

# Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice Brestovečke ceste u Gradu Zagrebu

---

**Topolovec, Slavica**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:155826>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Slavica Topolovec**

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA  
DIONICE BRESTOVEČKE CESTE U GRADU ZAGREBU**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2019**

Zagreb, 1. travnja 2019.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Cestovne prometnice I**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br. 5091**

Pristupnik: **Slavica Topolovec (0135242517)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice Brestovečke ceste u Gradu Zagrebu**

### Opis zadatka:

U završnom radu student će prvo dati pregled zakonske regulative iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj. U nastavku će se analizirati i komentirati podaci o brojanju prometa na promatranoj dionici ceste. Student će proračunati razinu usluge dionice ceste prema metodologiji HCM2010. Također, analizirat će se postojeći projektni elementi dionice ceste te na kraju predložiti mjere poboljšanja postojećih projektnih elemenata dionice ceste.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

doc. dr. sc. Luka Novačko

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**ZAVRŠNI RAD**

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA  
DIONICE BRESTOVEČKE CESTE U GRADU ZAGREBU**

**ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN ELEMENTS OF THE  
SECTION OF BRESTOVEČKA ROAD IN THE CITY OF ZAGREB**

**Mentor: doc. dr. sc. Luka Novačko**

**Student: Slavica Topolovec**

**JMBAG: 0135 242 517**

**Zagreb, 2019**

## **SAŽETAK**

Javne ceste svakodnevno su izložene uporabi, klimatski utjecajima, prirodnim nepogodama što rezultira oštećenjem kolnika. Neka oštećenja ne mogu se sanirati redovnim održavanjem. Rekonstrukcija Brestovečke ceste biti će potrebna u bliskoj budućnosti. Prema Generalnom urbanističkom planu za Sesvete, produžetak Ulice kneza Branimira sjeći će Brestovečku cestu koja povezuje Gornju Dubravu i Sesvete. Dijelu trase koji prolazi kroz šumski i nenaseljen potrebna je rekonstrukcija kako bi mogla podnositi buduće prometno opterećenje.

Analizom postojećih stanja i čimbenika koji utječu na razvoj prometa potrebno je predvidjeti mjere poboljšanja promatrane dionice kako bi ona pružala maksimalnu sigurnost za mješoviti promet.

**KLJUČNE RIJEČI:** rekonstrukcija; projektni elementi ceste; Brestovečka cesta

## **SUMMARY**

Public roads are being used on a daily basis and they are exposed to climate changes and natural disasters that can cause serious damage. Some damage can not be repaired even with regular maintenance. Reconstruction of Brestovačka Road will be needed in the near future. According to the General Urban Plan for Sesvete, an extension of Duke Branimir Street will intersect the Brestovačka Road therefore connecting neighbourhoods Gornja Dubrava and Sesvete. The part of the route passing through the forest and uninhabited part needs reconstruction in order to be able to withstand future traffic loads.

By analyzing the existing conditions and factors affecting the development of traffic it is necessary to consider measures to improve the observed section in order to provide maximum security for all kinds of traffic.

**KEY WORDS:** reconstruction, road design elements, Brestovačka Road

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ PODRUČJA PROJEKTIRANJA CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	3
2.1. OSNOVNI MJERITELJI .....	6
2.1.1. Mjerodavna brzina .....	7
2.1.2. Koeficijenti otpora klizanja.....	9
2.1.3. Poprečni nagib kolnika .....	11
2.1.4. Zaustavni put i preglednost.....	13
2.2 TLOCRTNI ELEMENTI CESTE.....	17
2.2.1. Pravac .....	17
2.2.2 Kružni luk.....	18
2.2.3. Prijelaznica.....	20
2.3. KRUNA CESTE.....	23
2.3.1. Kolnik.....	24
2.3.2. Rubni trakovi .....	25
2.3.3. Razdjelni pojas.....	25
2.3.4. Bankina .....	25
2.3.5. Nogostup .....	26
2.3.6. Biciklističke staze .....	26
2.4. PROŠIRENJE KOLNIKA .....	26
2.5. PREGLEDNOST .....	27
2.6. PROMETNI I SLOBODNI PROFIL .....	28
3. ANALIZA PLANOVA ZA GRADSKU ČETVRT SESVETE .....	30
4. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA PROMATRANOJ DIONICI CESTE .....	37
4.1. BROJENJE PROMETA RADNIM DANOM.....	41

4.2. BROJENJE PROMETA VIKENDOM .....	44
• ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA PROMATRANE DIONICE.....	47
• PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA CESTE.....	52
• ZAKLJUČAK.....	56
LITERATURA.....	57
POPIS SLIKA .....	57
POPIS TABLICA.....	58

## 1. UVOD

Jedna od najvažnijih stavki nacionalnog bogatstva su mreže javnih cesta. Ključna su okosnica u prometno-gospodarskom pogledu, te pretpostavka cjelokupnog razvitka. Cestovna mreža ima presudno značenje za povezivanje teritorija svake zemlje ali i susjednih regija [1]. Javne ceste sukladno Zakonu o cestama su ceste koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima određenim u spomenutom zakonu i drugim propisima. Ovisno o njihovom prometnom, društvenom i gospodarskom značenju dijele se u četiri skupine:

1. autoceste
2. državne ceste
3. županijske ceste
4. lokalne ceste [2].

Autoceste su javne ceste koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-cesta<sup>1</sup>, prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, omogućavanja tranzitnog prometa, a koje su razvrstane kao autoceste sukladno Zakonu o cestama.

Državne ceste su javne ceste koje također imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-cesta prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, međusobnog prometnog povezivanja sjedišta županija, povezivanja sjedišta županija s većim regionalnim sjedištima susjednih država (gradovi veći od 100.000 stanovnika), omogućavanja tranzitnog prometa, koje čine cestovnu okosnicu velikih otoka i kojima se ostvaruje kontinuitet državnih cesta kroz gradove, a koje su razvrstane kao državne ceste sukladno Zakonu o cestama [2].

Županijske ceste su javne ceste koje povezuju sjedišta županija s gradovima i općinskim sjedištima, koje međusobno povezuju sjedišta gradova i općina, a preko kojih se ostvaruje

---

<sup>1</sup> E-cesta je cesta koja je međunarodnim i međudržavnim sporazumima određena kao europska cesta



veza grada ili gradskih dijelova s državnim cestama koje su razvrstane kao županijske ceste sukladno Zakonu o cestama.

Lokalne ceste su javne ceste koje povezuju sjedište grada, odnosno općine s naseljima s više od 50 stanovnika unutar grada ili općine, ceste u urbanom području koje povezuju gradske četvrti sa županijskim cestama, ceste koje međusobno povezuju susjedne gradske četvrt, a koje su razvrstane kao lokalne ceste sukladno Zakonu o cestama [2].

Dionica ceste koja će biti detaljnije analizirana u daljnjem tekstu pripada upravo lokalnoj cesti koja povezuje dva mjesta u gradu Zagrebu, Dubravu i Sesvete.

Završni rad sastoji se od sljedećih cjelina:

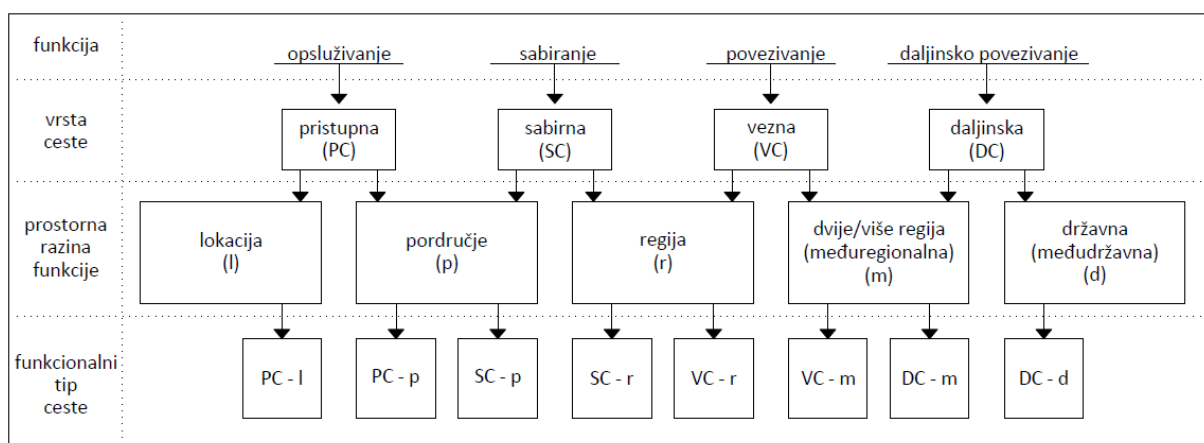
1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj
3. Analiza prostornih planova za gradsku četvrt Sesvete
4. Analiza podataka o brojanju prometa na promatranj dionici ceste
5. Analiza postojećih projektnih elemenata promatrane dionice
6. Prijedlog mjera poboljšanja postojećih projektnih elemenata ceste

## 2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ PODRUČJA PROJEKTIRANJA CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Podjela cesta ciljano svrstava ceste u ograničen broj jasno definiranih kategorija, kako bi se omogućila kvalitetna komunikacija između administracije, struke i javnosti. Međutim, ceste se, kao ni druge prometne površine, ne mogu razvrstati po jedinstvenoj klasifikaciji. Razlog tome je što postoje razlike u načinu građenja, prometnim značajkama i namjeni. Tako postoji velika raznolikost u funkciji, vrsti, opsegu prometa te društvenom i gospodarskom značenju. Pojedine nadležnosti, definicije i podjele cesta tumače odgovarajući zakoni i podzakonski akti, pa tako prije svih imamo Zakon o cestama, Zakon o sigurnosti prometa na cesti, itd. Cijelo drugo poglavlje pisano je po uzoru Pravidnika o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, odakle su preuzete slike i tablice.

Po svojoj temeljnoj svrsi i okvirima društveno-teritorijalnog ustroj, javne ceste se mogu razvrstati po funkcionalnoj klasifikaciji na daljinske odnosno, vezne, sabirne i pristupne ceste (slika 1.).

Javne ceste se prema položaju u prostoru dijele na javne ceste izvan naselja i na gradske prometne površine.



Slika 1. Funkcionalna podjela cesta po ulozi u mreži i prostoru

Izvor: [4]

Između ostalog, javne ceste se mogu razvrstati po više osnova.

**a) Prema izrazitijem društveno-gospodarskom značenju:**

- autoceste (AC)
- državne ceste (D-ceste)
- županijske ceste (Ž-ceste)
- lokalne ceste (L-ceste)

**b) Prema vrsti prometa:**

- ceste za motorni promet
  - autoceste (AC) i brze ceste (BC)
  - ostale ceste za motorni promet (C)
- ceste za mješoviti promet

**c) Prema veličini motornog prometa:**

Izražava se putem PGDP-a (prosječni godišnji dnevni promet), odnosno brojem vozila koja se očekuju na kraju planiranog razdoblja unutar 24 sata u oba smjera, te se prema tome dijele u pet razreda (tablica 1.).

Tablica 1. Podjela cesta prema PGDP-u

Oznaka prema prometnoj podjeli	Oznaka veličine prometa	Ukupan broj vozila u 24 sata (PGDP)
autoceste/brze ceste	najveći	>14.000
1.razred	vrlo velik	>12.000
2.razred	velik	7.000-12.000
3.razred	srednji	3.000-7.000
4.razred	malen	1.000-3.000
5.razred	vrlo malen	<1.000

Izvor: [4]

**d) Prema vrsti predjela ili terena:**

- ceste u nizinskom terenu (bez terenskih ograničenja)
- ceste u brežuljkastom terenu (neznatna ograničenja)
- ceste u brdskom terenu (znatna ograničenja)
- ceste u planinskom terenu (velika ograničenja)

Stupanj ograničenja i razred ceste propisuju se projektnim zadatkom investitora. Na temelju čega se određuje uzdužni nagib ceste projektna brzina i projektna brzina kako je prikazano u tablici 2.

Tablica 2. Tablica za određivanje projektne brzine i uzdužnog nagiba

Prometno-tehničko razvrstavanje		Projektna brzina Vp [km/h] / Nagibi smax[%]							
Cesta (kat./razr.)	Razina usluge (RU)	120	100	90	80	70	60	50	40
		a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
AB-BC	C/D	120/4 <sup>+</sup>	100/5 <sup>*</sup>	90/5,5 <sup>**</sup>	80/6 <sup>***</sup>				
1. razred	D		100/5,5 <sup>+</sup>	90/5,5 <sup>*</sup>	80/6 <sup>**</sup>	70/7 <sup>***</sup>			
2. razred	E		100/5,5 <sup>+</sup>	90/5,5 <sup>*</sup>	80/6 <sup>*</sup>	70/7 <sup>**</sup>	60/8 <sup>***</sup>		
3. razred	E				80/7 <sup>+</sup>	70/7 <sup>*</sup>	60/8 <sup>**</sup>	50/9 <sup>***</sup>	
4. razred	E					70/8 <sup>+</sup>	60/9 <sup>*</sup>	50/10 <sup>**</sup>	40/11 <sup>***</sup>
5. razred	E						60/10 <sup>+</sup>	50/11 <sup>*</sup>	40/12 <sup>**</sup> 40(30)/12 <sup>***</sup>

Izvor: [4]

Oznake u tablici <sup>+</sup> odnose na nizinski teren/bez ograničenja; oznaka <sup>\*</sup> označava brežuljkasti teren/umjerena ograničenja; <sup>\*\*</sup> predstavlja brdski teren/znatna ograničenja, a <sup>\*\*\*</sup> oznaka označava planinski teren/velika terenska ograničenja.

#### e) ostali načini podjele ceste:

U ostalim načinima podjela cesta, slično kao i pri pristupu po funkcionalnoj klasifikaciji, ceste možemo podijeliti po kriteriju zadaće povezivanja u cestovnoj mreži, stoga imamo:

AC- autoceste za međudržavno-državno povezivanje

1.razred za državno-regionalno povezivanje

2.razred za regionalno-županijsko povezivanje

3.razred za županijsko-međuopćinsko povezivanje

4.razred za međuopćinsko-općinsko povezivanje

5.razred za općinsko-lokalno povezivanje [1].

Tablica 3. Podaci za zadaće povezivanja

Cesta (kat./razr.)	Brzina $V_p$ [km/h]	Srednja daljina putovanja [km]	Najniža razina usluge (RU)
AC/BC	80-120(130)	>100	C/D
1. razred	70-100	50-100	D
2. razred	60-100	20-50	D
3. razred	50-90	5-50	E
4. razred	40-80	5-20	E
5. razred	40(30)-70	<5(10)	E

Izvor: [4]

Ministarstvo pomorstva, prometa i veza na temelju članka 321. stavka 2. točke 1. Zakona o sigurnosti prometa na cestama, ministar pomorstva, prometa i veza u suglasnosti s ministrom unutarnjih poslova donosi Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa. Spomenutim pravilnikom se propisuju osnovni uvjeti kojima se javne ceste i njihovi elementi moraju zadovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.

Mjerodavna veličina i struktura prometa prilikom izrade projekta javnih cesta utvrđuje se za određeno plansko razdoblje koje iznosi:

- 20 godina za novogradnju
- 5-20 godina za poboljšanje postojećih cesta.

Za autoceste i ceste 1. i 2. razreda, veličina motornog prometa utvrđuje se prometnim studijama na kraju planskog razdoblja, dok se veličina motornog prometa za sve ostale ceste može odrediti na temelju predvidivog godišnjeg prirasta i raspoloživih podataka o brojenju prometa, bez posebnih istraživanja.

## 2.1. OSNOVNI MJERITELJI

Osnovni mjeritelji su mjerodavni elementi pomoću kojih određujemo brzinu, nagib, otpore, zaustavni put, preglednost, itd.

### 2.1.1. Mjerodavna brzina

Kod mjerodavnih brzina postoje tri vrste brzina, a one su:

- a) Projektna brzina
- b) Računska brzina
- c) Brzina označena prometnim znakovima (najveća dozvoljena brzina).

**Projektna brzina** ( $V_p$ ) je najveća brzina prilikom koje je zajamčena potpuna sigurnost na cijelom potezu trase, kod dobrog održavanja cesta i kod optimalnih vremenskih uvjeta, a karakterizira razinu građevinsko-prometnih svojstva ceste.

**Računska brzina** ( $V_r$ ) je najveća očekivana brzina koje vozilo može ostvariti u slobodnom prometnom toku uz dovoljnu sigurnost na određenom dijelu trase ceste, u skladu s prihvaćenom modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o visinskim i tlocrtnim elementima tog dijela dionice ceste.

Projektna i računsa brzina su temeljne postavke vođenja linije ceste, odnosno oblikovanja ceste uz uvažanje propusne moći, prometnog značaja, sigurnosti i ekonomičnosti.

#### a) Projektna brzina ( $V_p$ )

Projektna brzina određuje granične vrijednosti visinskih i tlocrtnih elemenata trase, kao što su minimalni polumjer horizontalnog zavoja, maksimalni uzdužni nagib i poprečni presjek. U pravilu, za cijeli potez trase određuje se ista vrijednost projektne brzine. U iznimnim situacijama, kao npr. bitne razlike u konfiguraciji terena, vrijednost projektne brzine se ne smatra optimalnom, stoga se na mjestima gdje se očekuje promjena u načinu vođenja trase treba promijeniti veličine projektne brzine. Vrijednost  $V_p$  određuje se projektним zadatkom na temelju:

- konfiguracije terena odnosno prostornih ograničenja
- zadaće ceste u cestovnoj mreži, odnosno kategorije ceste
- najveće zakonom dozvoljene brzine.

U tablici 2. dane su vrijednosti prema kojima se određuje vrijednost projektne brzine.

## b) Računska brzina ( $V_r$ )

Računska brzina je takozvana voznodinamička brzina na temelju koje se određuju pojedini geometrijski elementi trase ceste kao što su:

- potrebne duljine preglednosti
- poprečni nagib kolnika u zavoju
- polumjeri vertikalnih zavoja
- najmanji polumjer horizontalnog zavoja sa suprotnim poprečnim nagibom kolnika

$V_r$  (računska brzina) ne smije biti manja od projektne brzine ( $V_p$ ), a najveća vrijednost  $V_r$  ne smije biti veća od najveće brzine vožnje koja je zakonom dopuštena za određenu kategoriju ceste. Treba težiti da računaska brzina ima ujednačene vrijednosti na što duljim dionicama trase, ne kraćim od:

- 10km na autocestama i cestama 1.raazreda,
- 5km na cestama 2.-5. razreda

što se postiže određenim načinom vođenja linije i odabirom pojedinih elemenata.

Razlika između minimalnih i maksimalnih vrijednosti računaska brzine unutar iste trase ne smije biti veća od 15km/h. Dok razlika između projektne i računaska brzine ne smije biti veća od 20km/h.

Vrijednosti računaska brzine određuje se na temelju projektiranih i tlocrtnih elemenata trase:

- najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnih zavoja prema tablici 4.
- najvećeg primijenjenog uzdužnog nagiba prema tablici 2.

Tablica 4. Određivanje računaska brzine i minimalnog polumjera horizontalne zakrivljenosti

$V_r$ (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{min}$ (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850

Izvor: [4]

Za ceste 3., 4. i 5. razreda za vrijednost projektne brzine, uzima se vrijednost računске brzine.

### 2.1.2. Koeficijenti otpora klizanja

Otpori klizanja u uzdužnom smjeru služe pokretanju i zaustavljanju vozila, dok se u poprečnom smjeru koristi za stabilnost vozila u vožnji kroz tlocrtne zavoje. Vrijednosti koeficijenata otpora klizanja dani su izrazom:

$$f_{max} = 0,214 \cdot \left(\frac{V}{100}\right)^2 - 0,640 \cdot \left(\frac{V}{100}\right) - 0,615$$

gdje je:

- $f_{max}$  - najveći koeficijent otpora klizanja
- $V$  – mjerodavna brzina ( $V_p$  ili  $V_r$ ) [km/h] [4].

Koeficijent otpora klizanja ovisi o stanju i vrsti kolnika, brzini kretanja, stanju kolnika, tipu i vrsti guma. Koeficijent otpora se na mokrom i prljavom kolniku smanjuje, u odnosu prema suhom kolniku. U tablici 5. dani su podaci za koeficijent trenja klizanja pri brzini od 50km/h sa srednje istrošenim gumama za više vrsta kolničkih zastora [5].

Tablica 5. Vrijednost koeficijenta klizanja pri brzini 50km/h

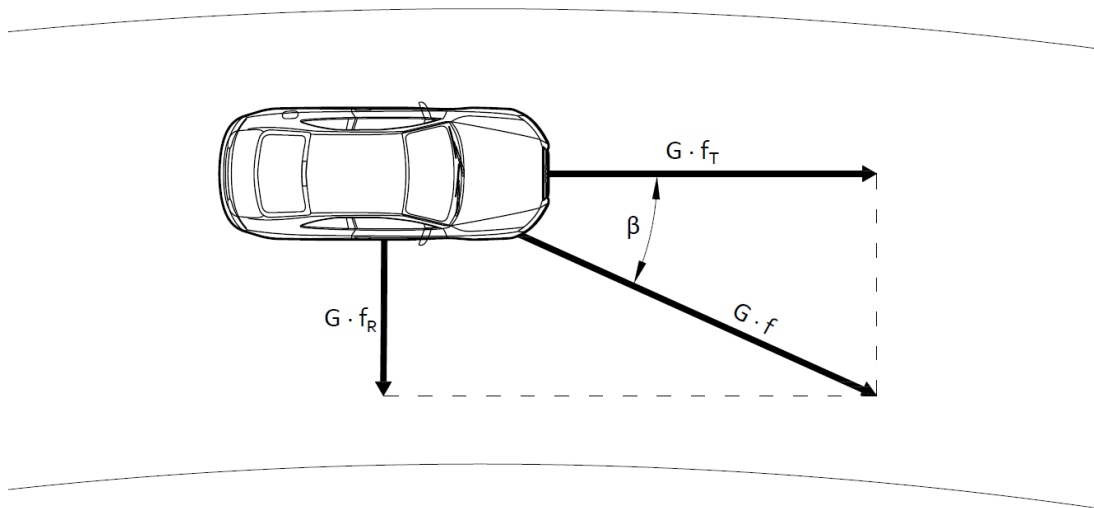
Vrsta kolničkog zastora	Vrijednost koeficijenta f	
	suh	mokar
Hrapavi asfalt	0,80	0,75
Betonski	0,70	0,60
Gradski asfalt	0,60	0,50
Kamena kocka	0,65	0,55
Makadam	0,60	0,45
Nasuti tučenac	0,65	0,55
Nasuti šljunak	0,50	0,40
Blato na kolniku	0,30	0,20
Nabijeni snijeg	0,30	0,15
Poledica	0,10	0,05



Izvor: [5]

Na vozilo koje se kreće djeluje dvije vrste otpora:

- a) tangencijalni koeficijent otpora klizanja  $f_T$
- b) radijalni koeficijent otpora klizanja  $f_R$



Slika 2. Prikaz djelovanja tangencijalnog i radijalnog otpora na vozilo u zavoju

Izvor: [5]

**a) Tangencijalni koeficijent otpora  $f_T$**

Duljina preglednosti i duljina zaustavnog puta ovise o mjerodavnoj brzini ( $V_p$  ili  $V_r$ ), otporu zraka ( $Z$ ), uzdužnom nagibu (%), i o dopuštenom tangencijalnom koeficijentu otpora klizanja ( $f_{Tdop}$ ) čije su vrijednosti date u tablici

$$f_{Tmax} = f_{max}$$

$$f_{Tdop} = \sqrt{f_{Tmax}^2 - f_{Rdop}^2}$$

Tablica 6. Tangencijalni koeficijenti

V (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$f_{Tmax}$	0,442	0,393	0,349	0,308	0,272	0,240	0,212	0,189	0,170	0,155	0,145
$f_{Tdop}$	0,367	0,326	0,290	0,257	0,226	0,200	0,176	0,158	0,141	0,130	0,120

Izvor: [4]

### b) Radijalni koeficijent otpora klizanja $f_R$

Poprečna stabilnost vozila u tlocrtnim zavojima  $R = R_{min}$  kao i veličina najmanjeg polumjera kružnog luka ( $R_{min}$ ) ovise o projektnoj brzini ( $V_p$ ), poprečnom nagibu kolnika ( $q_{max}$ ) ali i o dopuštenom radijalnom koeficijentu otpora klizanja  $f_{Rdop}$ , čije su vrijednosti prikazane u tablici 7 [4].

Tablica 7. Radijalni koeficijenti otpora klizanja

$V_p$ (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$f_{Rmax}$	0,409	0,364	0,323	0,285	0,252	0,222	0,196	0,175	0,157	0,143	0,134
$f_{Rdop}=0,6f_{Rmax}$	0,245	0,218	0,194	0,171	0,151	0,133	0,118	0,105	0,094	0,086	0,080
$f_{Rdop}=0,1f_{Rmax}$	0,041	0,036	0,032	0,029	0,025	0,022	0,020	0,018	0,016	0,014	0,013

Izvor: [4]

### 2.1.3. Poprečni nagib kolnika

Poprečni nagib kolnika izvodi se:

- poprečni nagib kolnika u pravcu,
- poprečni nagib kolnika u zavoju.

Poprečni nagib kolnika u pravcu izvodi se radi osiguravanja odvodnje površinske vode s kolnika ceste, dok se poprečni nagib u krivini izvodi radi svladavanja centrifugalne sile koja djeluje na vozilo te radi odvodnja površinskih voda.

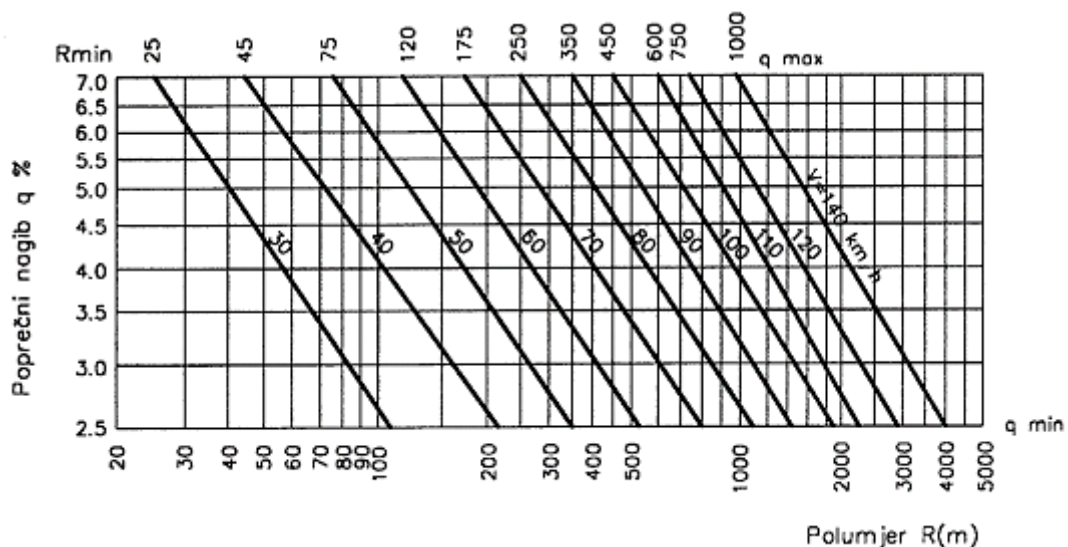
### a) Poprečni nagib kolnika u pravcu

Kao što je već spomenuto, poprečni nagib u kolnika u pravcu primjenjuje se radi odvodnje vode s gornjeg ustroja ceste. Što se tiče poprečnog nagiba, on može biti jednostrani nagib, dvostrani nagib, dvostrani nagib sa zaobljenom srednjom trećinom, te dvostrani parabolični nagib. Danas poprečni nagib na svim cestama i ulicama sa suvremenim zastorom iznosi  $q=2,5\%$ , dok na makadamskim cestama on iznosi  $q=4,0\%$ . Smjer nagiba na kolnicima sa dva prometna traka sa suvremenim zastorom je jednostran. Dvostrani nagib izvodi se na kolnicima sa makadamskim zastorom. Kod dodatnih trakova nagib se izvodi po smjeru i veličini kao i na kolniku. U posebnim uvjetima dodatni trakovi, odnosno trakovi za ubrzavanje, trakovi za usporavanje te zaustavni trakovi mogu imati suprotan nagib od nagiba prometnih trakova.

### b) Poprečni nagib kolnika u zavoju

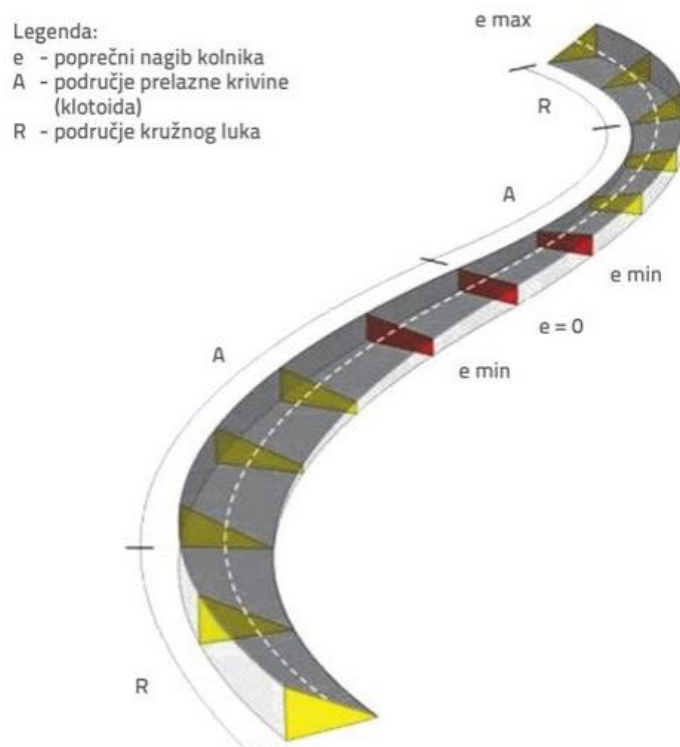
Poprečni nagib kolnika u zavoju izvodi se jednostrano, usmjereno prema središtu krivine a primjenjuje se radi smanjenja djelovanja centrifugalne sile odvodnje površinskih voda. Najveći poprečni nagib iznosi  $q_{\max}=7\%$ , a izvodi se u zavojima najmanjeg polumjera  $R_{\min}$ .

Najmanji poprečni nagib  $q_{\min}=2,5\%$  izvodi se u krivinama gdje je  $R \geq R_G^2$ . Poprečni nagib u trase u kružnom luku gdje je  $R_{\min} \leq R \leq R_G$  se određuje prema slici 3. Prilikom određivanja poprečnog nagiba uzima se računaska brzina  $V_r$ .



Izvor: [4]

<sup>2</sup>  $R_G$  je polumjer horizontalne krivine u kojoj je poprečni nagib kolnika  $q$  jednak poprečnom nagibu u pravcu



Slika 4. Trodimenzionalni prikaz poprečnog nagiba u zavoju

Izvor: [8]

#### 2.1.4. Zaustavni put i preglednost

Prilikom projektiranja prometnica, potrebno je voditi računa o:

- a) zaustavnom putu,
- b) zaustavnoj preglednosti,
- c) preglednoj dužini za pretjecanje.

Spomenute veličine su bitne za održavanje sigurnosti te moraju biti osigurane na cijeloj dionici trase, za oba smjera vožnje.

##### a) Zaustavni put

Od trenutka kada vozač uoči nepomičnu zapreku na putu, pa do trenutka zaustavljanja vozila kočenjem smatra se pojmom zaustavnog puta. Računa se s kočenjem uz korištenje

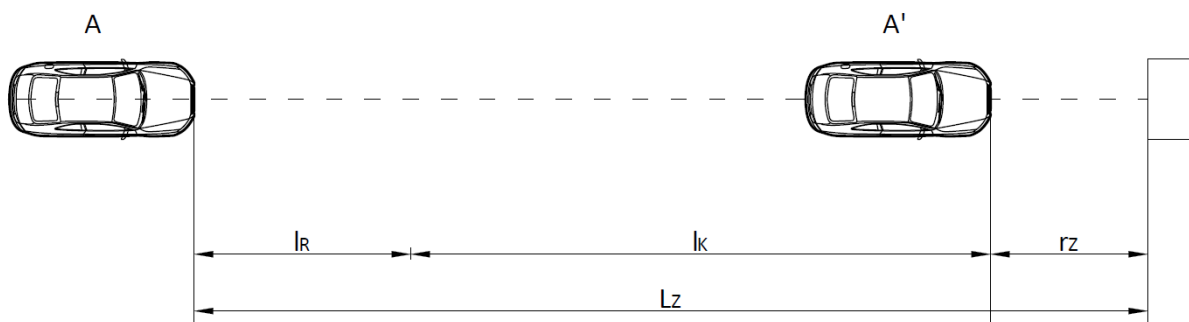
ukupnog iznosa tangencijalnog otpora klizanja između kotača i površine kolnika ( $f_T$ ). Dužina zaustavnog puta dana je izrazom:

$$L_Z = \frac{V}{3,6} \cdot t_r + \int_{V_1}^V \frac{V \cdot dV}{g \cdot \left( f_{T_{max}} + Z + \frac{s}{100} \right)}$$

Pri članu jednadžbe ( $\frac{V}{3,6} \cdot t_r$ ) predstavlja prijeđeni put za vrijeme reakcije vozača, dok drugi član ( $\int_{V_1}^V \frac{V \cdot dV}{g \cdot \left( f_{T_{max}} + Z + \frac{s}{100} \right)}$ ) izražava put kočenja. Na slici 5. je grafički opisan zaustavni put.

Oznake:

- $V$  (km/h) – mjerodavna brzina ( $V_r$ )
- $V_1 = 0$
- $t_r$  – vrijeme reakcije = 2s
- $g$  – ubrzanje sile teže =  $9,81 \text{ m/s}^2$
- $f_{T_{max}}$  – tangencijalni koeficijent otpora klizanja
- $Z$  – otpor zraka =  $0,461 \cdot 10^{-4} \cdot \left( \frac{V}{3,6} \right)^2$
- $\pm s$  (%) – uzdužni nagib ceste (+uspon, -pad)



Slika 5. Grafički prikaz zaustavnog puta

Izvor: [5]

gdje je:

- $l_r$  - put reagiranja
- $l_k$  – put kočenja
- $r_z$  – duljina zaustavnog puta sa sigurnosnim razmakom
- $L_z$  – zaustavni put

## b) Zaustavna preglednost

Vrijednost, odnosno dužina zaustavne preglednosti jednaka je dužini zaustavnog puta. Ona mora biti osigurana na cijeloj trasi ceste za oba smjera vožnje, bilo u horizontalnom, bilo u vertikalnom smislu.

U tablici 8. su dane vrijednosti zaustavne preglednosti u ovisnosti od računске brzine ( $V_r$ ), pri uzdužnom nagibu  $s=0\%$ , a na slici 6. su vrijednosti za različite uzdužne nagibe.

Tablica 8. Zaustavna preglednost

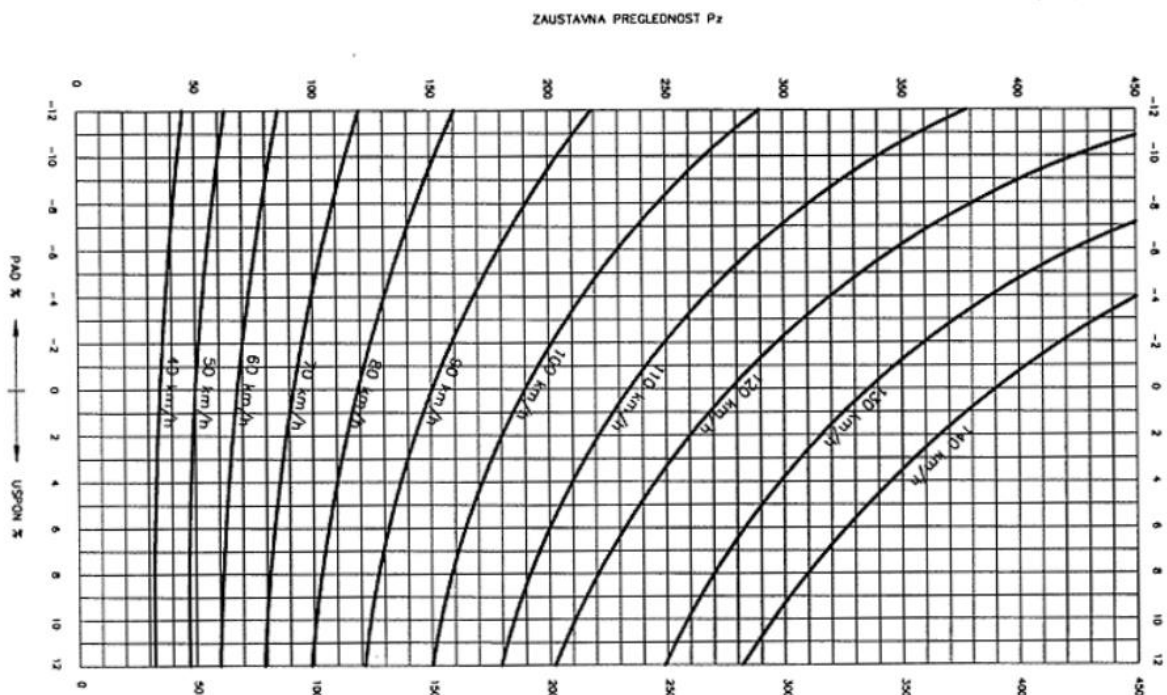
$V_r$ (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$P_z$ (m)	25	35	50	70	90 (80)	120 (100)	150 (120)	190 (150)	230 (170)	280 (200)	340 (250)

Izvor: [4]

Vrijednosti u zagradama dane su prema Europskom sporazumu o glavnim međunarodnim cestama (AGR<sup>3</sup>), te se koriste samo za horizontalnu preglednost.

Ukoliko na određenom dijelu trase ceste nije osigurana adekvatna zaustavna preglednost, potrebno je ograničiti brzinu na onu veličinu koja odgovara pruženoj preglednosti. Na autocestama i cestama prvog i drugog razreda, uvijek mora biti osigurana zaustavna preglednost prema slici 6.

<sup>3</sup> AGR – Europski sporazum o glavnim međunarodnim cestama, Amandman 2, (24.lipnja 1989.)



Slika 6. Zaustavna preglednost pri uzdužnom nagibu

Izvor: [4]

### c) Pregledna dužina za pretjecanje

Najmanja dužina preglednosti koja je potrebna da vozilo obavi pretjecanje sporijeg vozila podrazumijevamo ovom preglednošću. Razlika u brzinama vozila je 15km/h, a dana je tablicom 9 [4].

Tablica 9. Pretjecajne preglednosti

$V_r$ (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$P_0$	200	260	320	380	430	490	540	600	650	700	760
$P_1$	/	/	/	210	240	270	290	320	350	380	400

Izvor: [4]

## 2.2 TLOCRTNI ELEMENTI CESTE

U tlocrtne elemente ceste ubrajamo:

1. pravce,
2. kružne lukove,
3. prijelaznice,

dok kružni lukovi i prijelaznice ujedno čine tlocrtne zavoje. Za brz promet poželjni su dulji pravci, dulje prijelazne i kružne krivine velikog polumjera. No odabir tih veličina ovisi o vrsti terena kojim dionica ceste prolazi [6].

### 2.2.1. Pravac

Prema pravilniku, pravci se primjenjuju samo u posebnim prostornim i topografskim uvjetima. Odnosno na većim objektima, na trakovima za preplitanje i pretjecanje, na području raskrižja i drugim opravdanim slučajevima:

- između protusmjernih zavoja

$$2V_p \leq L_{pr} \leq 20V_p$$

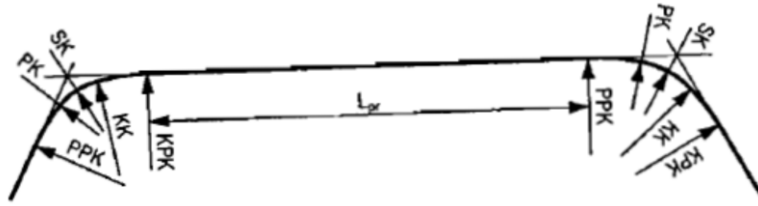


Slika 7. Protusmjerni zavoj

- između istosmjernih zavoja

$$4V_p \leq L_{pr} \leq 20V_p$$





Slika 8. Istosmjerni zavoj

Izvor: [6] (slika 7., 8.)

gdje je:

- $L_{pr}$  (m) – duljina pravca
- $V_p$  (km/h) – projektna brzina.

### 2.2.2 Kružni luk

Temeljni tlocrtni element ceste je kružni luk. Predstavlja potez ceste sa stalnom zakrivljenošću. Njegov iznos ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim zavojima i mogućem odnosu računске i projektne brzine.

Prema slici 9. određuje se veličina kužnog luka za skladan tok trase ceste. Trasa ceste je usklađena ako su polumjeri susjednih zavoja u slijedećim područjima:

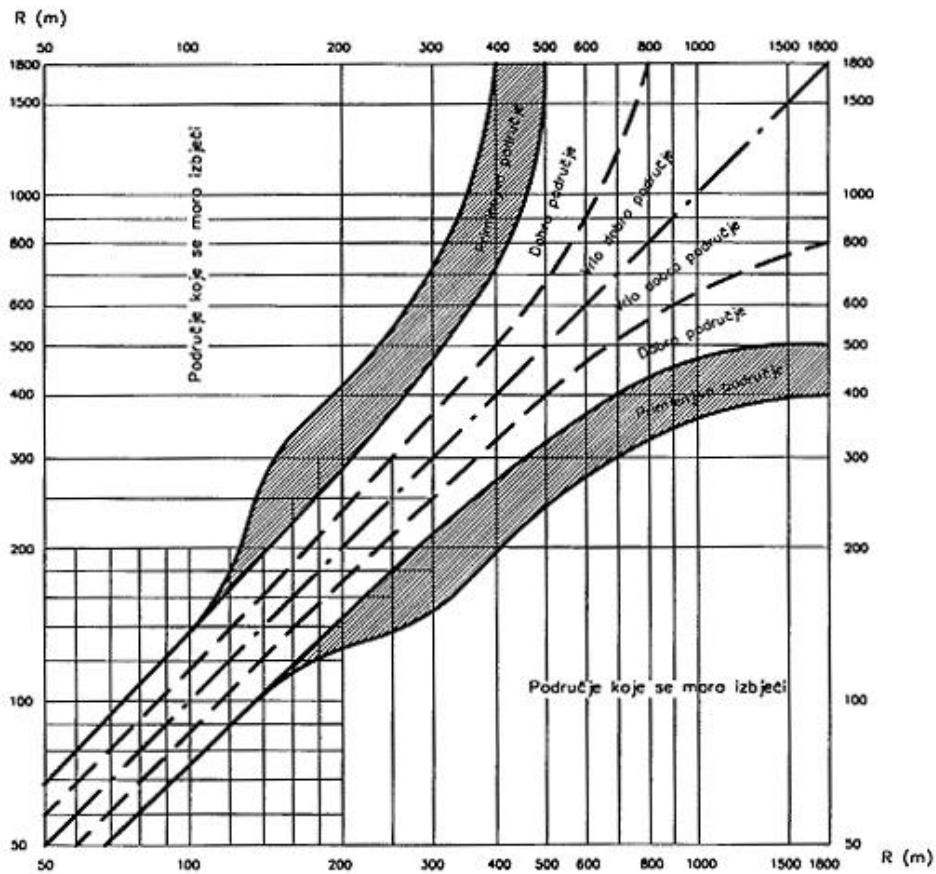
- u „vrlo dobrom području“ na autocestama i cestama 1. razreda
- u „dobrom području“ na cestama 2. i 3. razreda
- u „primijenjivom području“ na cestama 4. i 5. razreda

Iznimno se primjenjuje najmanji polumjer kružnog luka ( $R_{min}$ ) ako to zahtijeva vrsta terena, odnosno prostorno ograničenje. U tom slučaju najmanji polumjer kružnog luka za projektnu brzinu ( $V_p$ ) dan je formulom:

$$R_{min} = \frac{V_p^2}{127 \cdot (f_{Rdop} + q_{max})}$$

gdje je:

- $V_p$  (km/h) – projektna brzina
- $q_{max} = 7\%$
- $f_{Rdop} = 0,6f_{Rmax}$



Slika 9. Veličine polumjera susjednih zavoja

Izvor: [4]

U tablici 10. su dani podaci za najmanji polumjer zavoja u ovisnosti o projektnoj brzini  $V_p$ .

Tablica 10. Najmanji polumjer zavoja  $R_{min}$  i granični polumjer  $R_G$

$V_p$ (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{min}$ (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850
$R_G$ (m)	110	220	350	535	800	1100	1450	1900	2350	2950	3400

Izvor: [4]

U izboru polumjera, dodatno ograničenje javlja se ako se zavoj primjenjuje iza pravca, u tom slučaju odnos između duljine pravca i veličine polumjera treba biti:

- za  $L_{pr} \leq 500\text{m}$                        $R_{od} \geq L_{pr}$
- za  $L_{pr} > 500\text{m}$                          $R_{od} \geq 500\text{m}$

### 2.2.3. Prijelaznica

Prijelaznica kao dio tlocrtnog elementa služi za:

- postupan prijelaz zakrivljenosti iz pravca u kružni luk te za prijelaz iz jedne zakrivljenosti u drugu, odnosno postupnu promjenu radijalnog ubrzanja
- za osiguranje dovoljne duljine vitoperenja kolnika za prijelaz iz poprečnog nagiba u kružnom luku na poprečni nagib u pravcu
- za postupno proširenje kolnika iz širine u pravcu na širinu u kružnom luku.

Na svim javnim cestama, obavezna je primjena prijelaznice oblika klotoide, čija jednadžba glasi:

$$A = \sqrt{R \cdot L}$$

gdje je:

- A – parametar klotoide
- R – polumjer kružnog luka
- L – lučna duljina klotoide.

Duljina prijelaznice određena je:

- a) voznodinamičkim zahtjevima
- b) konstruktivnim zahtjevima
- c) vizualnim zahtjevima

### a) Voznodinamički zahtjevi

Duljina prijelaznice s obzirom na voznodinamičke zahtjeve, određena je dopuštenim bočnim pritiskom tj. promjenom radijalnog ubrzanja u jedinici vremena  $X$  ( $\text{m}/\text{sec}^3$ ).

$$L_{\min} \geq \frac{2,725 \cdot V_p \cdot f_{Rdop}}{X}$$

gdje je:

- $L_{\min}$  (m) – najmanja duljina prijelaznice
- $V_p$  (km/h) – projektna brzina
- $f_{Rdop}$  – dopušteni radijalni koeficijent otpora klizanja
- $X$  ( $\text{m}/\text{sec}^3$ ) – dopušteni bočni pritisak

Prema voznodinamičkim zahtjevima vrijednosti  $L_{\min}$  i  $R_{\min}$  za projektnu brzinu  $V_p$  navedene su u tablici 11.

Tablica 11. Voznodinamički zahtjevi za duljinu prijelaznice

$V_p$ (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$X$ ( $\text{m}/\text{sec}^3$ )	0,875	0,800	0,725	0,650	0,575	0,500	0,450	0,400	0,350	0,300	0,250
$L_{\min}$ (m)	25	30	35	45	50	60	65	75	85	95	115
$A_{\min}$	25	37	51	73	94	122	150	184	226	267	313
$R_{\min}$ (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850

Izvor: [4]

### b) Konstruktivni zahtjevi

Relativni nagib ruba kolnika na duljini prijelaznice mora udovoljavati graničnim dopuštenim vrijednostima  $D_{s_{\max}}$  prema sljedećoj tablici:

Tablica 12. Relativni nagib ruba kolnika  $D_{s_{\max}}$  (%)

$V_p$ (km/h) ceste	$\leq 40$	60	$\geq 80$
$D_{s_{\max}}$ (%)	1,5	1	0,75

Izvor: [4]

### c) Vizualni zahtjevi

Uvjet uočljivosti mora zadovoljiti dva zahtjeva:

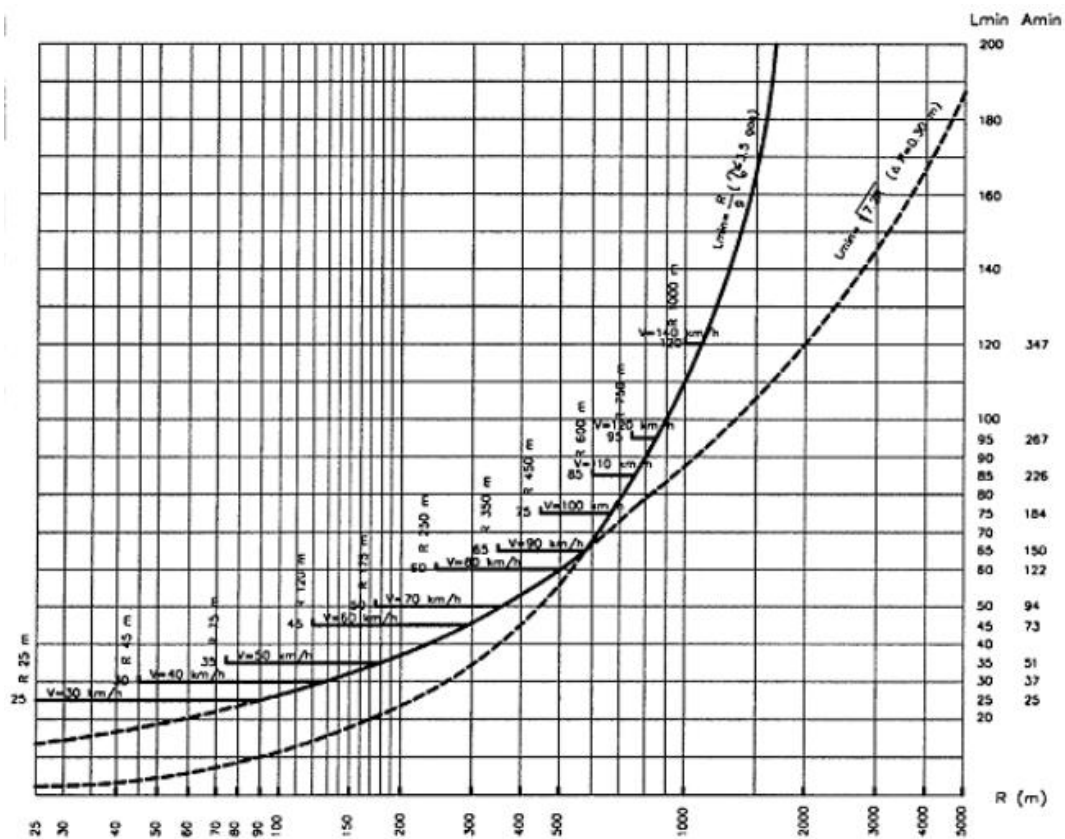
1. Za skretni kut na duljini prijelaznice 3,5 tona i

$$L_{min} \geq \frac{R}{9}$$

2. Za odmak kružnog luka  $DR \geq 0,3m$

$$L_{min} \geq \sqrt{7,2 \cdot R}$$

Najmanja duljina prijelaznice ( $L_{min}$ ) u ovisnosti o polumjeru kružnog luka ( $R$ ) za razne projektne brzine ( $V_p$ ) koje udovoljavaju vizualnim i voznodinamičkim zahtjevima prikazane su na slici 10.



Izvor: [4]

Slika 10. Najmanja duljina prijelaznice

Prijelaznica se primjenjuje u pet slučajeva:

1. Između pravca i kružnog luka
2. Između dva suprotnosmjerna kružna luka
3. Između dva istosmjerna kružna luka
4. Os ceste sastavljena samo od prijelaznica primjenjuje se samo u iznimnim slučajevima
5. Primjena dviju istosmjernih prijelaznica s kratkim međupravcem ili bez njega nije dopuštena, osim kad je udovoljen već spomenuti uvjet:

$$2V_p \leq L_{pr} \leq 20V_p$$

$$4V_p \leq L_{pr} \leq 20V_p$$

U iznimnim slučajevima se može dopustiti prijelaz iz pravca u kružni luk bez prijelaznice. Iznos polumjera u tom slučaju dan je u tablici 13.

Tablica 13. Duljina kružnog luka bez prijelaznice R (m)

$V_p$ (km/h)	≤ 80	90	100	110	120	130
R (m)	1500	1800	2000	2500	3000	3500

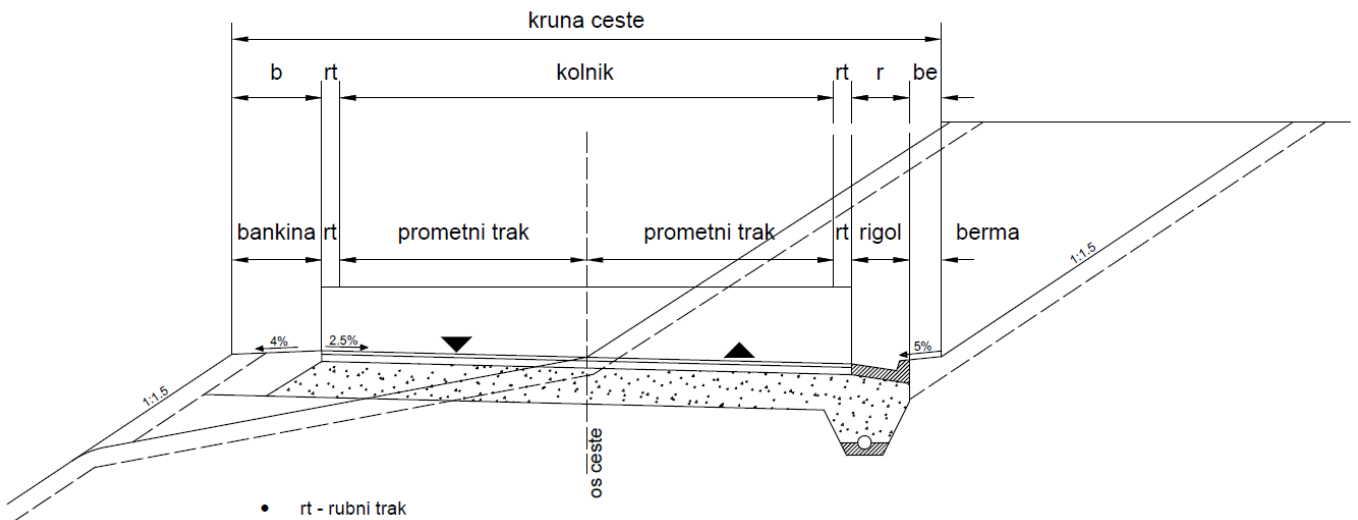
Izvor: [4]

### 2.3. KRUNA CESTE

Kruna ceste su elementi poprečnog presjeka ceste koji neposredno ovisi o kategoriji ceste, stupnju ograničenja, željenoj kvaliteti prometnog toka i projektnoj brzini ( $V_p$ ). U elemente krune svrstavamo:

1. kolnik
2. rubni trakovi
3. rigoli
4. razdjelni pojas
5. bankina
6. nogostup

## 7. biciklističke staze



Slika 11. Kruna ceste

Izvor: [6]

### 2.3.1. Kolnik

Kolnik je gornji dio ustroja ceste, odnosno dio cestovne površine. U prvom redu je namijenjen za promet vozila. Obuhvaća pretjecajne, vozne, rubne, zaustavne i dodatne trakove. Kolnički trak sastoji se od jednog ili više prometnih trakova koji služe za promet vozila u jednom smjeru. Širina prometnog traka mora omogućiti širinu koja pruža nesmetano odvijanje prometa. U tablici 14. su dane vrijednosti prometnog traka u ovisnosti projektne brzine [4]. Nedovoljna širina kolnika smanjuje sigurnost prometa. Istraživanja su dokazala da se broj prometnih nezgoda smanjuje povećanjem širine kolnika [5].

Tablica 14. Širina prometnog traka

$V_p$ (km/h) ceste	≥120	100	90	80	70	60	50	40
$\check{s}_{vt}$ (m)	3,75	3,50	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00 (2,75)	2,75 (2,50)

Izvor: [4]

### 2.3.2. Rubni trakovi

Rubni trakovi služe za iscrtavanje horizontalne signalizacije i za sigurno obrublivanje kolnika. Grade se s obje strane prometnog traka, a služe za vizualnu vodljivost trase. Nisu uračunati u širinu prometnog traka. Njihova širina ovisi o širini prometnog traka, kako je prikazano u tablici 15.

Tablica 15. Širina rubnog traka

Prometni trak (m)	Rubni trak (m)
3,75	0,50
3,50	0,35
3,25 - 3,00	0,30
2,75	0,20

Izvor: [4]

### 2.3.3. Razdjelni pojas

Razdjelni pojas služi za odvajanje kolnika po smjerovima radi sigurnosti prometa. Na autocestama sa četiri ili više prometna traka, razdjelni pojas se izvodi u širini od 3,0m-4,0m (iznimno 2,5m).

### 2.3.4. Bankina

Bankina je element krune ceste koja se izvodi u širini od 1,0 – 1,5m (tabl. 16.), ovisno o tipu i kategoriji ceste. Predstavlja rubni element čija površina služi za postavljanje vertikalnu signalizaciju. Izvodi se s nagibom prema vanjskoj strani ceste sa minimalnim iznosom od 4%. Ukoliko je visina nasipa veća od 300m na bankinama, potrebno je osigurati širinu za postavljanje zaštitne ograde.



Tablica 16. Širina bankine

Prometni trak (m)	Bankina (m)
3,75 / 3,50	1,50
3,25	1,20
3,00 / 2,75	1,00

Izvor: [4]

### 2.3.5. Nogostup

Prometna površina koja je namijenjena kretanju pješaka naziva se nogostup. Izvodi se s nadvišenim rubnjakom u odnosu na kolnik uz koji se izvodi. Visina rubnjaka izvodi se od 12 do 20cm. Širina pješačkog traka za jednu osobu iznosi 80cm, dok je za dvije osobe iznos dvostruko veći.

### 2.3.6. Biciklističke staze

Biciklističke staze se izvode na nogostupima, no mogu se izvesti i na kolnicima, ukoliko su denivelirane rubnjakom i na sigurnosnoj udaljenosti od ruba prometnog profila minimalno 75cm.

## 2.4. PROŠIRENJE KOLNIKA

Proširenje kolnika ovisi o mjerodavnom vozilu i veličini polumjera zavoja. Kod nas se za mjerodavno vozilo uzima teretno vozilo s prikolicom, stoga se proširenje računa na sljedeći način:

$$\Delta\check{S} = \frac{42}{R}$$

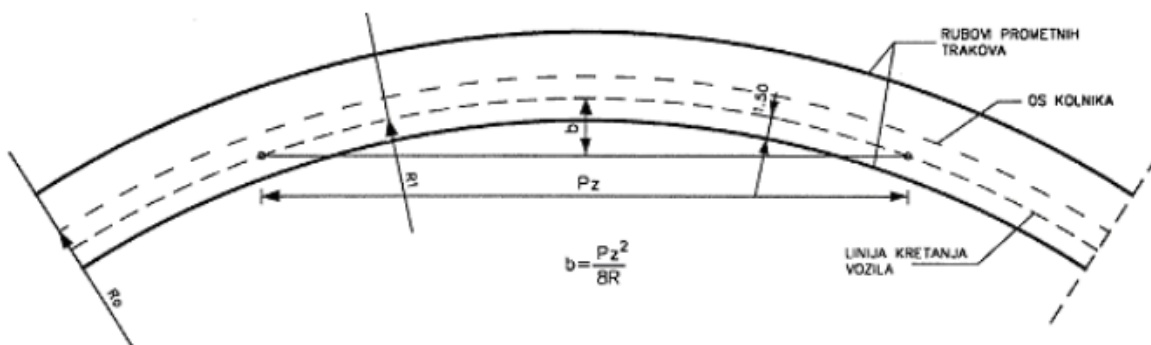
gdje R predstavlja polumjer kružnog luka. Stoga su proširenja vanjskog i unutarnjeg traka jednaka. Proširenje se izvodi postepeno na duljini prijelaznice.

## 2.5. PREGLEDNOST

Preglednost mora biti zadovoljena u horizontalnom i vertikalnom zavoju.

**Horizontalna preglednost** osigurava se uklanjanjem svih vrsta prepreka na unutarnjoj strani zavoja, kao što je prikazano na slici 12. gdje je:

- $b$  (m) – širina preglednosti
- $P_z$  (m) – tražena duljina preglednosti
- $R$  (m) – polumjer zavoja



Slika 12. Elementi horizontalne preglednosti

Izvor: [4]

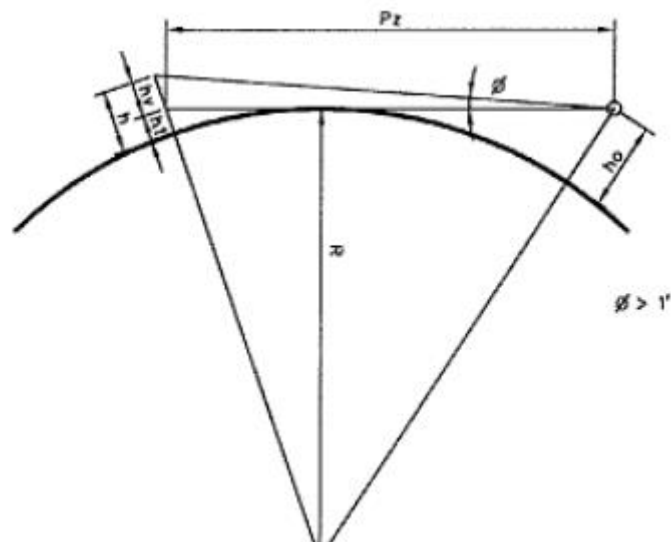
Tablica 17. Širina preglednosti

$V_r$ (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{min}$ (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850
$P_z$ (m)	25	35	50	70	90 (80)	120 (100)	150 (120)	190 (150)	230 (170)	280 (200)	340 (250)
$b$ (m)	2,9	3,6	4,3	5,1	6,0 (4,6)	7,1 (5,0)	8,3 (5,1)	9,9 (6,3)	11,3 (6,0)	13,3 (6,7)	17,0 (9,2)

Izvor: [4]

U tablici 17. su dane vrijednosti širine preglednosti 'b'.

**Vertikalna preglednost** ovisi o polumjeru vertikalnog zavoja. Preglednost mora biti osigurana jednaka kao za zaustavljanje vozila pred nepomičnom zaprekom. Kod vertikalne preglednosti uzimamo u obzir visinu oka vozača ( $h_o$ ), te visinu vidljive ( $h_v$ ) i nevidljive ( $h_1$ ) nepomične zapreke.



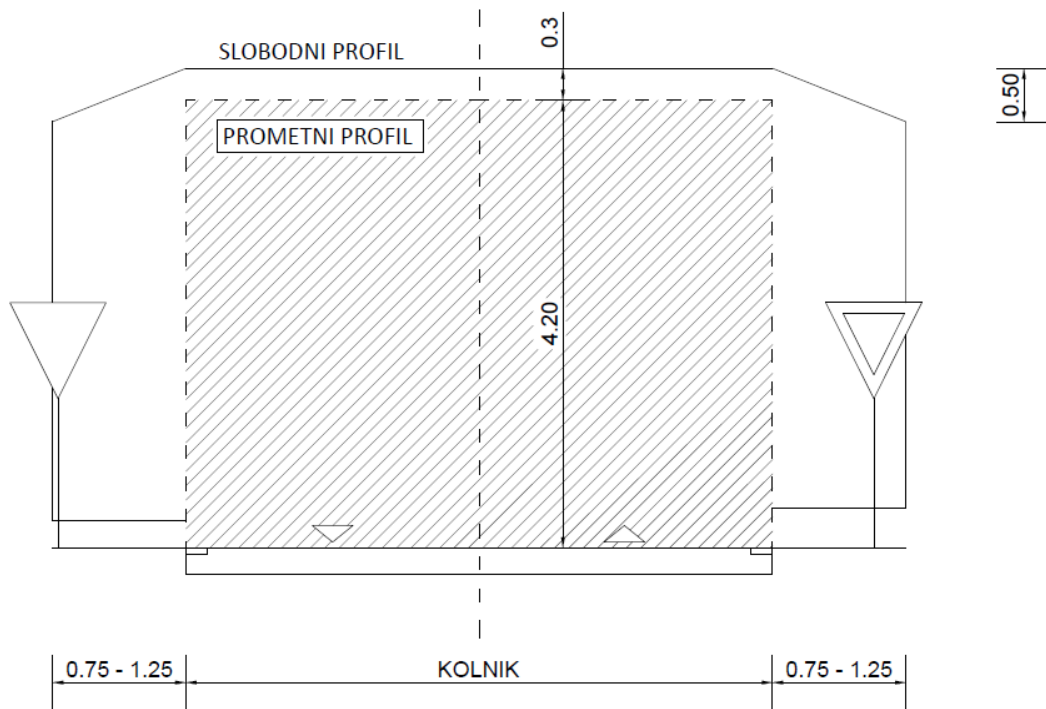
Slika 13. Vertikalna preglednost

Izvor: [4]

## 2.6. PROMETNI I SLOBODNI PROFIL

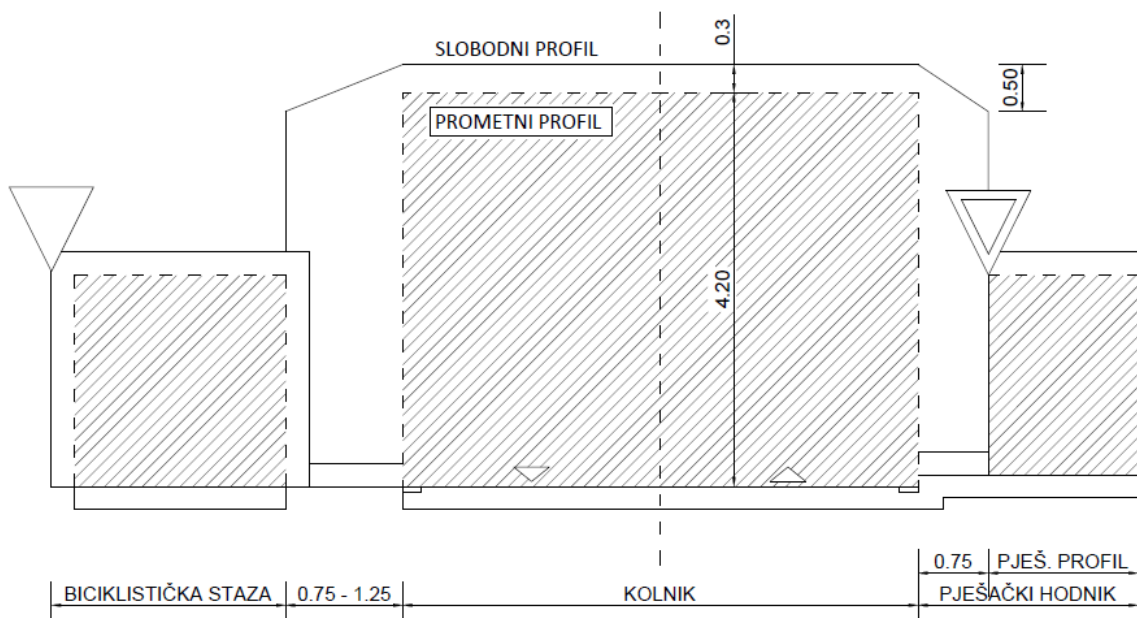
**Prometni profil** je prostor koji pruža nesmetano odvijanje prometa, u koji ne smije zadirati nikakva zapreka. Visina prometnog profila iznosi 4,20m, a on obuhvaća: prometne trakove, rubne trakove te dodatne i zaustavne trakove.

**Slobodni profil** predstavlja uvećani prometni profil za zaštitnu širinu i visinu. Njegova visina iznosi 4,50m.



Slika 14. Prometni i slobodni profil

Na slici 15. prikazan je kombinirani profil koji je opisan za mješoviti promet. Odnosno na one prometnice na kojima je predviđen biciklistički, kao i pješački promet [4].



Slika 15. Kombinirani i slobodni profil

Izvor: [4] (slika 14., 15)

### 3. ANALIZA PLANOVA ZA GRADSKU ČETVRT SESVETE

Sesvete se nalaze na istočnom dijelu Zagreba, na raskrižju prometnih veza prema zagorskim podravskim i slavonskim prostorima. Zajedno s još nekoliko gradova čine prsten u čijem je središtu grad Zagreb. Grad Zagreb i Zagrebačka županija koja zajedno čine Zagrebačku regiju, po svojoj veličini Sesvete su prve od gradskih naselja, odmah iza naselja Zagreb. Zauzimaju na deveto mjesto u državi gledajući broj stanovnika, prema podacima iz 2001. godine. Prema GUP-u za gradsku četvrt Sesvete analizirano je sljedeće.

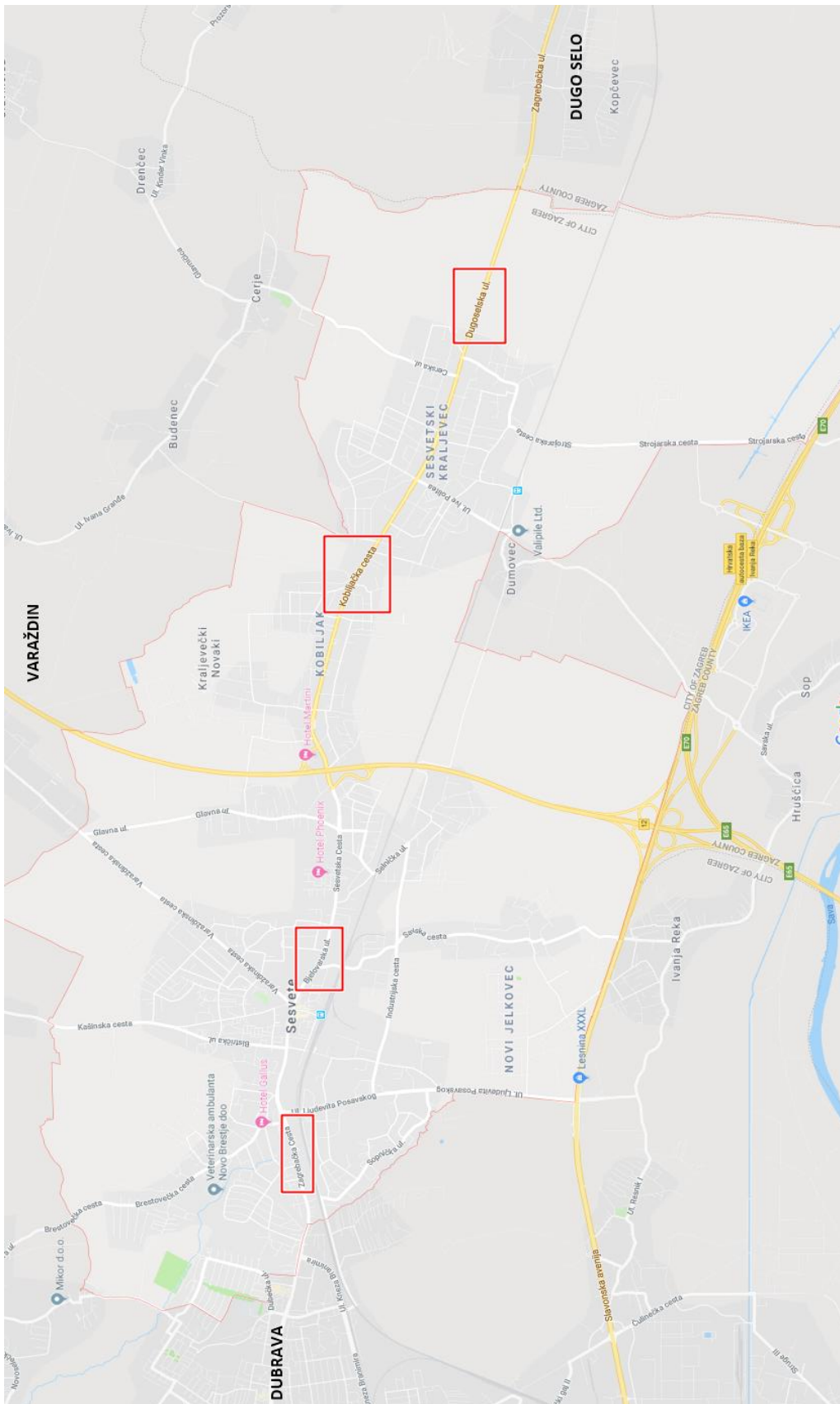
Sesvetska prometna infrastruktura sastoji se od guste mreže ulica različite širine koridora, tehničkog standarda te različitih uloga u prometnom sustavu. Osnovna mreža glavnih gradskih ulica koje se sastoje od državnih i županijskih cesta koje od Zagreba, preko Sesveta vode prema Varaždinu, Kašini i gospodarskoj zoni, te prema Dugom Selu (primjerice ulice: Zagrebačka – Bjelovarska – Kobiljačka – Dugoselska). Širina koridora na takvim cestama je bolja, no u odnosu na promet koji podnose. Bolji je također i tehnički standard, no ne i potpuno zadovoljavajući.

Lokalne ceste i ulice su u lošem stanju. Često neuređene. Dionice bez nogostupa, rasvjete, riješene odvodnje, biciklističke staze.

Osnovna mreža prometnica u Sesvetama podnosi prometno opterećenje od 16.000 vozila dnevnog prometa, a vikendom se iznos penje i preko 20.000 vozila u danu. Rezultat je to nedovršenog cestovnog sustava prema Podravini i Slavoniji.

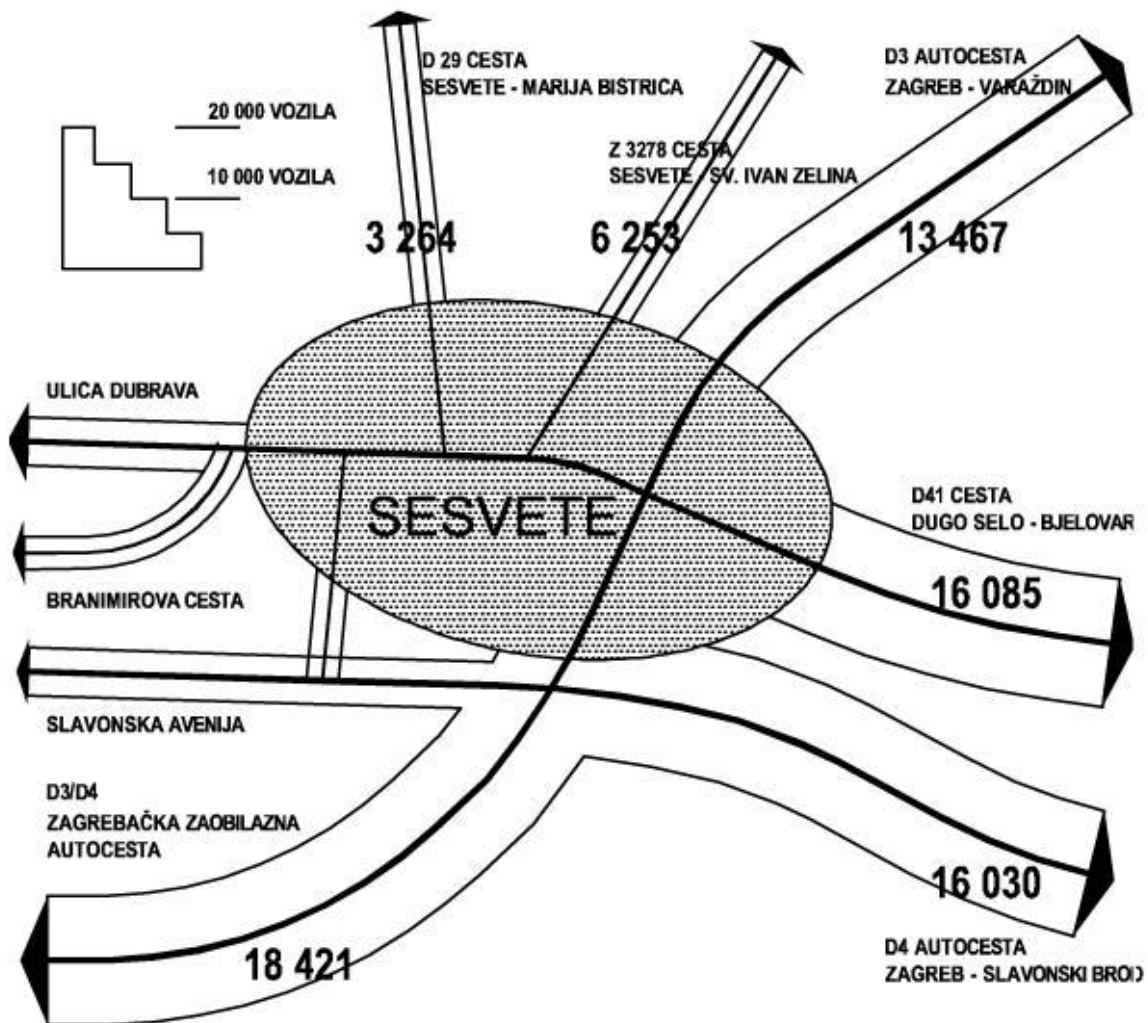
Prema popisu iz 2011. godine, u Sesvetama stanuje 55.850 stanovnika, što prema statističkim podacima govori da u Sesvetama ima približno 13.000 automobila.

Prijevoz putnika odvija se preko ZET-ovih autobusnih linija sa pokrajnjim stajalištima na uličnoj mreži i središnjim terminalom kod Željezničkog kolodvora Sesvete. Autobusne linije završavaju u Dupcu. Osim autobusnih linija, kroz Sesvete prolazi željeznica koja ima sve veću ulogu u prijevozu putnika. Na njoj dnevno prometuje 50 vlakova u svakom smjeru sa frekvencijom u prosjeku od 20 minuta.



Slika 16. Prikaz Seseveta i osnovne ulične mreže

Izvor: Google maps



Slika 17. Prikaz opterećenja za gradsku četvrt Sesvete

Izvor: [7]

Prema podacima iz 2001. godine od strane Hrvatska uprava za ceste, na slici 17. prikazano je brojenje prometa u Sesvetama, odnosno dnevni promet na vanjskim prilaznim cestama Sesveta.

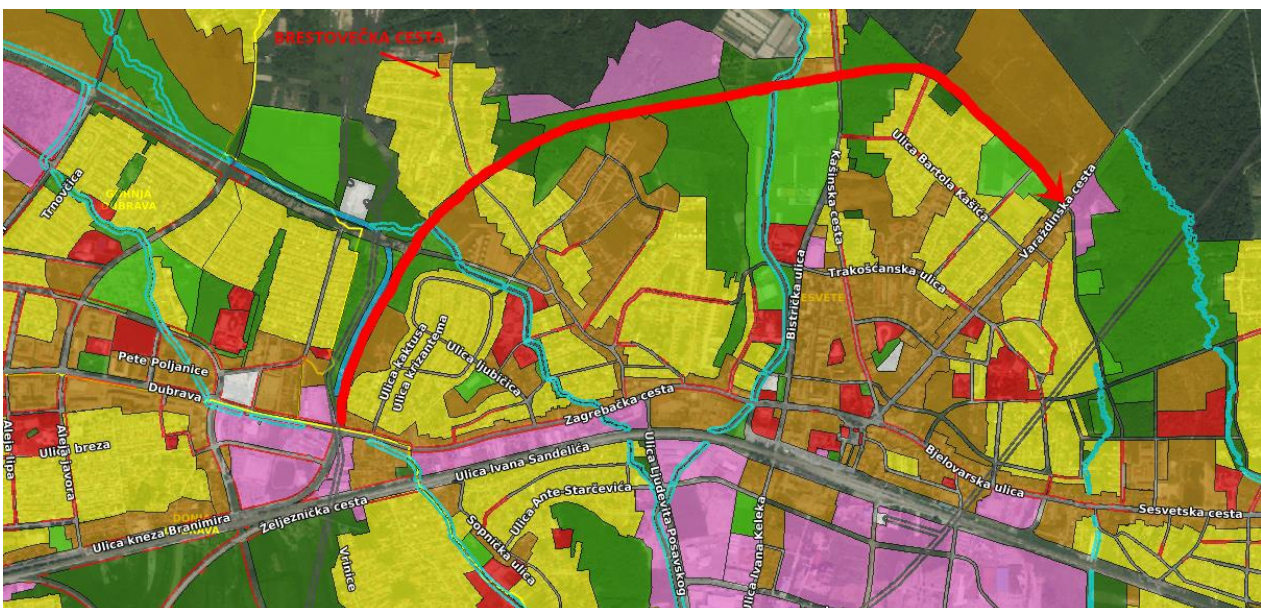
Konsolidacija urbane strukture Sesveta je vrlo važan cilj prostornog uređenja, a planska rezervacija prostora za javne potrebe koje nedostaju Sesvetama je način kojime se to može postići. Vrlo važno je povezivanje Sesveta sa Zagrebom, uz rješavanje prometnog čvora u središtu grada. Za rasterećenje istog središta, nužan je nastavak gradnje Branimirove ulice.

Uređenje terminala i prostora za parkiranje uz terminal u centru Sesveta uz modernizaciju željezničkog čvora važna je za razvoj javnog prometa.

Prema Generalnom urbanističkom planu Seseveta iz 2015. godine planiraju se sljedeća usmjerenja:

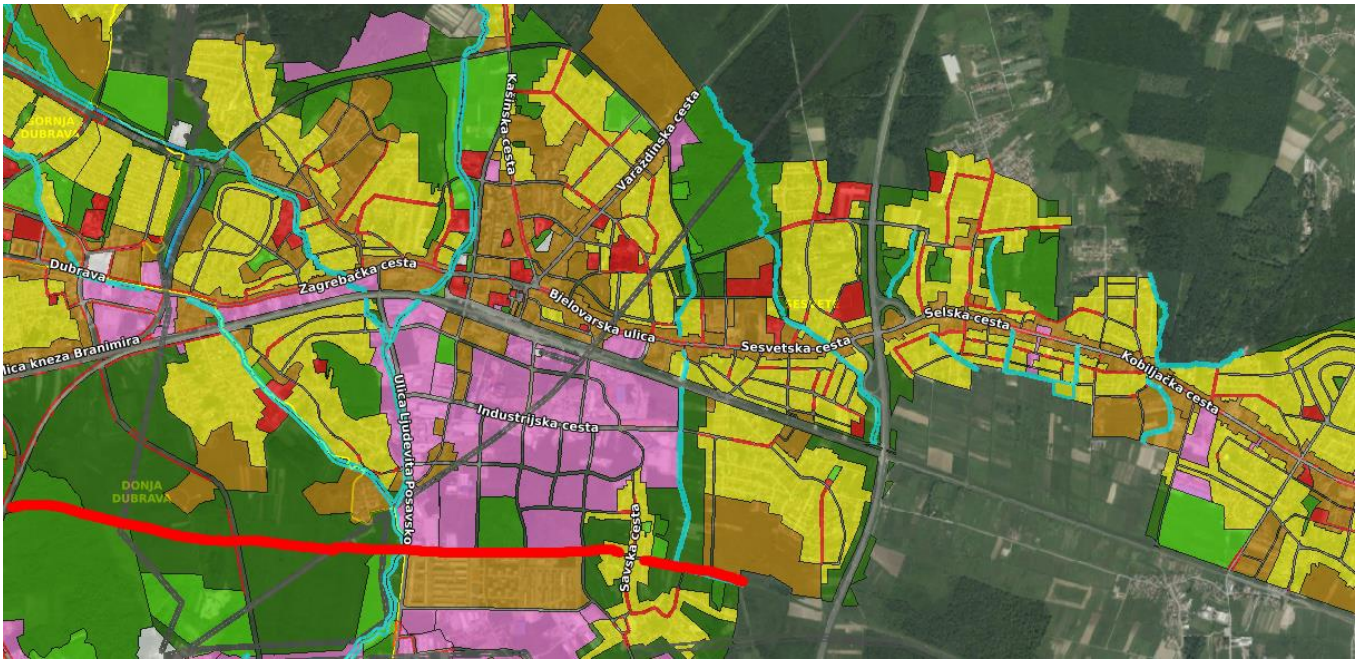
- bolja prometna povezanost sa Zagrebom unapređivanjem željezničkog i autobusnog prometa i gradnjom novih uličnih spojeva;
- izgradnja obilaznih uličnih poteza sjeverno i južno od željezničke pruge kako bi se rasteretile glavne ulice i središte Seseveta od prekomjernog automobilskeg prometa što uključuje i formiranje pješačke zone u središtu Seseveta;
- uređenje postojećih glavnih ulica u skladu potreba stanovništva s posebnom pažnjom na sigurnost pješaka;
- bolja prometna povezanost s predjelima južno od željezničke pruge;
- izgradnja kompleksa željezničkog i autobusnog kolodvora Sesevete kao središnjeg putničkog terminala.

Produženom Branimirovom ulicom (slika 18.) na sjeveru, Ulicom grada Vukovara kroz radnu zonu (slika 19.), te Slavonskom avenijom (slika 20.) na južnom rubu urbanog područja Seseveta planira se razvoj ulične mreže tako da prolazni regionalni promet koji preko Seseveta ide drugim odredištima usmjerava obilazno. Na taj način će se osigurati bolja prostorna organizacija cijeloga gradskog prostora, rasteretiti će se gradsko središte od automobilskeg prometa i omogućiti veće pješačke zone.

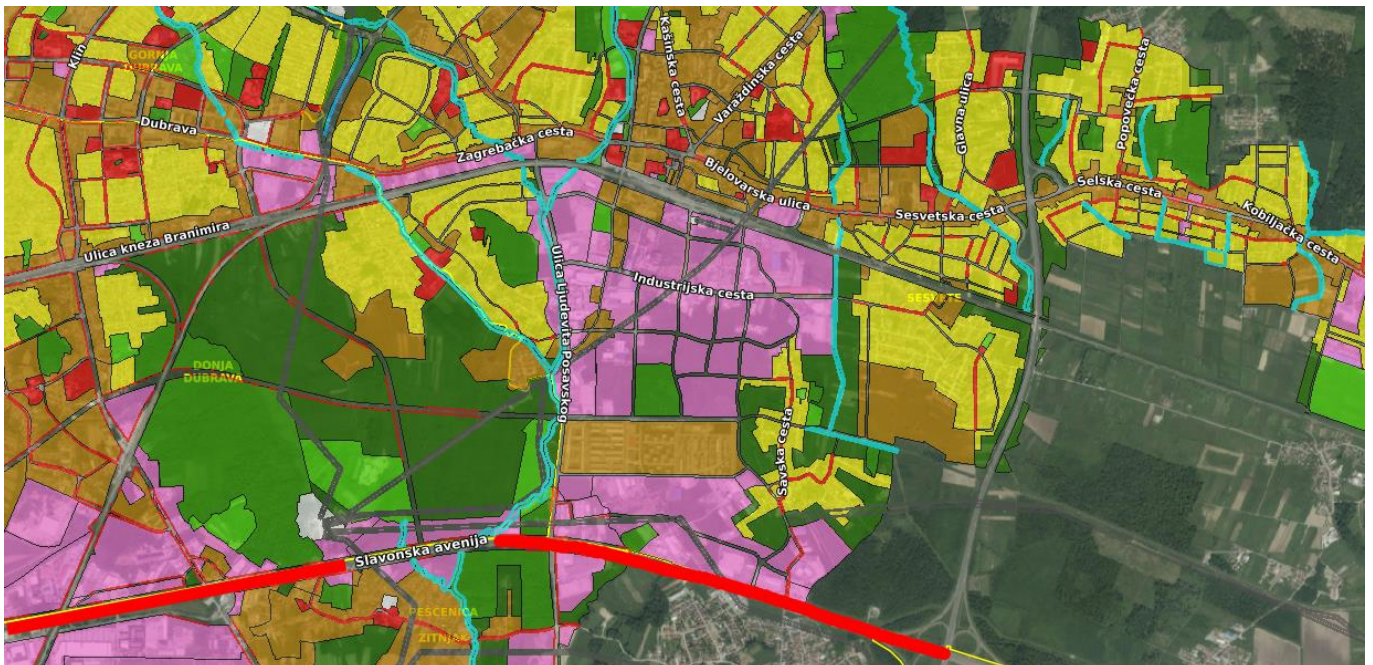


Slika 18. Produžetak Ulice kneza Branimira





Slika 19. Produžetak Ulice grada Vukovara



Slika 20. Slavonska avenija ja južnom rubu

Izvor: [9] (slika 18., 19., 20.)

Na području generalnog urbanističkog plana, ceste i ulice razvrstane su u sljedeće kategorije: gradska autocesta (gradska obilaznica), glavna gradska ulica, gradska ulica, sabirna ulica, te druge nekategorizirane ulice. Dionice novih ulica i njihove širine potrebno je pobliže definirati detaljnijim rješenjima na osnovi ovoga plana. Planirane površine za izgradnju novih prometnica mogu se prema potrebi proširiti, posebice radi formiranja raskrižja, njegovom prilasku, autobusnih stajališta, traka za javni prijevoz, itd.

Što se javnog prometa tiče, prema GUP-u<sup>4</sup> iz 2015. godine, predviđeno je korištenje svih glavnih gradskih i gradskih ulica za autobusni prijevoz putnika. Zbog toga su potrebne mjere proširenja kolnika kako bi se osigurao prostor za ugibaldišta te nadstrešnice uz pločnike. U javni promet je također uključena željeznica sa prigradsko-gradskim vlakovima na relaciji Zaprešić-Zagreb-Sesvete-Dugo Selo. Planira se uz dva postojeća stajališta uvesti dva nova stajališta u Sponici te Sesevskim Selima. GUP-om su utvrđeni prostorni uvjeti koji omogućavaju daljnji razvoj željezničkog prometa na području Sesveta na temelju prethodno izrađene „Studije redefiniranja željezničkog čvora Zagreb“.

Studijom je odlučeno da će teretni promet biti isključen s užeg gradskog područja Zagreba, te da će pruge biti oslobođene za daljinski i gradsko-prigradski putnički promet. Dok će se teretni promet odvijati priključnim prugama i obilaznim prugama.

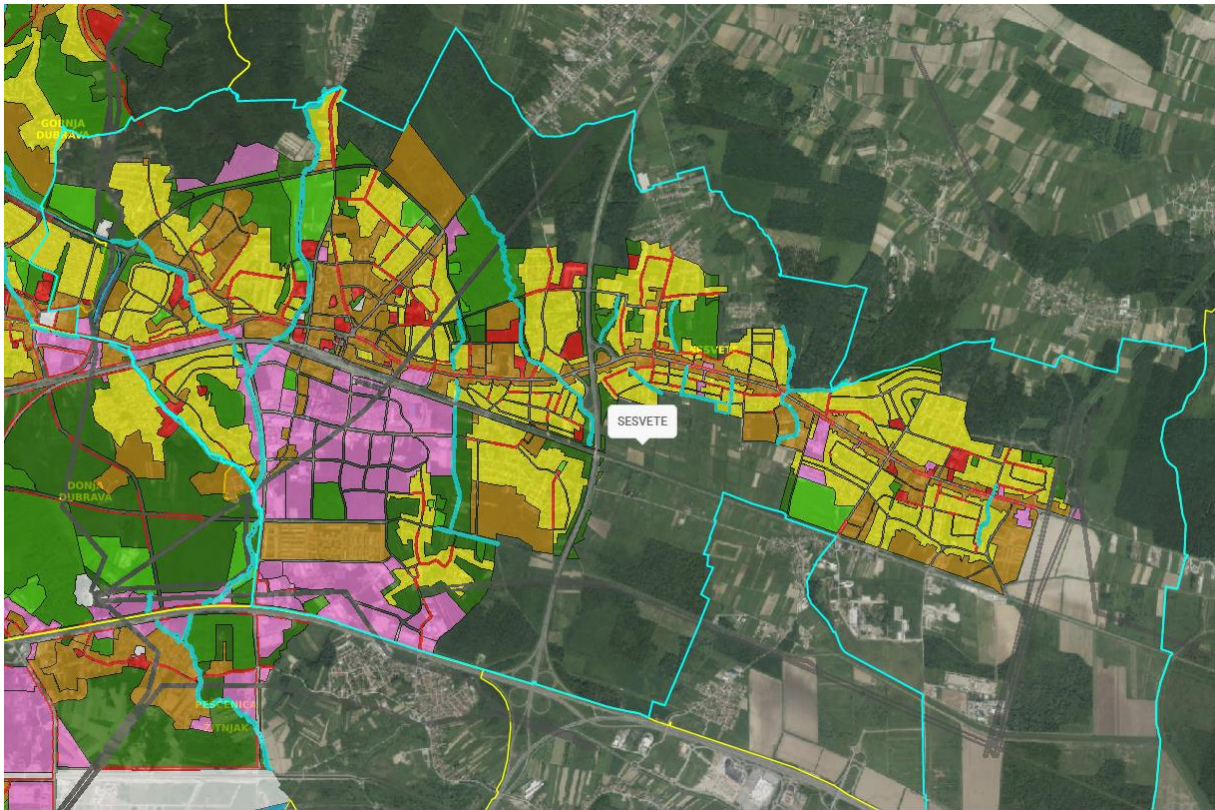
Za putnički promet su predviđeni prostori za izgradnju dvokolosiječne pruge. Isto tako planirana je izgradnja dva nova kolosijeka prema Dugom Selu i prema Zagrebu te dogradnja Kolodvora Sesvete gdje će se teretni vlakovi usmjeravati na obilaznu prugu dok će gradski i međugradski i prigradski vlakovi pristajati.

Porastom broja stanovništva, motorizacije ali i gospodarstva neizbježna je gradnja parkirališta i javnih garaža. Stoga su planirane četiri javne garaže, tri sjeverno od pruge (tržnica, prometni terminal, trg Dragutina Domjanića), te jedna južno od željezničke pruge.

Velika pažnja posvećena je biciklističkom i pješačkom prometu, stoga će se graditi biciklističke staze, te uređenje pješačkih zona [7].

---

<sup>4</sup> GUP – Generalni urbanistički plan



*Slika 21. Generalni urbanistički plan Sesvete, 2015. godina*

Izvor: [9]

#### 4. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA PROMATRANOJ DIONICI CESTE

Osnovica prometnog planiranja je brojanje prometa, čime se dobiva uvid u trenutno stanje, ali i podaci koji ukazuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. Prikupljanje tih podataka potrebo je radi:

- prometnog i urbanističkog planiranja;
- planiranja perspektivne prometne mreže nekog većeg područja ili oblikovanja nekog prometnog čvora;
- eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca.

Razlikujemo sljedeće vrste brojanja prometa:

- statičko brojanje prometa
- dinamičko brojanje prometa.

**Statičko brojanje prometa** je brojanje prometa u nekom presjeku, odnosno to je broj vozila koji u određenom vremenskom intervalu prođu kroz određeni presjek ceste. Koristi se za dimenzioniranje prometnica i križanja jer nam daje uvid o opterećenju prometnica. Statičko brojanje provodi se ručno, pomoću pogodnih obrazaca ili pomoću automatskih uređaja za brojenje (slika 22., 23.). Takav način brojanja ne ometa promet, što mu daje prednost. Takva vrsta brojanja prometa koristi se u današnje vrijeme.

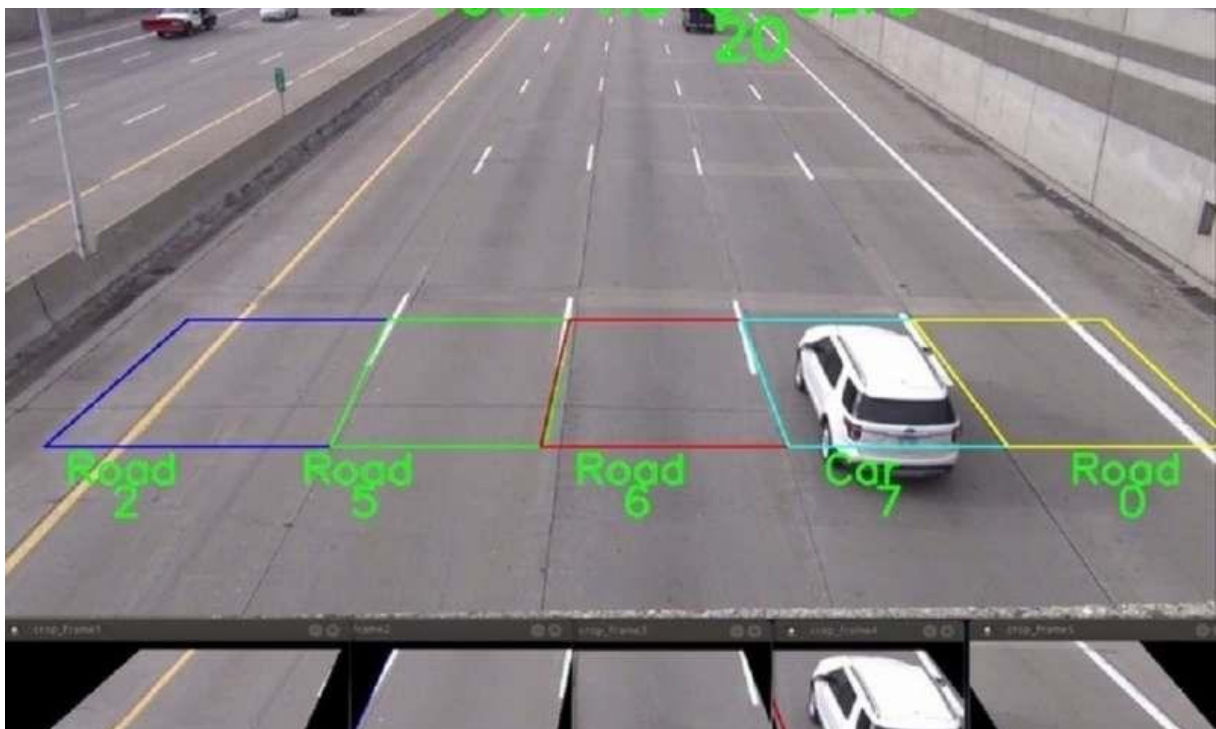
**Dinamičkim brojanjem prometa** broje se prometni tokovi. Daju nam uvid u smjer, jačinu i put prometnog strujanja, a glavna mu je zadaća utvrđivanje izvora i cilja pojedinih prometnih tokova. Mana dinamičkog brojanja je što zadržava promet, stoga je potrebno pažljivo odabrati mjesto brojenja. Postoji sedam metoda dinamičkog brojenja prometa koje se danas uglavnom ne koriste a to su:

1. metoda običnog mjerenja na čvornim točkama
2. metoda bilježenja registarskih oznaka vozila

3. metoda obilježavanja listićima
4. metoda ispitivanja
5. metoda brojačkih značaka
6. anketiranje kućanstva
7. elektromehanička metoda po Prädellu.

Brojanje pješaka provodi se tako da se kretanje snima fotokamerama, te se usporenim filmom broje pješaci. No brojanje pješaka provodi se na mjestima s većom gustoćom, npr. trkovi, križanja, itd.

Jedna od najnovijih metoda brojanja prometa dolazi sa Fakulteta tehničkih i računarskih znanosti u Dublinu gdje su istraživači razvili automatizirani susta brojenja automobila na postojećim infrastrukturama. Razvili su kamere koje odlično rade na svim uvjetima, a koliko su zaista dobre govori podatak da im je prosječna stopa točnosti veća od 96%. Program se naziva "OverFeat Framework"., a kako funkcionira prikazano je na slici 22.

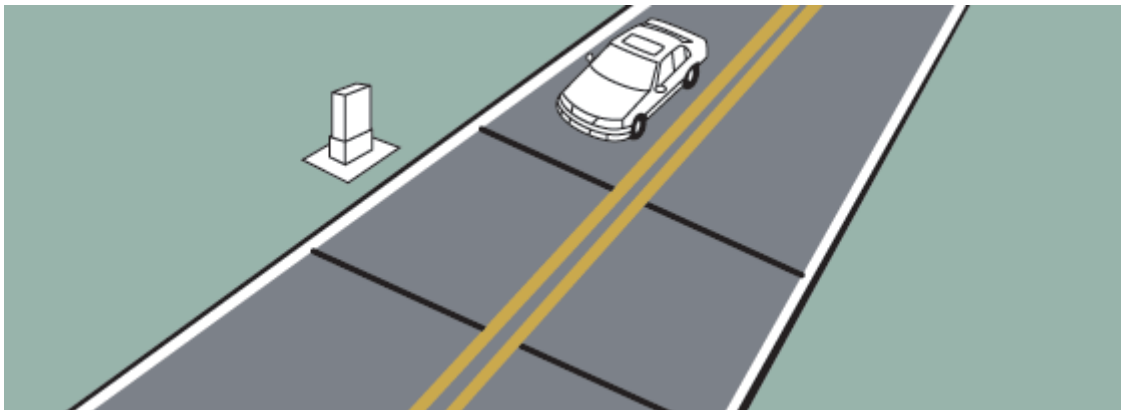


Slika 22. Automatizirano brojenje vozila

Izvor: [10]

Kako je ranije rečeno, brojanjem prometa dobivamo uvid u opterećenje prometnica na kojem se vrši brojenje. Ovisno o vrsti podataka koji su nam potrebni biramo način, odnosno vrijeme brojenja. Da bi se dobilo dnevno opterećenje izvodi se 16-satno brojenje u dvije smijene, od 6.00 do 14.00 sati i od 14.00 do 22.00 sata. Ukoliko je osnovnim brojenjem određeno vršno opterećenje, tada i kratkotrajno brojenje prometa od pola do dva sata mogu dati potrebne rezultate.

Sve češće se koriste automatski brojači jer je ručno brojenje skupo. Danas postoje dvije vrste automatskih brojača, oni koji broje osovine i oni koji broje vozila.



*Slika 23. Automatski brojači vozila*

Izvor: [11]



Slika 24. Automatski brojači osovina

Izvor: [12]

Vozila bila ona u kretanju ili mirovanju, zauzimaju različite prometne površine. Osobna vozila zauzimaju manju površinu od teretnih vozila. Teretna vozila također razvijaju manju brzinu, pri obilaženju im je potreban veću luk, itd. Kako bi se dobili jedinstveni podaci za određivanje strukture prometa uvedene su tzv. Pa-jedinice. Pa-jedinice su koeficijenti kojima se množi svaka vrsta vozila. Pa-jedinice nazivamo još EJA jedinice (ekvivalent jedinice automobila).

Tablica 18. Vrijednost Pa-jedinica u ovisnosti vrsti vozila

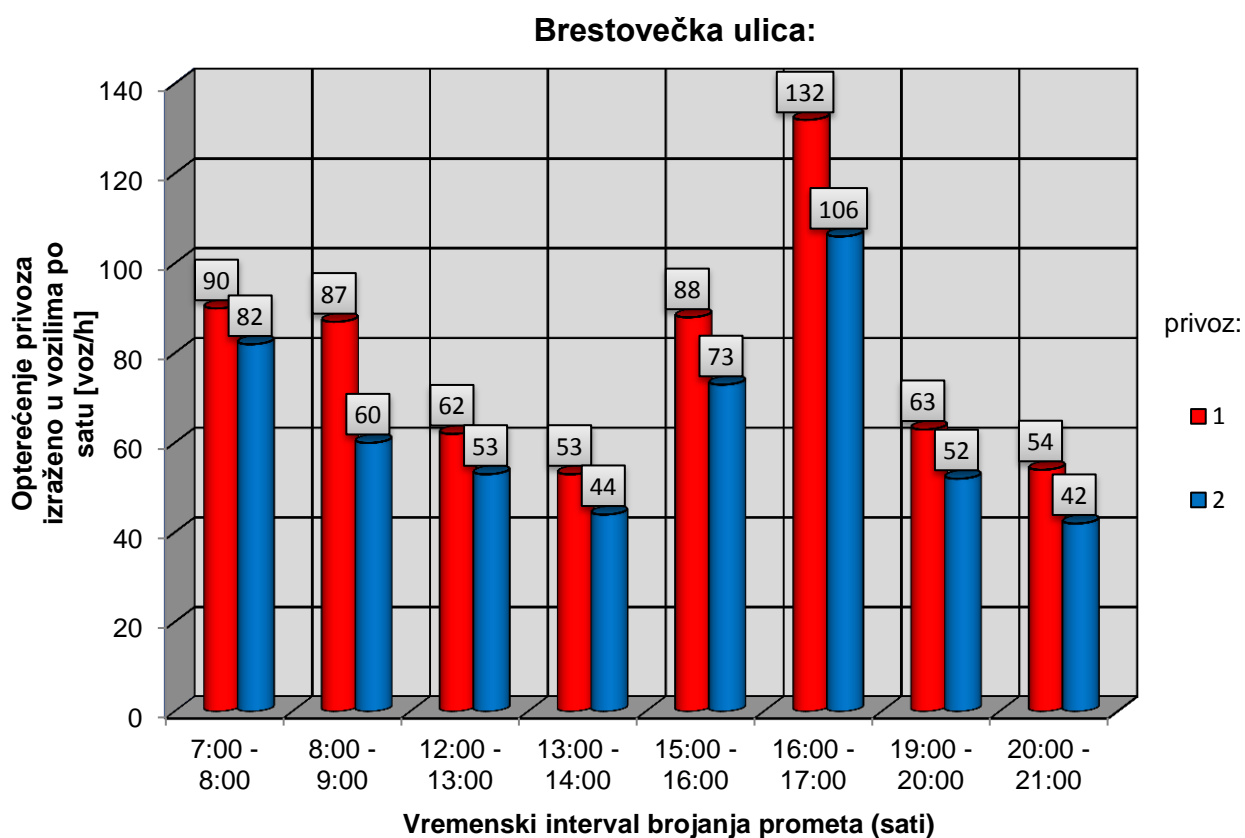
Vrsta vozila	Pa-jedinice
Bicikl	0,3
Motocikl	0,7
Osobni automobil	1
Lako teretno vozilo	1,5
Teško teretno vozilo	2
Autobus	2
Tramvaj	2,5

Izvor: [5]

Na području Brestovečke ceste provedeno je 16-satno brojenje prometa u razdoblju od 6.00 do 22.00 sata. Brojenje se vršilo u dva dana, radnim danom u tjednu i jednim danom u vikendu. Na temelju brojenja, dobiveni su podaci o dnevnom opterećenju, te vršnim satima.

#### 4.1. BROJENJE PROMETA RADNIM DANOM

Kao što je ranije spomenuto, brojenje se odvijalo radnim danom, točnije 16.5.2019. godine (četvrtak). U tabelama ispod teksta, prikazani su rezultati brojenja prometa za smjer 21, odnosno iz smjera Sesveta prema smjeru Dubrava.



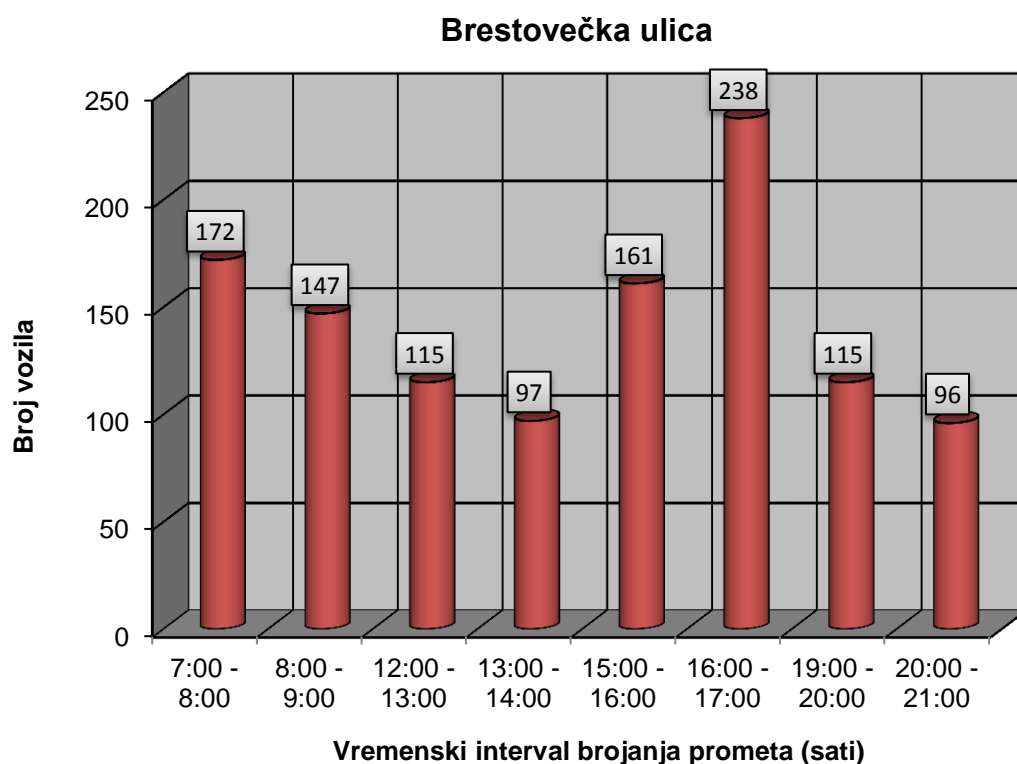
Grafikon 1. Broj vozila raspoređen po privozima u određenim vremenskim intervalima



Na temelju podataka koji se nalaze od 19. pa sve do 34. tablice izrađen je grafikon na kojem su prikazani smjerovi kretanja vozila sa njihovim opterećenjem. Iz grafa se može iščitati kako je u intervalima od 7:00 do 8:00 i 16:00 do 17:00 vršno opterećenje, odnosno da je u tim satima prošao najveći broj vozila u danu.

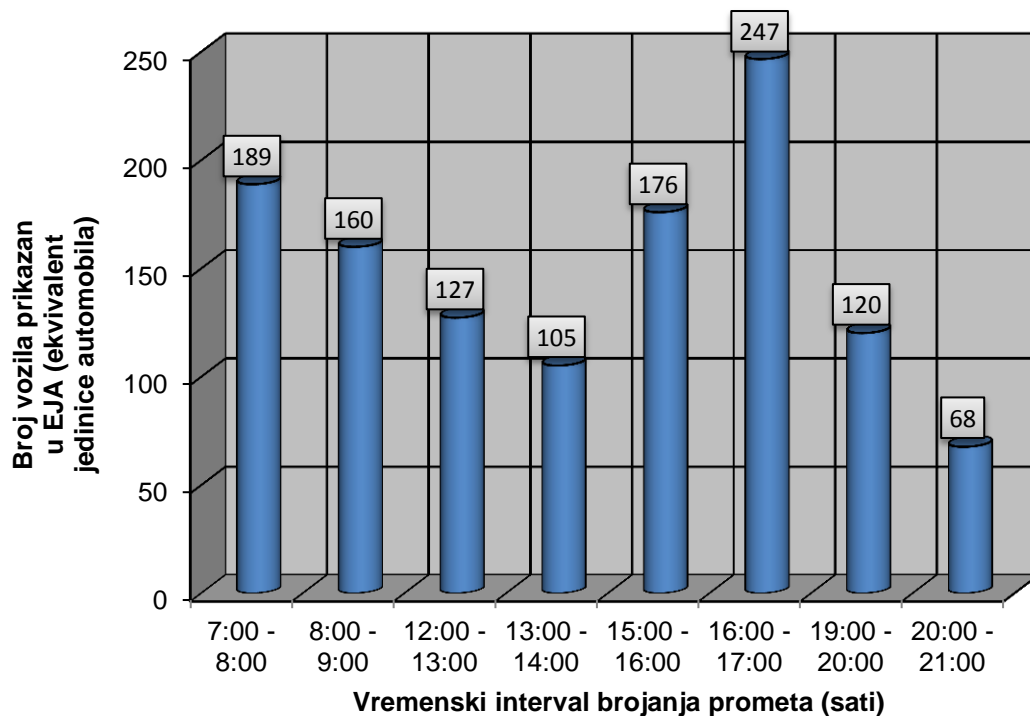
Na grafikonu 2. prikazan je ukupan broj vozila koji su u određenim vremenskim intervalima prošli kroz dionicu Brestovečke ceste. Na njemu je također jasno prikazano kako je najveći broj vozila prošao u razmaku od 7:00 do 8:00 sati te u razdoblju od 16:00 do 17:00 sati.

Grafikon 3. prikazuje broj vozila u ekvivalent jedinicama automobila.



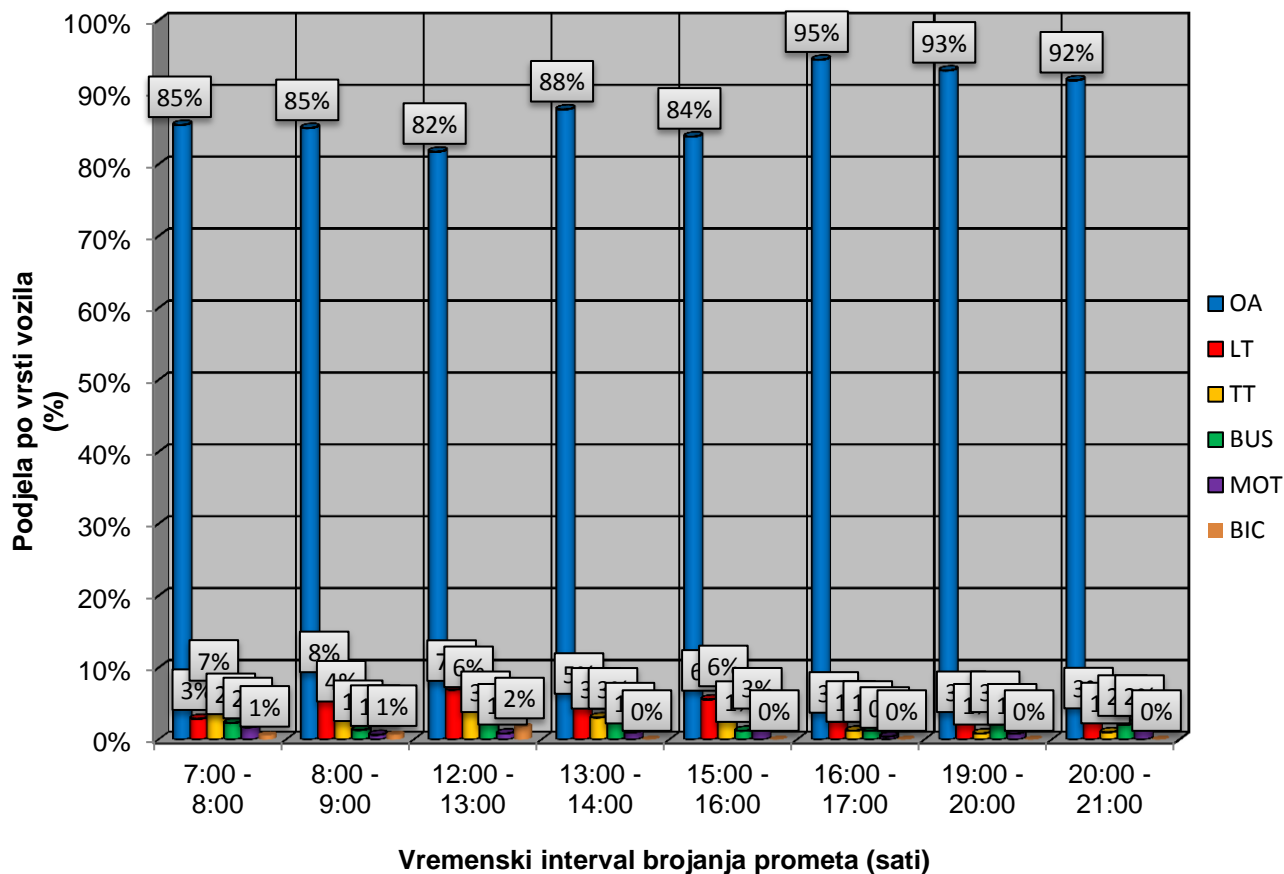
Grafikon 2. Ukupan broj vozila u određenim vremenskim intervalima

### Brestovečka ulica:



Grafikon 4. Broj vozila prikazan u Pa- jedinicama (EJA)

### Brestovečka ulica:

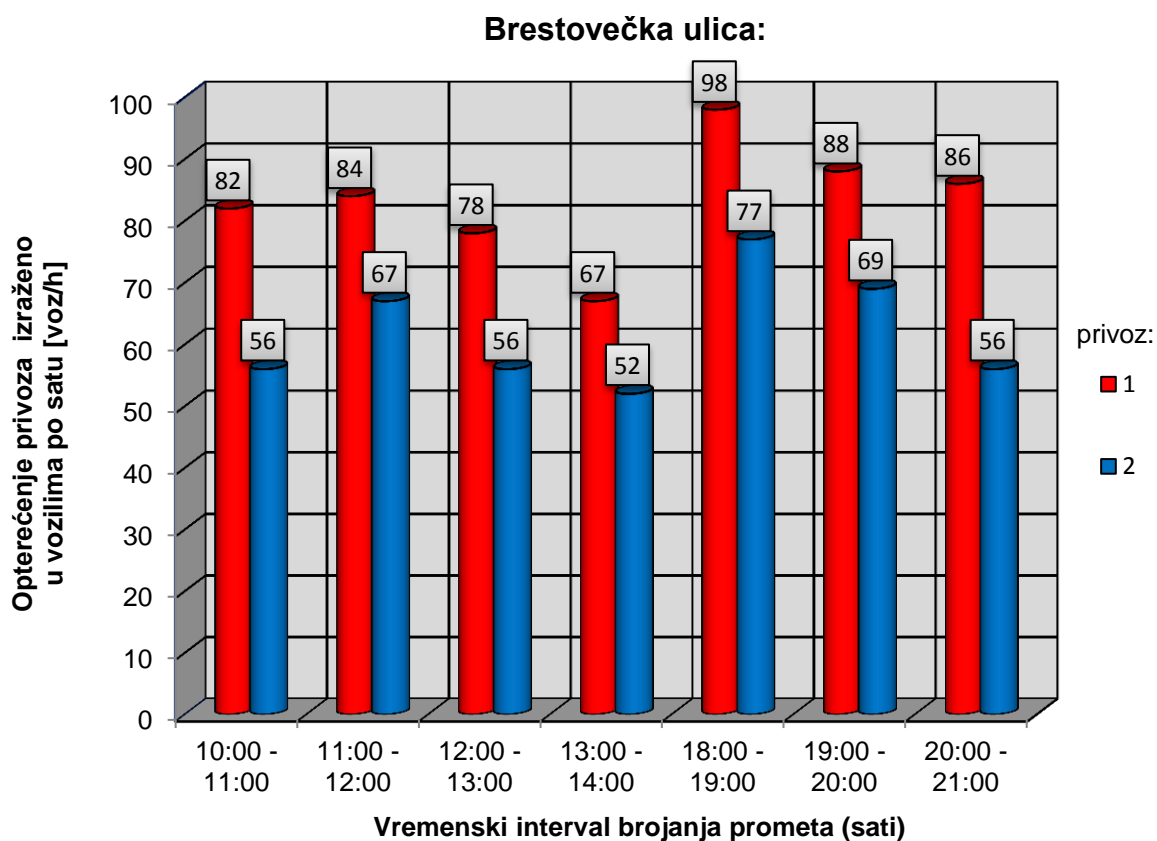


Grafikon 3. Prikaz opterećenja dionice prema vrsti vozila

Grafikon 4. prikazuje raspodjelu prometa prema vrstama vozila. Na dionici Brestovečke ceste osobna vozila čine preko 80% svih vozila.

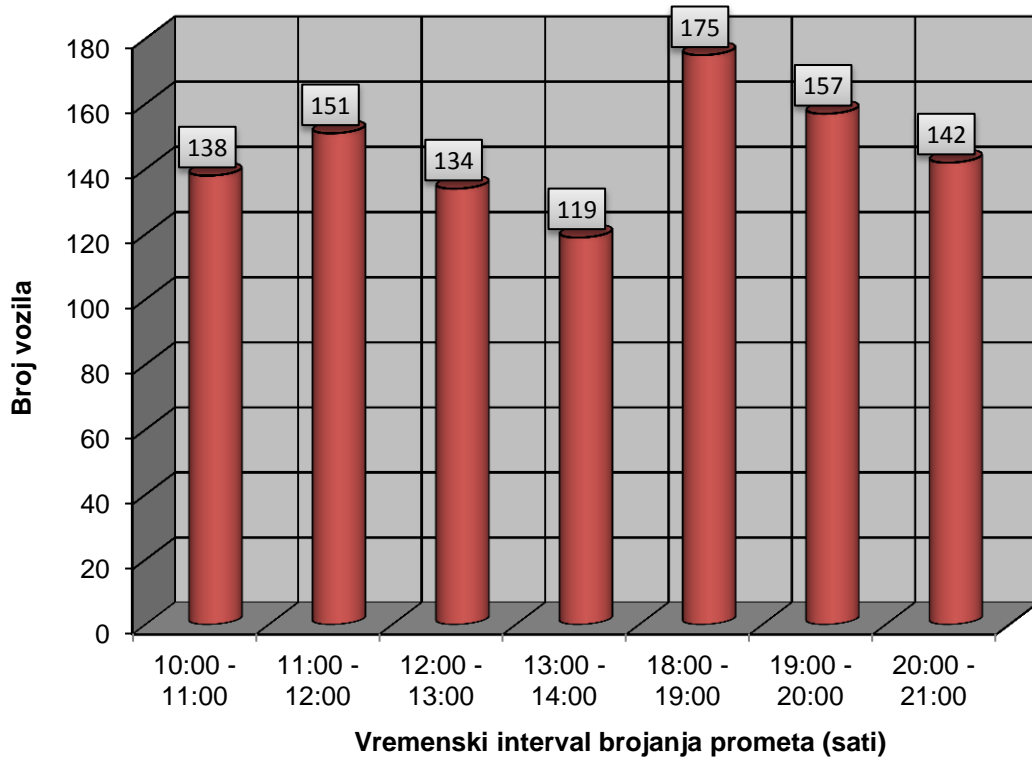
#### 4.2. BROJENJE PROMETA VIKENDOM

U subotu 18.5.2019. godine na Brestovečkoj cesti provedeno je brojenje prometa. U odnosu na radni tjedan, prometnice vikendom trpe veća opterećenja. Rezultati brojenja prometa (smjer 21) dani su u sljedećim tablicama.



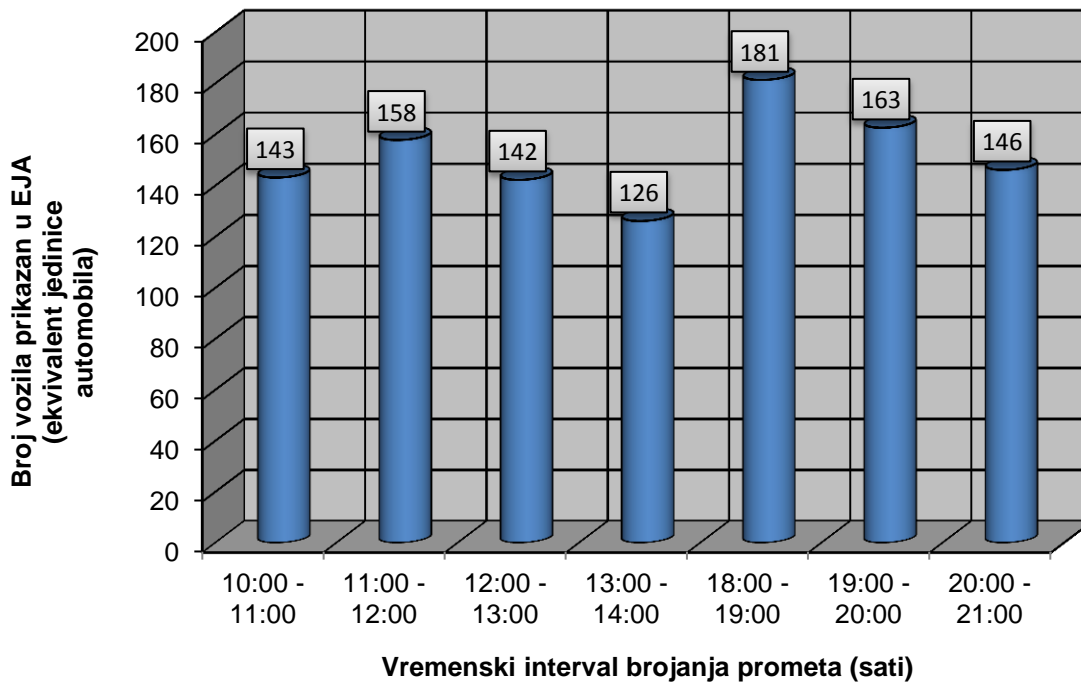
Grafikon 5. Broj vozila raspodijeljen po privozima u određenim vremenskim intervalima

### Brestovečka ulica:



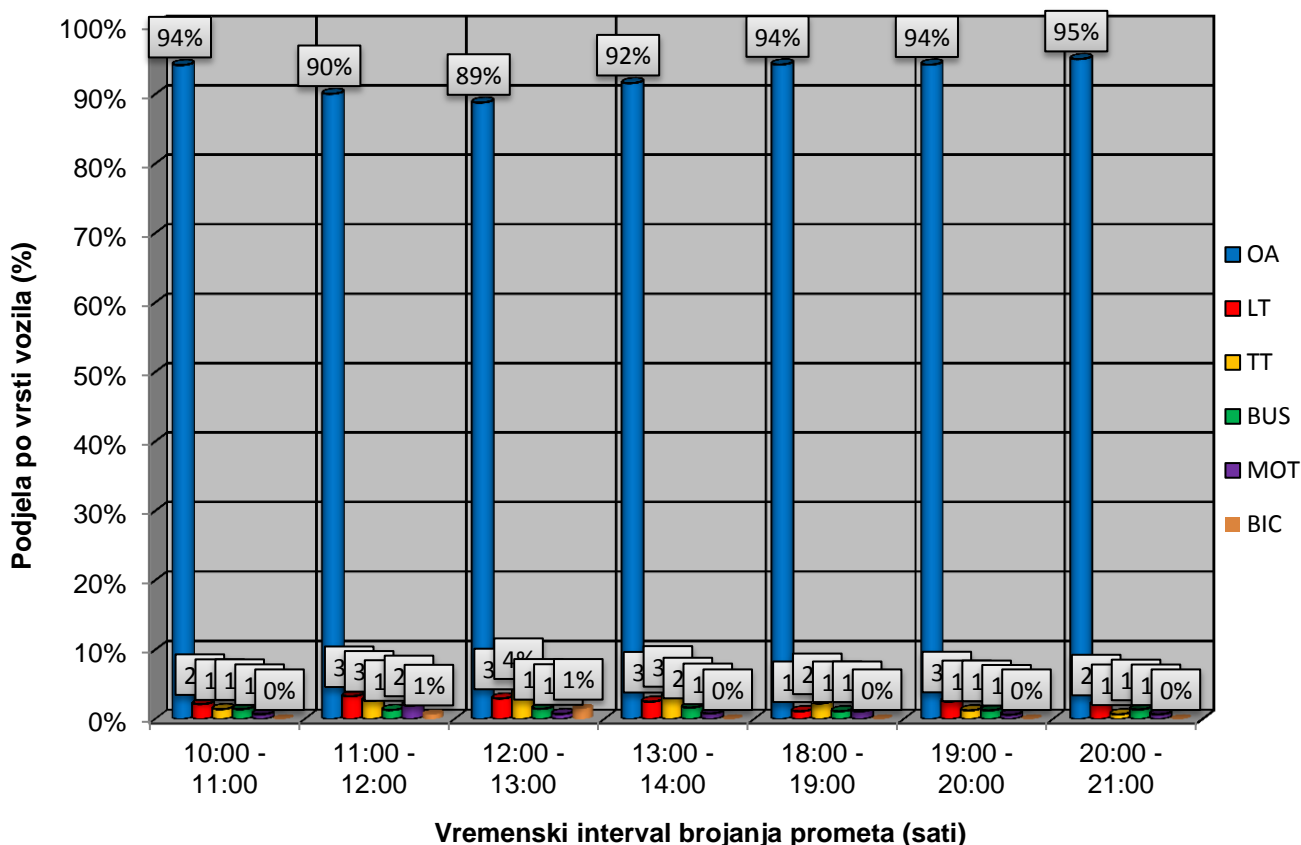
Grafikon 6. Ukupan broj vozila u određenim vremenskim intervalima

### Brestovečka ulica:



Grafikon 7. Broj vozila prikazan ekvivalentnim jedinicama automobila

### Brestovečka ulica:



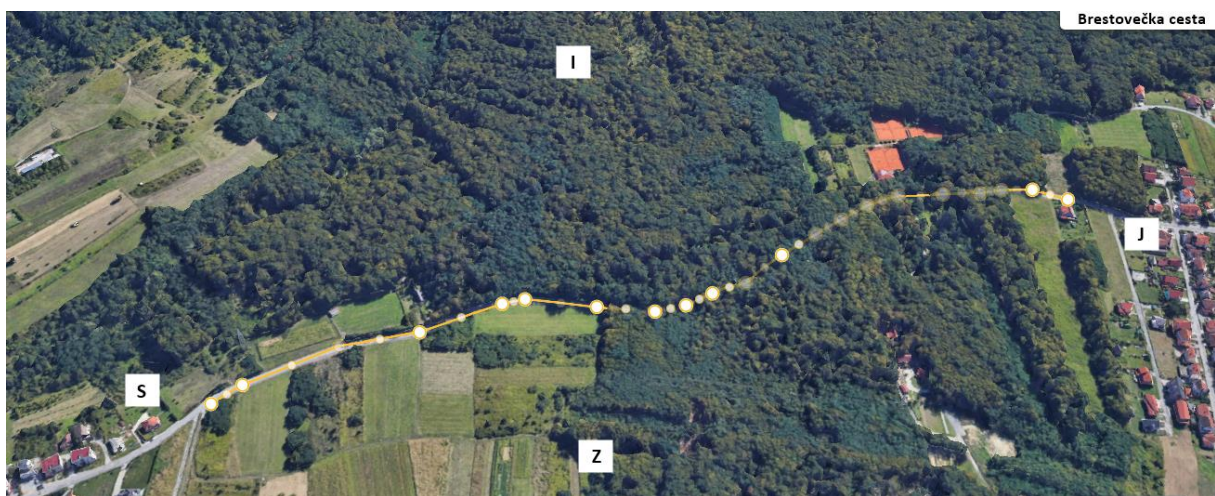
Grafikon 8. Prikaz opterećenja preraspodijeljen po vrsti vozila

Grafikon 5. prikazuje prometno opterećenje po privozima. Privoz 1, odnosno smjer 12 koji se pruža u smjeru Seseva opterećeniji je od smjera 21. Dionicom ceste u vremenskom intervalu između 18:00 i 19:00 sati prošao je najveći broj vozila, te je to ujedno vršni sat. Iste podatke ćemo iščitati sa grafikona 6., gdje je prikazan ukupan broj vozila po određenim vremenskim intervalima. Brestovečkom je cestom u vršnom satu prošlo 175 vozila te bi pripadajuća vrijednost u ekvivalentnim jedinicama automobila bila 181, gledajući grafikon 7.

Brojenjem prometa dobiveni su podaci o strukturi prometa. Podaci su pretočeni u grafikon 8. koji prikazuje kako osobna vozila čine otprilike 90% od ukupnog broja vozila. Vikendom također najmanji broj pripada biciklistima, dok uz osobne automobile, najviše ima lakih teretnih vozila, odnosno kombija.

## 5. ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA PROMATRANE DIONICE

Brestovečka cesta nalazi se na brežuljkastom dijelu Zagreba, točnije u Sesvetama. Na sjeveru gdje počinje, produžetak je Žugčičeve ulice koja je ujedno krajnja točka Dubrave, dok se na jugu spaja sa Zagrebačkom cestom koja pripada mreži glavnih gradskih ulica u Sesvetama. Dio promatrane dionice je sa istočne i zapadne strane okružen šumom, dok je ostatak Brestovečke ceste okružen stambenim naseljem.



Slika 25. Prikaz Brestovečke ceste

Izvor: Google maps

Duljina promatrane trase iznosi oko tisuću metara. Sastoji se od šest zavoja. Duž trase lijevi zavoj slijedi desni, osim u jednom slučaju.

Gornji ustroj sastoji se od asfaltnog zastora na cijeloj dionici. Kolnik je oštećen, raspucao, pun popravaka od kojih su se stvorile velika oštećenja kolnika zastora (slika 28.).

U smjeru Sesveta odnedavno kolnik prati nogostup za pješake, no s lijeve strane neposredno uz kolnik nalazi se neobrađena zemljana površina bez bankine (slika 27.)

Osim što nema bankine, rigola i ostalih elemenata koji čine krunu ceste, nema ni rubnog traka koji bi na ovakvim uvjetima uvelike pridonio psihološkom vođenju trase i sigurnosti prometa (slika 26.).

Poprečni nagib kolnika nije zadovoljavajući ili ga uopće nema, stoga velik problem stvaraju vodeni klinovi na površini kolnika.

Brojenjem prometa dobiveni su podaci o dnevnom opterećenju od 2,246 vozila. Prema tablici 1. preuzetoj iz Pravilnika o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa dionica pripada 4. kategoriji cesta, odakle se očitavaju podaci za širinu prometnog traka. Prema tablici 14. širina prometnog traka iznosi 2.75 m što odgovara postojećoj širini, no nema rubnih trakova.

Nedvojbeno najkritičnija točka dionice je posljednji zavoj prema Sesvetama, odnosno prvi zavoj u smjeru Dubrave (slika 29.). Poprečni nagib u zavoju nije izveden na unutarnju, već na vanjsku stranu zavoja zbog čega mnoga vozila izlijeću van kolnika zbog djelovanja centrifugalne sile u zavoju. Zastor je na tom djelu hrapavljen kako bi se povećalo trenje između kolnika i pneumatika vozila no izgleda kako to ne daje zadovoljavajuće rezultate.



*Slika 26. Prikaz dijela dionice Brestovečke ceste*



*Slika 28. Prikaz rubnog dijela kolnika*



*Slika 27. Prikaz stanja kolnika*





Slika 29. Slika zavoja s nagibom na vanjsku stranu zavoja

U zavojima nije osigurana horizontalna preglednost. Očitavanjem vrijednosti iz tablice 17. gdje je iznos vrijednosti  $b^5$  3,6 m, a iznos vrijednosti  $P_z^6$  35 m zaključuje se kako na promatranoj dionici horizontalnu preglednost zakrivaju stabla koja se nalaze neposredno uz kolnik što se može vidjeti na slici 27.

Dopuštena brzina na dijelu promatrane dionice iznosi 40 km/h. Ako se dopuštena brzina razmatra kao projektna brzina (nije dostupna projektna dokumentacija) prema tablici 11. vrijednosti minimalne duljine prijelaznice za tu projektnu brzinu iznosi 35 m, što odgovara duljinama prijelaznica na dionici.

Slika 30. prikazuje duljinu pravaca između zavoja te iznos radijusa zavoja. Prema tablici 10. za projektnu brzinu  $V_p = 40$  km/h minimalni radijus zavoja  $R_{min}$  iznosi 45 m, a granični  $R_G =$

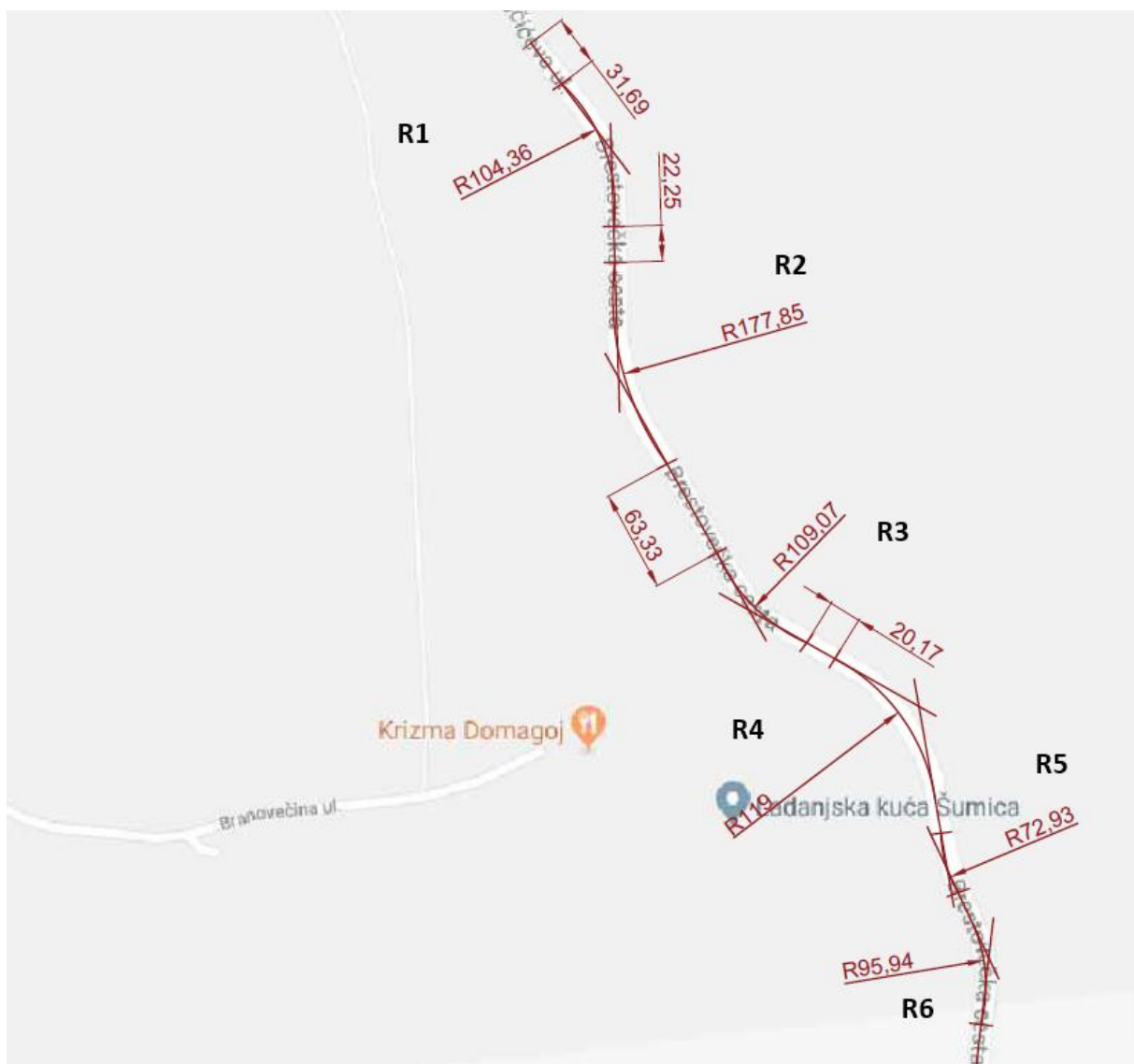
---

<sup>5</sup>  $b$  (m) – širina preglednosti

<sup>6</sup>  $P_z$  (m) – tražena duljina preglednosti

220 m. Radijusi zavoja su unutar dozvoljenih granica. No međutim odnosi između zavoja, prema slici 9. ne odgovaraju. Odnos između zavoja R3 i R4 nalazi se u 'vrlo dobrom području', dok se zavoji R5 i R6 nalaze se u 'dobrom području'. Odnosi zavoja R1 i R2, R2 i R3, R4 i R5 nalaze se u 'području koje se mora izbjeći'.

Pravac između istosmjernih zavoja R2 i R3 prema formuli iz poglavlja 2.2.1. nije zadovoljio uvjet, odnosno iznos od 63,33 m nalazi se izvan dopuštenih granica.



Slika 30. Prikaz duljina pravaca i iznosa radijusa zavoja

## 6. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA CESTE

Planirano razdoblje za rekonstrukciju postojećih cesta je 5 – 20 godina. Stoga treba razmišljati unaprijed. Hoće li se promet na promatranoj dionici povećati ili smanjiti? Da li će ona u budućnosti podnositi prometno opterećenje prometnica nižega reda, ili će se ona s vremenom 'ugasiti' jer postoji prometnica koja ima bolje uvjete za preuzimanje prometa na sebe.

Prema svemu onome što je navedeno u ovome završnom radu Brestovečka cesta će u budućnosti 'trpiti' veće prometno opterećenje. Ako je vjerovati Generalnom urbanističkom planu za gradsku četvrt Sesvete, Brestovečku cestu sjeći će produžetak Ulice kneza Branimira. Stoga će upravo ona biti najbrža poveznica Gornje Dubrave, kao i zapadnog djela Sesveta sa spomenutom ulicom. Povećanjem prometa porasti će potražnja za stambenim naseljem, što dovodi do naseljavanja, odnosno većeg broja pješaka, biciklista, javnog prometa, kao i veći broj osobnih automobila. Uzeći u obzir sve spomenuto, potrebno je izvršiti rekonstrukciju u skladu sa budućim zahtjevima.

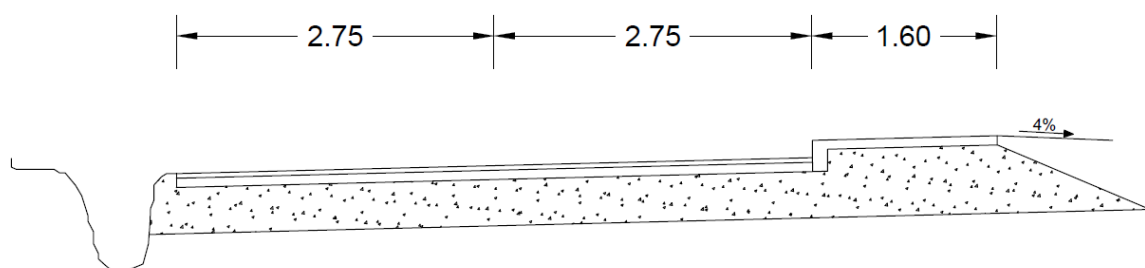
Sukladno zahtjevima prometa prijedlozi mjera za poboljšanje promatrane dionice bili bi sljedeći:

- a) izvedba jednostranog poprečnog nagiba na cijeloj dionici ceste kako bi se osigurala odvodnja oborinskih voda sa površine kolnika.
- b) Kao što je spomenuto u poglavlju 5. duljina pravca između zavoja R2 i R3 ne odgovara projektnoj brzini. Smanjenjem projektne brzine jednostavno bi se riješio problem prekratke duljine pravca. No prema prognozama za Brestovečku cestu, prometno opterećenje biti će veće. Samim time raste i razina kategorije ceste, time se mijenja i projektna brzina. Tako da smanjenje dopuštene brzine ne bi riješilo probleme, već bi ih u skoroj budućnosti stvorilo.
- c) Odnosi zavoja R1 i R2, R2 i R3, R4 i R5 koji se nalaze u području koje se mora izbjeći treba sanirati. Javlja se isti problem kao kod duljine pravca između zavoja R2 i R3. Problem se jednostavno može riješiti smanjenjem brzine, no dugoročno gledano

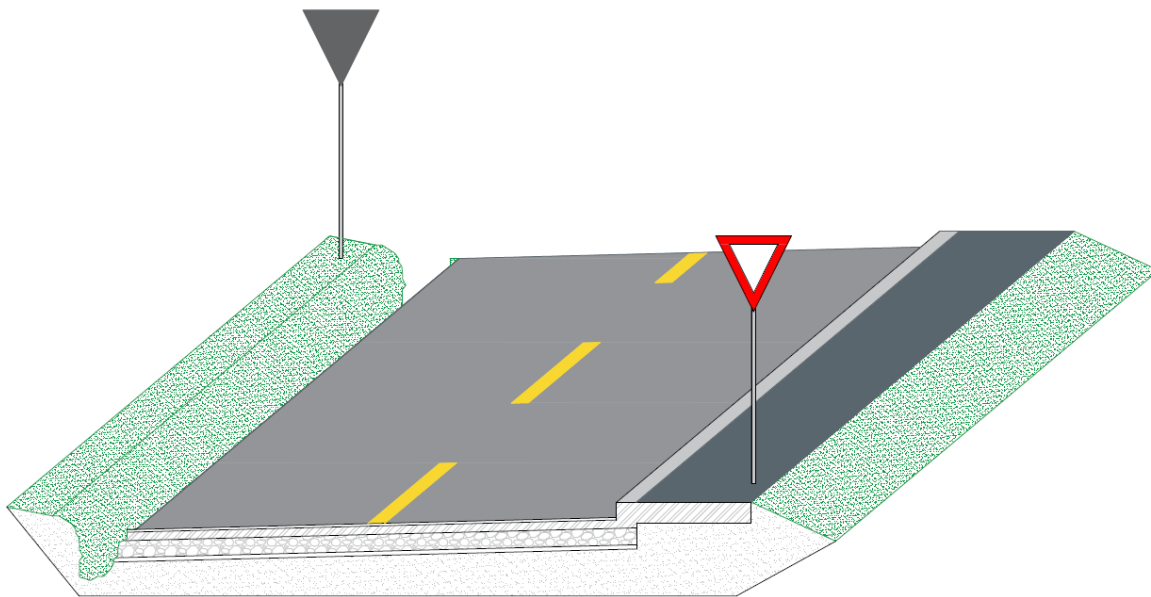
stvoren je veći problem jer će na tim dijelovima dionice doći do zagušenja zbog niske dopuštene brzine.

- d) Povećanje širine prometnog traka shodno prometu koji se u budućnosti očekuje.
- e) Jedan od sadašnjih problema na promatranj dionici zasigurno je neuređena površina pokraj kolnika. Izvedba bankine (po preporuci nogostup za biciklističke staze) ono je što prometnica zahtjeva kako bi se osiguralo prostor za postavljanje prometnih znakova te psihološko vođenje trase.
- f) Izvedba rubnih trakova za povećanje psihološkog vođenja trakova ali i sigurnosti prometa
- g) Postavljanje cijevi za odvodnju na dubinu od 80cm, kako bi se izvela propisna odvodnja oborinskih voda sa površine kolnika
- h) Ugradnja rigola za kretanje oborinskih voda.
- i) Najveću opasnost na dionici svakako čini prvi zavoј u smjeru Dubrave. Rekonstrukcijom je potrebno nagnuti kolnik na unutarnju stranu zavoja kako više ne bi dolazilo do izlijetanja vozila s kolnika.
- j) Također je potrebna rekonstrukcija gornjeg ustroja kolnika zbog dotrajalog zastora. Zastor je na mjestima popucao, a redovito održavanje kolnika, odnosno sitni popravci, rezultirali su pojavom tzv. udarnih rupa.

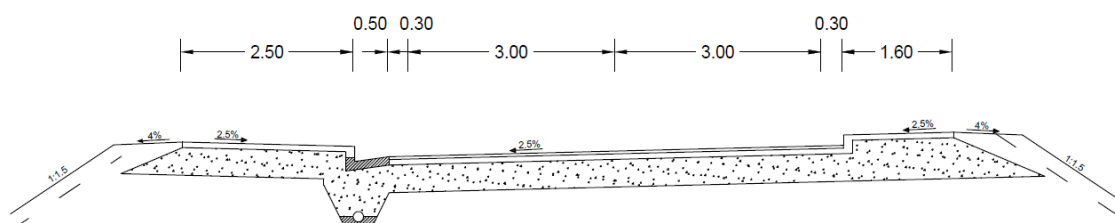
Slikama u daljnjem tekstu prikazan je presjek postojećeg stanja prometnice i trodimenzionalni prikaz, te presjek prometnice nakon što se izvrši rekonstrukcija uz pripadajući trodimenzionalni prikaz.



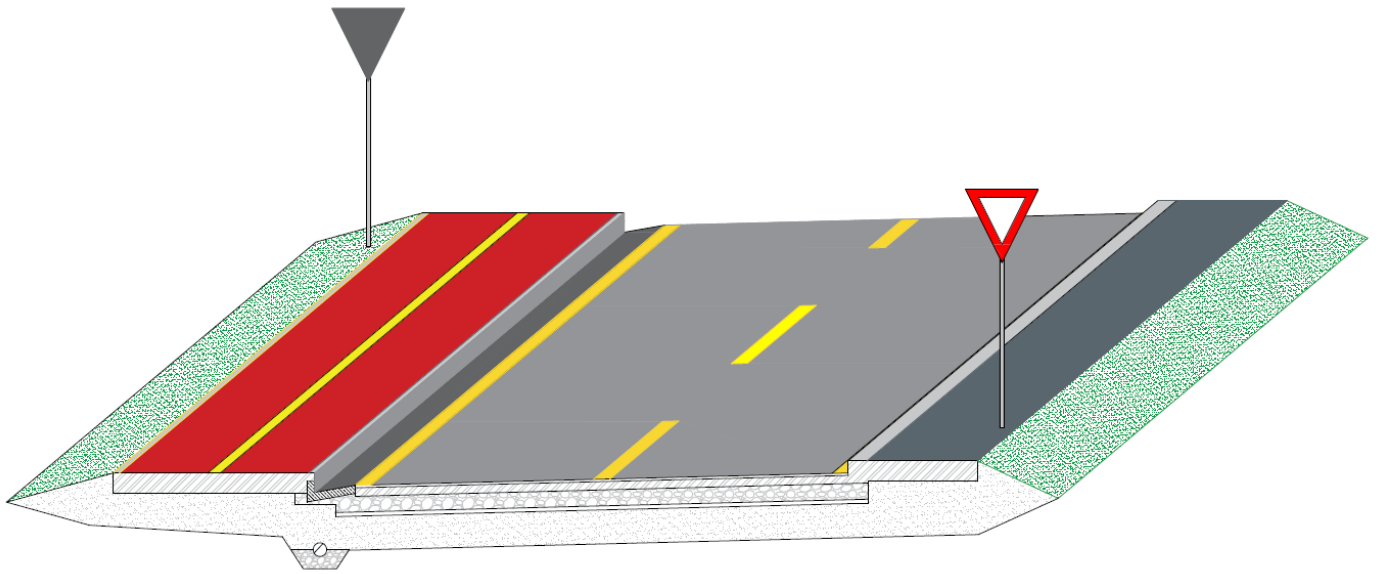
Slika 31. Prikaz presjeka postojeće prometnice



Slika 32. Trodimenzionalni prikaz postojeće prometnice



Slika 33. Prikaz presjeka rekonstruirane prometnice



*Slika 34. Trodimenzionalni prikaz rekonstruirane prometnice*

## 7. ZAKLJUČAK

Poboljšanje prometnica iziskuje prometno planiranje koje se svrstava u opći dio urbanističkog planiranja. Promet se razvija velikom brzinom, stoga je cilj prometnog planiranja maksimalno iskorištenje prometnica, te njihova prilagodljivost budućim potrebama prometa. Potrebno je provesti analizu sadašnjeg stanja, te obuhvatiti čimbenike koji utječu na razvoj budućeg prometa.

Generalni urbanistički plan za gradsku četvrt Sesvete je veoma opširan. U planu je širenje autobusnog i željezničkog kolodvora, izgradnja podzemnih garaža čime dolazi do porasta stambene potražnje koju treba zadovoljiti. Kako bi se rasteretila glavna os Sesveta, odnosno Zagrebačka cesta čiji je produžetak Bjelovarska ulica, zatim Kobiljačka cesta a potom Dugoselska cesta potrebno je provesti određene mjere. Naglasak je na produženju Ulice grada Vukovara i Ulice kneza Branimira koje će zajedno sa Slavonskom avenijom na jugu rasteretiti promet koji na spomenutoj osi Sesveta.

Gradska četvrt Sesvete, u kojima se Brestovečka cesta nalazi raste velikom brzinom. Produženjem Ulice kneza Branimira, Brestovečka cesta dobiti će novi značaj. Velik dio Sesveta i Gornje Dubrave će se upravo preko Brestovečke ceste spajati na Ulicu kneza Branimira zaobilazeći gradske semafore i gužve stoga Brestovečku cestu prema dobivenim informacijama očekuje porast prometa.

Brojanjem prometa dobivamo uvid u trenutačno stanje prometa. No ono se mijenja. Spomenuti produžetak Ulice kneza Branimira sjeći će Brestovečku cestu. Prometna potražnja će porasti, stoga će i zahtjevi biti veći. Stoga je prilikom projektiranja potrebno dugoročno planiranje kako bi prometnica podnosila prometno opterećenje koje je predviđeno studijskim analizama.

Pri projektiranju kao i kod rekonstrukcije, ne smiju se raditi kompromisi koji mogu biti rezultat smanjenje odobrenih financijskih sredstva. Time se rade pogreške pri izvedbi samih prometnica što rezultira niskoj razini sigurnosti, što može rezultirati ljudskim žrtvama.

## LITERATURA

1. Legac I.: Cestovne prometnice 1, Zagreb 2006.
2. URL: <https://www.zakon.hr/z/244/Zakon-o-cestama>
3. URL: <https://mmpi.gov.hr/promet/cestovni-promet-124/124>
4. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/2001, 2001.
5. Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb 2001.
6. Koralet Ž.: Uvod u projektiranje i građenje cesta, Zagreb 1995.
7. GENERALNI URBANISTIČKI PLAN SESVETA - IZMJENE I DOPUNE 2015.
8. Prevencija pojave akvaplaninga primjenom tehničkih mjera, Građevinar 12/2018
9. Geo portal zagrebačke infrastrukture
10. URL: <https://phys.org/news/2017-08-carsliterallyto-heavy-traffic.html>
11. URL: <https://diamondtraffic.com>
12. URL: <http://kbnd.com/kbnd-news/local-news-feed/300458>

## POPIS SLIKA

Slika 1. Funkcionalna podjela cesta po ulozi u mreži i prostoru .....	3
Slika 2. Prikaz djelovanja tangencijalnog i radijalnog otpora na vozilo u zavoju .....	10
Slika 3. Poprečni nagib kolnika u kružnom luku .....	13
Slika 4. Trodimenzionalni prikaz poprečnog nagiba u zavoju .....	13
Slika 5. Grafički prikaz zaustavnog puta .....	14
Slika 6. Zaustavna preglednost pri uzdužnom nagibu .....	16
Slika 7. Protusmjerni zavoj .....	17
Slika 8. Istosmjerni zavoj .....	18
Slika 9. Veličine polumjera susjednih zavoja .....	19
Slika 10. Najmanja duljina prijelaznice .....	22
Slika 11. Kruna ceste.....	24
Slika 12. Elementi horizontalne preglednosti .....	27
Slika 13. Vertikalna preglednost.....	28
Slika 14. Prometni i slobodni profil .....	29



Slika 15. Kombinirani i slobodni profil.....	29
Slika 16. Prikaz Sesveta i osnovne ulične mreže .....	31
Slika 17. Prikaz opterećenja za gradsku četvrt Sesvete .....	32
Slika 18. Produžetak Ulice kneza Branimira .....	33
Slika 19. Produžetak Ulice grada Vukovara .....	34
Slika 20. Slavonska avenija ja južnom rubu .....	34
Slika 21. Generalni urbanistički plan Sesvete, 2015. godina .....	36
Slika 22. Automatizirano brojenje vozila .....	38
Slika 23. Automatski brojači vozila .....	39
Slika 24. Automatski brojači osovina.....	40
Slika 25. Prikaz Brestovečke ceste.....	47
Slika 26. Prikaz dijela dionice Brestovečke ceste .....	48
Slika 27. Prikaz stanja kolnika .....	49
Slika 28. Prikaz rubnog dijela kolnika .....	49
Slika 29. Slika zavoja s nagibom na vanjsku stranu zavoja .....	50
Slika 30. Prikaz duljina pravaca i iznosa radijusa zavoja.....	51
Slika 31. Prikaz presjeka postojeće prometnice .....	53
Slika 32. Trodimenzionalni prikaz postojeće prometnice .....	54
Slika 33. Prikaz presjeka rekonstruirane prometnice.....	54
Slika 34. Trodimenzionalni prikaz rekonstruirane prometnice .....	55

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Podjela cesta prema PGDP-u .....	4
Tablica 2. Tablica za određivanje projektne brzine i uzdužnog nagiba.....	5
Tablica 3. Podaci za zadaće povezivanja .....	6
Tablica 4. Određivanje računске brzine i minimalnog polumjera horizontalne zakrivljenosti ..	8
Tablica 5. Vrijednost koeficijenta klizanja pri brzini 50km/h .....	9
Tablica 6. Tangencijalni koeficijenti .....	11
Tablica 7. Radijalni koeficijenti otpora klizanja .....	11
Tablica 8. Zaustavna preglednost.....	15
Tablica 9. Pretjecajne preglednosti .....	16

Tablica 10. Najmanji polumjer zavoja $R_{min}$ i granični polumjer $R_G$ .....	19
Tablica 11. Voznodinamički zahtjevi za duljinu prijelaznice .....	21
Tablica 12. Relativni nagib ruba kolnika $D_{smax}$ (%).....	21
Tablica 13. Duljina kružnog luka bez prijelaznice $R$ (m) .....	23
Tablica 14. Širina prometnog traka .....	24
Tablica 15. Širina rubnog traka.....	25
Tablica 16. Širina bankine.....	26
Tablica 17. Širina preglednosti .....	27
Tablica 18. Vrijednost $P_a$ -jedinica u ovisnosti vrsti vozila .....	40



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuje korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice  
Brestovečke ceste u gradu Zagrebu**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 9/2/2019

Student/ica:

Topolovec Slavica  
(potpis)