa ne bi bilo ograničeno samo na ulice unutar naselja nego i na gradske prometnice kojima se kreće veliki broj pješaka i vozila u Engleskoj se razvila ideja o izvedbi „humpova“ i izbočina na prometnicama u cilju smanjena brzina [8].

U Republici Hrvatskoj ne postoji dugotrajna i ciljane ideje o smirivanju prometa kao što je to slučaj u velikoj većini europskih zemalja. Prva primjena smirivanja prometa u Republici Hrvatskoj bila je primjena izbočina za kontrolu brzine u mjestu Cista Provo 1990. godine na raskrižju državnih cesta D 60 i D39. Riječ je o raskrižju na kojemu su

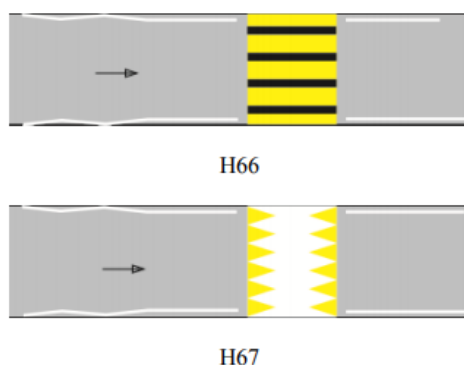
se prosječno 10 puta godišnje događale prometne nesreće sa smrtnim posljedicama ili teškim ozljedama pješaka. Nakon uvođenja ove mjere zabilježeno je značajno smanjenje učestalosti i posljedica prometnih nesreća na toj lokaciji. Prvi primjeri umjetnih izbočina najčešće znanih kao tkz. "ležeći policajci" primijenjeni su u Zagrebu, a ubrzo je u svim većim gradovima uslijedila njihova masovna primjena, posebno na cestama u blizini škola ili dječjih vrtića [8].

3.2 Postojeća zakonska regulativa

Tehničke mjere namijenjene smirivanju prometa u našim uvjetima prisutne su u Zakonu o sigurnosti prometa na cestama [9] i u Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama [10]. Zakonom o sigurnosti prometa na cestama [9] definirana je zona smirenog prometa te je određena kao „područje u naselju obilježeno propisanim prometnim znakom, u kojem se vozila ne smiju kretati brzinom većom od brzine hoda pješaka i u kojem je dječja igra svugdje dopuštena“. Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama [10] definirani su prometni znakovi koji se postavljaju u području smirenog prometa, prije izbočina na cesti kao i postavljanje horizontalne signalizacije za obilježavanje mjera smirivanja prometa. Pravilnikom je opisana signalizacija i oprema za smirivanje prometa (Slika 11.), a sastoji se od optičkih bijelih crta upozorenja, traka za zvučno upozoravanje, vibracijskih traka, umjetnih izbočina te uzdignutih ploha na kolniku. Obilježavanje naprava za smirivanje prometa kao što su umjetne izbočine na kolniku (H66) i uzdignute plohe (H67) definirano je postavljanjem horizontalne prometne signalizacije (Slika 12).



Slika 11. Prometni znakovi kojima se obilježavaju područja smirenog prometa i izbočine na cesti [10]



Slika 12. Umjetne izbočine na kolniku (H66) i uzdignute plohe (H67) [10]

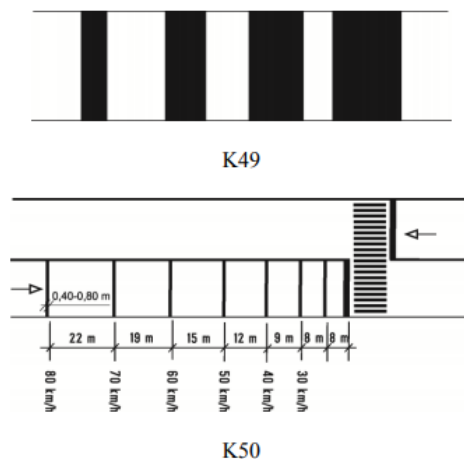
Također su definirane i dimenzije umjetnih izbočina i uzdignutih ploha (Slika 13.) koje su ovisno o ograničenju brzine. Dimenzije su sljedeće:

- za 50 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 60 cm, a visina ne smije prelaziti 3 cm
- za 40 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 90 cm, a visina ne smije prelaziti 5 cm
- za 30 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 120cm, a visina ne smije prelaziti 7 cm



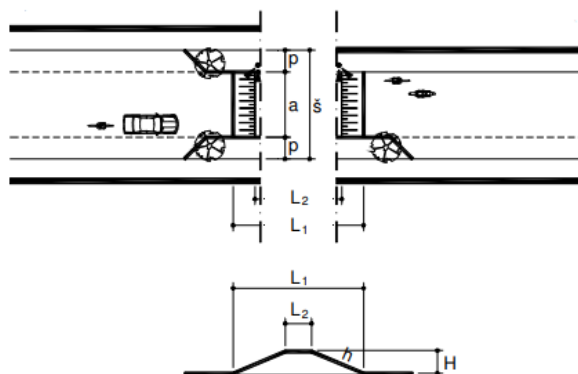
Slika 13. Umjetne izbočine (K53) i uzdignute plohe (K54) [10]

Postavljanje optičkih bijelih crta (K49) definirano je postavljenjem minimalno četiri bijele retroreflektirajuće crte poprečno na smjer kretanje vozila po cijeloj dužini kretanja vozila. Propisana je širina od 20 cm za prvu crtu, a svakoj sljedećoj crti je potrebno širinu povećavati za 10 cm. Razmak između crta definiran je početnom i konačnom brzinom kretanja vozila prije opasnog dijela ceste [10]. Način postavljanja definiran je Slikom 14.



Slika 14. Postavljanje optičkih bijelih crta [10]

Prikazana zakonska regulativa o načinu postavljanja mjera smirivanja prometa razlikuje se od regulative u ostalim zemljama Europske Unije. Primjer je susjedna Slovenija koja je 2009. godine izdala Tehničke specifikacije za postavljanje mjera i uređaja za smirenje prometa na javnim i nerazvrstanim cestama. Ovim dokumentom definiran je točan način dimenzioniranja, postavljanja i izvedbe pojedine mjere smirivanja prometa, a također su analizirane prednosti i manje svakog pojedinog rješenja. Slikom 15. je prikazan način obrade pojedine mjere smirivanja prometa u slovenskim smjernicama. Slika prikazuje trapeznu izbočinu za smirivanje prometa koja se koristi u naselju na prometnicama širine veće od 8.5 metara, pri brzini V85 između 30 i 70 km/h. Navodi se da se ova mjera smirivanja prometa ne koristi u kombinaciji s pješačkim prijelazima niti kod prometnica s nagibom nivelete većeg od 8%. Sve dimenzije ovakve izbočine točno su definirane ovisno o brzini kretanja vozila [11].



Slika 15. Primjer iz slovenskih smjernica za postavljanje mjera smirivanja prometa [11]

3.3 Vrste mjera

Ovisno o potrebnom smirenju prometa odabiru se mjere smirivanja prometa različitih karakteristika. Mjere za smirivanje prometa, po svojoj prirodi odnosno načinu djelovanja dijele se na: **sustavne i regulativne mjere, upozoravajuće naprave, izbočine i platforme, suženja i promjenu poprečnih presjeka te smicanje osi ceste** [12].

Sustavne mjere određene su prometnim uređenjem same prometnice. Prometno uređenje prometnice sastoji se od određivanja dopuštene brzine kretanja, određivanja pješačkih zona i područja ograničene brzine, ograničenja uporabe ceste za određene skupine vozila, definiranja vođenja prometa na pojedinoj prometnici [7].

Regulativne mjere se u praksi odražavaju kao primjerena prometna signalizacija, definirane su Zakonom o sigurnosti prometa i zapravo predstavljaju niz prometnih pravila. Takve mjere same po sebi nemaju direktan utjecaj na smirivanje prometa ali jasno definiraju uvijete odvijanja prometa za određeni dio naselja, prometnice ili raskrižja [7].

Pod **upozoravajuće naprave** spadaju optičke i zvučne naprave za upozoravanje vozača. Namjene su upozoravanju vozača da se približavaju području ograničene brzine [12].

Izbočine i platforme su namijenjene prisilnom smanjenju brzine kretanja vozila te se ubrajaju među oštrije mjere. Lokacije postavljanja su one na kojima je potrebno vozače fizički prisiliti na smanjenje brzine kretanja [12].

Budući da su izbočine i platforme jedne od najčešće primjenjivanih mjera smirivanja prometa provedena su brojna istraživanja o njihovoj efikasnosti. Jedno takvo istraživanje je provedeno u Beogradu na tri lokacije. Istraživanje se temeljilo na promatranju razlike između 85% - ne brzine prije i 30 dana nakon postavljanja izbočina za umirenje prometa visine 3, 5 i 7 cm. Analiza rezultata pokazala je da smanjenje 85% - ne brzine na izbočini visine 3 cm iznosilo 5 km/h, na izbočini visine 5 cm 26 km/h i na izbočini visine 7 cm 22 km/h. Time je potvrđeno da visina izbočina za smirivanje prometa ima značajan utjecaj na efikasnost [13]. Još jedno istraživanje provedeno u Litvi temeljilo se na istraživanju raspona unutar kojeg je primjetan

utjecaj izbočina namijenjenih smirivanju prometa. Istraživanje se temeljilo na analizi prosječne brzine kretanje vozila između izbočina trapeznog oblika. Rezultati su pokazali da se brzina počela smanjivati na udaljenosti od 62 m ispred izbočine [14].

U nastavku rada bit će opisane neke od najčešće primjenjivanih mjera smirivanja prometa unutar urbanih sredina počevši od onih najblažih mjera i upozoravajućih naprava, zatim fizičkih mjera kao i mjera koje se odnose na sužavanje poprečnog presjeka prometnica, a na kraju i primjena kružnih raskrižja kao mjere smirivanja prometa.

3.1.1 Uređaj za snimanje brzine

Uređaji za snimanje brzine koriste se kao preventivni radari za upozoravanje vozača na poštivanje dozvoljenih brzina kretanja, najčešće se primjenjuju u području neposredne blizina škola. Visina postavljanja prometnog znaka je min 220 cm kako bi se osigurao nesmetan prolaz pješaka. Očekuje se da će vozači prilagoditi brzinu kretanja dozvoljenoj brzini nakon što im uređaj prikaže stvarnu brzinu [15]. Slika 16. prikazuje primjer uređaja za snimanje brzine kretanja vozila.



Slika 16. Uređaj za snimanje brzine [15]

3.1.2 Led markeri (katadiopteri)

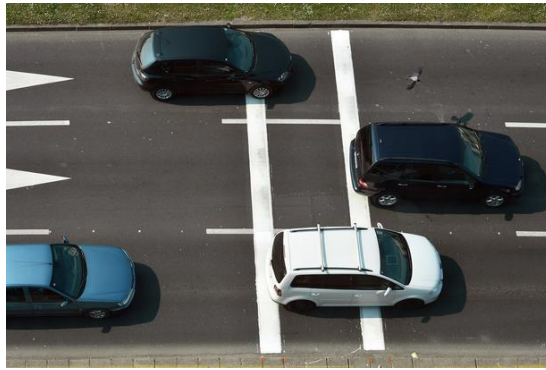
Led markeri (katadiopteri) jedna su od novijih tehnologija koja se koristi za smirivanje prometa te je njihova ugradnja u zadnjih nekoliko godina u porastu. Najčešće se ugrađuju ispred pješačkih prijelaza te služe za upozoravanje vozača na prisutnost biciklista i pješaka. Prikladni su za korištenje kod područja slabe vidljivosti jer omogućavaju visoku svjetlinu u dnevnim i noćnim uvjetima (vidljivost do čak 1 km). Izrađeni su od aluminijske i polikarbonatne te su pogodni za ugradnju i na područjima zahtjevnih vremenskih uvjeta (snijeg, naleti ralice i težine vozila do čak 30 tona) [15]. Slikom 17. prikazan je izgled pješačkog prijelaza s ugrađenim katadiopterima.



Slika 17. Pješački prijelaz s ugrađenim katadiopterima [16]

3.1.3 Vibracijske trake

Vibracijske trake dizajnirane su tako da prilikom prelaska vozila proizvode vibracije i zvučnim efektima upozoravaju vozače na potrebu smanjenja brzine. Postavljaju se u paru na međusobnom razmaku od 1.80 do 2.00 metra. Izrađuju se od kamene eruptivne granulacije i postavljaju se duž cijele širine kolnika, izvode se u širinama od 20 do 40 cm, a visina je u rasponu od 1.80 do 2.55 cm [10]. Na Slici 18. prikazane su vibracijske trake.



Slika 18. Vibracijske trake [14]

3.1.4 Uspornici „ležeći policajci“

Jedna od najpoznatijih i najčešće upotrebljivanih mjera smirivanja prometa su ležeći policajci. Najčešće se izvode kao gumene poprečne trake s crno žutim poljima položene duž cijele širine kolnika (Slika 19.). Dužina trakastih uspornika ovisi o dimenzijama prometnice dok širina iznosi između 35 i 60 cm. Neugodne su za prelazak i zbog jakih udaraca stvaraju visoku razinu buke osobito kod teretnih vozila [12]. Prednost im je lako, brzo i povoljno postavljanje. Utvrđeno je da uzrokuju prosječno smanjenje brzine od 22% [4].



Slika 19. Poprečne gumene trake [17]

3.1.5 Četvrtasti gumeni jastuci

Četvrtasti gumeni jastuci najčešće se koriste u kombinaciji s niskim metalnim stupićima kako bi se spriječilo da vozači prijelazom u suprotni smjer pokušaju izbjeći postavljenu prometnu regulaciju. Nisu pogodni za zglobne autobuse jer mogu uzrokovati štetu na vozilima i neudobni su za putnike, stoga se postavljaju na takvom razmaku da autobusu mogu prolaziti bez usporavanja [12]. Moguće ih je izvesti različitih dimenzija, obično se koristi visine od 3, 5 i 7 cm, a širina ne smije biti manja od 60 cm [10]. Primjer ovakvog načina smirivanja prometa prikazan je Slikom 20.



Slika 20. Četvrtasti gumeni jastuci

3.1.6 Uzdignuti pješački prijelazi

Uzdignuti pješački prijelazi izvede se kao produženja nogostupa preko prometnice te su trapeznog oblika. Obično se popločavaju granitnim kockama i teksturom se razlikuju od prometnice, a moguće ih je i pobožati kako bi se što više isticali i privlačili pozornosti vozača. Izbjegavaju se na dionicama kojima prolaze kamioni i interventna vozila kao i na ulicama s velikim intenzitetom prometa. Prijelazne rampe se izvede u nagibima 1:10, a širina pješačkog prijelaza iznosi 4 do 5 m. Visinom se dovode u razinu pješačkih nogostupa kako bi se osigurala kontinuirana pješačka površina. Prije nailaska na uzdignuti pješački prijelaz potrebno je postaviti prometni znak koji vozače upozorava na izbočine na cesti [18]. Utvrđeno je da uzrokuju prosječno 18%-tno smanjenje brzine [4]. Slikom 21. prikazan je uzdignuti pješački prijelaz na području grada Crikvenice.



Slika 21. Uzdignuti pješački prijelaz [19]

3.1.7 Pješački otoci

Pješački otoci su najčešće smješteni na sredini dvosmjerne prometnice te pružaju sigurno mjesto na kojem pješaci mogu stajati i čekati siguran prijelaz preko prometnice. Ova mjera najčešće se koristi gdje su brzine kretanja vozila velike, a prometnice su izrazito široke. Pješački otoci se visinski odvajaju od prometnice pomoću cestovnih rubnjaka, a njihova visina iznosi 15 cm dok je širina između 1 i 2 m. Cilj ove mjere je da pješaci prometnicu prelaze u dvije faze, a kod vozača se potiče smanjenje brzine zbog nailaska na suženiji prostor [20]. Pješački otok prikazan je Slikom 22.



Slika 22. Pješački otoci [21]

3.1.8 Proširenje nogostupa

Proširenje nogostupa predstavlja proširenje površine nogostupa prema ulici ili parkirnoj traci s ciljem smanjena širine prometne površine i povećanjem vidljivosti između vozača i biciklista. Primjenom proširenja nogostupa smanjuje se dužina koju pješaci moraju prijeći preko prometnice. Ako u području proširenja nogostupa postoje biciklističke trake produženje ne smije ulaziti u područje biciklističke trake [20]. Visina proširenja nogostupa najčešće iznosi 15 cm, a minimalno 10 cm. Minimalna dužina proširenja nogostupa iznosi 9, a maksimalno 15 m [22]. Ova mjera smirivanja prometa najčešće se primjenjuje na nasemaforiziranim raskrižjima. Procjenjuje se da se primjenom proširenja nogostupa ostvaruje prosječno smanjenje brzine od 4% [4]. Primjer proširenja nogostupa dan je na Slici 23.



Slika 23. Proširenje nogostupa [23]

3.1.9 Kružna raskrižja kao mjera smirivanja prometa

Kružna raskrižja uvjetuju kružno kretanje prometa oko središnjeg otoka te time potiču smirivanje prometa. U zadnjih nekoliko godina dolazi do sve veće implementacije kružnih raskrižja osobito na lokacijama problematičnih raskrižja na kojima često dolazi do prometnih nesreća. U kružnim raskrižjima značajno je smanjenje broja konfliktnih točaka između vozila. Oblikovanje ovakvog tipa raskrižja smanjuje brzinu kretanja vozila te fizički sprječava vozače da velikom brzinom nekontrolirano prođu kroz raskrižje. Zbog smanjena brzina i eliminacije velikog broja konfliktnih točaka težina prometnih nesreća koje se dogode u kružnom raskrižju je izrazito smanjena, a smrtno posljedice su izrazito rijetke [4]. S obzirom na lokaciju,

veličinu i vrstu prometa moguće ih je podijeliti na urbana i izvan-urbana kružna raskrižja. O tipu kružnog raskrižja ovisi njegov vanjski polumjer i okvirni kapacitet vozila (Tablica 2.) [24].

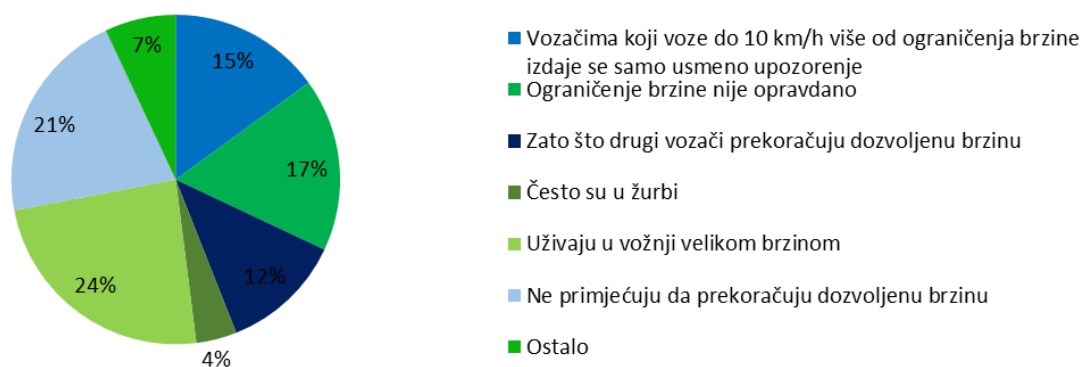
Tablica 2. Informativne dimenzije kružnih raskrižja [24]

Tip kružnog raskrižja	Vanjski polumjer (m)	Okvirni kapacitet (voz/dan)
Mini urbano	7,0-12,5	10.000 (15.000)
Malo urbano	11,0-17,5	15.000 (18.000)
Srednje veliko urbano	15,0-20,0	20.000 (22.000)

3.4 Primjer ispitivanja javnog mišljenja o mjerama smirivanja prometa

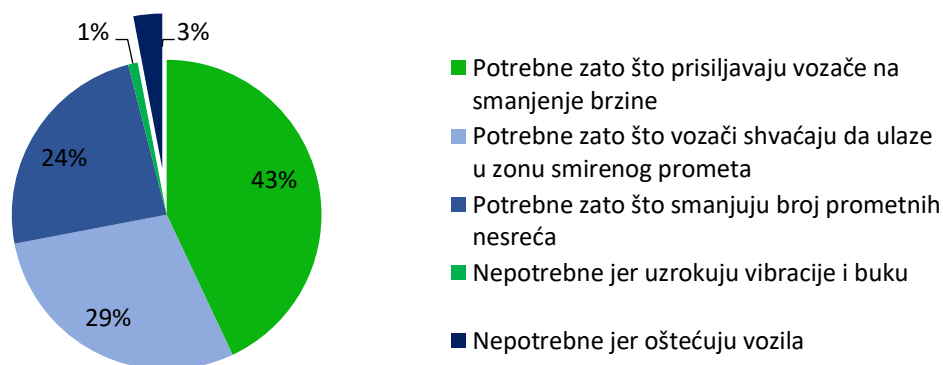
Prilikom rješavanja problema prebrze vožnje važno je uzeti u obzir i stav vozača i svih ostalih sudionika u prometu. Mjere smirivanja prometa neće biti efikasne ako ih sudionici pokušavaju izbjeći i ako nisu u mogućnosti shvatiti njihovu potrebu. U ovom dijelu rada bit će prikazano istraživanje javnog mišljenja o mjerama smirivanja prometa provedeno u Litvi 2015. godine. Iako slično istraživanje ne postoji za Republiku Hrvatsku ovo je izabrano za prikaz kako bi se prikazao generalni stav vozača prema mjerama smirivanja prometa [12].

Cilj istraživanja bio je saznati mišljenje javnosti o potrebi za mjerama smirivanja prometa. Istraživanje je provedeno na 583 ispitanika u dobi od 16 do 65 godina unutar cijele zemlje. Među najzanimljivijim pitanjima je ono o razlogu zbog kojeg vozači prekoračuju dozvoljenu brzinu, odgovori na postavljeno pitanja prikazani su grafikonom na Slici 24. Kao glavni razlog prekoračenje brzine ističe se uživanje u brznoj vožnji koje 24% ispitanika smatra glavnim razlogom, s 21% slijede ispitanici koji ne primjećuju da prekoračuju dozvoljenu brzinu. Od 583 ispitanika njih 17% kao glavni razlog navodi neopravdanost ograničenja brzine, 15% ispitanika smatra da je krivo izdavanje samo usmenih upozorenja vozačima koji prekorače brzinu do 10 km/h, 12% ispitanika smatra da prekoračuje brzinu zato što to čine i ostali sudionici u prometu, 7% ispitanika ima ostale razloge, a 4% ispitanika smatra da zbog žurbe prekoračuju dozvoljenu brzinu [12].



Slika 24. Glavni razlozi prekoračenja brzine [12]

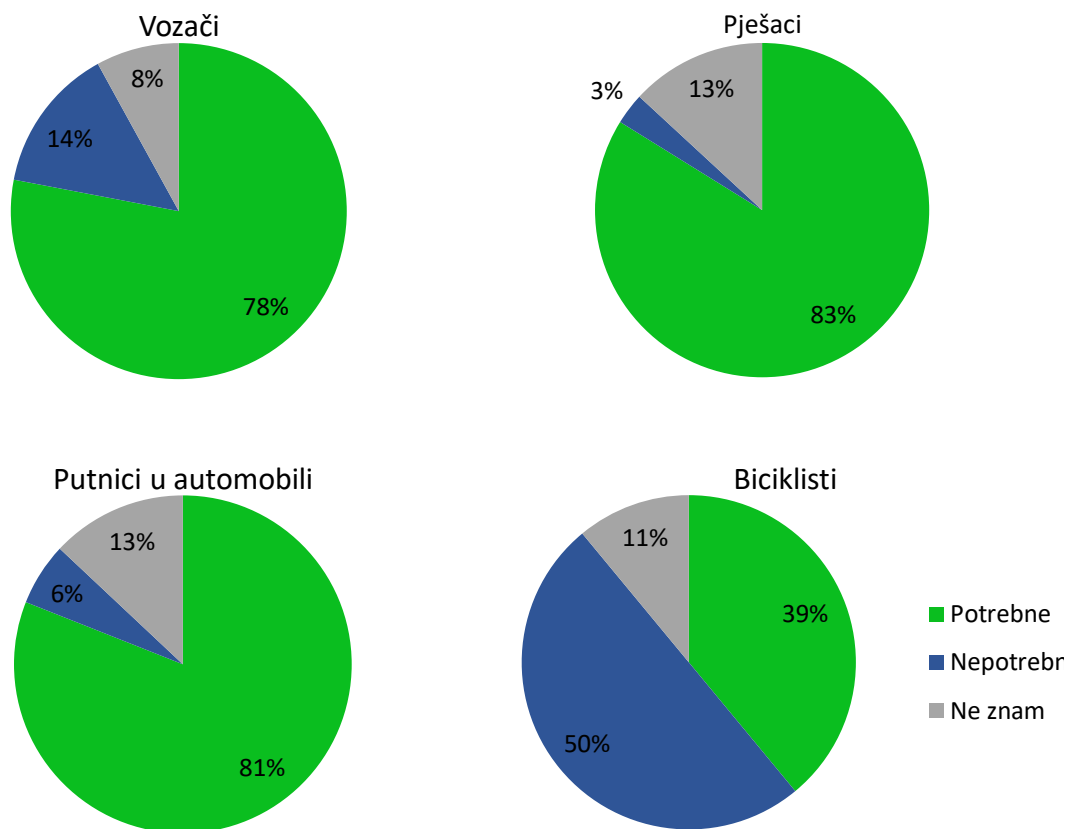
Ispitanici su također odgovorili na pitanje o potrebi postavljanja mjera smirivanja prometa točnije o izbočinama na cesti, takozvanim „ležećim policajcima“. Najveći broj ispitanika njih čak 43% smatra da su potrebne zato jer fizički prisiljavaju vozače na smanjenja brzine, 29% ispitanika misli da vozači nakon prelaska preko izbočina na cesti shvaćaju da ulaze u zonu smirenog prometa, a 24% smatra da smanjuju broj prometnih nesreća. Samo 1% ispitanika smatra da su mjerenje smirivanja prometa nepotrebne, a 3% da oštećuju vozila [12]. Navedeni podaci dodatno su prikazani grafikonom na Slici 25.



Slika 25. Mišljenje ispitanika o potrebi mjera za smirivanje prometa [12]

Kao zanimljiv rezultat istraživanja još se ističe mišljenje svih korisnika prometnica; vozača, pješaka, putnika u automobilu i biciklista o potrebi za automatskim nadzorom brzine na prometnicama. Zanimljivo je primijetiti da samo 39% biciklista misli da postoji potreba za uvođenjem automatskog nadzora brzine, iako su upravo oni jedni od najugroženijih sudionika u prometu, te najčešće stradavaju zbog vozila koje voze

nepropisnom brzinom. Ostali sudionici u prometu imaju pozitivno mišljenje u rasponu od 78 do 83%, negativno u rasponu od 3 do 14%, a između 8 i 13% nema mišljenje [12]. Navedeni podaci prikazani su na grafikonima (Slika 26.).



Slika 26. Mišljenje svih korisnika cesta o automatskom nadzoru brzine [12]

4 METODOLOGIJA

Osnovni cilj istraživanja u ovom diplomskom radu je ocijeniti efikasnost postojećih mjera smirivanja prometa postavljenih na širem području grada Rijeke. Kod određivanje efikasnosti mjera smirivanja prometa često ne postoji jasna definicija ciljeva odnosno ishoda projekta. Određivanje efikasnosti zahtjeva razumijevanje očekivanja i jasno postavljanje ciljeva. Pronalazak najboljeg rješenja za smirivanje prometa nije jednostavan; odabir rješenja komplicira se činjenicom da, iako mnogi građani žele da se promet smiri u njihovoj ulici, također žele biti u stanju voziti nesmetano bez prepreka. Kombiniranje kvalitete života, održivih ciljeva zajednice i ekonomski učinkovitog rješenja ključ je učinkovitog rješenja za smirivanje prometa [25].

Prvi korak bio je odabir lokacija za određivanje efikasnosti mjera smirivanja prometa. Glavni kriteriji prilikom odabira lokacija bio je odabrati što više različitih mjera smirivanja prometa na lokacijama različitih karakteristika kako bi se ocijenila i analizirala efikasnost u različitim prometnim uvjetima. Također, kao jedan o najvažnijih kriterija ističe se i velik broj najugroženijih sudionika u prometu (djeca, biciklisti, pješaci) koji se kreću na tom području. Prethodnom analizom dostupnih lokacija na kojima su postavljene mjere smirivanja prometa odabrane su sljedeće mjere:

- **led markeri** ispred pješačkog prijelaza na lokaciji unutar samog centra grada kao i na lokaciji koja se nalazi na prilazu gradu
- **prometni znak** s natpisom „ŠKOLA“, ograničenjem brzine, te dva treptajuća žuta svijetla
- **čtvrtasti gumeni uspornici visine 5 cm** postavljeni u nizu na prometnici van grada na lokaciji gdje se vikendom očekuje veliki broj pješaka i biciklista
- **asfaltirani uspornik visine 7 cm** postavljen na središnjoj prometnici unutar naselja koje se nalazi na rubnom dijelu grada
- **kružno raskrižje** na županijskoj cesti smješteno u zapadnom dijelu grada, na rubnom području

Svaka odabrana mjera smirivanja prometa je detaljno opisana i analizirana kao i lokacija na kojoj se nalazi, analiza je provedena u smislu dimenzija mjera smirivanja prometa, položaja lokacije u prostoru, prostorno planske kategorizacije prometnice, objašnjena je postojeća horizontalna i vertikalna signalizacija kao i geometrijske karakteristike prometnice. Za svaku pojedinu lokaciju dan je nacrt pripadajuće horizontalne i vertikalne prometne signalizacije s označenim lokacijama postavljanja brojača. Tablicom 3. prikazane su odabrane mjere smirivanja prometa s pripadajućom kategorizacijom i objašnjenim položajem u prostoru.

Tablica 3. Popis odabranih lokacija

VRSTA MJERE	KATEGORIZACIJA	POLOŽAJ	LOKACIJA
Led markeri	Glavna mjesna ulica	Prilaz centru grada (istok)	Ulica Janka Polića Kamova
Led markeri	Glavna mjesna ulica	Centar grada	Ulica Riva (DC 8)
Obavijesni prometni znak	Glavna mjesna ulica	Naselje izvan grada	Ulica Kostrenskih boraca
Četvrtasti gumeni jastuci	Glavna mjesna ulica	Naselje izvan grada	Ulica Kostrenskih boraca
Asfaltirani uspornik	Gradska ulica	Rubni dio grada (zapad)	Ulica Bože Vidasa
Kružno raskrižje	Gradska ulica/sabirna ulica	Rubni dio grada (zapad)	Martinkovac

Nakon odabira lokacija na kojima se nalaze mjere smirivanja prometa bilo je potrebno provesti mjerenja brzina te odrediti način na koji će se utvrditi efikasnost odabranih mjera smirivanja prometa. Mjerenje brzina provedeno je pomoću „Datacollect SDR Traffic“ uređaja s ugrađenim radarskim senzorom za mjerenje količine prometa i brzine vozila. Postupak mjerenja brzina i karakteristike uređaja detaljno su opisane u Poglavlju 5.

Prilikom mjerenja brzina bilo je potrebno odrediti mjesto postavljanja brojača prometa. Na lokacijama na kojim već postoje prethodna mjerenja brojači prometa su postavljeni na identične lokacije kako bi se novi i stari podaci mogli usporediti. Na lokacijama bez prethodnih mjerenja vođeno je računa da se brojači postave na mjesta

koja će prikazati stvarno stanje odvijanja prometa u blizini promatranih mjera smirivanja prometa (npr. izbjegavati postavljenje brojača u zavoju).

Nakon mjerenja brzina prikupljeni podaci su analizirani kako bi se odredila efikasnost. Dobiveni su podaci o minimalnim i maksimalnim brzinama, kao i brzinama V85 i V50. Brzina V85 predstavlja brzinu koja je dosegnuta od 85% vozila, dok je brzina V50 brzina dosegnuta od 50% vozila, odnosno prosječna brzina na nekom presjeku prometnice. Također su analizirane i dnevne i noćne brzine kretanja vozila, bitno je napraviti razliku između dnevnih i noćnih brzina jer su obično noćne brzine izrazito više, a tada je količina pješačkog prometa osobito djece i biciklista izrazito niska. Prilikom određivanja postotka vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu nije uzeta u obzir tolerancija prekoračenja brzine. Svi dobiveni podaci detaljno su analizirani i prikazani tablicama i grafikonima. Prikupljeni podaci o brzinama su uspoređeni s maksimalnim dozvoljenim brzinama kretanja na mjestu postavljanja brojača. Lokacije postavljanja brojača prikazane su tlocrtno za svaku pojedini mjeru smirivanja prometa.

Iako su na svim lokacijama mjera smirivanja prometa analizirani isti parametri, zbog specifičnosti svake lokacije analizi efikasnosti je pristupljeno individualno za svaku pojedinu mjeru.

U Ulici Riva i Ulici Janka Polića Kamova postoje mjerenja brzina iz 2016. godine kada ispred pješačkih prijelaza nije bilo mjera smirivanja prometa. U međuvremenu su ispred oba pješačka prijelaza postavljeni led markeri stoga je efikasnost određena analizom brzina prije i nakon postavljanja mjera smirivanja prometa. Analizirani su podaci o brzinama V50 i V85, maksimalnim zabilježenim brzinama, kao i analiza dnevnih i noćnih brzina i postotak vozila koja prekoračuju brzinu na odabranim presjecima prometnice. Također je uspoređena efikasnost primijenjene mjera smirivanja prometa pri dva različita položaju u prometnoj mreži grada.

Pri analizi efikasnosti obavijesnog prometnog znaka s natpisom „ŠKOLA“, ograničenjem brzine te dva treptajuća žuta svjetla promatrana je brzina vozila koja nailaze na prometni znak i brzina vozila koja se kreću iz suprotnog smjera te izlaze iz područja škole. Budući da se ova mjera smirivanja prometa nalazi u istoj ulici kao i četvrtasti gumeni jastuci mjera je prvo analizirana zasebno, a nakon toga i u sklopu prikaza profila brzina unutar prikazane ulice.

Efikasnost četvrtastih gumenih uspornika utvrđena je usporedbom brzina zabilježenih na presjeku prometnice u neposrednoj blizini postavljenih mjera smirivanja prometa s brzinom zabilježenom na zadnjoj mjernoj poziciji koja se nalazi u potpunosti izvan obuhvata bilo kakvih mjera smirivanja prometa. Također je prikazan profil brzina V50 i V85 te postotak vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu duž promatrane ulice u kojoj se nalaze prethodno spomenute mjere smirivanja.

Analizi efikasnosti asfaltiranog uspornika pristupljeno je tako da je u neposrednoj blizini postavljene mjere smirivanja prometa postavljeno 5 brojača prometa od kojih se jedan nalazio izravno na lokaciji postavljene mjere, a ostali brojači su postavljeni u ukupnom rasponu od cca 30 m sa svake strane uspornika. Prikazano je kretanje brzina V50 i 85 (dnevni i noćni) duž cijelog profila prometnice kao i kretanje postotka vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu kretanja. Također je dana usporedba zabilježene efikasnosti smirivanja prometa na dvije približno slične mjere smirivanja prometa. Analiza profila brzina za dvije odabrane vrste uspornika još je provedena tako da su provedena mjerenja brzina pomoću mobilne aplikacije „GeoTracker“ te su pomoću nje dobiveni profili brzina duž cijelih ulica s fizičkim mjerama smirivanja prometa kao i zone unutar kojih je zabilježen utjecaj mjera smirivanja prometa.

Efikasnost kružnog raskrižja kao mjere smirivanja prometna utvrđena je usporedbom brzina zabilježenih 2016. godina kada je promatrano raskrižje bilo organizirano kao četverokrako nesemaforizirano raskrižje i brzina zabilježenih 2019. godine kada je raskrižje prenamjeno u kružno raskrižje. Brojači prometa postavljeni su na približno iste lokacije kao i 2016. godine budući da je zbog opsežnih građevinskih radova značajno promijenjen položaj vertikalne prometne signalizacije kao i sustava javne rasvjete.

5 TERENSKA MJERENJA

5.1 Mjerenje brzina pomoću „Datacollect SDR Traffic“ uređaja

Terenska mjerenja provedena su na 5 lokacija u gradu Rijeci i njegovoj široj okolici. Svrha terenskih istraživanja bila je prikupiti podatke o brzini kretanja vozila te analizom prikupljenih podataka utvrditi efikasnost postojećih mjera smirivanja prometa kao i mogućnosti za daljnja poboljšanja prometne sigurnosti.

Za mjerenje brzina korišten je „Datacollect SDR Traffic“ uređaj (Slika 27.) koji koristi ugrađeni radarski senzor za mjerenje prometa na jednoj ili dvije prometne trake ovisno o potrebama mjerenja. Mjerenjima su prikupljeni podaci o minimalnim i maksimalnim brzinama na određenim presjecima, brzinama V50 i V85. Prikupljene podatke moguće je analizirati u određenom vremenskom rasponu, ustanoviti dnevne i noćne brzine, udio pojedine kategorije vozila kao i broj vozila u određenom presjeku prometnice.



Slika 27. Uređaj „Datacollect SDR Traffic“

Prilikom provođenja mjerenja za korištenje su bila dostupna četiri brojača stoga su mjerenja provedena u nekoliko faza. Brojači prometa postavljani su ovisno o potrebama mjerenja na lokacijama svake pojedine mjere. Točna lokacija i način postavljanja brojača prikazan je tlocrtno za svaku analiziranu mjeru smirivanja

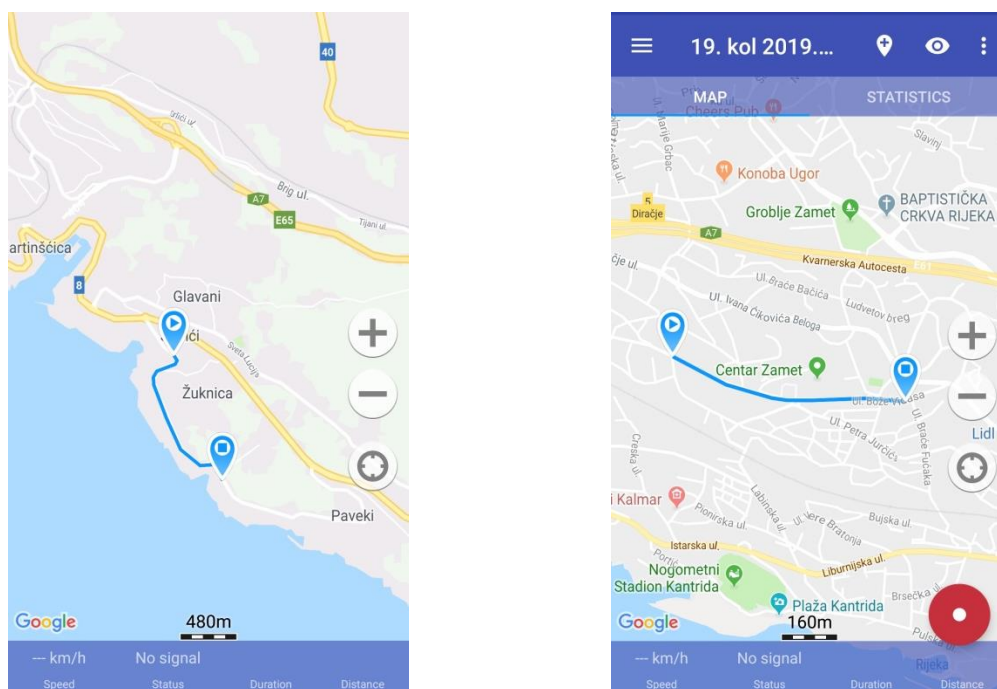
prometa. Postavljanje brojača prometa započinje postavljanjem nosača na stup javne rasvjete, a zatim i samog uređaja na nosač. Kako bi se osigurao nesmetani prolazak pješaka uređaj je potrebno postaviti na visinu od minimalno 2,20 m. Brojač prometa potrebno je postaviti pod kutom od 45° u odnosu na os prometnice kako bi se osigurala točnost prikupljana podataka. Brojačem se upravlja pomoću mobilne aplikacije u kojoj je potrebno upisati visinu postavljanja i odaljenosti brojača od sredine prometnih traka na kojima se provode mjerenja. Udaljenost od sredine prometne trake mjeri se ciklometrom. Na Slici 28. prikazana je korištena oprema. Nakon završetka mjerenja potrebno je pohraniti podatke s uređaja pomoću mobilne aplikacije i zatim izraditi izvještaj na zato predviđenoj web stranici.



Slika 28. Korištena oprema

5.2 Mjerenja brzina pomoću „GeoTracker“ aplikacije

Mobilna aplikacija „Geo Tracker“ bilježi brzinu kretanja duž određenog puta te ima mogućnost prikazivanja grafikona brzine u ovisnosti od pređenoj duljini, podatke od dužine puta, maksimalnoj i prosječnoj brzini. Mjerenja brzina pomoću mobilne aplikacije „GeoTracker“ provedena su na 2 promatrane lokacije, u Kostreni gdje su postavljeni četvrtasti gumeni uspornici visine 5 cm i na Zametu gdje je postavljen asfaltirani uspornik visine 7 cm. Lokacije s postavljenim fizičkim mjerama smirivanja prometa su odabrane kako bi se prikazao profili brzina duž ulica s fizičkim mjerama smirivanja prometa kao i zone unutar kojih je zabilježen utjecaj mjera smirivanja prometa. Mjerenje se sastojalo od nekoliko prolaza osobnim automobilom po promatranim lokacijama i bilježenja brzina, a zatim i analize dobivenih grafikona. Također je dana usporedba zabilježene efikasnosti smirivanja prometa na dvije približno slične mjere smirivanja prometa. Slika 29. prikazuje primjer rada s aplikacijom na obje promatrane ulice.



Slika 29. Primjer rada s aplikacijom „GeoTracker“ na promatranim ulicama

6 ANALIZA EFIKASNOSTI ODABRANIH MJERA SMIRIVANJA PROMETA

6.1 Led markeri (katadiopteri)

Za analizu su odabrana dva pješačka prijelaza za koje postoje mjerenja brzina iz 2016. godine kada na pješačkom prijelazu nisu bili postavljeni led markeri (katadiopteri). Cilj je ponovnim mjerenjima na identičnim lokacijama utvrditi kakve su brzine kretanja vozila nakon postavljanja mjera smirivanja prometa kao i usporediti utjecaj postavljanja katadioptera na pješački prijelaz u samom centru grada i na pješačkom prijelazu koji se nalazi na prilazu gradskom središtu. U nastavku su analizirane ulice i izmjerene brzine u području odabranih pješačkih prijelaza.

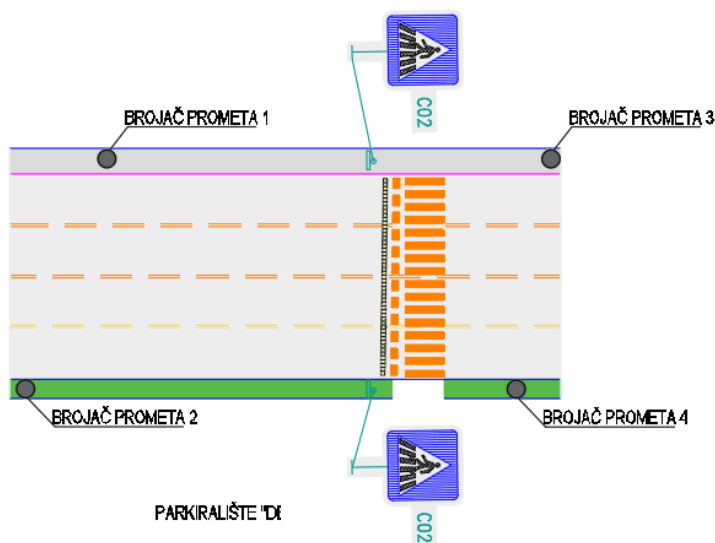
6.1.1 Analiza Ulice Riva

Promatrana ulica nalazi se u samom centru grada Rijeke. Prema generalnom urbanističkom planu grada Rijeke Ulica Riva okarakterizirana je kao glavna mjesna ulica, planske oznake GU I. Prometnica prolazi kroz samo središte grada Rijeke i jedna je od najprometnijih ulica u gradu, proteže se iz smjera autobusnog kolodvora prema istočnom dijelu grada te završava kod HNK Ivana pl. Zajca. Promatrana prometnica namijenjena je za jednosmjernan promet vozila u četiri prometne trake, širina kolnika iznosi 15 m. Krajnja desna prometna traka namijenjena je za kretanje i zaustavljanje vozila javnog gradskog prijevoza, a krajnja desna prometne traka za lijeva skretanja u bočne ulice. Pored lijeve strane prometnice nalazi se kontinuirani pješački nogostup sa zasađenim drvoredom, a postoje i lokacije namijenjene taxi vozilima, parkingu motora i osobnih vozila kao i brojni kafići i restorani. Na prometnicu se direktno preko semaforiziranog raskrižja priključuje i izlaz s parkirališta „Putnička obala“, a ulaz u parkiralište lociran je neposredno prije početka spomenute ulice. U dužini cijele Ulice Riva promet je organiziran pomoću četiri semaforizirana raskrižja s pješačkim prijelazima, a analizirani pješački prijelaz je nesemaforiziran te povezuje lijevu stranu ulice s parkiralištem. Slikom 30. je prikazan analizirani pješački prijelaz.



Slika 30. Analizirani pješački prijelaz u Ulici Riva

Ograničenje brzine uzduž cijele ulice iznosi 50 km/h. Kao mjera smirivanja prometa postavljeni su led markeri (katadiopteri) ispred pješačkog prijelaza koji je jedini nesemaforizirani pješački prijelaz u cijelom potezu ulice. Prije nailaska na pješački prijelaz vozači su upozoreni na približavanje pješačkom prijelazu obavijesnim prometnim znakom oznake C02. Pješaci s lijeve strane prometnice pristupaju pješačkom prijelazu s parkirališta, a na samom mjestu pristupa postavljeni su metalni stupići. Parkiralište je od prometnice ograđeno niskom metalnom ogradom i zelenilom (živicom). Postojeća prometna signalizacija i pozicije postavljanja brojača na promatranj lokaciji prikazana je na Slici 31.



Slika 31. Postojeća prometna signalizacija (Ulica Riva)

6.1.2 Analiza brzina u Ulici Riva

Postojeća mjerenja provedena su kontinuirano od 06. do 08. travnja 2016. godine u sklopu diplomskog rada Daria Malatestinića pod nazivom „Analiza ovisnosti brzine na gradskim cestama o regulaciji i mjerama smirivanja prometa“. Mjerenja su provedena kontinuirano tijekom navedenog perioda u trajanju od 33 sati [25].

Nova mjerenja provedena su periodu od 25. do 29. srpnja 2019. godine, u obzir će biti uzeti podaci iz razdoblja 25. do 27. srpnja budući da je u noći 27. srpnja započela kiša ostali podaci neće biti analizirani. Brojači prometa postavljeni su na istim lokacijama kao i 2016. godine te su dobiveni podaci uspoređeni. Mjerenja su također provedena kontinuirano u vremenskom razdoblju od 48 sati. Odabrana su dva presjeka prometnice (Slika 32.) na koje su postavljena po 2 brojača jedan s lijeve a drugi desne strane prometnice budući da je potrebno mjeriti promet u četiri prometne trake.



Slika 32. Promatrani presjeci u Ulici Riva

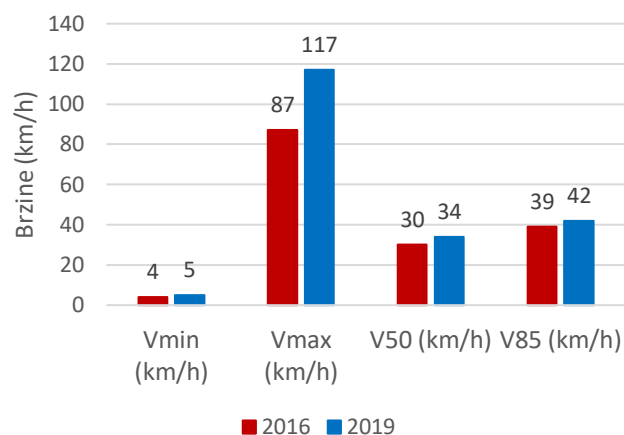
Mjerenja iz 2016. godine vršena su kontinuirano u razdoblju od 33 sata te je u tom vremenskom razdoblju presjekom ceste prošlo oko 20 000 vozila, među kojima su dominantna osobna vozila s udjelom od 73% [24]. Nova mjerenja provedena su u vremenskom razdoblju od 48h te je u tom razdoblju presjekom ceste prošlo oko 23000 vozila, povećanje broja vozila je razumljivo budući da je vremenski period promatranja duži. Dominantna su osobna vozila s udjelom od 79% što je približno jednaka kao i 2016. godine. Razlog ovakvog postotka osobnih vozila može biti i činjenica da postoji mogućnost netočnog očitavanja kategorije vozila pri izrazito

malim brzinama koje se javljaju u vrijeme potpunog zaustavljanja vozila radi propuštanja pješaka. Tablica 4. prikazuje usporedbu brzina zabilježenih 2016. i 2019. godine ovisno o mjernoj poziciji.

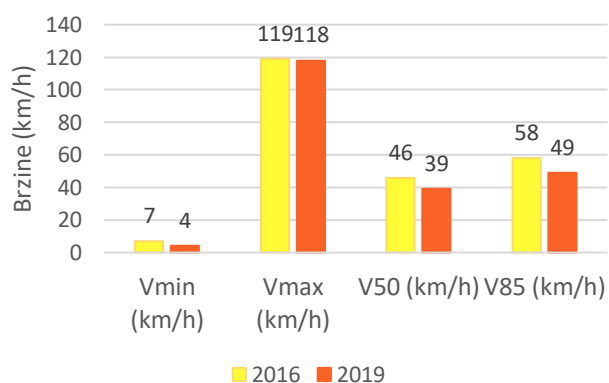
Tablica 4. Usporedba zabilježenih brzina u Ulici Riva (2016. i 2019. godina)

2016. godina					2019. godina				
Mjerna pozicija	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)	Mjerna pozicija	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
1	4	87	30	39	1	5	126	35	44
2	7	119	46	58	2	4	118	39	49

Analizom i usporedbom zabilježenih brzina vidljivo je da su brzine V50 i V85 na presjeku ceste koji se nalazi ispred pješačkog prijelaza porasle za 5 km/h odnosno za 15%, a također je porasla i maksimalna zabilježena brzina koja u 2019. godine iznosi čak 126 km/h što je za 39 km više od prethodnih mjerenja. Na presjeku ceste koji se nalazi nakon pješačkog prijelaza brzina V50 smanjila se za 7 km/h ili 15%, a brzina V85 za čak 9 km/h ili 16% dok je maksimalna brzina ostala gotovo ne promijenjena. Ovakvi rezultati nisu u potpunosti u skladu s očekivanjima budući da je očekivano da će vozači dodatno smanjiti brzinu prije nailaska na pješački prijelaz. Kretanje vozila duž prometnice je u skladu s očekivanjima vozači voze sporije prije nailaska na pješački prijelaz, a povećavaju brzinu kada se uvjere da nema pješaka na pješačkom prijelazu. Neovisno o povećanju brzine na prvom presjeku brzine V50 i v85 se nalaze ispod zakonom propisane brzine od 50 km/h. Na drugom presjeku zabilježeni su bolji rezultati te je najpozitivnija činjenica da je brzina V85 koja je 2016. godine bila iznad zakonom propisane sada unutar zakonskih granica i iznosi 49 km/h. Slika 33. i 34. grafički prikazuju navede rezultate.

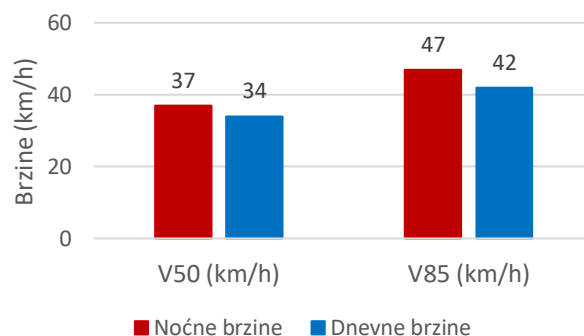


Slika 33. Usporedba brzina na mjernoj poziciji 1 (Ulica Riva)



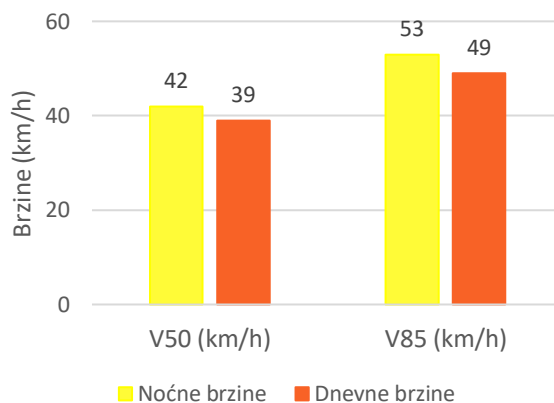
Slika 34. Usporedba brzina na mjernoj poziciji 2 (Ulica Riva)

Dijagram na Slici 35. prikazuje usporedbu brzina V50 i V85 na presjeku ispred pješačkog prijelaza. Noćna brzina V50 iznosi 37 km/h te je za 3 km/h odnosno 8% veća od dnevne brzine. Brzina V85 je s 42 porasla na 47 km/h te razlika iznosi 5 km/h odnosno 11%.



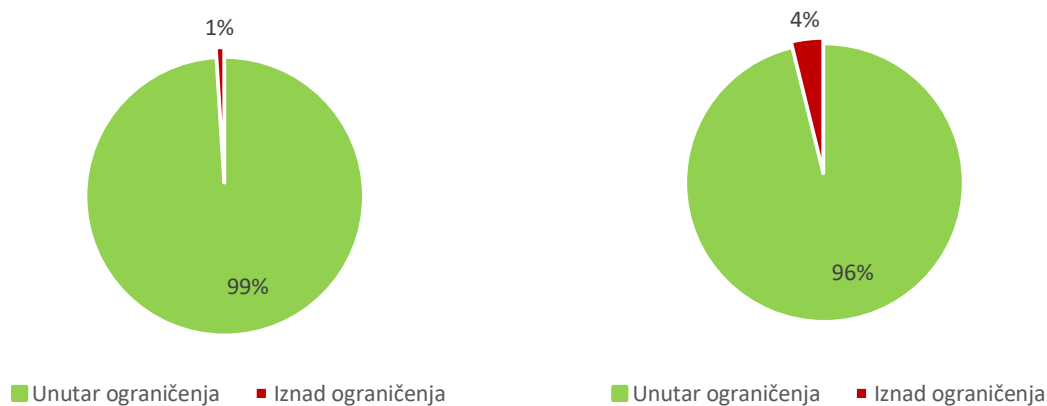
Slika 35. Usporedba dnevnih i noćnih brzina u Ulici J.P. Kamova (pozicija 1)

Dijagram na Slici 36. prikazuje usporedbu brzina V50 i V85 na presjeku iza pješačkog prijelaza. Noćna brzina V50 iznosi 42 km/h te je za 3 km/h odnosno 7% veća od dnevne brzine. Brzina V85 je s 49 porasla na 53 km/h te razlika iznosi 4 km/h odnosno 8%.



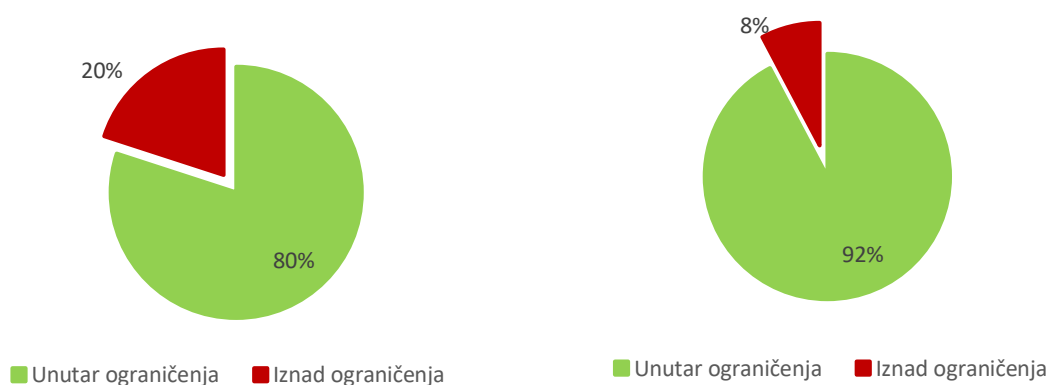
Slika 36. Usporedba dnevnih i noćnih brzina u Ulici J.P. Kamova (pozicija 2)

Budući da je ova prometnica jedna od najopterećenijih u gradu te se nalazi neposredno pored raznih ugostiteljskih objekata, noćnih klubova, autobusnih stanica i lokacija na kojima se noću zasigurno kreće veća količina pješaka zanimljivo je analizirati koji postotak vozila vozili iznad dozvoljenih 50 km/h u dnevnim i noćnim satima. Dijagramima na Slici 37. prikazan je postotak vozila koji na presjeku prometnice ispred pješačkog prijelaza prekoračuju brzinu u dnevnim satima (razdoblje između 07:00 – 22:00 sati). Lijevi dijagram prikazuje podatke iz 2016. godine, a postotak vozila koja voze iznad dopuštenog ograničenja je samo 1%. Iz desnog dijagrama koji prikazuje podatke za 2019. godinu primjetno je da dolazi do manjeg porasta vozila koja prekoračuju brzinu te postotak sada iznosi 4%, odnosno za 3% više nego u 2016. godini. Budući da se ovaj presjek prometnice nalazi ispred pješačkog prijelaza kada bi vozači trebali usporiti kako bi se uvjerali da nema pješaka na pješakom prijelazu zabilježene brzine su zadovoljavajuće te su prekoračenja iznimno rijetka kada su uzme u obzir količina prometa u promatranom presjeku ulice.



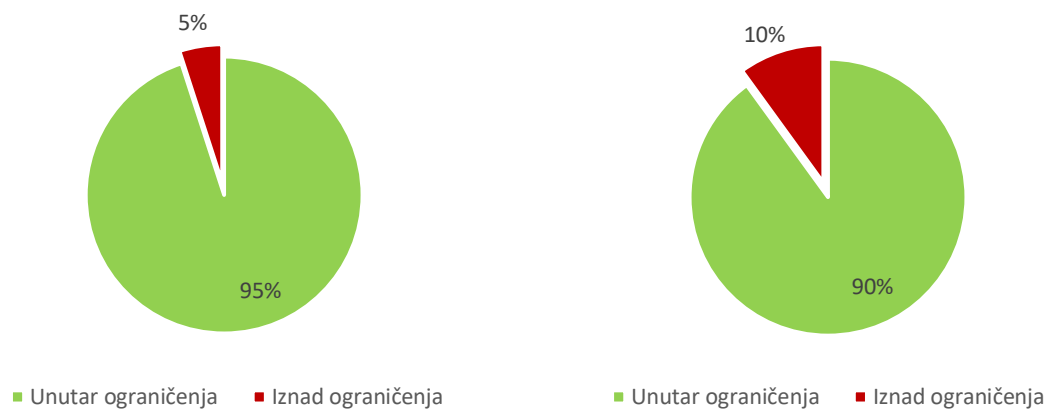
Slika 37. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, dnevne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 1)

Dijagramima na Slici 38. prikazan je postotak vozila koji na presjeku prometnice iza pješačkog prijelaza prekoračuju brzinu u dnevnim satima (razdoblje između 07:00 – 22:00 sati). Lijevi dijagram prikazuje podatke iz 2016. godine, a postotak vozila koja voze iznad dopuštenog ograničenja iznosi 20%. Iz desnog dijagrama koji prikazuje podatke za 2019. godinu primjetno je da dolazi do smanjenja postotka vozila koja prekoračuju brzinu te postotak sada iznosi 8%. Budući da se ovaj presjek prometnice nalazi iza pješačkog prijelaza očekivano je da je postotak prekoračenja brzine veći nego na prethodnoj lokaciji. Pozitivno je činjenica da je postotak vozila koja prekoračuju brzinu smanjen za više od 12%, a takav rezultat je i očekivan budući da je također došlo do smanjenja brzina V50 i 85.



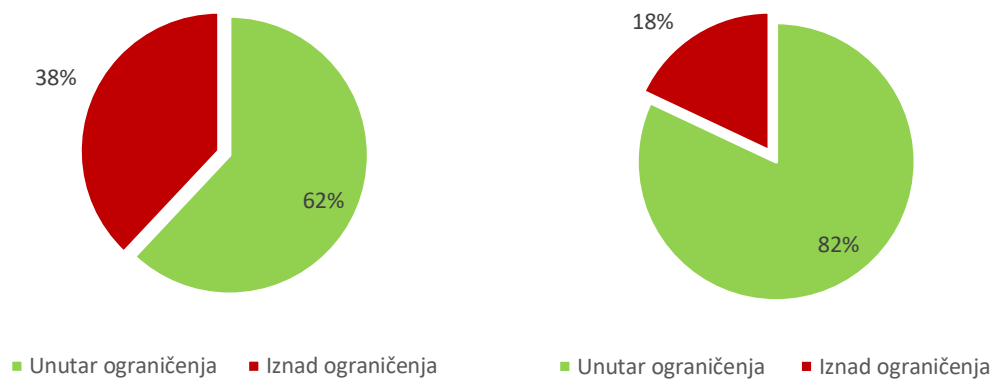
Slika 38. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, dnevne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 2)

Dijagramima na Slici 39. prikazan je postotak vozila koji na presjeku prometnice ispred pješačkog prijelaza prekoračuju brzinu u noćnim satima (razdoblje između 22:00 – 07:00 sati). Lijevi dijagram prikazuje podatke iz 2016. godine, a postotak vozila koja voze iznad dopuštenog ograničenja iznosi 5%. Iz desnog dijagrama koji prikazuje podatke za 2019. godinu primjetno je da dolazi do porasta vozila koja prekoračuju brzinu te postotak sada iznosi 10% što je za 5% više nego 2016. godine. Budući da se promatraju noćne brzine očekivano je da je postotak prekoračenja nešto veći nego kod dnevnih brzina.



Slika 39. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, noćne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 1)

Dijagramima na Slici 40.. prikazan je postotak vozila koji na presjeku prometnice iza pješačkog prijelaza prekoračuju brzinu u noćnim satima (razdoblje između 22:00 – 07:00 sati). Lijevi dijagram prikazuje podatke iz 2016. godine, a postotak vozila koja voze iznad dopuštenog ograničenja iznosi 38%. Iz desnog dijagrama koji prikazuje podatke za 2019. godinu primjetno je da dolazi do smanjena postotka vozila koja prekoračuju brzinu te postotak sada iznosi 18% što je za 20% manje nego 2016. godine.



Slika 40. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, noćne brzine (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica Riva pozicija 2)

Na promatranoj lokaciji u period od 2016. do 2019. godine ispred pješačkog prijelaza su postavljeni led markeri (katadiopteri) kao mjera smirivanja prometa i poboljšanja uočljivosti pješaka. Budući da nisu izvedeni nijedni drugi građevinski radovi koji bi utjecali na promjenu odvijanja prometa može se smatrati da su ugrađeni led markeri razlog promjena. Dobiveni rezultati pokazali su da je na presjeku prometnice ispred pješačkog prijelaza došlo do manjeg povećanja brzina V50 i 85 koje iznosi 4km/h odnosno 15%, dok su brzine iza pješačkog prijelaza značajnije smanjene (između 7-9 km/h ili 16%). Najveća promjena vidljiva je upravo na poziciji nakon pješačkog prijelaza gdje brzina V85 iz 2016. godine nije bila unutar Zakonom propisane dok sada u 2019. godini iznosi 49 km/h. Promatranjem dnevnih brzina na oba presjeka zaključeno je da manjina vozača prekoračuje dozvoljenu brzinu, a na presjeku ispred pješačkog prijelaza je taj postotak gotovo zanemariv, prekoračenja su sukladno očekivanjima veća na presjeku prometnice iza pješačkog prijelaza. Noćne brzine su kao što je i uobičajeno veće od dnevnih za 3 do 5 km/h, a najznačajnija promjena se ponovno pojavljuje na presjeku iza pješačkog prijelaza gdje se noćno prekoračenje brzini smanjilo s 38 na 18%. Razlika u prekoračenju dozvoljene brzine kretanja noću iznosi 6% na presjeku 1 i 10% na presjeku 2. Iz svega navedenoga moguće je zaključiti da u ovom slučaju led markeri ispred pješačkog prijelaza nisu nužno smanjili brzinu kretanja vozila ispred vozila ali je vidljivo manje povećanje brzina između dva presjeka prometnice.

6.1.3 Analiza Ulice Janka Polića Kamova

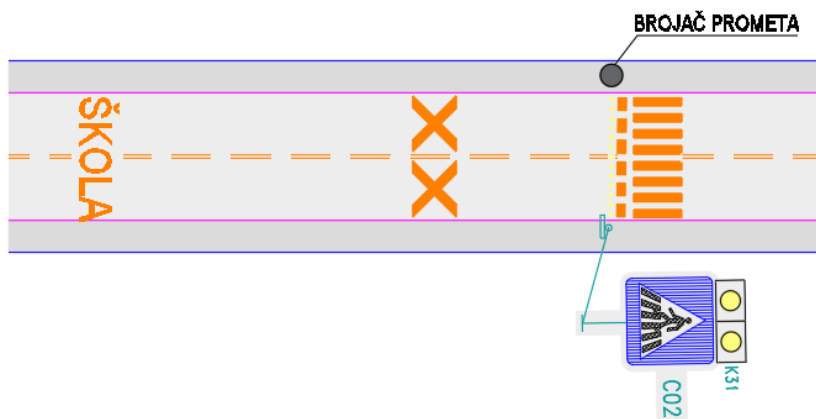
Promatran je pješački prijelaz u Ulici Janka Polića Kamova. Prema generalnom urbanističkom planu Grada Rijeke Ulica Janka Polića Kamova okarakterizirana je kao glavna mjesna ulica, planske oznake GU I. Prometnica prolazi kroz stambeno područje naselja Pećine, proteže se iz smjera istoka prema centru Grada Rijeke. U blizini promatranog pješačkog prijelaza nalazi se trgovački centar, Dom crvenog križa, osnovna škola i autobusno stajalište stoga se na ovom pješačkom prijelazu očekuje veliki broj pješaka. Promatrana prometnica namijenjena je za jednosmjernan promet vozila u dvije prometne trake, širina kolnika iznosi 7,0 m (2x3,50m). Uz lijevu i desnu stranu prometnice nalaze se područja za uzdužno parkiranje vozila. Prometnica je omeđena cestovnim rubnjacima, drvoredom i kontinuiranim pješačkim nogostupom širine 1,50 m s obje strane prometnice. Na Slici 41. prikazan je promatrani pješački prijelaz.



Slika 41. Analizirani pješački prijelaz u Ulici Janka Polića Kamova

Ograničenje brzine uzduž cijele ulice iznosi 50 km/h. Kao mjera smirivanja prometa postavljeni su led markeri (katadioptri) ispred pješačkog prijelaza. Prije nailaska na pješački prijelaz vozači su upozoreni na približavanje području škole horizontalnom prometnom signalizacijom na kolniku natpisom „ŠKOLA“ i oznakom „X“. Pješački prijelaz označen je obavijesnim prometnim znakom oznake C02. Prometni znak dodatno je naglašen treptajućim žutim svjetlom oznake K31. S desne strane prema pješačkom prijelazu vode stepenice. Prije pristupanja pješačkom prijelazu postavljena je zaštitna metalna ograda koja dodatno usporava pješake prilikom pristupanja pješačkom prijelazu. S lijeve strane pješačkog prijelaza nalaze se kontejneri za komunalni otpad te je također moguće nepropisno parkiranje vozila neposredno prije

pješačkog prijelaza što znatno smanjuje mogućnost uočavanja pješaka osobito djece. Postojeća prometna signalizacija na promatranoj lokaciji prikazana je na Slici 42.



Slika 42. Postojeća prometna signalizacija u Ulici Janka Polića Kamova i pozicija postavljanja brojača

6.1.3 Analiza brzina u Ulici Janka Polića Kamova

Postojeća mjerenja provedena su 18. ožujka 2016. godine u sklopu diplomskog rada Daria Malatestinića pod nazivom „Analiza ovisnosti brzine na gradskim cestama o regulaciji i mjerama smirivanja prometa“. Mjerenja su provedena kontinuirano tijekom perioda od 5 jutarnjih sati u rasponu od 8:00 do 13:00 sati. U analiziranom vremenskom periodu kroz promatrani profil prometnice prošlo je 2000 vozila [24].

Nova mjerenja provedena su 10. svibnja 2019. godine te su također provedena u vremenskom periodu od 8:00 do 13:00 sati. Brojač prometa postavljen je na istu lokaciju (Slika 43.) te su dobiveni podaci uspoređeni.



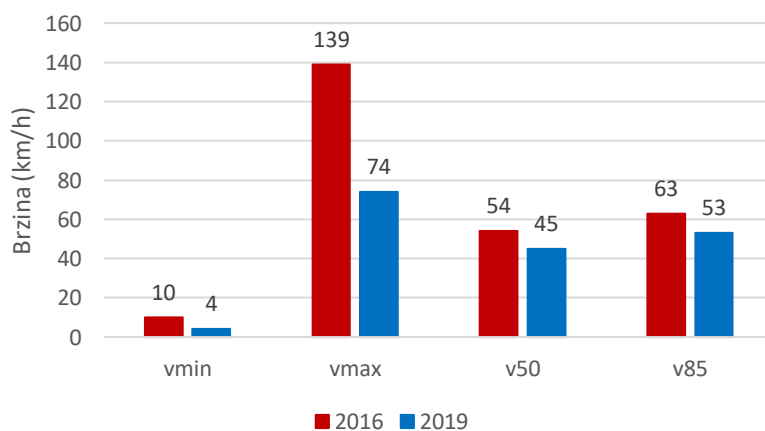
Slika 43. Pozicija postavljanja brojača [24]

Analizom prikupljenih podataka uočeno je povećanje količine prometa u promatranom presjeku ulice s 2000 na 2178 vozila što iznosi 20%, međutim dobiveni postotak se ne smatra relevantnim zbog premalog uzorka mjerenja. Tablicom 5. prikazani su prikupljeni podaci o brzinama.

Tablica 5. Usporedba izmjerenih brzina Ulica J.P. Kamova (2016. i 2019. godina)

Vrijeme mjerenja	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
2016.	10	139	54	63
2019.	4	74	45	53

Analizom prikupljenih podatka vidljivo je da je brzina V50 u 2019. godini za 9 km/h niža nego 2016. godine kada je iznosila 54 km/h, što daje smanjenje od ukupno 17%, Brzina V85 je također smanjena sa 63 na 53 km/h, odnosno za 15%. Razlika između maksimalne postignute brzine iznosi čak 65 km/h što se čini kao značajno smanjenje ali dobiveni podatak se ne smatra relevantnim budući da su mjerenja provedena u vremenskom razdoblju od samo 5 sati te je nije moguće utvrditi da su upravo katadioptri razlog tako velikog smanjenja maksimalne brzine. Vrijednosti maksimalne brzine kretanja od 139 km/h iz 2016. godine je izrazito zabrinjavajuća budući da više od dvostruko premašuje dozvoljenu brzinu kretanja vozila. Tako velike brzine moguće je objasniti dugačkim potezom ulice u pravcu i širinom prometnice, samo prometno oblikovanje ulice potiče vozače na prekoračene dozvoljene brzine. Grafikon na Slici 44. prikazuje usporedbu brzina zabilježenih na promatranjoj lokaciji.

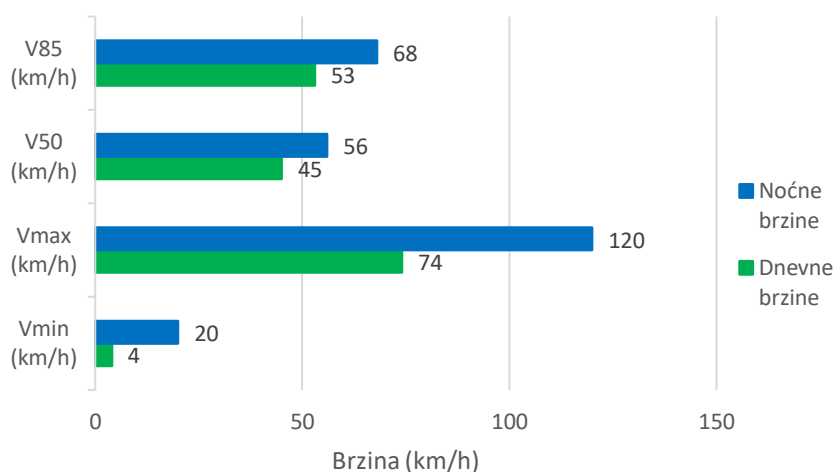


Slika 44. Usporedba brzina 2016. i 2019. godina (Ulica J. P. Kamova)

S obzirom na samo oblikovanje prometnice zanimljivo je i usporediti dnevne s noćnim brzina budući da se zbog ravnog pravca kojim se ulica proteže i velike širine ceste očekuju veće brzine u noćnim satima. Tablicom 6. i grafikonom na Slici 45. prikazana je usporedba dnevnih i noćnih brzina na promatranj lokaciji. Kao što je i očekivano dolazi do značajnijeg porasta brzina, maksimalna brzina je za čak 46 km/h, odnosno 60% veća od dnevne, a također dolazi i do porasta brzine V50 s 45 na 56 km/h. Porast noćne brzine V50 iznosi 24%. Značajan je i porast brzine kretanja V85 s 53 na 68 km/h što čini porast od čak 15 km/h ili 28%.

Tablica 6. Usporedba dnevnih i noćnih brzina (Ulica J. P. Kamova 2019.)

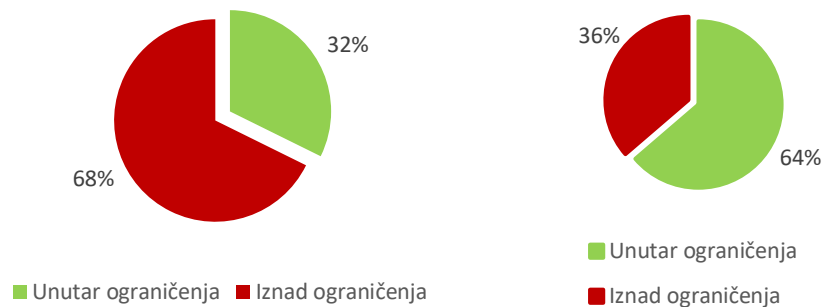
Vrijeme mjerjenja	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
dnevne brzine	4	74	45	53
noćne brzine	20	120	56	68



Slika 45. Usporedba dnevnih i noćnih brzina (Ulica J. P. Kamova 2019.)

Također je provedena i usporedba podataka o postotku vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu kretanja od 50 km/h, prilikom određivanja ovog postotka nije uzeta u obzir tolerancija prekoračenja brzine. Dijagramom na Slici 46. prikazan je postotak vozila koja su promatranim presjekom prometnice vozila iznad 50 km/h u 2016. godini (dijagram lijevo) te taj postotak iznosi 68%. Lijevim dijagramom prikazan je postotak vozila koja su vozila iznad 50 km/h u 2019. godine, a taj postotak

iznosi 36%. Iz dobivenih rezultata primjetno je postotak vozila koja prekoračuju brzinu na ovom dijelu prometnice smanjen za 32%.



Slika 46. Postotak vozila iznad/unutar ograničenja brzine, (lijevo 2016., desno 2019.) (Ulica J. P. Kamova)

Budući da na promatranj lokaciji u period od 2016. do 2019. godine nisu izvedeni građevinski radovi koji bi značajno utjecali na promjenu režima odvijanja prometa osim postavljanja katadioptera ispred analiziranog pješačkog prijelaza moguće je zaključiti da je upravo to razlog smanjenja brzine V85 sa 63 km/h na 53 km/h što daje smanjenje brzine od čak 10 km/h ili 15%, kao i smanjenja postotka vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu kretanja sa 68 na 36% što iznosi smanjenje od 32% . Noćne brzine kretanja su kao što je i očekivano više od dnevnih a postotak iznosi 24% za brzinu V50 i 28% za brzinu V85. Dobiveni rezultati potvrđuju da postavljanje katadioptera kao mjere smirivanja prometa ispred pješačkog prijelaza pozitivno utječe na vozače i smanjuje brzine kretanja vozila. Kao glavni problem na ovoj lokaciji ističu se velike maksimalne brzine kretanja vozila koje čak i više od dvostruko premašuju dozvoljenu brzinu kretanja no takva prekoračenja brzine uglavnom se događaju noću kada je na prometnici najmanje vozila i pješaka, te predstavljaju izolirane slučajeve. S obzirom na količinu prometa koji se odvija ovom ulicom i sve vrste vozila koje prometuju ulicom postavljanje dodatnih mjera smirivanja prometa osobito fizičkih u vidu uzdignutih platformi nije moguće i ne smatra se potrebnim. Predlaže se češći policijski nadzor osobito u večernjim satima kada češće dolazi do značajnijih prekoračenja brzine.

6.2 Vertikalna prometna signalizacija oznaka ograničenja brzine i blizine škole

Za analizu je odabran prometni znak s natpisom „ŠKOLA“, ograničenjem brzine i dva treptajuća žuta svjetla koji se nalazi na području Općine Kostrena na Šetalištu Kostrenskih boraca. Ova pozicija odabrana je za analizu zato što se iz dobivenih rezultata može uočiti jesu li vozači prilagodili brzinu dopuštenoj nakon što su obaviješteni da ulaze u zonu gdje se očekuje veći broj djece u prometu. Budući da se ova mjera smirivanja prometa nalazi u ulici u kojoj su postavljeni četvrtasti gumeni uspornici njena efikasnost će prvo biti analizirana zasebno, a zatim će se dobiveni rezultati također biti prikazani u analizi kretanje brzina duž cijele promatrane ulice. Slikom 47. je prikazana pozicija postavljanja brojača prometa.



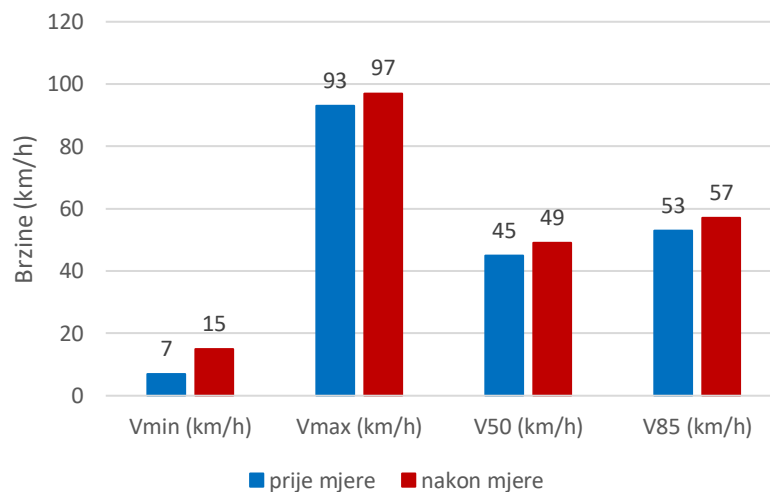
Slika 47. Pozicija postavljanja brojača

Mjerenjem na ovoj lokaciji očekuje se vidjeti razliku između vozača koji nailaze na postavljenu mjeru smirivanja prometa te ulaze u zonu gdje se očekuje povećan broj pješaka ponajviše djece i onih vozača koji dolaze iz suprotnog smjera te samim time izlaze iz spomenute zone. Tablicom 7. su prikazane zabilježene brzine na ovoj mjernoj lokaciji. Grafikon na Slici 48. su prikupljeni podaci dodatno prikazani.

Tablica 7. Usporedba brzina prije i nakon mjere smirivanja prometa

Smjer	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
prije mjere	7	93	45	53
nakon mjere	15	97	49	57

Iz dijagrama na Slici 48. vidljivo je da je kao što je i očekivano brzina V50 u smjeru ulaska u zonu škole manja za 4 km/h nego brzina na izlazu iz zone. Kada promatramo brzinu V85 na ulasku u zonu iznosi 53 km/h, a na izlazu 57 km/h što čini razliku od također 4 km/h. Iz rezultat je uočljivo da su brzine V50 i V85 su za 9% manje prije ove mjere smirivanja prometa. Budući da je na ulasku u zonu jasno naznačeno da je maksimalna dozvoljena brzina 30 km/h izmjerene brzine su prevelike. Zabrinjavajuće su i maksimalne postignute brzine koje iznose 93 i 97 km/h što je izrazito ne očekivano budući da se mjerna pozicija također nalazi neposredno ispred ili iza zavoja ovisno o smjeru kretanja vozila. Iz spomenutih razloga zaključuje se da postojeće mjere smirivanja prometa na ovoj lokaciji nisu dovoljne te da je potrebno razmotriti i mogućnost postavljanja ležećih uspornika kako bi se vozače prisilila na dodatno smanjivanje brzine.



Slika 48. Grafički prikaz brzina

6.3 Uspornici

Za analizu su odabrane dvije vrste uspornika. Prvo su analizirani četvrtasti gumeni uspornici visine 5 cm postavljeni na području Općine Kostrena na Šetalištu Kostrenskih boraca, a zatim je analiziran asfaltirani uspornik visine 7 cm i širine 92 cm u Ulici Bože Vidasa na području riječkog naselja Zamet. Analiza efikasnosti četvrtastih uspornika provedena je tako da su brzine u neposrednoj blizini uspornika uspoređene s brzinama na presjeku prometnice koji se nalazi u potpunosti izvan dosega mjera smirivanja prometa. Analizi efikasnosti asfaltiranog uspornika pristupljeno je na drugačiji način te je u neposrednoj blizini postavljene mjere smirivanja prometa postavljeno 5 brojača prometa od kojih se jedan nalazio izravno na lokaciji postavljene mjere, a ostali brojači su postavljeni u ukupnom rasponu od cca 30 m sa svake strane uspornika. Kako bi se dodatno prikazao profil brzina i način kretanja vozila duž ulice s fizičkim mjerama smirivanja prometa provedena su i mjerenja brzina pomoću mobilne aplikacije „GeoTracker“. Također je uspoređena i ostvarena efikasnost ove dvije slične mjere smirivanje prometa.

6.3.1 Analiza Šetališta Kostrenskih boraca

Promatrano je područje Šetališta Kostrenskih boraca u dužini od 1100m. Lokacija je odabrana za analizu zato što se u promatranom području očekuje visoka razina pješačkog prometa osobito u doba vikenda. U promatranom ulici postavljen je niz gumenih četvrtastih uspornika stoga je cilj utvrditi kako ponavljajući niz mjera smirivanja prometa utječe na vozače te može li trajno smiriti brzinu kretanja vozača ili je utjecaj ovih mjera samo trenutačan. U promatranom ulici se nalazi i osnovna škola u čijoj su blizini postavljen prometni znak s natpisom „ŠKOLA“, ograničenjem brzine i dva treptajuća žuta svjetla stoga je zanimljivo usporediti utjecaj dvije različite mjere smirivanja prometa osobito iz zato što su četvrtasti uspornici fizička mjera koja prisilno uzrokuju usporavanje prometna dok su prometni znakovi u blizini škole obavijesna mjera smirivanja prometa. Prema prostornom planu Općine Kostrena je okarakterizirana kao glavna mjesna ulica. Prometnica prolazi kroz stambeno područje naselja, proteže se u smjeru sjeverozapad - jugoistok. Promatrana prometnica namijenjena je za dvosmjernan promet vozila, širina kolnika iznosi 7,50 m

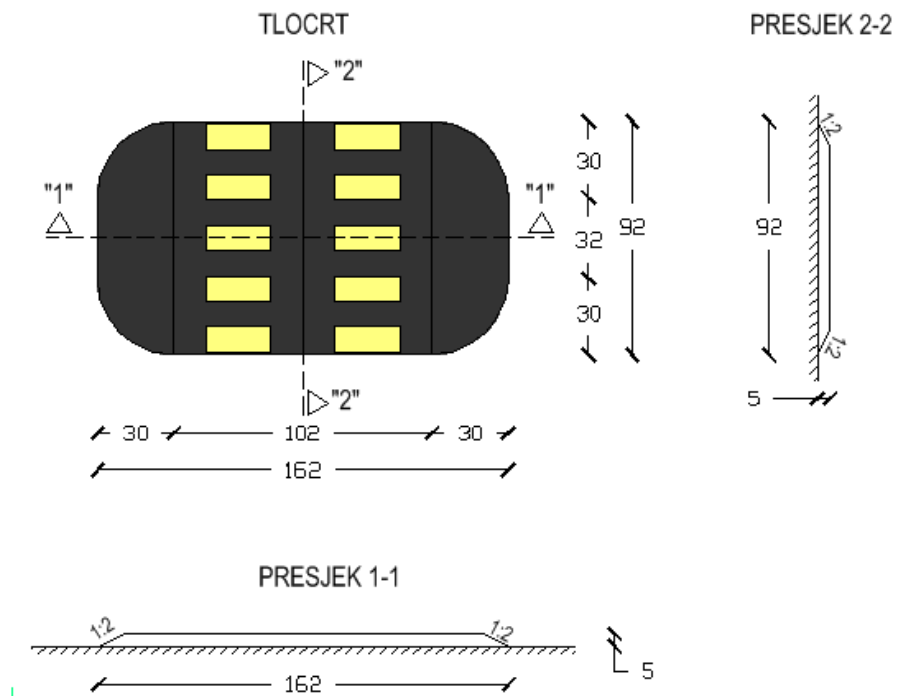
(2x3,75m). Uz lijevu stranu prometnice nalaze se područja za koso parkiranje vozila. Prometnica je omeđena cestovnim rubnjacima i kontinuiranim pješačkim nogostupom širine 1,50 m. Nogostup prometnice omeđen je niskom metalnom ogradom za dodatnu zaštitu pješaka. Slika 49. prikazuje način uređenja pješačkog prijelaza u promatranoj ulici.



Slika 49. Način uređenja pješačkih prijelaza na Šetalištu Kostrenskih boraca

Ograničenje brzine uzduž cijele ulice je promjenjivo te iznosi 30 i 40 km/h. Ograničenje brzine prikazano je vertikalnom prometnom signalizacijom koristeći prometne znakove ograničenja brzine. Kao mjera smirivanja prometa postavljeni su gumeni četvrtasti uspornici visine 5 cm na 4 lokacije duž ulice, kako se uspornici ne protežu duž cijele širine ulice postavljene su fizičke prepreke u obliku fleksibilnih stupića koji sprječavaju vozače od zaobilaženja četvrtastih uspornika.

Dimenzije četvrtastih uspornika postavljenih na Šetalištu Kostrenskih boraca prikazani su na Slici 50. Prikazan je tlocrt te uzdužni i poprečni presjek. Širina uspornika iznosi 162 cm, a dužina 92 cm. Rubni dijelovi su zaobljeni radijusom od 30 cm. Visina iznosi 5 cm. Nagib prijelazne rampe izveden je u nagibu 1:2, a dužina prijelazne rampe iznosi 10 cm.



Slika 50. Dimenzije uspornika na Šetalištu Kostrenskih boraca

Kako su u ovoj ulici nalazi i osnovna škola u blizini škole su postavljeni prometni znakovi s natpisom „ŠKOLA“, ograničenjem brzine i dva treptajuća žuta svjetla. Ograničenje brzine u području osnovne škole iznosi 30 km/h. Postojeća prometna signalizacija i mjerne pozicije duž cijele promatrane lokacije prikazane su na Slici 51.



Slika 51. Pozicije postavljanja brojača i lokacije pješačkih prijelaza

6.3.2 Analiza brzina na Šetalištu Kostrenskih boraca

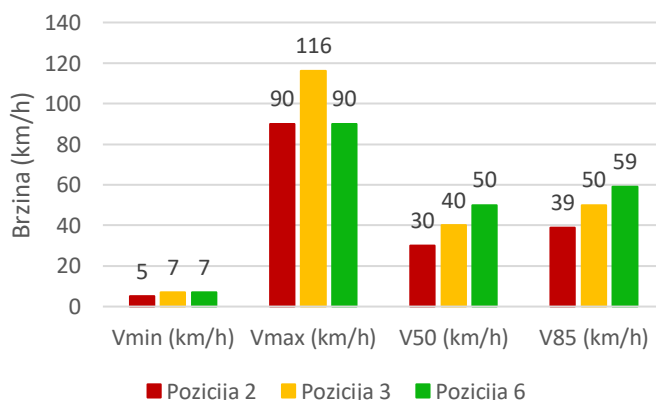
Na Šetalištu Kostrenskih boraca odabrano je šest lokacija za postavljanje brojača u dva vremenska razdoblja. Prva mjerenje provedena su u razdoblju od 24. do 27. svibnja 2019. godine, a druga od 02. do 03. lipnja 2019. godine. Vremenski uvjeti u razdoblju odvijanja mjerenja bili su zadovoljavajući, bez kiše, naoblake ili drugih izvanrednih situacija koje bi utjecale na rezultate mjerenja.

Mjerna pozicija 1 nalazi se na samom početku obuhvata i analizirana je u zasebnom poglavlju dok će u ovom biti analizirana u smislu brzine kretanja duž promatrane ulice. Mjerna pozicija 2 odabrana je pored prvog u nizu četvrtastog gumenog uspornika. Uvidom na terenu zamijećeno je da je u desnoj strani prometnice ležeći uspornik postavljen tek nakon prolaska vozila preko pješačkog prijelaza što se ne čini logičnim položajem te da zbog autobusnog ugibališta pored kojeg se mjera nalazi postoji mogućnost potpunog izbjegavanja postavljene mjere. Mjerna pozicija 3 odabrana je pored drugog u nizu ležećeg gumenog uspornika na ovom dijelu prometnice, promet se između mjerne pozicije 2 i 3 odvija na dugom ravnom dijelu prometnice. Mjerna pozicija 4 nalazi se u neposrednoj blizini trećeg u nizu ležećeg uspornika. Kao i između prethodne dvije lokacije potez prometnice je i dalje u pravcu, ali nakon mjerne pozicije 4 slijedi zavoj i ograničenje brzine se smanjuje na 30 km/h. Mjerna pozicija 5 nalazi se neposredno prije četvrtog i ujedno zadnjeg u nizu ležećeg uspornika. Mjerna pozicija 6 odabrana je kao zadnja pozicija za mjerenje brzina, cilj postavljanje brojača na ovoj poziciji koja je u potpunosti van dosega (55 m nakon zadnjeg uspornika) bilo kakvih mjera smirivanja prometa je utvrdi kako je vožnja duž većeg niza mjera smirivanja prometa utjecala na vozače. Budući da na mjernim pozicijama 2 do 6 nema značajnih razlika između podataka dobivenih u oba dozvoljena prometna smjera brzine će biti promatrane za presjek prometnice. Tablicom 8. prikazani su zabilježeni podaci o brzinama za mjerne pozicije 2 do 6.

Tablica 8. Zabilježene brzine na području Šetališta Kostrenskih boraca

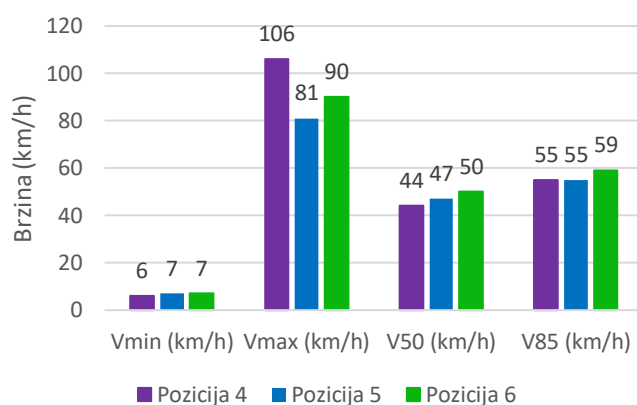
Mjerna pozicija	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
2	5	90	30	39
3	7	116	40	50
4	6	106	44	55
5	7	81	47	55
6	7	90	50	59

Podaci prethodno prikazani Tablicom 8. su detaljno analizirani grafikonima na Slici 52. i 52. Efikasnost gumenih ležećih uspornika prikazana je usporedbenom brzina na mjernim pozicijama 2 do 5 tako što su brzine uspoređene s podacima dobivenim na mjernom pozicijom 6 koja se nalazi potpuno izvan dosega mjerna smirivanja prometa. Prvo su analizirane mjerne pozicije 2 i 3. Iz grafikona na Slika 52. vidljivo je da je brzina V50 na mjernoj poziciji 2 najmanja te iznosi 30km/h dok na poziciji 3 raste na 40 km/h. Brzine su na obje pozicije manje nego na poziciji 6 za 10 odnosno 20 km/h. Smanjenje brzine V50 iznosi 40% na poziciji 2 i 20% na poziciji 3. Brzina V85 na poziciji 2 iznosi 39 km/h, dok na poziciji 3 iznosi 50 km/h. Smanjenje brzine V85 iznosi 34% na poziciji 2 i 20% na poziciji 3. Brzina V50 je unutar dozvoljene brzine na pozicijama 2 i 3, dok je brzina V85 unutar dozvoljene samo na poziciji 2. Maksimalne brzine na sva 3 presjeka prometnice su izrazito visoke te iznose 90 km/h na pozicijama 2 i 6 te čak 116 km/h na poziciji 3.



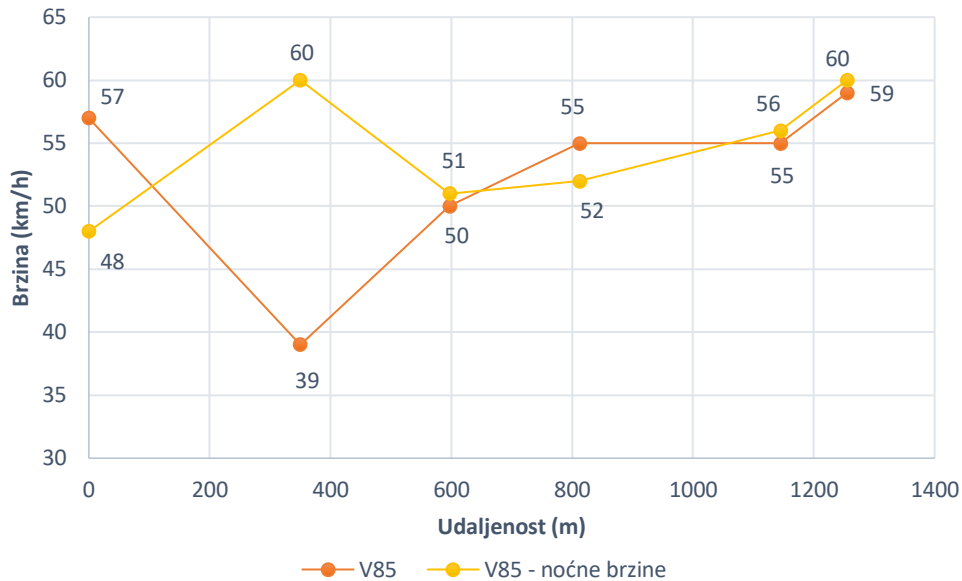
Slika 52. Usporedba brzina na mjernim pozicijama 2 i 3 sa pozicijom 6

Iz grafikona na Slici 53. vidljivo je da je brzina V50 na mjernoj poziciji 4 iznosi 44km/h dok na poziciji 5 dolazi do manjeg porasta na 47 km/h. Brzine su na obje pozicije manje nego na poziciji 6 za 6 odnosno 3 km/h. Smanjenje brzine V50 iznosi 12% na poziciji 4 i 6% na poziciji 5. Brzina V85 na poziciji 4 iznosi 55 km/h kao i na poziciji 5 što je samo 4 km/h manje nego na poziciji 6. Smanjenje brzine V85 iznosi 7% na pozicijama 4 i 5. Brzine V50 i V85 na oba promatrana presjeka prometnice nisu unutar dozvoljenih brzina. Maksimalne brzine na sva 3 presjeka prometnice su izrazito visoke te iznose 106 km/h na poziciji 4 i 81 km/h na poziciji 5.



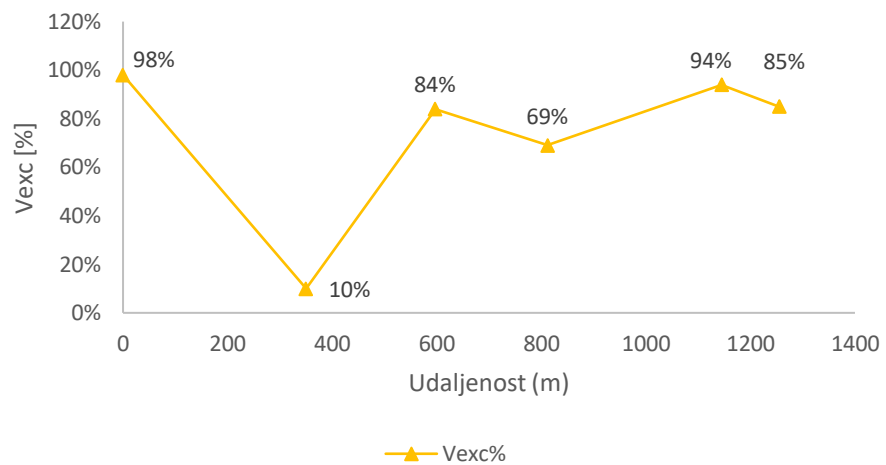
Slika 53. Usporedba brzina na mjernim pozicijama 4 i 5 sa pozicijom 6

Grafikon na Slici 54. prikazuje kretanja brzine V85 duž cijele prometnice kao i kretanje noćne brzine V85. Na mjernoj poziciji 1 noćna brzina V85 je manja za 9 km/h te iznosi 48 km/h, dok je na mjernoj poziciji 2 veća za čak 21 km/h te brzina V85 iznosi 60 km/h. Na mjernim pozicijama 3 do 6 brzine su gotovo identične s manjim odstupanjima. Razlog ovako promjenjivim i nedosljednim rezultatima može biti u tome što promatranom prometnicom noću prođe samo 100 ne predstavlja dovoljan uzorak vozila za konkretnu analizu.

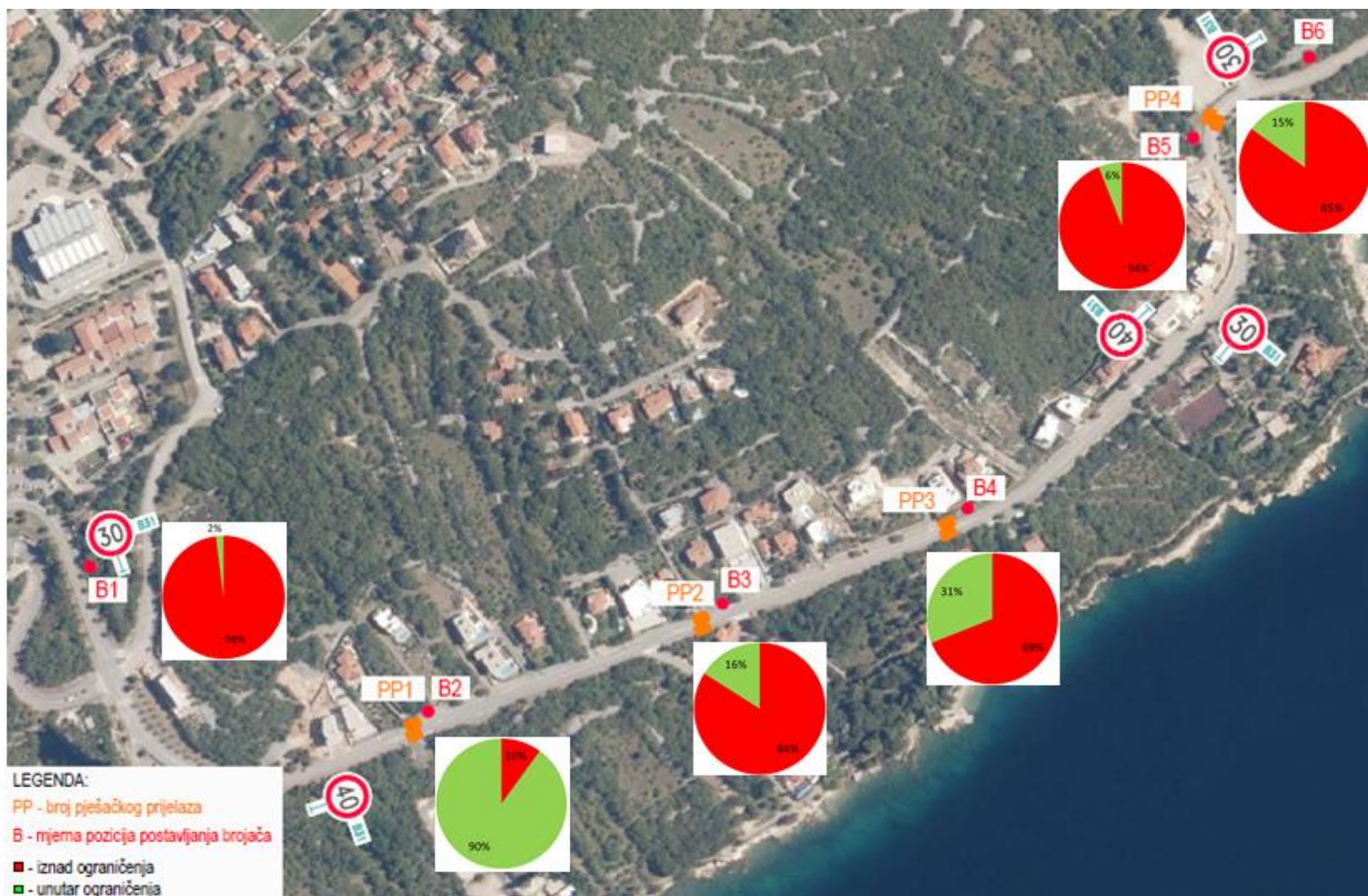


Slika 54. Usporedba kretanja brzine V85 duž cijele prometnice sa noćnom brzinom V85

Grafikonom na Slici 55. prikazan je postotak vozila koji prekoračuje dozvoljeno brzinu na svakom pojedinom presjeku prometnice. Na mjernoj poziciji 1 čak 98% vozila prekoračuje dozvoljenu brzinu kretanja. Mjerna pozicija 2 ostvarila je najbolji rezultat no ovako znatno manji rezultat može se opravdati činjenicom da je na ovoj mjernoj poziciji brojač zbog rasporeda stupova javne rasvjete postavljen u neposrednoj blizini ležećeg uspornika. Na mjernoj poziciji 3 postotak vozila koje prekoračuju brzinu iznosi 84%, a poziciji 4 69% dok je na poziciji 5 taj postotak 94%. Mjerna pozicija 6 nalazi se u potpunosti izvan dosega mjerna smirivanja prometa odnosno 55 m nakon zadnjeg uspornika te postotak vozila koja prekoračuju brzinu iznosi 85%. Na mjernoj poziciji 1 i 5 najviše vozila prekoračuje brzinu zato što je na tim dijelovima prometnice ograničenje 30 km/h dok na ostalim mjernim pozicijama iznosi 40 km/h. Spomenuti podaci su dodatno prikazani na Slici 56.

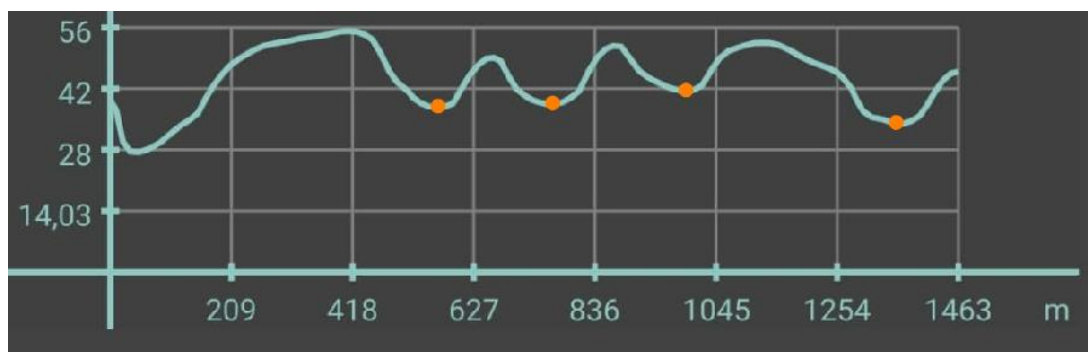


Slika 55. Grafički prikaz postotka vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu (Šetalište Kostrenskih boraca)



Slika 56. Pozicije postavljanja brojača i lokacije pješačkih prijelaza s grafičkim prikazom postotka vozila iznad i unutar ograničenja brzine

U nastavu su prikazani rezultati eksperimentalne analize kretanja vozila duž cijelo Šetalište Kostrenskih boraca. Grafikon na Slici 57. prikazuje kretanje brzine duž promatrane ulice. Iz grafikona je vidljivo kako vozači započinju s usporavanjem prije nailaska na uspornike. Narančaste točke na grafikonu predstavljaju lokacije uspornika. Najveće smanjenje brzine vidljivo je na zadnjem usporniku što je i logično budući da se nalazi unutar oštrog zavoja, na ostalim lokacijama brzina prelaženja je gotovo identična. Analizom dobivenih podataka procijenjeno je da smanjenje brzine započinje 110 m prije nailaska na uspornik, iako je najveće smanjenje brzine u neposrednoj blizini uspornika. Nakon prelaska preko uspornika dolazi do ubrzavanja koje se odvija na dužini od 100 m te je nakon toga brzina konstantna. Maksimalna postignuta brzina iznosila je 56 km/h, a vozilo se kretalo prosječnom brzinom od 42 km/h.



Slika 57. Profil brzina duž Šetališta Kostrenskih boraca

Iz svih navedenih podataka moguće je zaključiti da postavljene mjere smirivanja prometa imaju utjecaj ali ne dovoljan. Brzine na pozicijama 2 do 5 uvijek su manje od pozicije koja se nalazi van dosega mjera smirivanja prometa. Smanjenje brzine V50 iznosi između 6 i 40%, dok smanjenje brzine V85 iznosi između 7 i 34%. Mjera smirivanja prometa na poziciji 1 nije fizička mjera kao na ostalim lokacija i njen utjecaj je znatno slabiji odnosno gotovo da ni nema utjecaj. Primjetno je da vozači koji ulaze u područje škole voze nešto sporije od vozača koji izlaze iz područja škole. Brzine V50 je unutar dozvoljene samo na pozicijama 2 i 3, dok je brzina V85 unutar dozvoljene samo na poziciji 2. Također je primijećeno da su na nekim pješačkim prijelazima ležeći uspornici postavljeni na različite načine, primjerice na pješačkom prijelazu kod lokacije 5 ležeći uspornici su postavljeni tako da se u svakoj prometnoj traci nalazi jedan uspornik ispred pješačkog

prijelaza, dok se na pješačkom prijelazu na poziciji 2 ležeći uspornici postavljeni tako da se pri kretanju u smjeru Rijeke uspornik nalazi nakon pješačkog prijelaza. Analizom postotka vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu kretanja dolazi se do rezultata od čak 64% vozila. Iz podataka prikupljenih eksperimentalnim mjerenjima brzina pomoću aplikacije „GeoTracker“ zaključeno je da se prvi znakovi usporavanja javljaju na udaljenosti od 110 metara od uspornika iako je najveće usporavanje u neposrednoj blizini uspornika. Rezultate prikupljene na oba načina teško je uspoređivati budući da je pomoću brojača prometa analiziran puno veći broj vozila dok je drugo istraživanje provedeno promatranjem ponašanja jednog vozača.

Efikasnost postavljenih mjera postoji no nije dovoljna, budući da više od polovice vozila premašuje dozvoljene brzine. Budući da ovom prometnicom prolaze i vozila javnog gradskog prijevoza ne postoji mogućnost postavljanja širih i većih uspornika. Potrebno je standardizirati način postavljanja ležećih uspornika te se predlaže i postavljanja digitalnih čitača brzine kako bi vozači bili upozoreni kojom se brzinom kreću

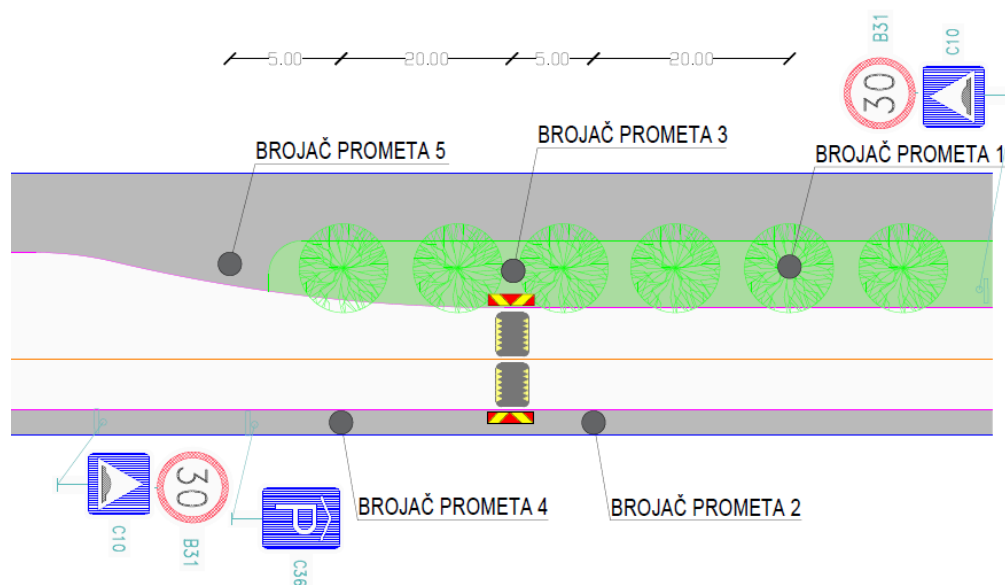
6.3.3 Analiza Ulice Bože Vidasa

Ulica Bože Vidasa nalazi se u zapadnom dijelu grada Rijeke u rubnom području grada. Promatrano je područje ulice na kojemu je postavljen asfaltirani uspornik visine 7 cm i širine 215 cm u rasponu od 50 m. Lokacija je odabrana za analizu zato što se u promatranom području očekuje visoka razina pješačkog prometa budući da se područje nalazi neposredno ispred Centra Zamet. U centru se odvijaju razne sportske aktivnosti i treninzi sportskih klubova stoga se očekuje značajan broj djece i pješaka. U blizini promatranog područja još se nalazi i osnovna škola, tržnica, crkva, parking kao i stambene zgrade. Prema generalnom urbanističkom planu grada Rijeke prometnica je okarakterizirana kao glavna ulica planske oznake GU VI. Prometnica prolazi kroz stambeno područje naselja, proteže se u smjeru istok - zapad. Promatrana prometnica namijenjena je za dvosmjernan promet vozila, širina kolnika iznosi 6,00 m (2x3,00m). Uz lijevu stranu prometnice nalaze se nogostup širine oko 1,50 m dok se s desne strane nalazi pojas zelenila i drvored, a zatim i pješački nogostup. Prometnica je omeđena cestovnim rubnjacima. Slika 58. prikazuje način uređenja promatrane prometnice.



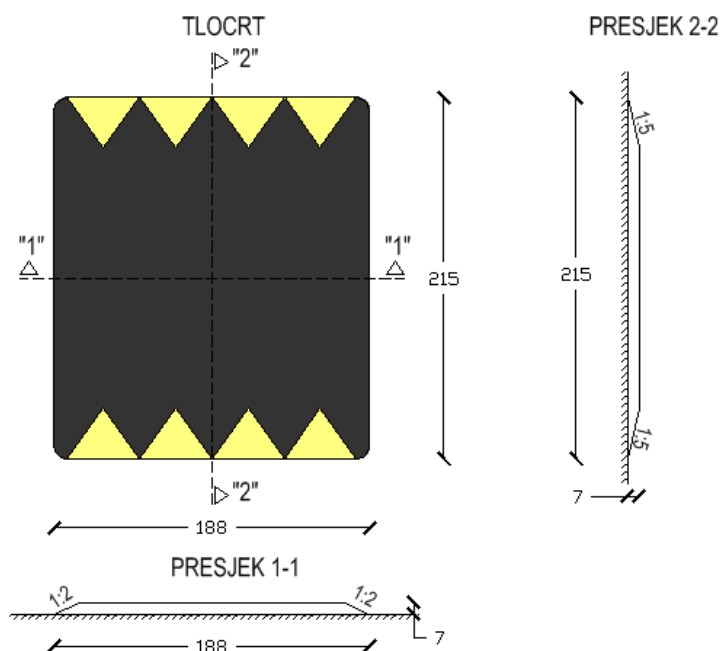
Slika 58. Prometno uređenje Ulice Bože Vidasa

Ograničenje brzine duž promatranog područja ulice iznosi 30 km/h te je određene prometnim znakom. Položaj vertikalne i horizontalne prometne situacije kao i položaj postavljanje brojača prometa prikazan je Slikom 59.



Slika 59. Postojeća prometna signalizacija u Ulici Bože Vidasa i pozicije postavljanja brojača prometa

Dimenzije asfaltiranog uspornika prikazane su na Slici 60. Prikazan je tlocrt te uzdužni i poprečni presjek. Širina uspornika iznosi 188 cm, a dužina 15 cm. Rubni dijelovi su zaobljeni minimalnim radijusom od 5 cm. Visina iznosi 7 cm. Nagib prijelazne rampe izveden je u nagibu 1:5, a dužina prijelazne rampe iznosi 45 cm.



Slika 60. Dimenzije uspornika u Ulici Bože Vidasa

6.3.4 Analiza brzina u Ulici Bože Vidasa

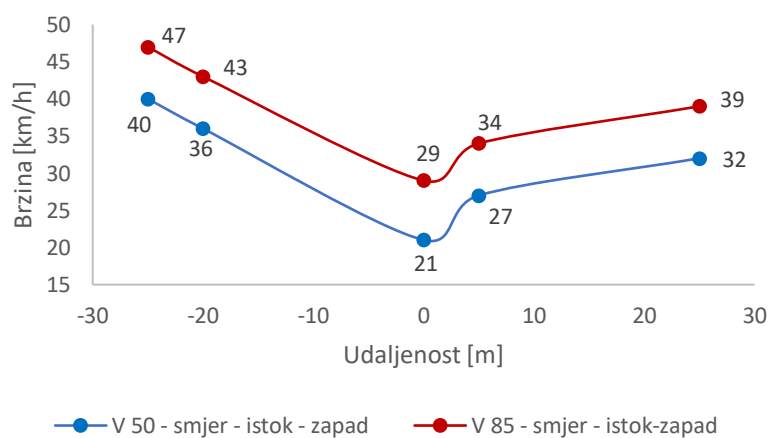
U Ulici Bože Vidasa odabrano je pet lokacija za postavljanje brojača u dva vremenska razdoblja. Prva mjerenje provedena su u razdoblju od 11. do 15. srpnja 2019. godine, a druga od 21. do 24. srpnja 2019. godine. Vremenski uvjeti u razdoblju odvijanja mjerenja bili su zadovoljavajući, bez kiše, naoblake ili drugih izvanrednih situacija koje bi utjecale na rezultate mjerenja.

Pet mjernih pozicija odabrano je unutar 50 m ulice. Nulu na grafikonima predstavlja položaj uspornika, ostale mjerne pozicije odabrane su na dva mjesta s lijeve i desne strane od platforme. Tablicom 9. zasebno je prikazana brzina kretanja vozila u obje prometne trake.

Tablica 9. Zabilježene brzine kretanje vozila u Ulici Bože Vidasa

Mjerna pozicija	SMJER: ZAPAD - ISTOK				SMJER: ISTOK - ZAPAD			
	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
1	8	84	26	32	9	99	32	39
2	8	85	22	29	6	97	27	34
3	7	83	25	33	8	99	21	29
4	5	110	29	35	9	88	36	43
5	3	94	32	46	4	91	40	47

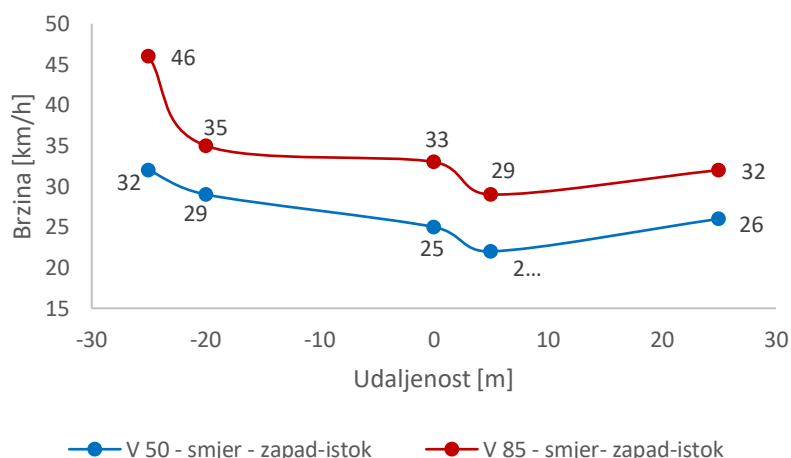
Dijagram na Slika 61. prikazuje kretanje brzina duž promatranog raspona prometnice za vozila koja se kreću iz smjera istoka prema zapadu. Kao što je i očekivano na poziciji uspornika za smirenje prometa brzina je najmanja. Iz brzina s desne strane grafikona vidljivo je kako se u rasponu od 25 m brzine V50 i V85 postupno smanjuju, smanjenje brzine unutar spomenutog raspona iznosi 25% za brzinu V85 i 35% za brzinu V50. Maksimalne ostvarene brzine se kreću od 90 do 100 km/h.



Slika 61. Način kretanja vozila kroz promatrani presjek prometnice (smjer: istok-zapad)

Dijagram na Slici 62. prikazuje kretanje brzina duž promatranog raspona prometnice za vozila koja se kreću iz smjera zapada prema istoku. Očekivano je da će na poziciji platforme za smirenje prometa brzina biti najmanja, no u ovom smjeru kretanja vozila događa se manja nepravilnost te su brzine kretanja vozila na mjernoj poziciji 3 nešto više nego na sljedećoj poziciji. Radi se on maloj razlici od 2 do 3 km/h, što se može opravdati

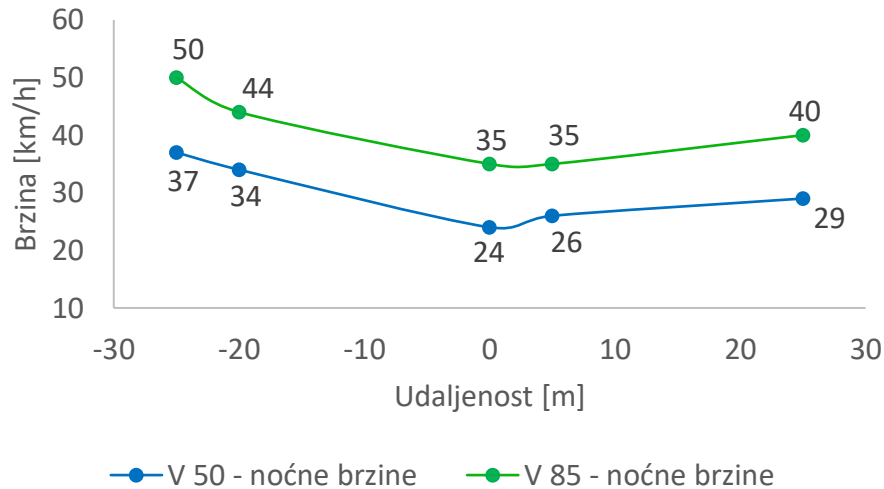
činjenicom da možda brojač prometa, vozila koja dolaze iz smjera zapada prema istoku nije registrirao baš u samom trenutku prelaza preko izbočine. Iz brzina s lijeve strane grafikona je primjetno kako vozila započinju s usporavanjem dok se približavaju usporniku, a na desnoj strani se vidi kako vozila ubrzavaju nakon prijelaza preko izbočine. Brzina V85 na rasponu od 25m smanjena je za 20%, a brzina V50 za 18%. Maksimalne brzine kretanja kreću se u rasponu od 80 do 110 km/h.



Slika 62. Način kretanja vozila kroz promatrani presjek prometnice (smjer: zapad-istok)

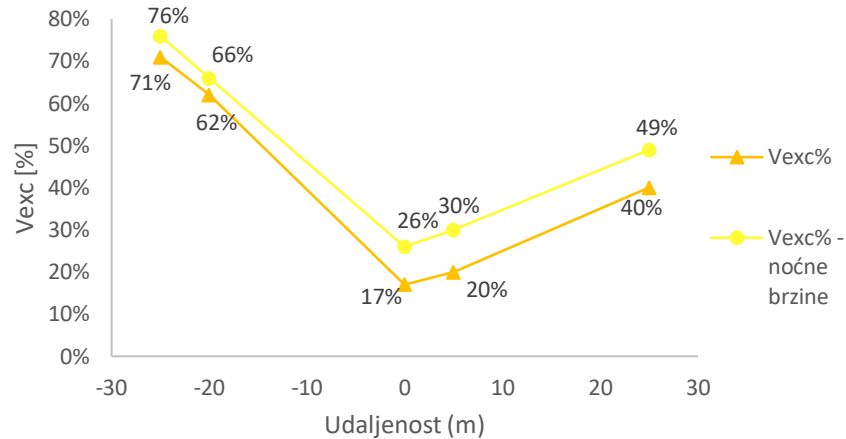
Kada usporedimo dva smjera kretanja vozila moguće je primijetiti da je smanjenje brzina malo izraženije kod smjera kretanja vozila istok-zapad. Pretpostavlja se da je razlog tome što je istočni dio ulice bogatiji raznim sadržajima kao i pješačkim prijelazima pa se vozila kreću sporije budući da postoji više potencijalnih opasnosti i razloga za smanjenje brzine nego na zapadnom dijelu ulice.

Dijagram na Slici 63. prikazuje kretanje noćnih brzina duž promatranog raspona prometnice na svakoj mjernoj poziciji ne ovisno o smjeru kretanja vozila budući da je noćno prometno opterećenje značajno manje te ne postoji značajna razlika između dva smjera kretanja vozila. Kao što je i očekivano najmanje brzine su točno na lokaciji mjere smirivanja prometa. Kada se usporede noćne s dnevnim brzinama vidljivo je da je porast noćnih brzina izrazito malen te se kreće u rasponu do 5 km/h iz čega se zaključuje da nema velikih razlika u načinu kretanja vozila kroz promatranu prometnicu ovisno o dobi dana te da je promet trajno smiren.



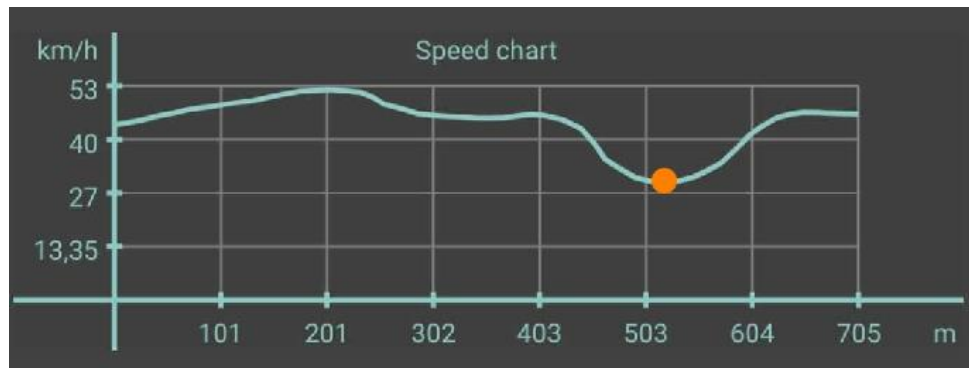
Slika 63. Način kretanja vozila kroz promatrani presjek prometnice (noćne brzine)

Dijagram na Slici 64. prikazuje postotak vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu kretanja ovisno o položaju brojača. Najmanji postotak vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu kretanja zabilježen je na položaju brojača 2 i 3 što je i očekivano budući da su te pozicije najbliže usporniku, postotak vozila iznosi 17% danju i 26% noću na poziciji 3, dok na poziciji 2 iznosi 20% danju, a 30% noću. Na poziciji brojača 4 Vexc iznosi 62% danju i 66% noću što je povećanje od 4% , na poziciji 5 Vexc iznosi 71% danju, a 76% noću te povećanje iznosi 4%. Na poziciji 1 prekoračenje iznosi 40% danju te 49% noću te povećanje postotka iznosi 9%. Postotak prekoračenja manji je s desne strane mjere smirivanja prometa, dok je s lijeve nešto veći. Primjetno je da povećanje postotka vozila koji prekoračuju dozvoljenu brzinu kretanja vozila u noćnim satima nije značajno te povećanje iznosi od 4 do 10%.



Slika 64. Postotak vozila koja prekoračuju dozvoljenu brzinu u Ulici Bože Vidasa

U nastavku su prikazani rezultati eksperimentalne analize kretanja vozila duž cijelu Ulicu Bože Vidasa. Grafikon na Slici 65. prikazuje kretanje brzine duž promatrane ulice. Iz grafikona je vidljivo kako vozači započinju s usporavanjem prije nailaska na uspornik. Narančasta točka na grafikonu predstavlja lokaciju uspornika. Analizom dobivenih podataka procijenjeno je da smanjenje brzine započinje 120 m prije nailaska na uspornik, iako je najveće smanjenje brzine u neposrednoj blizini uspornika. Ubrzavanja nakon prelaska preko uspornika odvija se u rasponu od 130 m. Maksimalna postignuta brzina iznosila je 53 km/h, a vozilo se kretalo prosječnom brzinom od 44 km/h.



Slika 65. Profili brzina duž Ulicu Bože Vidasa

Iz svih navedenih podataka moguće je zaključiti da postavljena mjera smirivanja prometa imaju zadovoljavajuću efikasnost. Brzine V50 i V85 su na svim promatranim mjernim pozicijama unutar dozvoljene brzine izuzevši brzinu V85 na mjernoj poziciji 5 koja iznosi

46 km/h danju i 50 km/h noću. Smanjenje brzine unutar raspona od 25 m raspona iznosi 25% za brzinu V85 i 35% za brzinu V50 za vozila koja se kreću u smjeru istok - zapad. Brzina V85 smanjena je za 20%, a brzina V50 za 18% kod vozila koja se kreću iz smjera zapada prema istoku. Smanjenje brzine je više izraženo kod vozila koja se kreću iz smjera istoka prema zapadu, a isto se može primijetiti i u grafikonu koji pokazuje postotak prekoračenja brzine gdje se jasno vidi da veći postotak vozila prekoračuje dozvoljenu brzinu na mjernim pozicijama 4 i 5 koje se nalaze na zapadnom dijelu prometnice. Budući da se noćne brzine razlikuju od dnevnih za maksimalno 5 km/h moguće je zaključiti da je primjena ovakve mjere smirivanja prometa trajno smirila i gotovo izjednačila način kretanja vozila danju i noću. Iz podataka prikupljenih eksperimentalnim mjerenjima brzina pomoću aplikacije „GeoTracker“ zaključeno je da se prvi znakovi usporavanja javljaju na udaljenosti od 120 metara od uspornika iako je najveće usporavanje u neposrednoj blizini uspornika. Brzina ponovno dolazi na konstantnu razinu 130 m nakon prelaske preko uspornika. Rezultate prikupljene na oba načina daju približno jednake rezultate. Iz svega navodnoga zaključuje se da je efikasnost postavljene mjere smirivanja prometa zadovoljavajuća te nisu potrebne dodatne mjere smirivanja prometa.

Nakon analize obije vrste uspornika provedena je i njihova usporedba. Promatrani uspornici razlikuju se prema dimenzijama i materijalu izrade. Na Šetalištu Kostrenskih boraca analizirani su gumeni uspornici visine 5 cm i dužine 92 cm dok je u Ulici Bože Vidasa promatran asfaltirani uspornik visine 7 cm i dužine 215 cm. Dužina prijelazne rampe gumenog uspornika na Šetalištu Kostrenskih boraca iznosi 10 cm te je nagib izveden u nagibu 1:2. Dužina prijelazne rampe asfaltiranog uspornika u Ulici Bože Vidasa iznosi 45 cm te je nagib izveden u nagibu 1:5. Iz navedenih dimenzija moguće je primijetiti da je uspornik postavljen u Ulici Bože Vidasa za 2 cm viši i 123 cm širi od onog postavljenog na Šetalištu Kostrenskih boraca. Ako se promatra analiza kretanja vozila dobivena pomoću aplikacije „GeoTracker“ vidljive su izrazite sličnosti ponašanja vozača, područje na kojemu dolazi do usporavanja nalazi se u rasponu od 110 do 120 m od uspornika, a ubrzavanje u rasponu od 100 do 130 m. Prethodna istraživanja provedena u Litvi o području otjecaja trapeznih izbočina pokazala su da usporavanje započinje 62 m

ispred izbočine. Dobiveni rezultati nisu ni približno slični te ih nije moguće povezati budući da je analizom u ovom diplomskom radu bilo obuhvaćeno ponašanje samo jednog vozača. Prosječna brzina kretanja vozača iznosila je 42 i 44 km/h dok je maksimalna brzina kretanja bila 56 i 53 km/h. Iz toga možemo zaključiti da se promatrani vozač ponašao gotovo jednako neovisno o vrsti i lokaciji uspornika. Budući da je mjerenje brzina pomoću brojača prometa provedeno na različite načine prilikom usporedbe efikasnosti ove dvije vrste uspornika promatrat će se prosječno prekoračenje brzine u Ulici Bože Vidasa na brojačima prometa koji su postavljeni na najudaljenijim lokacijama s prosječnim prekoračenjem brzine na Šetalištu Kostrenskih boraca na mjernim pozicijama 3, 4 i 5. Prosječno prekoračenje brzine na promatranim lokacijama u Ulici Bože Vidasa iznosi 55% dok na Šetalištu Kostrenskih boraca iznosi 82%. Razlika je značajna te iznosi 27%. Iz navedenih podataka zaključuje se da je uspornik visine 7 cm efikasniji od uspornika visine 5 cm te da visina uspornika predstavlja jedan od glavnih faktora za smanjenje brzine kretanja. Dobiveni podaci potvrdili su prethodna istraživanja provedena u Beogradu na izbočinama visine 3, 5 i 7 cm gdje je također zabilježena bolja efikasnost većih izbočina. Podaci dobiveni pomoću brojača prometa su pouzdaniji su od podataka prikupljenih pomoću aplikacije budući da je analiza provedena u većem vremenskom razdoblju i na većem broju vozača različitih karakteristika.

6.4 Kružno raskrižje

Za analizu je odabrano kružno raskrižje u zapadnom dijelu grada Rijeke u naselju Srdoči. Upravo ovo raskrižje je odabrano za analizu zato što postoje mjerenja brzina iz 2016. Godine kada je promatrano raskrižje bilo organizirano kao četverokrako nesemaforizirano raskrižje. Brojači prometa su postavljeni na 3 privoza budući da zapadni privoz ima izrazito nisko prometno opterećenje i služi samo za lokalno stanovništvo. Cilj je postavljenjem brojača prometa na identične lokacije kao i 2016. godine utvrditi na koji je način rekonstrukcija raskrižja promijenila način kretanja vozila kroz raskrižje. Slikom 66. je prikazano raskrižje prije i nakon rekonstrukcije.



Slika 66. Promatrano raskrižje prije (lijevo) i nakon rekonstrukcije (desno) [19,26]

6.4.1 Analiza područja raskrižja

Analizirano raskrižje sastoji se od 4 privoza, privoz 1 i 2 se prema generalnom urbanističkom planu grada rijeke kategoriziraju kao glavna ulica planske oznake GU V, dok je privoz 3 okarakteriziran kao sabirna ulica SU III. U neposrednoj blizini raskrižja nalazi se mnoštvo raznih sadržaja kao što su ljekarna, tri benzinske pumpe, auto kuće, trgovački centar Spar, kao i obiteljske kuće. Svi privozi raskrižja su namijenjeni dvosmjernom prometu vozila, na privozu 3 se desni skretači odvajaju u zasebnu prometnu traku te se ne priključuju direktno u kružno raskrižje. Pješački prijelazi su izvedeni u dvije faze. Ograničenje brzine na području raskrižja iznosi 40 km/h te je prikazano vertikalnom prometnom signalizacijom koristeći prometne znakove ograničenja brzine. Slika 67. prikazuje tlocrtni položaj postavljanja brojača prometa i numeraciju privoza.



Slika 67. Lokacija kružnog raskrižja s pozicijama postavljanja brojača

6.4.2 Analiza brzina u kružnom raskrižju

Postojeća mjerenja provedena su kontinuirano od 06. do 08. srpnja 2016. godine u sklopu istraživanja provedenog od strane Građevinskog Fakulteta u Rijeci i kolega sa Sveučilišta u Mariboru o zonama preglednosti u promatranom raskrižju [27].

Nova mjerenja provedena su periodu od 29. do 31. srpnja 2019. godine. Brojači prometa postavljeni su na približno istim lokacijama kao i 2016. godine budući da je zbog opsežnih građevinskih radova došlo do nove rasporedbe sustava javne rasvjete i postavljanja nove prometne regulacija. Slikama 68.-70. prikazani su položaji postavljanja brojača na svim pozicijama.



Slika 68. Pozicija postavljanja brojača (privoz 1)



Slika 69. Pozicija postavljanja brojača (privoz 2)



Slika 70. Pozicija postavljanja brojača (privoz 3)

Rezultati mjerenja brzina ovisno o privozu i vremenu mjerenja su prikazani Tablicom 10.

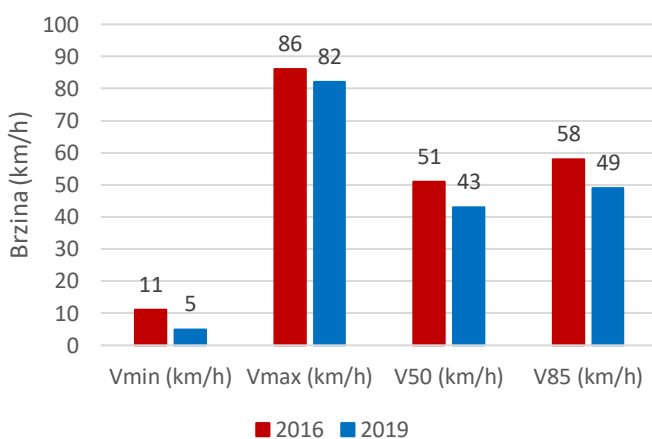
Tablica 10. Usporedna brzina ovisno o privozu kružnog raskrižja

PRIVOZ 1					PRIVOZ 2				
Vrijeme mjerenja	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)	Vrijeme mjerenja	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
2016	11	86	51	58	2016	8	81	44	51
2019	5	82	43	49	2019	4	67	26	31

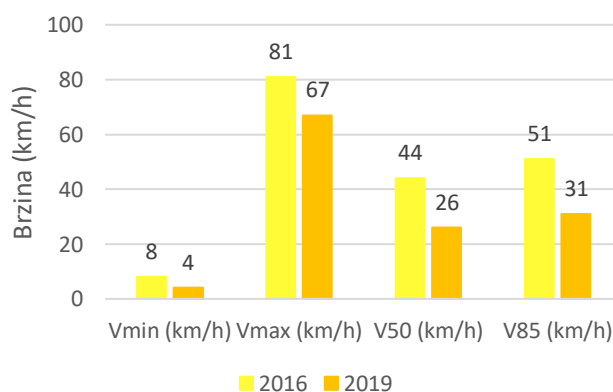
PRIVOZ 3				
Vrijeme mjerenja	Vmin (km/h)	Vmax (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)
2016	5	77	36	43
2019	9	103	45	54

Analizom i usporedbom zabilježenih brzina provedena je za svaki privoz posebno. Na privozu 1 vidljivo je da dolazi do smanjena brzine V50 za 8 km/h, dok je brzina V85 smanjena s 58 na 49 km/h i smanjenje iznosi 9 km/h. Također je zabilježeno smanjenje maksimalne brzine s 86 na 82 km/h, a manja je i minimalna brzina kretanja vozila koja sada iznosi 5 km/h. Na privozu 2 dolazi do još značajnijih smanjenja brzina V50 smanjena je s 44 na 26 km/h te smanjenje iznosi značajnih 18 km/h, velika razlika uočljiva je i kod brzine V85 koja je sada manja za čak 20 km/h nego u 2016. godini te je znatno niža i od dozvoljene brzine što nije bio slučaj u 2016. godini. Maksimalna zabilježena brzina također je značajnije manja nego 2016. godine i sada iznosi 67 km/h u usporedni s prethodnih 81 km/h. Privoz 3 je jedini privoz na kojem se bilježi povećanje

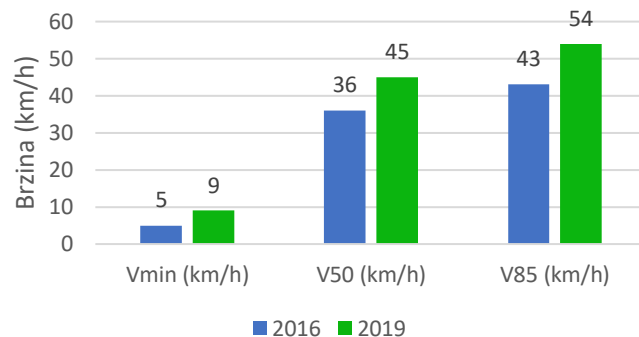
brzina. Brzine V50 i V85 nakon rekonstrukcije raskrižja su porasla za 9 km/h te nisu unutar dozvoljene brzine od 40 km/h, također je porasla i maksimalna brzina sa 77 na 103 km/h. Razlog ovakvom povećanju brzine može biti činjenica da se vozači koji iz privoza 3 skreću desno ne moraju uključivati direktno u kružni tok nego se odvoje u zasebnu prometnu traku. Još jedan mogući razlog je i činjenica da je prethodno raskrižje bilo izrazito nepregledno za skretanja iz privoza 3 prema ostalim privozima te da su 2016. godine vozači ranije usporavali kako bi se zaustavili na predviđenoj zaustavnoj liniji. Dijagramima na Slikama 71.-73. prikazani su navedeni podaci.



Slika 71. Usporedba brzina na privozu 1

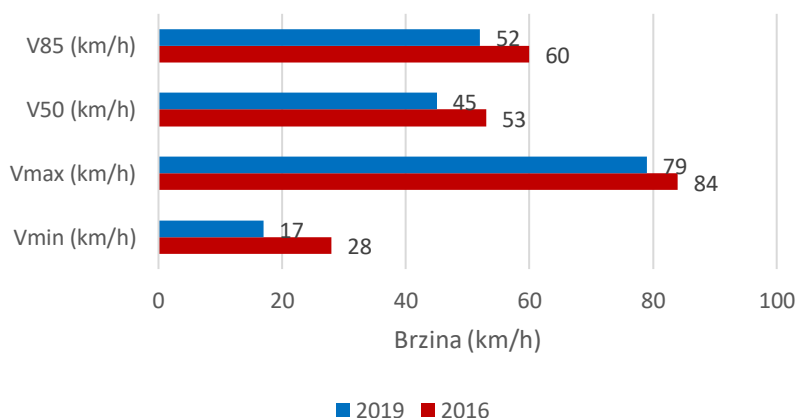


Slika 72. Usporedba brzina na privozu 2

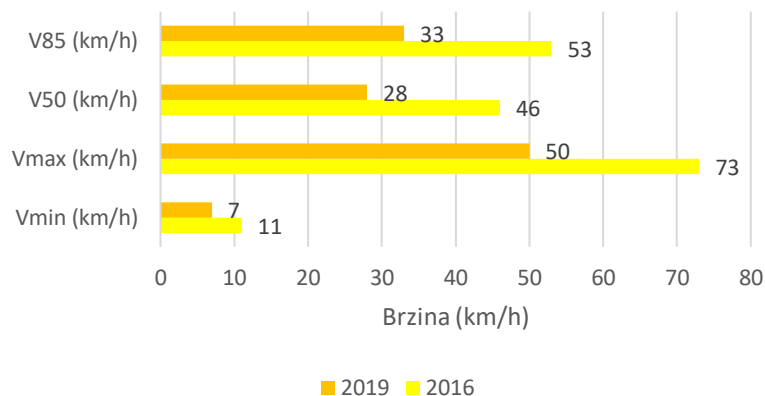


Slika 73. Usporedba brzina na privozu 3

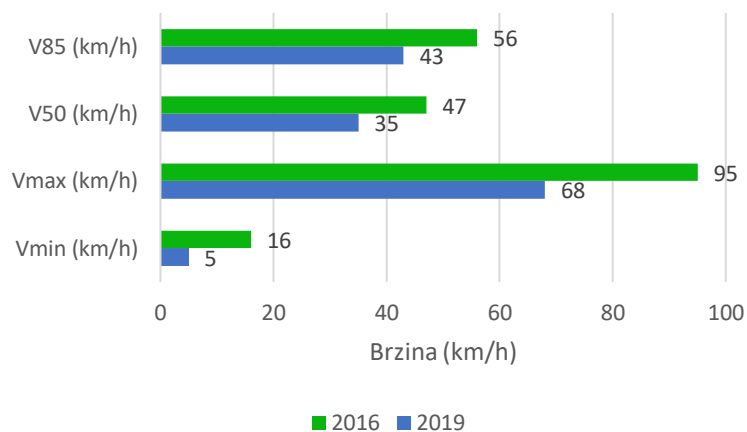
Grafikonima na Slikama 74.-76. prikazana je usporedba noćnih brzina prije i nakon rekonstrukcije raskrižja. Usporednom noćnih brzina ovisno o privozu utvrđeno je da na privozu 1 brzina V50 iznosi 45 km/h što je u odnosu na 206. godinu smanjenje od 8 km/h, brzina V85 smanjena je također za 8 km/h i sada iznosi 52 km/h. Spomenute noćne brzine samo su za 3 km/h manje od dnevnih. Na privozu 2 brzina V50 iznosi 28 km/h u 2019. godini dok je 2016. godine iznosila 46 km/h, kao i prije smanjenje brzine V85 je najznačajnije i ono iznosi 20 km, brzina V85 u noćnim satima nakon rekonstrukcije raskrižja iznosi 33 km/h. Kao što je i očekivano iz prethodno dobivenih podatka i noćne brzine na privozu 3 veće su u 2019. godini, a brzina V50 sada iznosi 47 km/h dok je brzina V85 56 km/h.



Slika 74. Usporedba noćnih brzina privoz 1

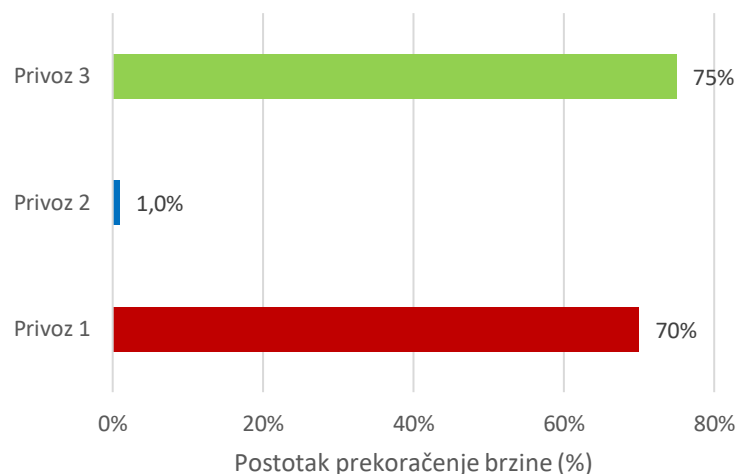


Slika 75. Usporedba noćnih brzina privoz 2



Slika 76. Usporedba noćnih brzina privoz 3

Grafikon na Slici 77. prikazuje postotak prekoračenja brzine ovisno o promatranom privozu kružnog raskrižja. Podaci pokazuju da najviše vozila čak 75% premašuje dozvoljenu brzinu kretanja na privozu 3, razlog prekoračenju može biti činjenica da je to najmanje opterećeni privoz te da su vozači koji skreću u desno odvojenu u posebnu prometnu traku te ne moraju još započeti s usporavanjem na poziciji gdje su mjerene brzine. Na privozu 2 samo 1% vozila premašuje dozvoljenu brzinu, ovaj podatak je izrazito pozitivan budući da na tom privozu ubrzo nakon kružnog raskrižja slijedi zavoj, a širina nogostupa se smanjuje te se očekuje kretanje pješaka po rubu kolnika. Na privozu 1 70% vozila premašuje dozvoljenu brzinu kretanja.



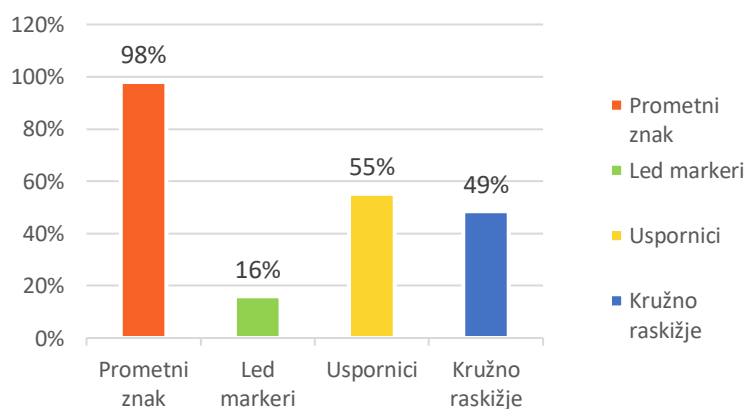
Slika 77. Postotak vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu kretanja ovisno o privozu

Iz analize svih dostupnih podataka moguće je zaključiti da je rekonstrukcija ovog raskrižja u kružno raskrižje značajno pridonijela prometnoj sigurnosti vozila i pješaka. Brzine V50 i V85 na privozima 1 i 2 su značajno smanjene. Na privozu 1 brzine V50 i 85 rekonstrukcijom raskrižja su smanjene za 15%, dok je maksimalna brzina smanjena za 5%. Na privozu 2 smanjenje brzina je još značajnije izraženo, brzine V50 i V85 smanjene su za čak 40%, dok je maksimalna brzina smanjena za 18%. Kod privoza 3 primjetan je veći porast brzina, brzine V50 i V85 su sada veće za 25%, a maksimalna brzina za čak 33%. Ovakav porast brzina na privozu 3 moguće je opravdati time što se vozači na ovom privozu više ne moraju obavezno zaustavljati i što sada imaju puno veću preglednost situacije unutar raskrižja. Također je moguće zaključiti da je izvedba kružnog raskrižja pozitivno utjecala i na noćne brzine kretanja vozila. Na privozu 1 noćne brzine V50 i V85 su smanjene za 15%, a maksimalna brzina za 5%. Kod privoza 2 su noćne brzine V50 i V85 manje za 40%, dok je maksimalna brzina smanjena za 32%. Kao i u prethodnoj analizi na privozu 3 dolazi do povećanja noćnih brzina, stoga su noćne brzine V50 i V85 veće za 30 odnosno 35%, a maksimalna brzina je veća za 40%. Također je primijećeno da je razlika između dnevnih i noćnih brzina samo 2 do 3 km/h, iz toga je moguće zaključiti da primjena kružnih raskrižja noćne brzine dovodi u istu razinu kao i dnevne te da je promet na ovom raskrižju sada trajno smiren izuzevši privoz 3 na kojem je došlo do

povećanja brzine zbog značajnih promjena u prometnom režimu. Iz svega navedenog zaključuje se da je raskrižje sada puno sigurnije, a promet značajno smireniji te da dodatne mjere smirivanja prometa nisu potrebne.

7 REZULTATI

Nakon što su analizirane sve mjere smirivanja prometa moguće je zaključiti da na vozače najmanje djeluje vertikalna prometna signalizacija, dok fizičke mjere smirivanja prometa i led markeri (katadiopteri) postižu značajno bolji rezultat. Grafikonom na Slici 78. prikazan je prosječni postotak vozila koja se kreću iznad dopuštene brzine ovisno o mjeri smirivanja prometa. Iz rezultata je vidljivo da kao što je i spomenuto prometni znak s natpisom „ŠKOLA“, ograničenjem brzine i dva žuta treptajuća svjetla gotov da nema učinak na vozače budući da se čak 98% vozila kretalo iznad dozvoljene brzine na promatranom prometnom znaku. Na svim ostalim promatranim mjerama smirenja prometa rezultati su značajno bolje budući da se postotak kreće oko ili manje od 50%. Prosječni postotak vozila koja se kreću iznad ograničenja brzine ovisno o vrsti mjere smirivanja prometa iznosi 16% za led markere, slijedi kružno raskrižje s 49%, a zatim uspornici s 55%.



Slika 78. Prosječni postotak vozila iznad ograničenja brzine ovisno o mjeri smirivanja prometa

Dobiveni podaci za prometni znak su izrazito zabrinjavajući budući da se na prometnom znaku nalazio natpis škola, ograničenje brzine te dva treptajuća žuta svjetla, a i činjenica da se na tom području očekuje intenzivan pješački promet. Tablicom 11. prikazana je ukupna analiza svih promatranih mjera smirivanja prometa.

Tablica 11. Ukupni rezultati analiza

Ulica:	Vrsta mjere smirivanja prometa:	Mjerna pozicija	Brzina V ₅₀ (km/h)		Brzina V ₈₅ (km/h)		Razlika (%)		V _{exc} (%)	V _{excp} (%)
			2016.	2019.	2016.	2019.	V ₅₀	V ₈₅		
Ulica Janka Polića Kamova	Led markeri (katadiopteri)	Mjerna pozicija 1	54	45	63	53	17%	15%	36%	36%
Ulica Riva	Led markeri (katadiopteri)	Ispred mjere	30	35	39	44	15%	11%	4%	6%
		Iza mjere	46	39	58	49	15%	16%	8%	
Ulica Kostrenskih boraca	Prometni znak "ŠKOLA" ograničenje brzine 30 km/h i dva treptajuća žuta svjetla	Ispred mjere	-	45	-	53	8%	7%	97%	98%
		Iza mjere	-	49	-	57			99%	
Ulica Kostrenskih boraca	Četvrtasti gumeni uspornici* (h-5cm)	Uspornik 1	-	30	-	39	40%	34%	10%	82%
		Uspornik 2	-	40	-	50	20%	15%	84%	
		Uspornik 3	-	44	-	55	12%	7%	69%	
		Uspornik 4	-	47	-	55	6%	7%	94%	
Ulica Bože Vidasa	Asfaltirani uspornik (h-7cm)**	Mjerna pozicija 1	-	29	-	37	-	-	40%	55%
		Mjerna pozicija 2	-	25	-	32			20%	
		Mjerna pozicija 3	-	23	-	31			17%	
		Mjerna pozicija 4	-	33	-	41			62%	
		Mjerna pozicija 5	-	36	-	47			71%	
Ulica Martinkovac	Kružno raskrižje	Privoz 1	51	43	58	49	16%	16%	70%	49%
		Privoz 2	44	26	51	31	41%	39%	0,3%	
		Privoz 3	36	45	43	54	20%	20%	75%	

NAPOMENA:

* Razlika (%) određena je usporedbom s mjernom pozicijom koja je smještena izvan obuhvata mjera smirivanja prometa

** Razlika (%) nije računata za ovu vrstu mjere smirivanja prometa

V_{excp} (%) predstavlja prosječnu vrijednost prekoračenja brzine za svaku promatranu mjeru smirivanja prometa

Kod uspornika visine 5 i 7 cm prosječna efikasnost je određena na temelju rezultata prikupljenih na 25 m udaljenosti od samog uspornika

Analize provedene za potrebe ovog diplomskog rada ukazuju na sljedeće zaključke

- **Vertikalna signalizacija ograničenja brzine i blizine škole** gotovo da nije pokazala nikakav utjecaj na smanjenje brzine kretanja vozila. Analiziran je prometni znak postavljen na Šetalištu Kostrenskih boraca. Postavljeni prometni znak sastojao se od natpisa „ŠKOLA“ prikazanog ograničenja brzine od 30 km/h te dva treptajuća žuta svijetla na vrhu prometnog znaka. Znak je izrazito velik i dobro uočljiv te ne postoji mogućnost da ga vozači nisu mogli uočiti. Postotak vozila koja su premašila dozvoljenu brzinu od 30 km/h iznosio je čak 98%. Iako ovakav način smirivanja prometa nije zapažen od strane vozača ipak je primjetno da su vozači koji dolazili u susret prometnom znaku vozili prosječno 5 km/h sporije od vozača koji su se kretali u suprotnom smjeru te samim time izlazili iz područja škole.
- **Led markeri (katadiopteri)** analizirani su na pješačkim prijelazima u dvije ulice različitih karakteristika. Analiza je provedena u Ulici Riva koja se nalazi u samom centru grada te je najopterećenija prometnica u gradu, druga analiza provedena je u Ulici Janka Polića Kamova koja se nalazi u naselju Pećine te se pruža od istočnog dijela ulaza u grad do središta grada. Uspoređeni su podaci prikupljeni 2016. godine kada na pješačkim prijelazima nije bilo led markera s novim mjerenjima provedenim 2019. godine koja su izvršena nakon postavljanja ove mjere smirivanja prometa. Iz analiziranih brzina zaključeno je da je najveću utjecaj postignut u Ulici J. P. Kamova gdje je brzina V85 smanjena za 10 km/h te sada iznosi 53 km/h što je samo 3 km/h više od zakonom propisane brzine. Postotak vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu kretanja smanjen je za 32%. Podaci prikupljeni u Ulici Riva pokazuju da je na prvom promatranom presjeku došlo do manjeg povećana 85 %-ne brzine kretanja vozila od 15% ali brzina iznosi 44 km/h te je ispod zakonom propisane brzine. Brzine na drugom promatranom presjeku koji se nalazi iza pješačkog prijelaza dao je bolje rezultate, na njemu je primjetno smanjenje 85% - ne brzine od 16%, a brzina sada iznosi 49 km/h. Najpozitivnija činjenica je što je sada na ovom presjeku prometnice brzina unutar

zakonom propisane što nije bio slučaj u 2016. godini. Također je moguće zaključiti da je kretanje vozila duž promatranog poteza ulice gotov kontinuirano te da vozači ne povećavaju brzinu značajno nakon što se uvjere da nema pješaka na pješačkom prijelazu. Postotak vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu na presjeku 1 porastao je za 3%, dok je na presjeku 2 smanjen za 5%. Prema prethodno navedenim podacima moguće je zaključiti da su bolji rezultati te veća efikasnost ostvareni u Ulici J.P. Kamova koja se nalazi izvan gradskog središta, dok je u Ulici Riva zabilježen manji porast brzina ispred pješačkog prijelaza, a smanjenje brzina kretanja vozila nakon pješačkog prijelaza. Činjenica o smanjenju brzina na drugom promatranom presjeku je svakako pozitivna ali ne može se sa sigurnošću tvrditi da su upravo led markeri razlog takvoj promjeni brzine.

- **Uspornici visine 5 i 7 cm.** Na Šetalištu Kostrenskih boraca analizirani su gumeni uspornici visine 5 cm i dužine 92 cm dok je u Ulici Bože Vidasa promatran asfaltirani uspornik visine 7 cm i dužine 215 cm. Dužina prijelazne rampe gumenog uspornika na Šetalištu Kostrenskih boraca iznosi 10 cm te je nagib izveden u nagibu 1:2. Dužina prijelazne rampe asfaltiranog uspornika u Ulici Bože Vidasa iznosi 45 cm te je nagib izveden u nagibu 1:5. Budući da uspornik postavljen u Ulici ima veću visinu i veće tlocrtne dimenzije od onog postavljenog na Šetalištu Kostrenskih boraca očekuje se da će i efikasnost biti veća. Obije ulice okarakterizirane su kao glavne gradske/mjesne ulice. Prilikom analize gumenih uspornika promatrana je razlika brzina u neposrednoj blizini uspornika s brzinom koja je zabilježena na mjernoj poziciji koja se nalazi u potpunosti izvan dosega mjera smirivanja prometa odnosno na udaljenosti od 55 m nakon zadnjeg uspornika. Iz rezultata je vidljivo da najveće smanjenje brzine V85 iznosi 34% dok na ostalim pozicijama smanjenje iznosi od 7 do 15%. Razlog takvoj razlici u dobivenim rezultatima je činjenica da je mjerna pozicija na lokaciji prvog uspornika postavljena samo 5 m od uspornika dok je na drugim lokacijama ta udaljenost veća za 20 m. Iako je moguće primijetiti efikasnost ovakvih uspornika ona nije dovoljna budući da prosječno 82% vozila premašuje dozvoljenu brzinu kretanja. Uspornike visine 5 cm bilo bi bolje koristiti na područjima gdje je

potrebno blaže umirenje prometa. Prilikom analize asfaltiranih uspornika visine 7 cm promatran je način kretanja vozila u području ulice od 25 m sa svake strane uspornika. Kao što je očekivano najmanje brzine su u neposrednoj blizini uspornika dok se na najudaljenijim lokacijama vidi postupno usporavanje prije nailaska na uspornik i ubrzavanja nakon prelaska istog. Također je primijećeno da ne postoji značajno povećanje noćnih brzina na promatranom području stoga je moguće zaključiti da je promet trajno smiren neovisno o dobi dana. Prosječno 55% vozila prekoračuje dozvoljenu brzinu što je za 27% manje nego kod uspornika visine 5 cm iz čega možemo zaključiti da je kao što je i očekivano zbog većih tlocrtnih i visinskih dimenzija ovakva vrsta uspornika efikasnija. Uspornik u Ulici Bože Vidasa ima za 123 cm veću širinu, prijelazna rampa je duža za 35 cm, a sama visina kao jedan od najbitnijih faktora smanjenja brzine je 2 cm veća. Dobiveni podaci potvrdili su prethodna istraživanja provedena u Beogradu na izbočinama visine 3, 5 i 7 cm gdje je također zabilježena bolja efikasnost viših izbočina. Iz svega navedenoga moguće je zaključiti da vozači uspornik na Šetalištu Kostrenskih boraca smatraju manjom preprekom od onog postavljenog u Ulici Bože Vidasa. Još jedan razlog većih brzina na Šetalištu Kostrenskih boraca može biti činjenica daje ta ulica znatno otvorenija te je manje opterećena vozilima, dok je druga promatrana ulica ipak dio gradskog područja s mnoštvom sadržaja unutar malog područja. Kao zajednička činjenica ističe se podatak da je analizom brzina pomoću aplikacije „GeoTracker“ ustanovljeno da se prvi znakovi usporavanja javljaju između 110 i 120 m od uspornika dok se ubrzavanja nakon prelaska preko uspornika odvija u rasponu od 100 do 130 m iz čega je moguće zaključiti da je ponašanje vozila ispred i iza uspornika gotovo simetrično te da postavljenje mjera smirivanja prometa ima određeni učinak na brzinu šire zone od same zone gdje je mjera primijenjena. Prethodna istraživanja provedena u Litvi o području utjecaja trapezних izbočina pokazala su da usporavanje započinje 62 m ispred izbočine.

- **Kružno raskrižje** analizirano je na području naselja Srdoči locirano na županijskoj cesti te se nalazi u zapadnom dijelu grada Rijeke. Analiziranim raskrižjem u periodu od 24 h na dan izmjeren je promet od 43 138 vozila. Promatrani su podaci o brzinama kretanja vozila iz 2016. godine kada je raskrižje bilo organizirano kao četverokrako nesemaforizirano s novim podacima prikupljenim 2019. godine kada je završena rekonstrukcija raskrižja i prenamjena u kružno raskrižje. Glavni problem ovog raskrižja su bile velike brzine kretanja na glavnom pravcu raskrižja te loša preglednost prilikom lijevih skretanja iz privoza 3. Analizom prikupljenih podataka utvrđeno je da je brzina V85 na privozu 1 smanjena za 16%, a na privozu 2 za čak 39%. Budući da je privoz 3 predstavljao sporedni smjer 2016. na njemu su zabilježene brzine bile izrazito niske budući da su se sva vozila morala obavezno zaustavljati i čekati trenutak za uključanja. Budući da sada u 2019. godini vozači koji se u raskrižje priključuju iz privoza 3 imaju puno bolju preglednost situacije u raskrižju te se ne moraju obavezno zaustavljati došlo je do porasta brzina kretanja te je brzina V85 sada 20% veća nego 2016. godine. Prosječni postotak vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu kretanja na promatranim privozima raskrižja iznosi 49%. Također je primijećeno da se noćne brzine gotovo i ne razlikuju od dnevnih iz čega proizlazi zaključak da je promet trajno smiren neovisno o dobi dana. Neovisno o povećanju brzine na privozu 3 smatra se da je primjena kružnog raskrižja na ovoj lokaciji podigla razinu sigurnosti i za vozače i za pješake koji se kreću promatranim raskrižjem.

Iz svega navedenoga moguće je zaključiti da su sve mjere smirivanja prometa pokazale veću ili manju efikasnost. Budući da unatoč postavljenim mjerama smirivanja prometa dolazi do prekoračenja dozvoljenih brzina kretanja zaključuje se kako u gradu Rijeci postoji potreba za boljim i organiziranim načinom smirivanja prometa u kritičnim područjima kao što su područja oko škola, sportskih dvorana, parkova i pješačkih prijelaza. Budući da prometni znakovi gotovo da i nemaju učinak na vozače u zonama gdje se želi smiriti promet definitivno je potrebno postavljanje fizičkih mjera smirivanja prometa kako bi se vozače prisilno natjeralo na smanjenje brzine.

8 ZAKLJUČAK

Budući da je prekoračenje dozvoljene brzine kretanja vozila jedan od najčešćih prometnih prekršaja od osobite je važnosti smanjiti brzine kretanja vozila u područjima gdje se očekuje velika količina pješačkog i biciklističkog prometa. Prethodno provedena istraživanja o utjecaju brzine na težinu posljedica prometne nesreće pokazuju da prilikom naleta vozila na pješke pri brzini od 30 km/h smrtnost pješaka iznosi 3 do 5%, dok se porastom brzine udara na 50 km/h smrtnost povećava na čak 50%.

U većini razvijenih zemalja smirivanja prometa predstavlja značajan faktor prilikom samog planiranja naselja ili prometnica. Sigurnosti pješaka i biciklista pridaje se velika važnost te se koncepti smirivanja prometa konstantno razvijaju i usavršavaju. Neki gradovi čak i u svojim samim središtima uvode zone bez automobila te potiču nemotorizirane vidove prometa. Kao glavni problem u gradu Rijeci i Republici Hrvatskoj nameće se činjenica da koncept i način smirivanja prometa nije jasno definira. Zakonska i tehnička regulativa stoje se od određivanja potrebnih prometnih znakova i okvirnih dimenzija izbočina i raspona postavljanja vibracijskih traka. Nije definirano koje mjere se primjenjuju u područjima izvan ili unutar naselja, stoga odabir mjera smirivanja prometa obično ovisi o osobnoj procjeni odgovorne osobe.

Rezultati dobiveni eksperimentalnim mjerenjima pokazuju da se prometni znak s ograničenjem brzine, natpisom škola i dva treptajuća svjetla pokazao kao najmanje efikasan budući da prosječni postotak vozila koji premašuje dozvoljenu brzinu kretanja iznosi čak 98%. Korištenje led markera (katadioptera) ispred pješačkih prijelaza dalo je različite rezultate. Na pješačkom prijelazu koji se nalazi izvan grada brzina ispred prijelaza je smanjena za 15%, dok se kod drugog pješačkog prijelaza koji se nalazi u centru grada dogodilo povećanje brzina od 11% ali i smanjenje brzine od 16% nakon prolaska pješačkog prijelaza. Postotak vozila koja premašuju dozvoljenu brzinu je malen te prosječno iznosi 16%. Dvije vrste analiziranih uspornika dale su različite rezultate, kod korištenja gumenih uspornika visine 5 cm prosječni postotak vozila koji premašuje dozvoljenu brzinu iznosi 82%, dok je kod korištenja asfaltiranog uspornika visine 7 cm taj postotak 55%, odnosno 27% manji mjereno 25 m nakon samog uspornika, iz čega je

zaključeno da visina kao i tlocrtne dimenzije uspornika imaju značajan utjecaj na efikasnost. Kao zona unutar koje je vidljiv utjecaj uspornika na smanjenje brzine navodi se raspon od 110 do 120 m. Iz navedenoga zaključuje se da su uspornici visine 7 cm i širine 215 cm bolje rješenje za smirivanja prometa, dok se korištenje uspornika visine 5 cm i širine 92 cm preporučuje u područjima gdje nije potrebno drastično smanjenje brzine. Promatran je i utjecaj kružnog raskrižja kao mjere smirivanja prometa te je zaključeno da su brzine na dva najopterećenija privoza značajno smanjene. Smanje brzine iznosi od 16 do 39% a na glavnom smjeru dok se na sporednom smjeru pojavio porast prosječnih brzina od 20%. Prosječni postotak vozila koja se premašila dozvoljenu brzinu iznosi je 49%. Iz navedenoga je zaključeno da je rekonstrukcija ovog raskrižja značajno pridonijela prometnoj sigurnosti vozača i pješaka.

Budući da su analize provedene u ovom diplomskom radu preliminarne za točno i pouzdano određivanje efikasnosti svake pojedine mjere smirivanja prometa potrebno je provesti opsežnija istraživanja. Potrebno je standardizirati postupak određivanja efikasnosti, najbolja usporedba efikasnosti je mjerenjima prije i nakon postavljanja mjera smirivanja prometa, a također je potrebno i analizirati prednosti i mane svake mjere kako bi se sa sigurnošću moglo tvrditi da će izvedba određene mjere smirivanja prometa biti isplativa s ekonomskog stajališta i sa stajališta sigurnosti prometa. Također je bitno utvrditi i utjecaj fizičkih mjera smirivanja prometa na vozila. Analizom svih prikupljenih rezultata može se zaključiti da analizirane mjere smirivanja prometa svakako imaju određenu efikasnost ali da postoji još prostora za napredak te da treba težiti daljnjem poboljšanju i uvođenju novih rješenja za smirivanja prometa kako bi riječke prometnice postale što sigurnije za sve korisnike.

LITERATURA

- [1] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa u 2017. Godini, Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Zagreb, 2018.
- [2] [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-19-1990_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-19-1990_en.htm) [pristup: 21.06.2019.]
- [3] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske – Statistika MUP-a, <https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-mupa-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233> [pristup: 21.06.2019.]
- [4] Deluka - Tibljaš, A., Predavanja iz predmeta Promet u gradovima, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2017./2018.
- [5] La Torre, Francesca. (2013). Forging Roadsides Design Guide
- [6] Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011.-2020. godine (NN 101/98, 15/2000, 117/2001, 199/2003, 30/2004, 77/2009 i 145/2010)
- [7] Deluka - Tibljaš, A., Predavanja iz predmeta Prometna tehnika, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2017./2018.
- [8] Lukač R. Smirivanje prometa u gradovima[Završni rad]. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, [pristupljeno 07.08.2019.]
- [9] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10)
- [10] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 14/11)
- [11] Naprave in ukrepi za umirjanje prometa, Direkcija RS za ceste, Ministarstvo za promet, Ljubljana, Slovenija, 2001.
- [12] <https://www.prometna-signalizacija.com/oprema-cesta/smirivanje-prometa/> [pristupljeno: 23.06.2019.]
- [13] Antić B, Pešić D, Vujanić M, Lipovac K, The influence of Speed Bumps Heights to the Decrease of the Vehicle Speed – Belgrade Experience
- [14] Vatikus A. Traffic calming measures: An evaluation of the effect on driving speed Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, 2016.

- [15] <https://peek.hr/proizvodi/led-markeri/> [pristupljeno: 23.06.2019.]
- [16] http://arhiva.dalje.com/slike/slike_3/r1/g2014/m11/y375907069709891.jpg
[pristupljeno: 08.08.2019.]
- [17] <https://m.vecernji.hr/media/img/31/d3/502b730f29e5b7b1ef80.jpeg>
[pristupljeno: 08.08.2019.]
- [18] http://www.pedbikesafe.org/pedsafe/countermeasures_detail.cfm?CM_NUM=7
[pristupljeno: 21.06.2019.]
- [19] <https://www.google.com/maps> [pristupljeno: 21.06.2019.]
- [20] Jateikiene, Laura & Andriejauskas, Tadas & Lingytė, Ineta & Jasiuniene, Vilma. (2016). Impact Assessment of Speed Calming Measures on Road Safety. Transportation Research Procedia. 14. 4228-4236. 10.1016/j.trpro.2016.05.394.
- [21] <https://cdn.aarp.net/content/dam/aarp/livable-communities/getting-around/2018/02/1140-edgewater-maryland-crosswalk.imgcache.rev8ad3dca7f80ee42587acad86106436dd.jpg> [pristupljeno: 08.08.2019.]
- [22] Curb extensions guideline, City of Toronto, Transportation Services, 2017.
- [23] https://www.calgary.ca/Transportation/Roads/PublishingImages/curb_extention.jpg [pristupljeno: 06.06.2019.]
- [24] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Rijeka, 2014.
- [24] Corkle J., Giese J. I., Marti M., Investigating the effectiveness of traffic calming strategies on driver behavior, traffic flow and speed, Minesota Department of Transportation, minesota, 2002.
- [25] Malatestinić D. Analiza ovisnosti brzine na gradskim cestama o regulaciji i mjerama smirivanja prometa [Diplomski rad]. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet u Rijeci;2016[pristupljeno07.08.2019.] Dostupno na:
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:157:824351>
- [26] <http://rijecanin.rtl.hr/foto-rotor-martinkovac-otvoren-vozaci-se-i-dalje-zale-na-prometne-guzve/> [pristupljeno: 07.08.2019.]
- [27] Šurdonja S., Pranjić I., Deluka-Tibljaš A., Renčelj M. Preglednost v nivojskih priključkih in križiščih: vpliv realno izmerjenih vrednost (vhodnih podatkov) na izračun preglednih razdalj