

Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice županijske ceste Ž2220 od Kraljevog Vrha do Strmeća Stubičkog

Potočnjak, Vilim

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:682122>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-31**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Vilim Potočnjak

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH
ELEMENTA DIONICE ŽUPANIJSKE CESTE Ž2220 OD KRALJEVOG
VRHA DO STRMECA STUBIČKOG**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 11. ožujka 2020.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5534

Pristupnik: **Vilim Potočnjak (0135242564)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata dionice županijske ceste Ž2220 od Kraljevog Vrha do Strmeća Stubičkog**

Opis zadatka:

U diplomskom 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
ELEMENTATA DIONICE ŽUPANIJSKE CESTE Ž2220 OD KRALJEVOG
VRHA DO STRMECA STUBIČKOG**

**ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN
ELEMENTS OF THE SECTION OF COUNTY ROAD Ž2220 FROM
KRALJEV VRH TO STRMEC STUBIČKI**

Mentor: doc. dr. sc. Luka Novačko

**Student: Vilim Potočnjak
JMBAG: 0135242 564**

Zagreb, 2020.

Sažetak/Summary i Ključne riječi/Key words

ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA DIONICE
ŽUPANIJSKE CESTE Ž2220 OD KRALJEVOG VRHA DO STRMECA STUBIČKOG

SAŽETAK

Ovaj rad iznosi zakonsku regulativu iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj, opisane podatke o brojanju prometa na dionici županijske ceste Ž2220 od Kraljevog Vrha do Strmeца Stubičkog, te izračun svih eksploatacijskih elemenata prometnice. Rad završava osvrtom na postojeće stanje projektnih elemenata ceste, te prijedlogom mjera poboljšanja spomenute dionice ceste.

KLJUČNE RIJEČI: Županijska cesta, projektni elementi, mjere poboljšanja, sigurnost, analiza

ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN ELEMENTS OF THE
SECTION OF COUNTY ROAD Ž2220 FROM KRALJEV VRH TO STRMEC STUBIČKI

SUMMARY

The information presented in this paper includes legislation in the domain of road planning in the Republic of Croatia, described data captured from traffic counting along the route of the country road Ž2220 from Kraljev Vrh to Strmec Stubički and the calculation of all road design elements exploitation. Lastly, the paper ends with a review of the current condition of the project elements of the road, followed by a proposal of measures that can improve the road section in question.

KEY WORDS: Country road, project elements, measures of improvement, safety, analysis

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ PODRUČJA PROJEKTIRANJA CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ	2
2.1. Zakon o cestama.....	2
2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama.....	3
2.3. Zakon o gradnji	3
2.4. Zakon o prostornom uređenju	3
2.5. Pravilnik o održavanju cesta	3
2.6. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.....	4
2.7. Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi.....	5
2.8. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa	6
3. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA PROMETNOJ DIONICI CESTE.....	26
4. ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA PROMETNE DIONICE CESTE.....	46
5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA CESTE.....	58
6. ZAKLJUČAK.....	62
LITERATURA	63
POPIS SLIKA.....	64
POPIS TABLICA	65
POPIS GRAFIKONA	65
POPIS PRILOGA	65

1. UVOD

U ovome radu prikazani su rezultati analize s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata, analizirajući elemente na dionici županijske ceste Ž2220 od Kraljevog Vrha do Strmca Stubičkog u Republici Hrvatskoj. Analiza i mjere poboljšanja ceste temelje se na sakupljenim stručnim podacima iz dobivenih rezultata brojanja te uočavanjem nedostataka prometnice tijekom obilaska same dionice. Prema prikupljenim podacima iz brojanja prometa i ophodnje projektnih elemenata ceste izračunata je razina prometne usluge. Prema podacima iz prostornog plana uređenja Općine Stubičke Toplice, Krapinsko-zagorske županije i prostornog plana uređenja Općine Jakovlje, Zagrebačke županije, ukupna duljina dionice županijske ceste je 1,864 m.

Tehnički nedostaci ceste su čest uzrok nastanka prometnih nezgoda. Oni nastaju kao posljedica nepravilnog projektiranja, izvođenja i održavanja prometne infrastrukture na dionici ceste. Glavni razlog odabira teme završnog rada je prikaz nedostataka u projektiranju, izvedbi i održavanju dionice obrađene u radu. Završni rad će biti iznesen u šest poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj
3. Analiza podataka o brojanju prometa na prometnoj dionici ceste
4. Analiza postojećih projektnih elemenata promatrane dionice cesta
5. Prijedlog mjera poboljšanja postojećih projektnih elemenata ceste
6. Zaključak

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

Ustav je temeljni i najviši pravni akt jedne države s kojim moraju biti usklađeni ostali opći pravni akti. Od tih ostalih općih pravnih akata najznačajniji su zakoni, među kojima su i oni koji reguliraju projektiranje cesta u Republici Hrvatskoj. Ispod zakona, po pravnoj hijerarhiji, nalaze se podzakonski pravni akti. Podzakonski pravni akti koji su relevantni za područje projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj su određeni pravilnici Ministarstva mora, prometa i infrastrukture.

Pravna regulativa cestovne infrastrukture:

- Zakon o cestama 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20
- Zakon o gradnji 153/13, 20/17, 39/19, 125/19
- Zakon o prostornom uređenju 153/13, 65/17, 39/19, 98/19
- Pravilnik o održavanju cesta 90/14
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama 92/19
- Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi 28/16
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa 110/01

2.1. Zakon o cestama

Ovim se Zakonom uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, razvrstavanje javnih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i prometa na njima, koncesije, financiranje i nadzor javnih cesta.

Javne ceste su ceste razvrstane kao javne ceste sukladno ovom Zakonu, koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima određenim ovim Zakonom i drugim propisima,

Županijske ceste su javne ceste koje povezuju sjedišta županija s gradovima i općinskim sjedištima, koje povezuju sjedišta gradova i općina međusobno, preko kojih se ostvaruje veza grada ili gradskih dijelova s državnim cestama, a koje su razvrstane kao županijske ceste sukladno ovom Zakonu [1].

2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama

Ovim se Zakonom utvrđuju temeljna načela međusobnih odnosa, ponašanje sudionika i drugih subjekata u prometu na cesti, osnovni uvjeti kojima moraju udovoljavati ceste glede sigurnosti prometa, pravila prometa na cestama, sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe, dužnosti u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje kandidata za vozače, polaganje vozačkog ispita i uvjeti za stjecanje prava na upravljanje vozilima, vuča vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila, dimenzije, ukupna masa i osovinsko opterećenje vozila te uvjeti kojima moraju udovoljavati vozila u prometu na cestama. Prometom na cesti, prema ovom Zakonu, podrazumijeva se promet vozila, pješaka i drugih sudionika u prometu na javnim cestama i nerazvrstanim cestama koje se koriste za javni promet [2].

2.3. Zakon o gradnji

Ovim se Zakonom uređuje projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka s tim u vezi radi osiguranja zaštite i uređenja prostora u skladu s propisima koji uređuju prostorno uređenje te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih za građevine ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju ovoga Zakona i posebnim propisima.

Odredbe ovoga Zakona koje se odnose na gradnju nove građevine na odgovarajući se način primjenjuju na rekonstrukciju, održavanje i uklanjanje građevine, ako ovim Zakonom ili propisom donesenim na temelju ovoga Zakona nije drukčije propisano [3].

2.4. Zakon o prostornom uređenju

Ovim se Zakonom uređuje sustav prostornog uređenja: ciljevi, načela i subjekti prostornog uređenja, praćenje stanja u prostoru i području prostornog uređenja, uvjeti planiranja prostora, donošenje Strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske, prostorni planovi uključujući njihovu izradu i postupak donošenja, provedba prostornih planova, uređenje građevinskog zemljišta, imovinski instituti uređenja građevinskog zemljišta i nadzor [4].

2.5. Pravilnik o održavanju cesta

Ovim Pravilnikom uređuje se popis poslova redovitog i izvanrednog održavanja cesta, opseg pojedinih radova i rokovi izvođenja tih radova kojih su izvođenje dužne osigurati pravne osobe

koje upravljaju javnim cestama (u daljnjem tekstu upravitelj ceste). Ovaj Pravilnik se primjenjuje na sve ceste, javne i nerazvrstane, osim u dijelu kojim je u suprotnosti s propisima kojima se uređuje komunalno gospodarstvo [5].

2.6. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama

Ovim se Pravilnikom propisuju vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzije i postavljanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama [6].

Prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta čine:

1. prometni znakovi:

- znakovi opasnosti;
- znakovi izričitih naredbi;
- znakovi obavijesti;
- znakovi obavijesti za vođenje prometa;
- dopunske ploče;
- promjenjivi prometni znakovi;

2. prometna svjetla i svjetlosne oznake;

3. oznake na kolniku i drugim površinama;

4. prometna oprema cesta:

- oprema za označivanje ruba kolnika;
- oprema za označivanje vrha prometnog otoka;
- oprema, znakovi i oznake za označivanje radova, prepreka i oštećenja kolnika;
- svjetlosni znakovi za označivanje radova, drugih zapreka i oštećenja kolnika;
- oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti, prepreka i oštećenja kolnika;
- branici i polubranici;
- prometna zrcala;
- zaštitne odbojne ograde;
- ograde protiv zasljepljivanja;
- zaštitne žičane ograde;

- pješačke ograde;
- ublaživači udara;
- oznake za ručno upravljanje prometom;

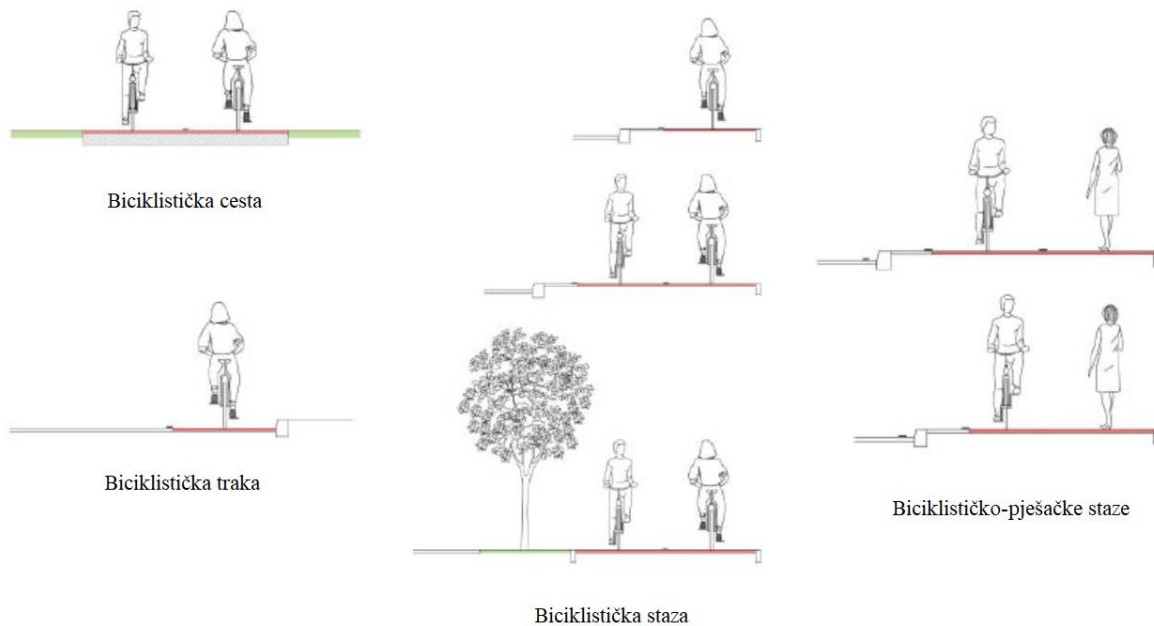
5. signalizacija i oprema za smirivanje prometa;

6. turistička i ostala signalizacija propisana je posebnim propisima.

2.7. Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi

Ovim Pravilnikom propisuju se osnovna načela planiranja te elementi za projektiranje, izgradnju i održavanje biciklističke infrastrukture.

Biciklistička infrastruktura se sastoji od biciklističkih prometnica prikazane na slici 1. (biciklističke ceste, biciklistički putevi, biciklističke staze, biciklističke trake i biciklističko-pješačke staze), prometna signalizacija i oprema, parkirališta za bicikle, spremišta za pohranu bicikla i sustavi javnih bicikla [15].

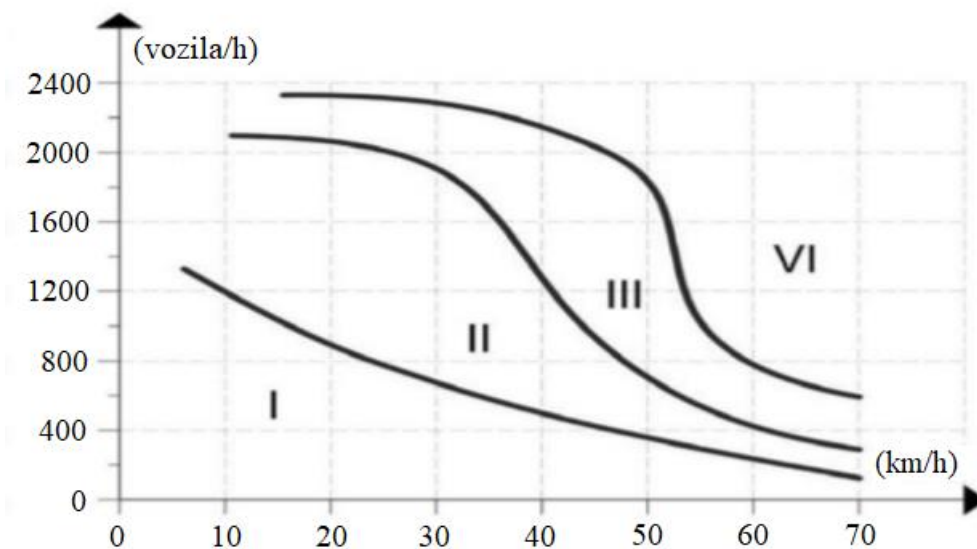


Slika 1. Prikaz biciklističkih prometnica

Izvor: [15]

Odabir biciklističke prometnice iz članka 3. Pravilnika o biciklističkoj infrastrukturi određuje se, u pravilu, na osnovi maksimalne dozvoljene brzine kretanja motornih vozila na predmetnoj dionici

i vršnog satnog prometa motornih vozila na analiziranoj dionici, prema dijagramu vidljivom na slici 2. Duljina dionice biciklističke prometnice se određuje projektom ceste prema prometnim, zemljopisnim i urbanim značajkama. Ukoliko na cestama s dozvoljenim brzinama iznad 50 km/h ne postoji prostorno ograničenje kod projektiranja biciklističke infrastrukture, načelno, treba izbjegavati vođenje biciklističkog prometa na kolniku zajedno s motornim vozilima.



Slika 2. Kriteriji za izbor biciklističke prometnice

Izvor: [15]

I – biciklisti na kolniku, zajedno s motornim vozilima

II – biciklistička traka

III – biciklistička staza

IV – biciklistička cesta i put

2.8. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa

Ovim se Pravilnikom propisuju osnovni uvjeti kojima javne ceste izvan naselja (u daljnjem tekstu »javne ceste«) i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.

Podjela javnih cesta:

Prema društveno-gospodarskom značenju:

- Autoceste
- Državne ceste
- Županijske ceste
- Lokalne ceste
- Nerazvrstane ceste

Prema vrsti prometa:

- Ceste za motorizirani promet (autoceste i brze ceste, te ostale ceste za motorni promet)
- Ceste za mješoviti promet

Podjela javnih cesta prema zadaći prometa u cestovnoj mreži:

- 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 [7].

Tablica 1. Tablica za određivanje projektne brzine i uzdužnog nagiba

Kategorija ceste	Društ. gospod. Značenje	Vrsta prometa	Veličina prometa (voz/dan)	Zadaća prometa	Srednja duljina putovanja (km)
AC	Državna	Prom. mot. vozila	>14.000	Međudržavno i državno	>100
1.kat.	Državna	Prom. mot. vozila	>12.000	Međudržavno i državno-regionalno	50-100
2.kat.	Državna	Prom. mot. v. mješoviti prom.	7.000-12.000	Državno i županijsko	20-50
3.kat	Državna; županijska	Mješoviti promet	3.000-7.000	Međuopćinsko	5-50
4.kat	Županijska; lokalna	Mješoviti promet	1.000-3.000	Općinsko	5-20
5.kat	Lokalna	Mješoviti promet	<1.000	Općinsko-lokalno	<5

Izvor: [7]

Ovom podjelom javne ceste dijele se na autoceste i pet razrednih cesta.

Prema terenu na kojem se projektiraju javne ceste:

- nizinski
- brežuljkasti
- brdski
- planinski

Uzevši u obzir razred ceste i stupanj ograničenja zbog vrste terena na kojoj se javna cesta nalazi određuje se projektna brzina i dozvoljeni uzdužni nagib nivelete.

Tablica 2. Tablica projektne brzine i najveći nagib nivelete

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 ⁺	100/5 [*]	90/5,5 ^{**}	80/6 ^{***}				
1. razred	D		100/5,5 ⁺	90/5,5 [*]	80/6 ^{**}	70/7 ^{***}			
2. razred	E		100/5,5 ⁺	90/5,5 [*]	80/6 [*]	70/7 ^{**}	60/8 ^{***}		
3. razred	E				80/7 ⁺	70/7 [*]	60/8 ^{**}	50/9 ^{***}	
4. razred	E					70/8 ⁺	60/9 [*]	50/10 ^{**}	40/11 ^{***}
5. razred	E						60/10 ⁺	50/11 [*]	40/12 ^{**}
									40(30)/12 ^{***}

Izvor: [7]

Oznake:

- + - bez ograničenja
- * - umjerena ograničenja
- ** - znatna ograničenja
- *** - velika ograničenja

Osnovni mjeritelji:

Brzina, nagib, otpor, zaustavni put, preglednost i drugi koji se određuju pomoću mjerodavnih elemenata nazivaju se osnovni mjeritelji

- a) Pod pojam mjerodavna brzina spadaju projektna, računska i najveća dozvoljena brzina. Za postavke oblikovanja ceste; uz uvažavanje prometnog značaja, propusne moći, sigurnosti i ekonomičnosti temelj su i projektna te računska brzina. Projektna brzina (V_p) je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Ona karakterizira razinu građevinsko-prometnih svojstva ceste. Minimalni polumjer horizontalnog zavoja, maksimalni uzdužni nagib i poprečni presjek, te granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase određuju se projektnom brzinom (V_p). Projektna brzina (V_p) određuje se projektним zadatkom na temelju kategorije ceste, konfiguracije terena odnosno prostornih ograničenja i najveće zakonom dozvoljene brzine. Računska brzina (V_r) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, u skladu s prihvaćenim modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela trase. Računska brzina (V_r) je dinamička veličina na temelju koje se određuju projektни elementi trase kao što su poprečni nagib kolnika u zavojima, potrebne duljine preglednosti, polumjeri vertikalnih zavoja i najmanji polumjer horizontalnog zavoj. Računska brzina (V_r) ne može biti manja od projektne brzine (V_p), a najveća vrijednost V_r ne smije biti veća od najveće zakonom dopuštene brzine vožnje za određenu kategoriju ceste. Radi sigurnosti na cestama potrebno je da računska brzina ima jednake vrijednosti na što duljim dionicama trase na autocestama i cestama 1. razreda ne kraće od 10km, a na cestama 2. – 5. razreda ne kraće od 5km što se postiže odabirom pojedinih elemenata i načinom vođenja linija. Unutar iste dionice ceste razlika između minimalne i maksimalne računске brzine (V_r) ne smije biti veća od 15 km/h. Isto tako razlika između računске brzine (V_r) i projektne brzine (V_p) ne smije biti veća od 20km/h. Vrijednost računске brzine (V_r) određuje se pomoću najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnih zavoja (Tablica 3.) i najvećeg primijenjenog uzdužnog nagiba (Tablica 4.).

Tablica 3. Određivanje računске 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: [7]

b) Koeficijent otpora klizanja

Otpor klizanja u uzdužnom smjeru upotrebljavaju se za pokretanje i zaustavljanje vozila. Isto tako koriste se u poprečnom smjeru za stabilnost vozila u vožnji kroz tlocrtno zavoje. Vrijednosti koeficijenta prema izrazu:

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

f_{max} - najveći koeficijent otpora klizanja

V - mjerodavna brzina (V_p ili V_r)

Postoje dvije vrste otpora klizanja, tangencijalni i radijalni otpor klizanja koje djeluju na vozilo prilikom kretanja u zavoju. Duljina zaustavnog puta vozila i duljina preglednosti ovise o mjerodavnoj brzini, uzdužnom nagibu ceste (%), otporu zraka (Z) i o dopuštenom tangencijalnom koeficijentu otpora klizanja (f_{Tdop}) izračunato izrazom:

$$f_{T\max} = f_{\max}$$

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

Tablica 4. 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

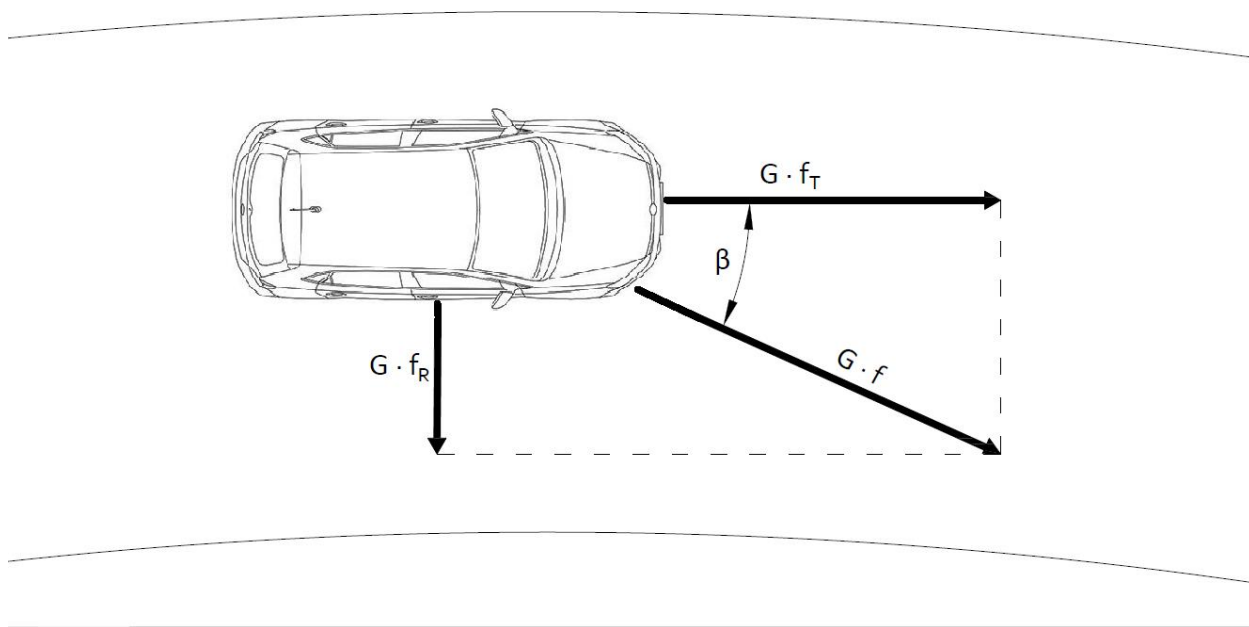
Izvor: [7]

Veličina najmanjeg polumjera kružnog luka (R_{min}) kao i poprečna stabilnost vozila u tlocrtnim zavojevima $R = R_{min}$ ovise o projektnoj brzini (V_p), o poprečnom nagibu kolnika (q_{max}) i o dopuštenom radijalnom koeficijentu otpora klizanja (f_{Rdop}).

Tablica 5. 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: [7]



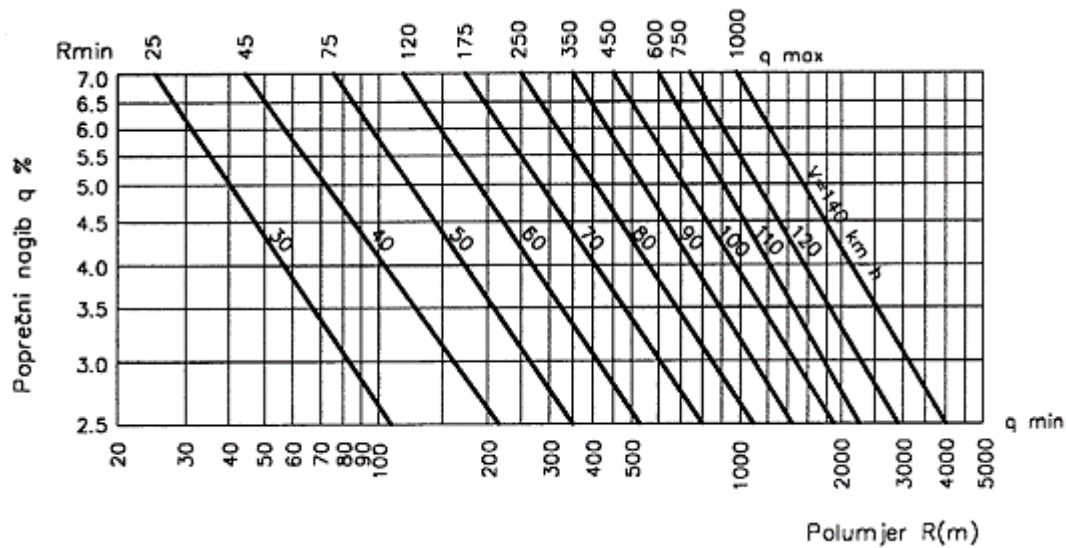
Slika 3. Tangencijalni i radijalni otpor na vozilu u zavoju

Izvor: [9]

c) Poprečni nagib kolnika

Zbog odvodnjavanja površinskog sloja vode sa kolnika ceste izvodi se poprečni nagib kolnika u pravcu koji na suvremenom zastoru iznosi $q_{min} = 2.5\%$. Na cestama s makadamskim zastorom izvodi se poprečni nagib veličine $q_{min} = 4\%$. Smjer nagiba na kolnicima sa dva prometna traka sa suvremenim zastorom je jednostran. Kod dodatnih trakova nagib se izvodi kao i na kolniku. U posebnim uvjetima dodatni trakovi, odnosno

trakovi za ubrzanje i usporavanje mogu imati suprotan nagib od nagiba prometnih trakova. Poprečni nagib kolnika u zavoju usmjeren je prema centru zavoja, a izvodi se radi redukcije djelovanja centrifugalne sile i odvodnjavanja kolnika. Prilikom izgradnje zavoja s najmanjim polumjerom, najveća dopuštena veličina poprečnog nagiba kolnika u kružnom luku iznosi $q_{\max} = 7\%$. Poprečni nagib kolnika u kružnom luku gdje je $R_{\min} \leq R \leq R_G$ se određuje prema slikama 3. i 4. Prilikom određivanja poprečnog nagiba uzima se računaska brzina (V_r).



Slika 4. Grafikon određivanja poprečnog nagiba pomoću računaska brzine

Izvor: [7]

d) Zaustavni put i preglednost

Prilikom planiranja, projektiranja i izvedbe obratiti pažnju na zaustavni put, zaustavnoj preglednosti i preglednoj dužini za pretjecanje. Kojima je svrha osigurati zadovoljavajuću sigurnost na prometnicama tijekom cijele dionice trase, za oba strane kolnika. Zaustavni put je put koji vozilo prijeđe od trenutka kada vozač uoči zapreku na putu do trenutka zaustavljanja vozila. Prilikom koćenja javlja se tangencijalan otpor klizanja (f_T) između kotača i površine kolnika. Dužina zaustavnog puta računa se izrazom:

$$L_z = \frac{V}{3,6} \cdot t_r + \int_{v_1}^V \frac{V \cdot dV}{g \cdot \left(f_{T_{\max}} + Z + \frac{s}{100} \right)}$$

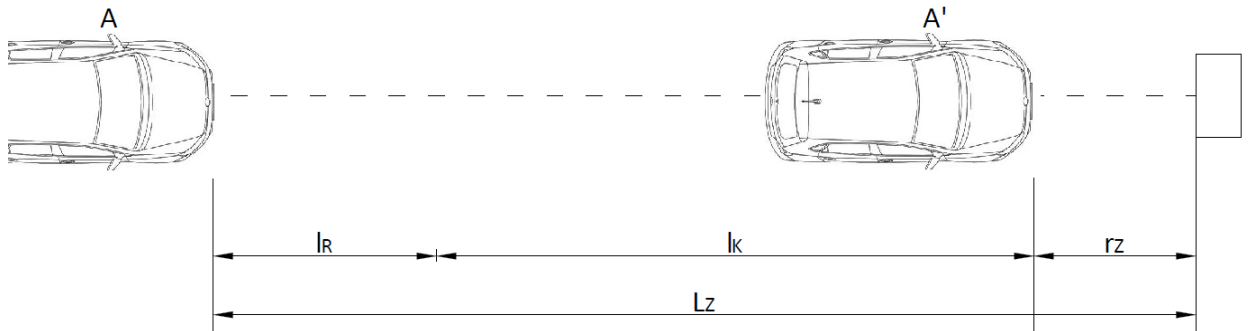
V (km/h) - mjerodavna brzina (V_r)

v_1 - 0

t_r - vrijeme reakcije = 2s

- g - ubrzanje sile teže = 9,81 m/s²
 fTmax - tangencijalni koeficijent otpora klizanja
 Z - otpor zraka = $0,461 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{v}{3,6}\right)^2$
 ± s - uzdužni nagib ceste (+uspon, -pad) u %

Prvi član jednadžbe predstavlja prijeđeni put tijekom vremena reakcije vozača. Drugi član predstavlja put kočenja.



Slika 5. Prikaz zaustavnog puta

Izvor: [9]

lr - put reagiranja

lk – put kočenja

rZ – duljina zaustavnog puta sa sigurnosnim razmakom

LZ – zaustavni put

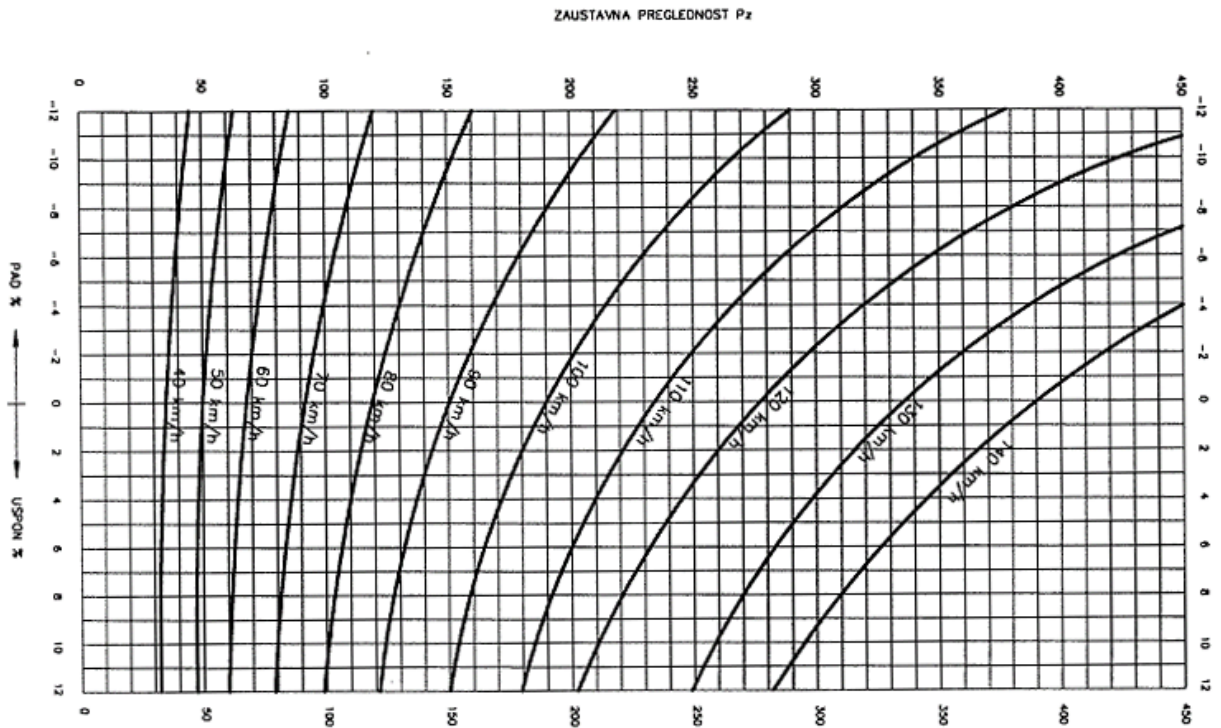
Dužina zaustavne preglednosti jednaka je dužini zaustavnog puta. Ona mora biti osigurana na svim dijelovima ceste u horizontalnom i vertikalnom smislu za oba smjera vožnje. Vrijednosti zaustavne preglednosti u ovisnosti o računskoj brzini (V_r), dane su u tablici 6. za uzdužni nagib $s = 0\%$, a na slici 4. za različite uzdužne nagibe. Veličine zgradama dane su prema Europskom sporazumu o glavnim međunarodnim cestama.

Tablica 6. 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: [7]

Na svim prometnicama je potrebno osigurati preglednost, ako na određenoj dionici prometnice nije osigurana odgovarajuća zaustavna preglednost potrebno je ograničiti brzinu na onu koja odgovara prometnoj situaciji. Zaustavna preglednost (slika 5.) treba biti osigurana na autocestama kao i na cestama prvog i drugog razreda.



Slika 6. Zaustavna preglednost pri uzdužnom nagibu

Izvor: [7]

e) Pregledna dužina za pretjecanje

Pregledna dužina za pretjecanje koja je potrebna da vozilo na siguran naći obavi pretjecanje vozila koje je sporije. Razlika u brzinama vozila uzeta je vrijednost od 15km/h. Preglednost dužine za pretjecanje dano je tablicom.

Tablica 7. Pretjecajne preglednosti

V _r (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
P0	200	260	320	380	430	490	540	600	650	700	760
P1	/	/	/	210	240	270	290	320	350	380	400

Izvor: [7]

U tlocrtne elemente ceste ubrajamo:

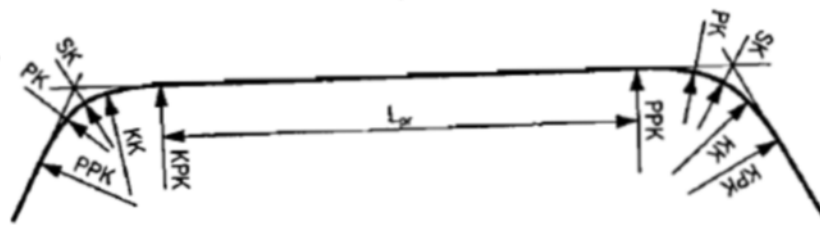
- pravce,
- kružne lukove,
- prijelaznice,

Tlocrtni zavoji su sastavljeni od kružnih lukova i prijelaznica. Radi povećanja brzine i sigurnosti prometa prikladni su duži pravci, duže prijelazne i kružne krivulje velikog polumjera koji ovise o vrsti terena kojim cesta prolazi.

Pravci se primjenjuju samo u posebnim prostornim i topografskim uvjetima, na većim objektima, na trakovima za preplitanje i pretjecanje, na području raskrižja i drugim opravdanim slučajevima.

Dijele se na:

- Pravce između istosmjernih zavoja.



Slika 7. Istosmjerni zavoji

Izvor: [10]

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

- Pravce između protusmjernih zavoja.



Slika 8. Protusmjerni zavoji

Izvor: [10]

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

Gdje su:

L_{pr} = duljina pravca

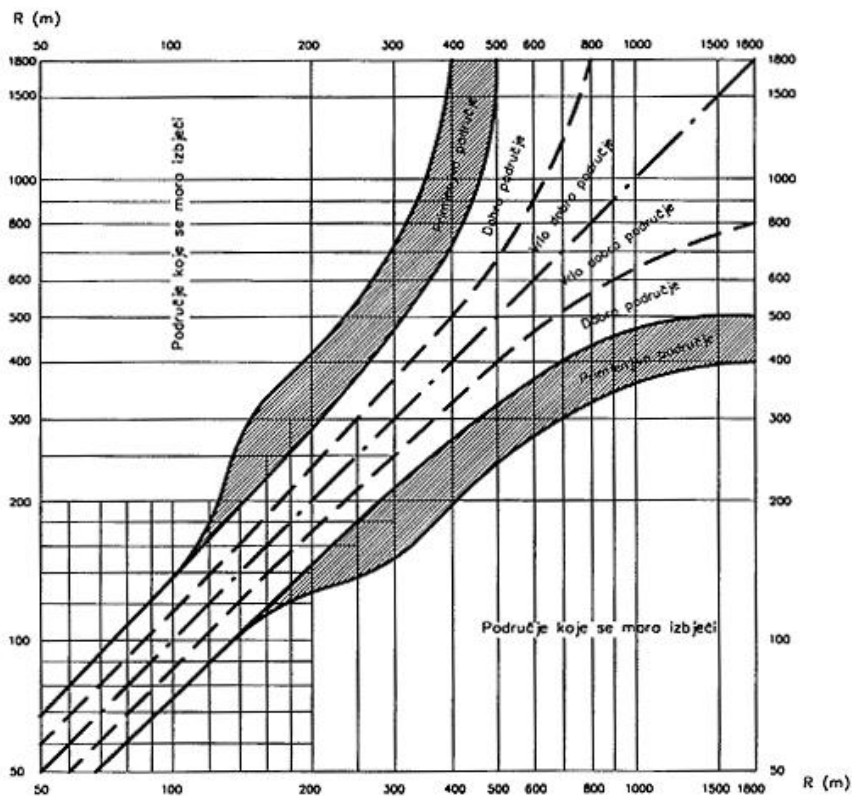
V_p = projektna brzina

Kružni luk

Kružnim lukom se smatra potez ceste koji ima konstantnu zakrivljenost. Kružni luk je temeljni tlocrtni element ceste čiji iznos ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim zavojima i mogućem odnosu računске i projektne brzine.

Za skladan tok trase ceste usklađuju se polumjeri susjednih zavoja prema slici 9. Trasa je usklađena ako su polumjeri susjednih zavoja u slijedećim područjima:

- u “vrlo dobrom području” na autocestama i cestama 1. kategorije
- u “dobrom području” na cestama 2. i 3. kategorije
- u “primjenjivom području” na cestama 4. i 5. kategorije.



Slika 9. Veličine polumjera susjednih zavoja

Izvor: [7]

U tablici 8. su dani podaci za najmanji polumjer zavoja u ovisnosti o projektnoj brzini V_p .

Tablica 8. Najmanji polumjer zavoja i granični polumjer

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

Izvor: [7]

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

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

Prijelaznica

Prijelaznice su dio tlocrtnih elemenata cesta čija je uloga postupan prijelaz zakrivljenosti iz pravca u kružni luk te za prijelaz iz jedne zakrivljenosti u drugu, te postupnu promjenu radijalnog ubrzanja. Isto tako ima ulogu da osigura dovoljnu duljinu vitoperenja kolnika za prijelaz iz poprečnog nagiba u kružnom luku na poprečni nagib u pravcu i da osigura postupno proširenje kolnika iz širine u pravcu na širinu u kružnom luku.

Na svim javnim cestama, obavezna je primjena prijelaznice oblika klotoide a jednadžba glasi;

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

A – parametar klotoide

R – polumjer kružnog luka

L – lučna duljina klotoide

Duljina prijelaznice određuje se voznodinamičkim, konstruktivnim i vizualnim zahtjevima

Voznodinamički zahtjevi

Duljina prijelaznice s obzirom na voznodinamičke zahtjeve, određena je dopuštenom promjenom radijalnog ubrzanja u jedinici vremena X (m/sec^3)

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

L_{min} – najmanja duljina prijelaznice

V_p – projektna brzina

f_{Rdop} – dopušteni radijalni koeficijent otpora klizanja

X – dopušteni bočni pritisak

Vrijednosti L_{min} i R_{min} za projektnu brzinu V_p navedeni su u tablici.

Tablica 9. Voznodinamički zahtjevi za duljinu prijelaznice

V_p (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
X (m/sec ³)	0.875	0.8	0.725	0.65	0.575	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
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: [7]

Konstruktivni zahtjevi

Relativni nagib ruba kolnika na duljini prijelaznice mora udovoljavati graničnim dopuštenim vrijednostima Ds_{max} prema sljedećoj tablici:

Tablica 10. Relativni nagib ruba kolnika

V_p (km/h) ceste	≤40	60	≥80
Ds_{max} (%)	1.5	1	0.75

Izvor: [7]

Vizualni zahtjevi

Vizualni zahtjevi to jest uvjet uočljivosti mora zadovoljiti dva zahtjeva koja su:

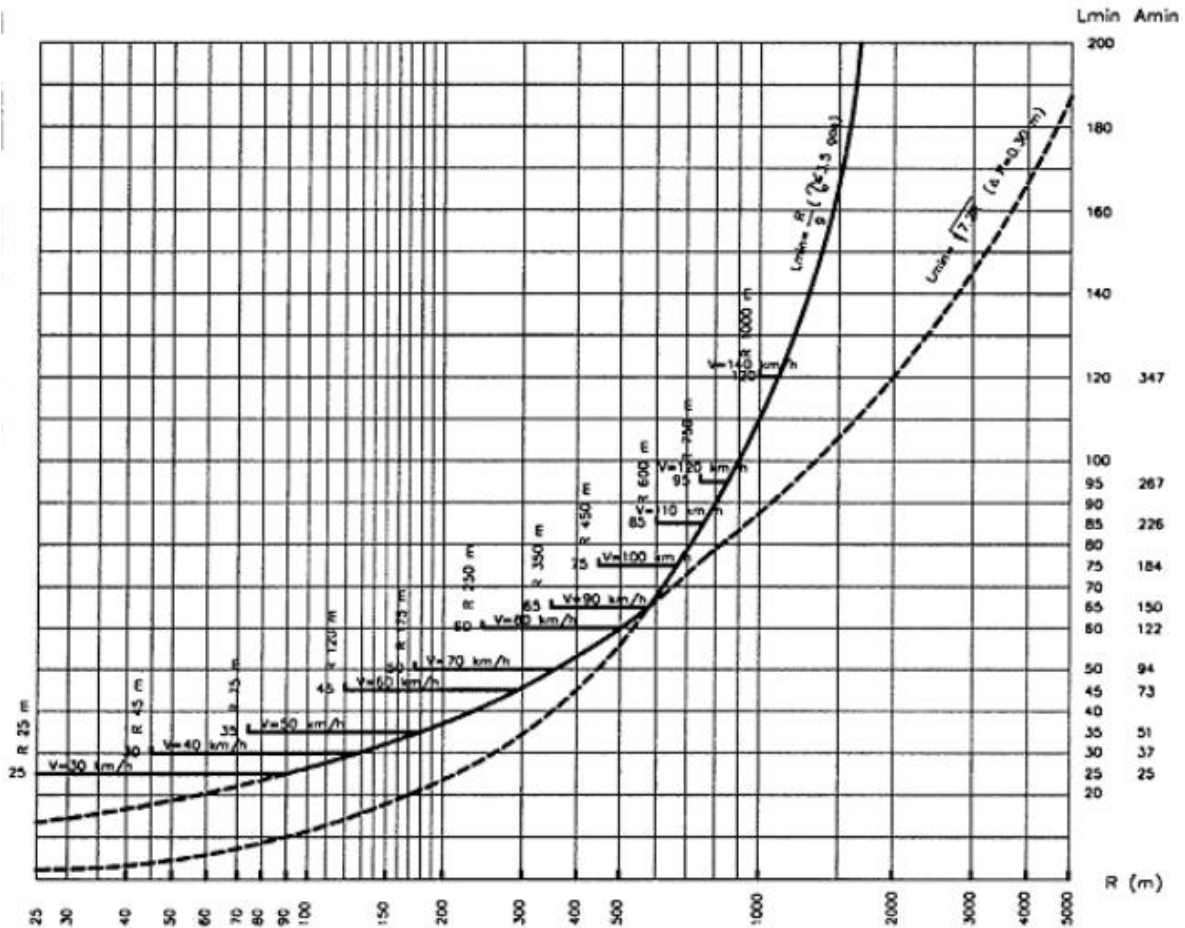
Za skretni kut na duljini prijelaznice 3,5 tona.

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

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 udovaljavaju vizualnim i voznodinamičkim zahtjevima prikazane su na slici 10.



Slika 10. Najmanja duljina prijelaznice

Izvor: [7]

Prijelaznica se primjenjuje u pet slučajeva:

1. između pravca i kružnog luka
2. između dva protusmjerna kružna luka
3. između dva istosmjerna kružna luka

4. os ceste sastavljena isključivo od prijelaznica primjenjuje se samo u iznimnim slučajevima
5. primjena dvije istosmjerne prijelaznice s kratkim međupravcima ili bez njih nije dopuštena, osim kada 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.

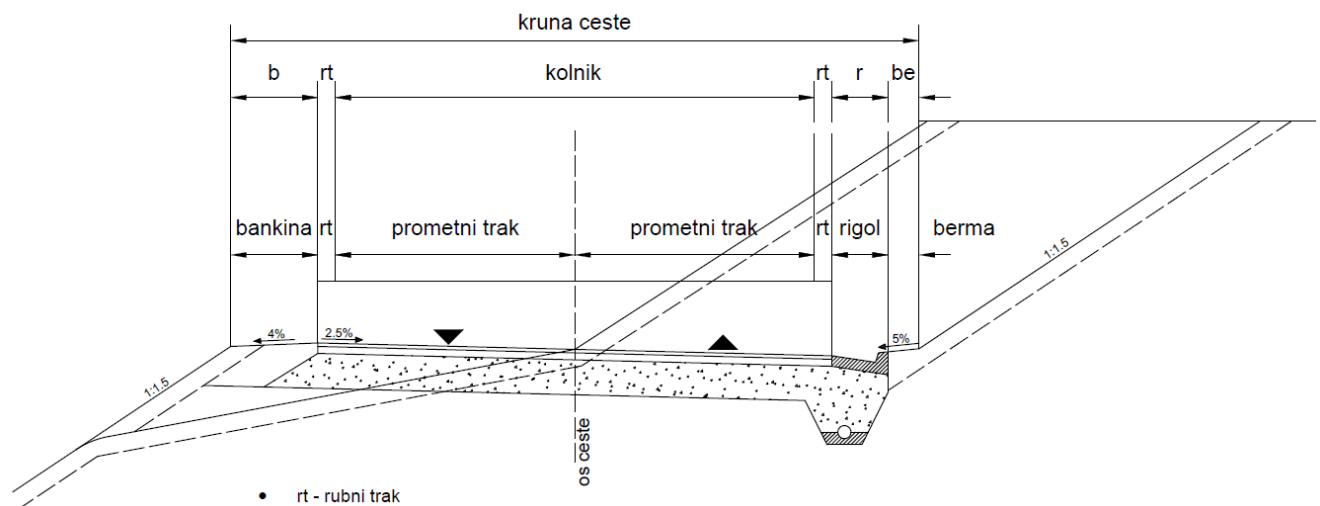
Tablica 11. Duljina kružnog luka bez prijelaznice

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

Izvor: [7]

Kruna ceste

Kruna ceste su elementi poprečnog presjeka ceste koji neposredno ovisi o kategoriji ceste, stupnju ograničenja, prometnom toku i projektnoj brzini V_p . Kruna ceste se sastoji od elemenata: kolnik, rubni trakovi, rigola, razdjelnog pojasa, bankine, nogostupa, biciklističke staze.



Slika 11. Kruna ceste

Izvor: [10]

Kolnik

Kolnik je gornji dio ustroja ceste, odnosno dio cestovne površine. U pravilu 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 12. su dane vrijednosti prometnog traka u ovisnosti na projektnu brzinu V_p . Nedovoljna širina kolnika smanjuje sigurnost prometa. Istraživanja su dokazala da se broj prometnih nezgoda smanjuje povećanjem širine kolnika.

Tablica 12. Širina prometnog traka

V_p (km/h) ceste	≥ 120	100	90	80	70	60	50	40
Švt (m)	3.75	3.50	3.50	3.25	3.00	3.00	3,00 (2,75)	2,75 (2,50)

Izvor: [7]

Rubni trak

Rubni trakovi služe za povećanje sigurnosti prometa, iscrtavanje horizontalne signalizacije i za sigurno obrublivanje kolnika. Grade se sa obje strane krune ceste, a služe za vizualno vođenje trase. Rubni trakovi nisu uračunati u širinu prometnih trakova. Njihova širina ovisi o širini prometnog traka, kako je prikazano u tablici 13.

Tablica 13. 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: [7]

Razdjelni pojasevi

Oni služe za fizičko odvajanje kolnika po smjerovima radi sigurnosti prometa. Na autocestama sa četiri ili više prometna traka, razdjelni pojas se izvodi širine 3,0m – 4,0m (iznimno 2,5m)

Bankina

Bankina je rubni element krune ceste koja se izvodi ovisno o tipu i kategoriji ceste u širini od 1.0 – 1.5m. površina bankine služi za postavljanje vertikalne signalizacije. Izvodi se s nagibom prema vanjskoj strani krune ceste sa minimalnom kosinom od 4%.

Tablica 14. Širina bankine

Prometni trak (m)	Bankina (m)
3,75 / 3,50	1.50
3.25	1.20
3,00 / 2,75	1.00

Izvor: [7]

Nogostup

Nogostup je površina namijenjena kretanju pješaka koji se izvodi se s nadvišenim rubnjakom u odnosu na kolnik uz koji se izvodi. Visina rubnjaka izvodi se od 12 do 20 cm. Širina pješačkog traka za jednu osobu iznad 80 cm. U slučaju dvije osobe ta širina se udvostručuje.

Biciklističke staze

Biciklističke staze se izvode na nogostupima, isto tako se mogu izvoditi i na kolnicima, ukoliko su na sigurnosnoj udaljenosti od ruba prometnog profila minimalno 75 cm.

Proširenje kolnika

Proširenje kolnika ovisi o veličini polumjera zavoja i o vrsti vozila koje uzima kao mjerodavno. U hrvatskoj se za mjerodavno vozilo uzima teretno vozilo sa prikolicom. Proširenje vanjskog i unutarnjeg traka su jednaka te se izvode postepeno na duljini prijelaznice. Proširenje se računa pod formulom.

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

R - polumjer kružnog luka

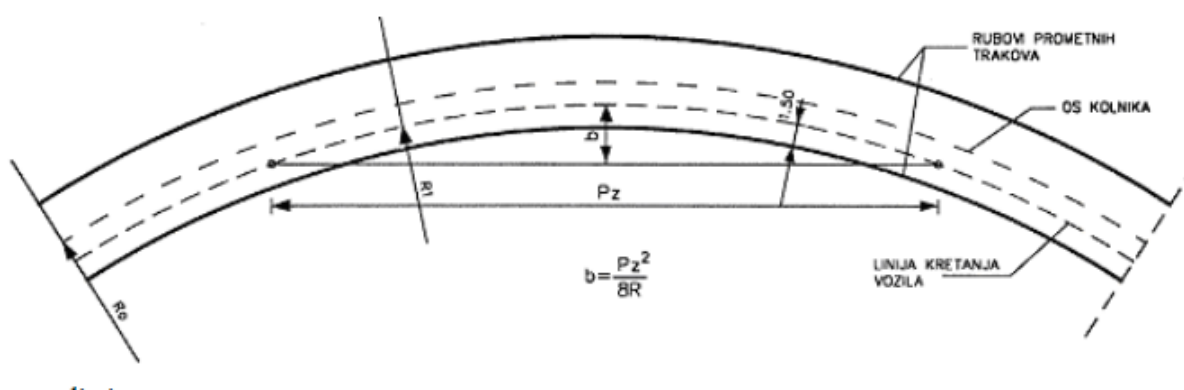
Preglednost

Zbog veće sigurnosti prometa odgovarajuća preglednost mora biti zadovoljena u horizontalom i vertikalnom zavoju. Horizontalna preglednost omogućuje dobru preglednost na unutarnjoj strani zavoja u kojoj je uklonjena bilo koja vrsta prepreke pregledu vozača.

b (m) – širina preglednosti

Pz (m) – tražena duljina preglednosti

R (m) - polumjer kružnog luka



Slika 12. Elementi horizontalne preglednosti

Izvor: [7]

Tablica 15. Širina preglednosti

Vr (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
Pz (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)

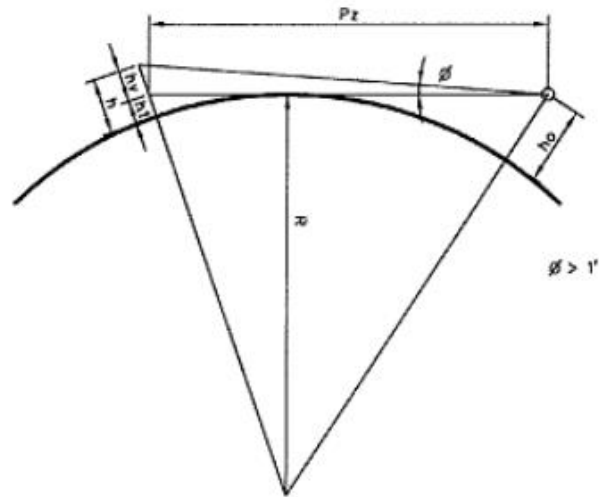
Izvor: [7]

Vertikalna preglednost ovisi o polumjeru vertikalnog zavoja. Preglednost mora biti osigurana jednaka kao za zaustavljanje vozila pred nepomičnom zaprekom. Kod vertikalne preglednosti uzimaju se u obzir:

h_0 (m) – visina oka vozača

h_v (m) – visina vidljive nepomične zapreke

h_1 (m) – visina nevidljive nepomične zapreke

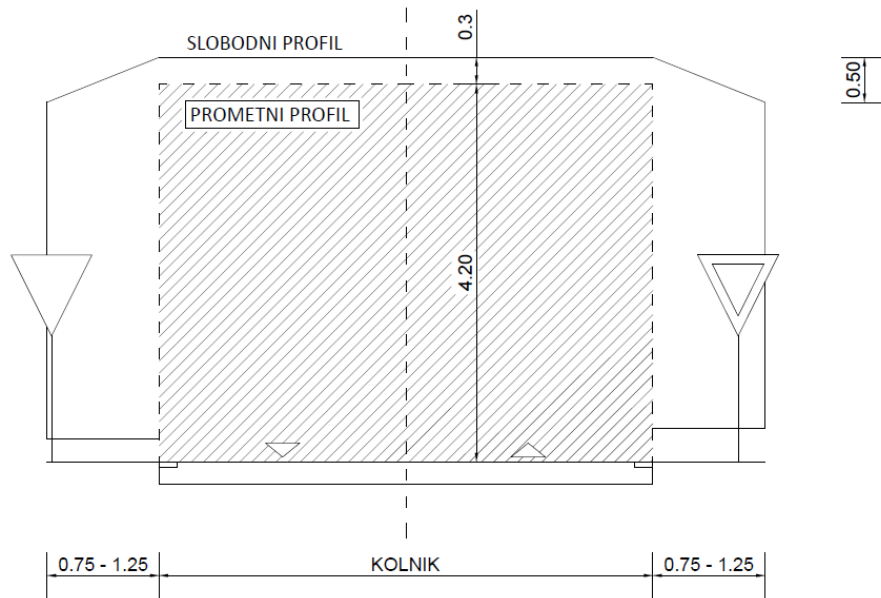


Slika 13. Vertikalna preglednost

Izvor: [7]

Prometni i slobodni profili

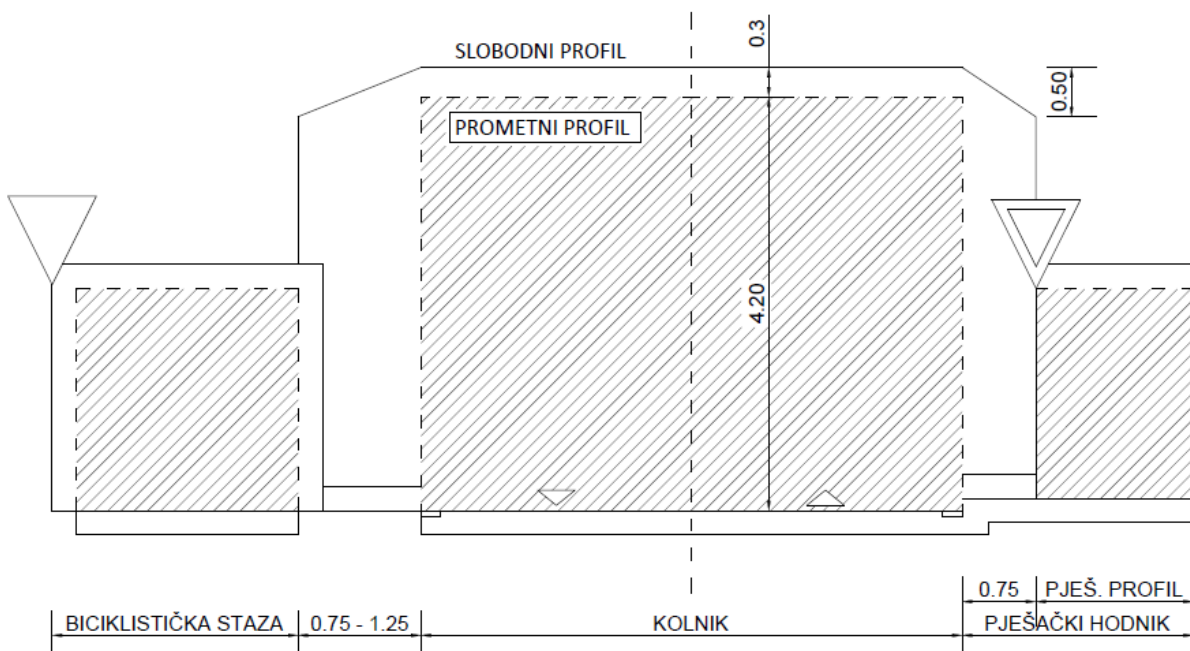
Prometni profil je prostor koji pruža nesmetano odvijanje prometa, u kojoj ne smije biti nikakva zapreka. Visina prometnog profila iznosi 4,20 m a taj prostor se nalazi iznad kolnika. Slobodni profil predstavlja uvećani prometni profil za dužine zaštitne širine i visine. Visina slobodnog profila iznosi 4,50 m.



Slika 14. Prometni i slobodni profil

Izvor: [7]

Kombinirani profil koji je opisan za mješoviti promet. Odnosi se na one prometnice na kojima je predviđen biciklistički i pješački promet.



Slika 15. Kombinirani i slobodni profil

Izvor: [7]

3. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA PROMETNOJ DIONICI CESTE

Osnovica za planiranje prometa je brojanje prometa. Podaci od kojih se dobiva uvid u trenutno stanje prometa koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili neke ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa dobiveni su iz brojanja prometa. U određenim vremenskim razmacima, koje se koje se protežu na određeno duže razdoblje pri ponovljenom brojanju mogu se dobiti određene zavisnosti razvoja prometa. Brojanje prometa i prikupljeni podaci o prometu potrebni su za:

- Prometnog i urbanističkog planiranja;
- Planiranja funkcionalne prometne mreže nekog većeg područja ili projektiranje nekoga prometnog čvora;
- Potrebne rekonstrukcije postojećih prometnih mreža i izgradnju.

Brojanje prometa se dijeli na dvije vrste:

Statičko brojanje prometa je brojanje u kojem se broje vozila koja prođu kroz određeni dio ceste u određenom vremenskom intervalu. Takvo brojanje prometa daje podatke o opterećenju ceste, a služe za dimenzioniranje prometnica i raskrižja. Prednosti statičkog brojanja prometa da se prilikom brojanja ne ometa promet.

Dinamičkim brojanjem prometa se utvrđuju jačina, smjer, i put prometnog strujanja. Tim se brojanjem omogućuje utvrđivanje izvora i cilja prometnih tokova [9].

Brojanje prometa se može biti izvedeno ručno ili automatskim uređajima. Razvoj tehnologije povećao se broj metoda brojanja prometa. Vrsta metode koju koristimo ovisi o informaciji koja nam je potrebna. Vrste metoda brojanja prometa su:

- Metoda ručnog brojanja prometa
- Metoda automatskog brojanja prometa
- Brojanje prometa pomoću video tehnologije
- Naplatno brojanje prometa
- Metoda bilježenja registarskih oznaka vozila

- Brojanje prometa na parkirališnim površinama i garažama
- Brojanje vozila prevezenih trajektima

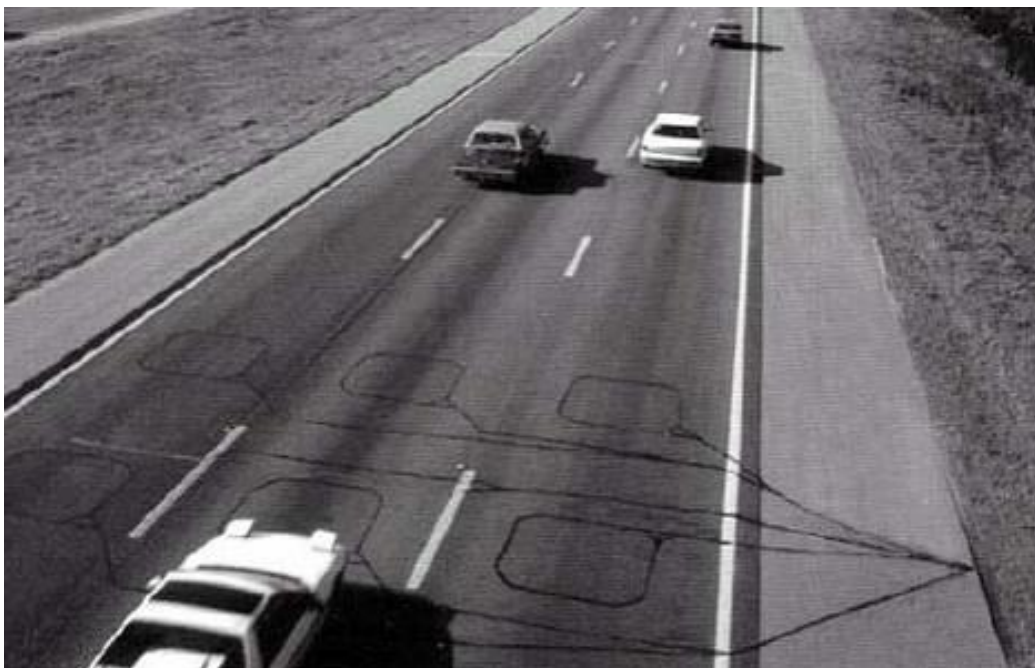
Ručno brojanje prometa može se izvesti uz pomoć brojačkih listića, mehaničkih brojača, sata, štoperica i električnih brojača. Postoje različiti listići za pješake i vozila. Različite kategorije vozila se mogu upisivati na isti listić, a period brojanja ovisi o potrebama.



Slika 16. Ručno brojanje prometa

Izvor: [11]

Automatsko brojanje prometa obavlja se pomoću brojila prometa. Takvi uređaji se postavljaju na prometnicu ili uz nju. Oni registriraju kretanja vozila okomito na rub prometnice na kojem su postavljeni. Prema konstrukciji automatskog brojila postoje različiti tipovi kao što su: brojila sa induktivnom petljom, magnetsko brojilo, mikrovalni radari, te pneumatsko, infracrveno, ultrazvučno, akustično brojilo i Video Image Processor (VIP)



Slika 17. Automatsko brojanje prometa s induktivnom petljom

Izvor: [12]



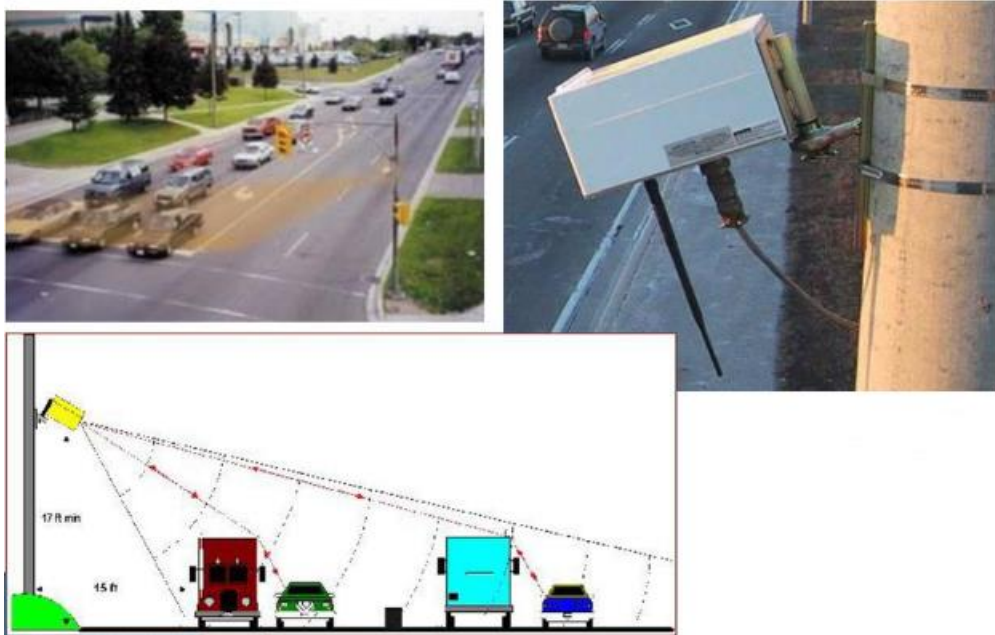
Slika 18. Automatsko brojanje prometa sa pneumatskim brojanjem

Izvor: [12]



Slika 19. Automatsko brojanje prometa magnetskim brojilom

Izvor: [12]



Slika 20. Automatsko brojanje prometa uz pomoć mikrovalnih radara

Izvor: [12]



Slika 21. Brojanje prometa pomoću video tehnologije

Izvor: [7]

Brojanjem prometnih tokova na presjeku županijske ceste Ž2220 i duge ceste kod Kraljevog Vrha u referentnom radnom danu (17.06.2019) u tjednu je zabilježeno 227 EJA jedinica u jutarnjem vršnom periodu, a u popodnevom vršnom periodu 245 EJA jedinica. U nedjelju (16.06.2019) zabilježeno je 195 EJA jedinica u jutarnjem vršnom periodu, a u popodnevom vršnom periodu 190 EJA jedinica.



Slika 22. Prikaz lokacije brojanja prometa

Izvor: Google Maps

Tablica 16. Broj EJA u vršnim satima radnog dana

JUTARNJI VRŠNI PERIOD RADNOG DANA [7:00 - 10:00]	Ukupno [EJA]
PRESJEK 1	106
PRESJEK 2	121
Ukupno [EJA]	227
POPODNEVNI VRŠNI PERIOD RADNOG DANA [15:00 - 18:00]	Ukupno [EJA]
PRESJEK 1	127
PRESJEK 2	118
Ukupno [EJA]	245

Tablica 17. Broj EJA u vršnim satima vikendom

JUTARNJI VRŠNI PERIOD DANA U VIKENDU [7:00 - 10:00]	Ukupno [EJA]
PRESJEK 1	112
PRESJEK 2	83
Ukupno [EJA]	195
POPODNEVNI VRŠNI PERIOD DANA U VIKENDU [15:00 - 18:00]	Ukupno [EJA]
PRESJEK 1	97
PRESJEK 2	93
Ukupno [EJA]	190

Tablice rezultata brojanja prometa tijekom radnog dana ponedjeljka 17.06.2019:

Tablica 18. Broj vozila radnim danom u vremenu od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati radnim danom za smjer kretanja jug – sjever

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	P1	0-15'	9	1	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	8	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	5	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	10	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	32	1	0	0	0	0	0	0
		EJA	32	1.5	0	0	0	0	0	0
		sveukupno vozila					33			
	sveukupno EJA					34				
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	P1	0-15'	3	1	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	8	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	7	2	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	9	0	0	0	0	1	0	0
		ukupno	27	3	0	0	0	1	0	0
		EJA	27	4.5	0	0	0	0.7	0	0
		sveukupno vozila					31			
	sveukupno EJA					32				
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
9:00 - 10:00	P1	0-15'	4	0	0	0	6	0	0	0
		15'-30'	12	0	1	0	2	0	0	1
		30'-45'	9	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	7	0	0	0	1	0	0	0
		ukupno	32	0	1	0	9	0	0	1
		EJA	32	0	2	0	6.3	0	0	0
		sveukupno vozila					42			
	sveukupno EJA					40				
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	P1	0-15'	6	0	0	1	0	0	0	0
		15'-30'	10	1	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	12	0	0	1	0	0	0	0
		45'-60'	14	2	0	0	0	0	0	0
		ukupno	42	3	0	2	0	0	0	0
		EJA	42	4.5	0	4	0	0	0	0
		sveukupno vozila					47			
	sveukupno EJA					51				

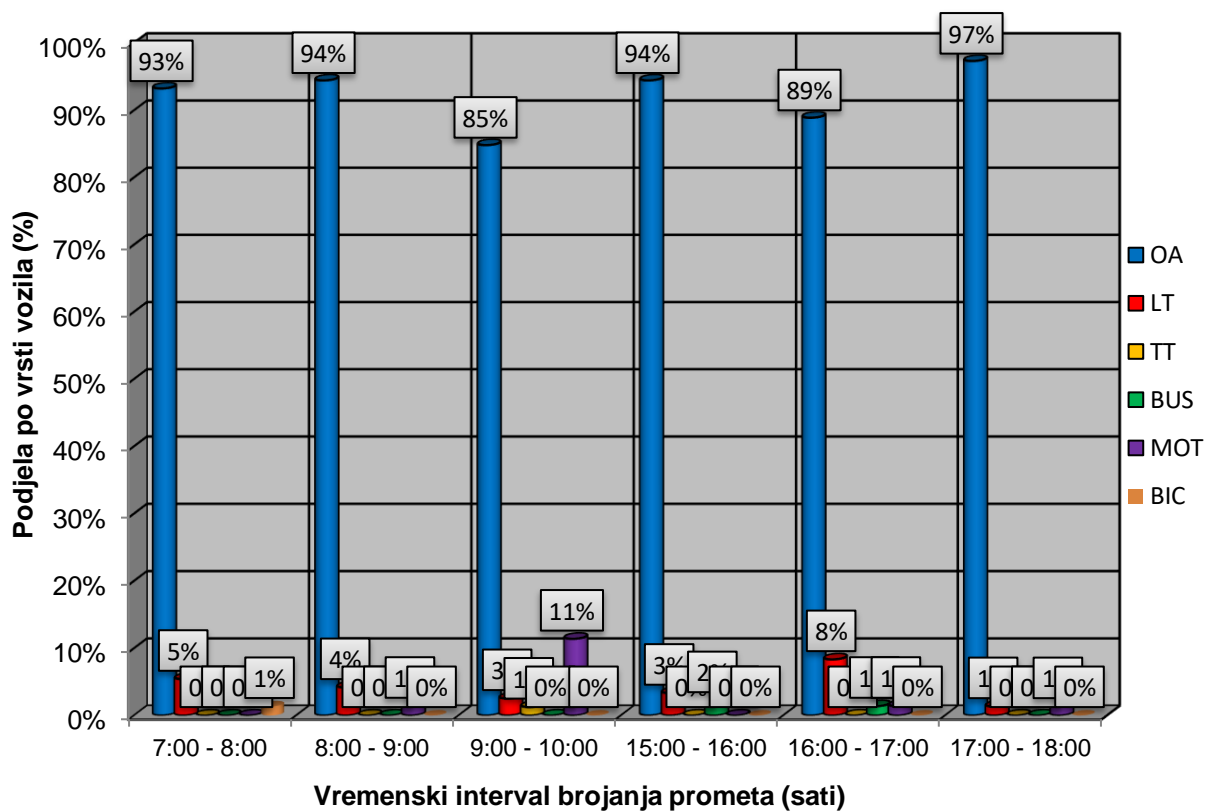
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	P1	0-15'	5	1	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	15	0	0	0	1	0	0	0
		30'-45'	5	2	0	1	0	0	0	0
		45'-60'	9	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	34	3	0	1	1	0	0	0
		EJA	34	4.5	0	2	0.7	0	0	
		sveukupno vozila	39							
	sveukupno EJA	41								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
17:00 - 18:00	P1	0-15'	6	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	12	1	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	8	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	7	0	0	0	1	0	0	0
		ukupno	33	1	0	0	1	0	0	0
		EJA	33	1.5	0	0	0.7	0	0	
		sveukupno vozila	35							
	sveukupno EJA	35								

Tablica 19. Broj vozila u vremenu od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati radnim danom za smjer kretanja sjever – jug

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	P2	0-15'	14	1	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	11	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	7	0	0	0	0	1	0	0
		45'-60'	5	2	0	0	0	0	0	0
		ukupno	37	3	0	0	0	1	0	0
		EJA	37	4.5	0	0	0	0.3	0	
		sveukupno vozila	41							
	sveukupno EJA	42								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	P2	0-15'	13	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	11	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	6	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	11	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	41	0	0	0	0	0	0	0
		EJA	41	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	41							
	sveukupno EJA	41								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
9:00 - 10:00	P2	0-15'	9	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	8	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	7	2	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	11	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	35	2	0	0	0	0	0	0
		EJA	35	3	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	37							
	sveukupno EJA	38								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	P2	0-15'	6	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	18	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	4	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	15	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	43	0	0	0	0	0	0	0
		EJA	43	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	43							
	sveukupno EJA	43								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	P2	0-15'	6	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	9	1	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	7	2	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	8	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	30	3	0	0	0	0	0	0
		EJA	30	4.5	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	33							
	sveukupno EJA	35								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
17:00 - 18:00	P2	0-15'	14	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	5	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	11	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	10	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	40	0	0	0	0	0	0	0
		EJA	40	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	40							
	sveukupno EJA	40								

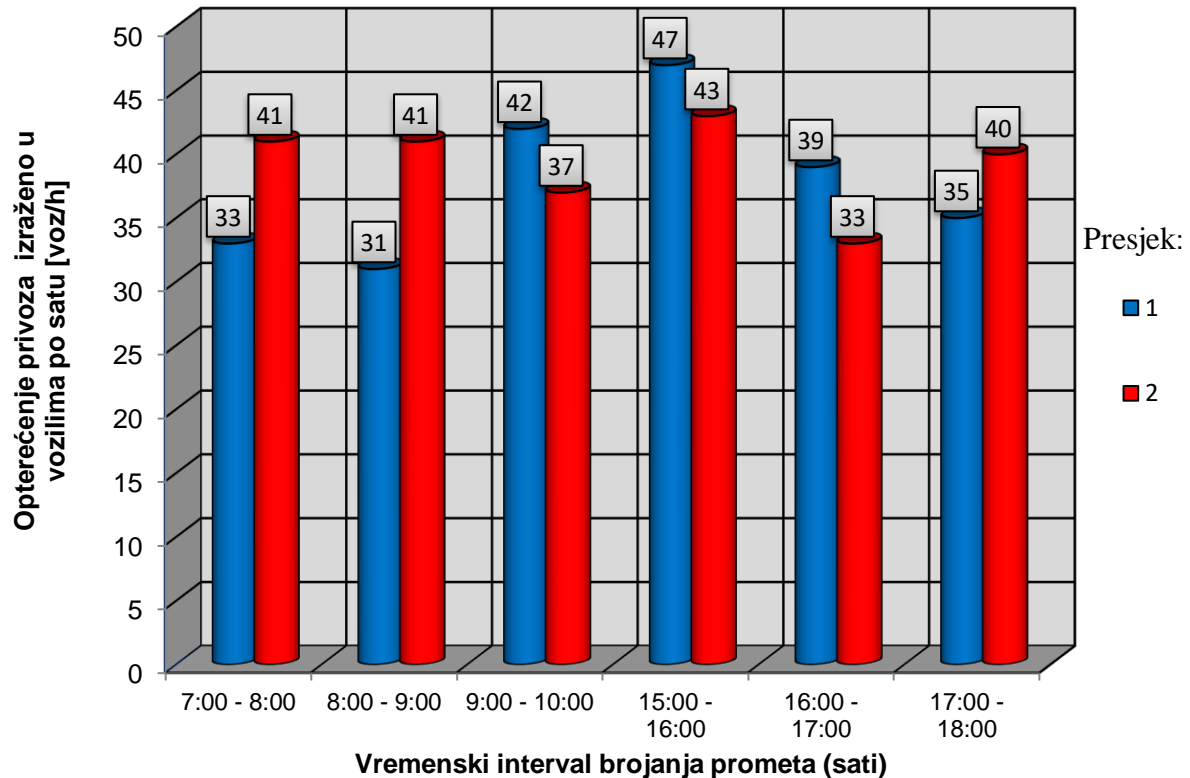
Presjek: Županijska cesta Ž2220 kod Kraljevog Vrha



Grafikon 1. Prikaz vrsta vozila i njihov postotak u određenom periodu

Na grafikonu 1. prikazana je podjela ukupnog opterećenja po vrsti vozila u strukturi prometnog tok. Najviše osobnih automobila (97%) je između 17:00 i 18:00 sati, a najviše teretnih vozila (8%) zabilježeno je između 16:00 i 17:00. Najviše autobusa (1%) zabilježeno je između 16:00 i 17:00. Najviše motocikala (11%) zabilježeno je između 9:00 i 10:00 sati. Najviše biciklista (1%) zabilježeno je između 7:00 i 8:00 sati.

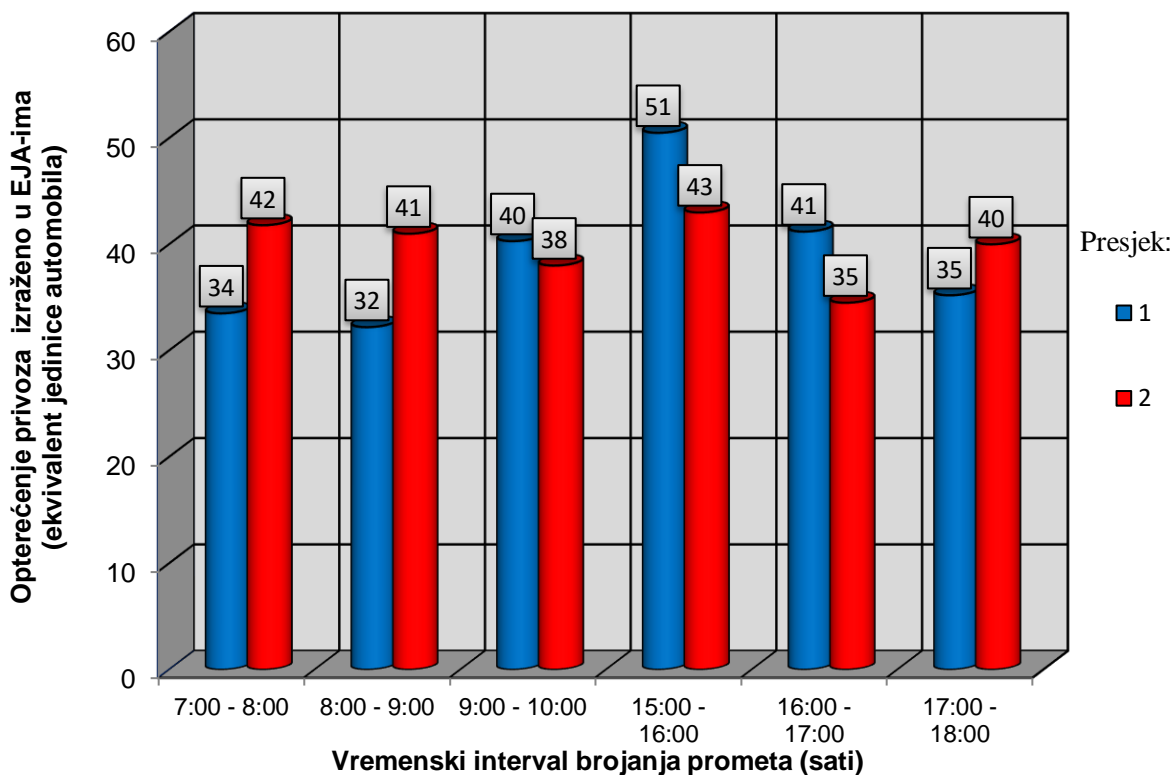
Presjek: Županijska ceste Ž2220 kod Kraljevog Vrha



Grafikon 2. Prikaz presjeka i njihova količina u određenom periodu

Na grafikonu 2. prikazano je opterećenje presjeka izraženo u vozilima po satu u vremenskim intervalima brojanja prometa (slici 22.). Vidljivo je da je u jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) (42 voz/h) između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 8:00 i 9:00 sati (31 voz/h). U jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 2) je (41 voz/h) između 7:00 i 9:00 sati, a najmanje između 9:00 i 10:00 sati (37 voz/h). U popodnevnom vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 2) je (43 voz/h) između 15:00 i 16:00 sati, a najmanje između 16:00 i 17:00 sati (33 voz/h). U popodnevnom vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) je (47 voz/h) između 15:00 i 16:00 sati, a najmanje između 17:00 i 18:00 sati (35 voz/h).

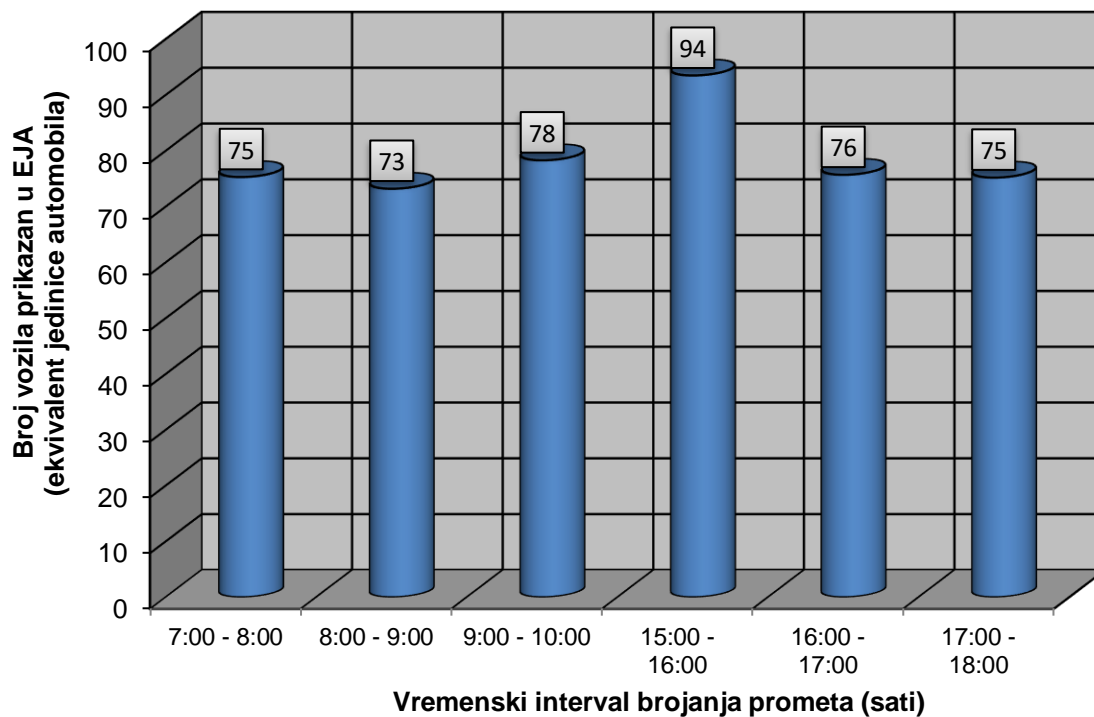
Presjek: Županijska cesta Ž2220 kod Kraljevog Vrh



Grafikon 3. Prikaz presjeka i EJA količina u određenom periodu

Na grafikonu 3. prikazano je opterećenje presjeka izraženo ekvivalentom jedinice automobila (EJA) u vremenskim intervalima brojanja prometa (slika 22.). Vidljivo je da je u jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) (40 EJA) između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 8:00 i 9:00 sati (32 EJA). U jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 2) je (42 EJA) između 7:00 i 8:00 sati, a najmanje između 9:00 i 10:00 sati (38 EJA). U popodnevnom vršnom periodu najveće je prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 2) (43 EJA) između 15:00 i 16:00 sati, a najmanje između 16:00 i 17:00 sati (35 EJA). U popodnevnom vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) je (51 EJA) između 15:00 i 16:00 sati, a najmanje između 17:00 i 18:00 sati (35 EJA).

Presjek: Županijska cesta Ž2220 kod Kraljevog Vrha



Grafikon 4. EJA količina u određenom periodu

Na grafikon 4. vidljivo je da je u jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje (78 EJA) cijelog presjeka između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 8:00 i 9:00 sati (73 EJA). U popodnevnom periodu najveće ukupno prometno opterećenje je između 15:00 i 16:00 sati (94 EJA), a najmanje ukupno opterećenje je između 17:00 i 18:00 (75 EJA).

Tablice rezultata brojanja prometa tijekom dana u vikendu, nedjelja 16.06.2019:

Tablica 20. Broj vozila u vremenu od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati vikendom za smjer jug – sjever

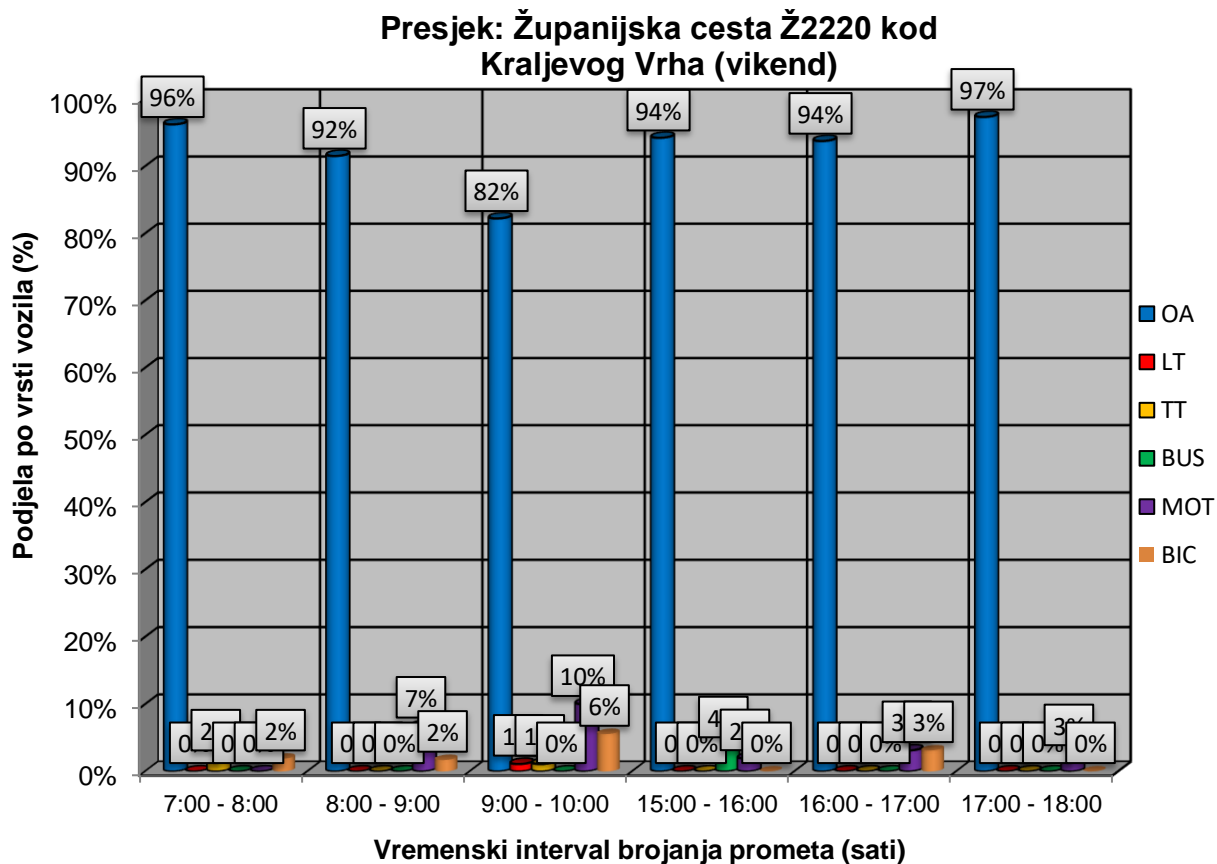
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	P1	0-15'	6	0	0	0	0	0	0	1
		15'-30'	5	0	1	0	0	0	0	0
		30'-45'	12	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	7	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	30	0	1	0	0	0	0	1
		EJA	30	0	2	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	31							
	sveukupno EJA	32								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	P1	0-15'	3	0	0	0	0	1	0	0
		15'-30'	6	0	0	0	1	0	0	0
		30'-45'	14	0	0	0	2	0	0	0
		45'-60'	7	0	0	0	1	0	0	0
		ukupno	30	0	0	0	4	1	0	0
		EJA	30	0	0	0	2.8	0.3	0	
		sveukupno vozila	35							
	sveukupno EJA	33								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
9:00 - 10:00	P1	0-15'	4	0	0	0	6	0	0	0
		15'-30'	18	0	1	0	2	0	0	1
		30'-45'	8	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	9	0	0	0	1	0	0	0
		ukupno	39	0	1	0	9	0	0	1
		EJA	39	0	2	0	6.3	0	0	
		sveukupno vozila	49							
	sveukupno EJA	47								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
15:00 - 16:00	P1	0-15'	6	0	0	1	0	0	0	0
		15'-30'	3	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	9	0	0	0	1	0	0	0
		45'-60'	3	0	0	1	0	0	0	0
		ukupno	21	0	0	2	1	0	0	0
		EJA	21	0	0	4	0.7	0	0	
		sveukupno vozila	24							
	sveukupno EJA	26								

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
16:00 - 17:00	P1	0-15'	9	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	7	0	0	0	1	0	0	0
		30'-45'	11	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	11	0	0	0	0	1	0	0
		ukupno	38	0	0	0	1	1	0	0
		EJA	38	0	0	0	0.7	0.3	0	
		sveukupno vozila	40							
	sveukupno EJA	39								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
17:00 - 18:00	P1	0-15'	8	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	10	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	7	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	6	0	0	0	2	0	0	0
		ukupno	31	0	0	0	2	0	0	0
		EJA	31	0	0	0	1.4	0	0	
		sveukupno vozila	33							
	sveukupno EJA	32								

Tablica 21. Broj vozila u vrijeme od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati vikendom za smjer sjever – jug

sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
7:00 - 8:00	P2	0-15'	5	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	9	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	3	0	0	0	0	1	0	0
		45'-60'	4	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	21	0	0	0	0	1	0	0
		EJA	21	0	0	0	0	0.3	0	
		sveukupno vozila	22							
	sveukupno EJA	21								
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI
8:00 - 9:00	P2	0-15'	4	0	0	0	0	0	0	0
		15'-30'	7	0	0	0	0	0	0	0
		30'-45'	4	0	0	0	0	0	0	0
		45'-60'	9	0	0	0	0	0	0	1
		ukupno	24	0	0	0	0	0	0	1
		EJA	24	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	24							
	sveukupno EJA	24								

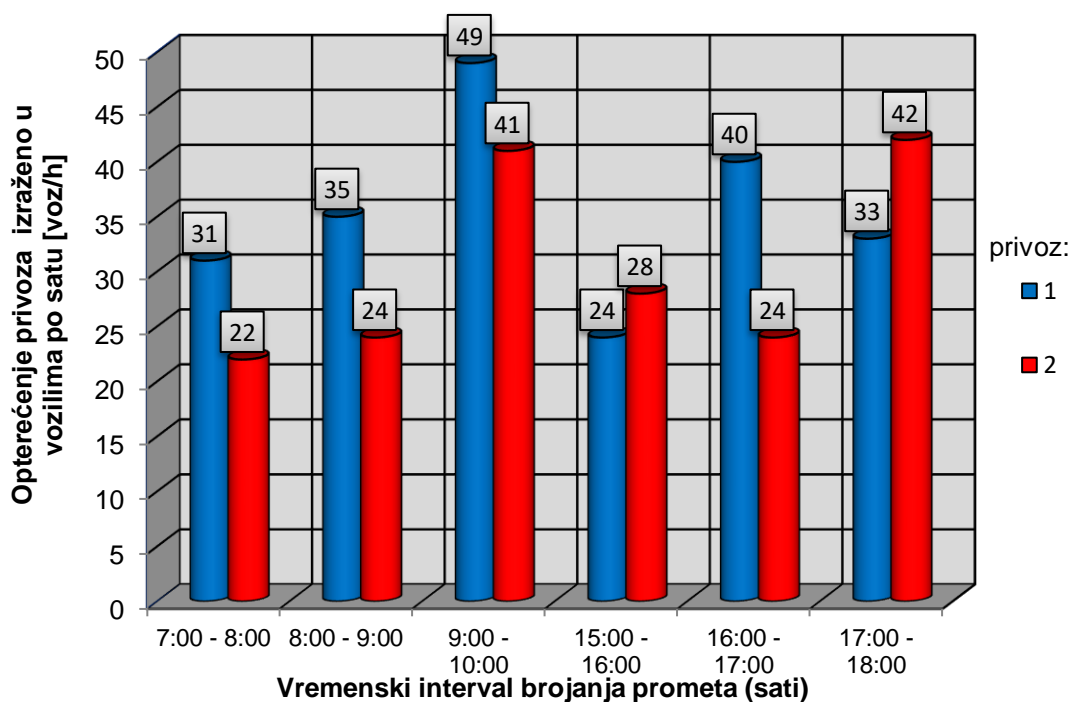
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI	
9:00 - 10:00	P2	0-15'	8	0	0	0	0	0	0	0	
		15'-30'	10	0	0	0	0	0	0	0	
		30'-45'	8	0	0	0	0	0	0	0	
		45'-60'	9	1	0	0	0	0	5	0	0
		ukupno	35	1	0	0	0	0	5	0	0
		EJA	35	1.5	0	0	0	0	1.5	0	
		sveukupno vozila	41								
	sveukupno EJA	38									
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI	
15:00 - 16:00	P2	0-15'	4	0	0	0	0	0	0	0	
		15'-30'	9	0	0	0	0	0	0	0	
		30'-45'	7	0	0	0	0	0	0	0	
		45'-60'	8	0	0	0	0	0	0	0	
		ukupno	28	0	0	0	0	0	0	0	
		EJA	28	0	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	28								
	sveukupno EJA	28									
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI	
16:00 - 17:00	P2	0-15'	6	0	0	0	0	0	0	0	
		15'-30'	5	0	0	0	1	0	0	0	
		30'-45'	7	0	0	0	0	0	0	0	
		45'-60'	4	0	0	0	0	0	1	0	
		ukupno	22	0	0	0	1	1	0	0	
		EJA	22	0	0	0	0	0.7	0.3	0	
		sveukupno vozila	24								
	sveukupno EJA	23									
sat	smjer	15'-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	BIC	TRAM	PJEŠACI	
17:00 - 18:00	P2	0-15'	13	0	0	0	0	0	0	0	
		15'-30'	8	0	0	0	0	0	0	0	
		30'-45'	12	0	0	0	0	0	0	0	
		45'-60'	9	0	0	0	0	0	0	0	
		ukupno	42	0	0	0	0	0	0	0	
		EJA	42	0	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	42								
	sveukupno EJA	42									



Grafikon 5. Prikaz vrsta vozila i njihov postotak u određenom periodu

Na grafikonu 5. prikazana je podjela ukupnog opterećenja po vrsti vozila u strukturi prometnog toka. Najviše je osobnih automobila (97%) između 17:00 i 18:00 sati, a najviše teretnih vozila (1%) zabilježeno je između 9:00 i 10:00. Najviše teških teretnih vozila (2%) zabilježeno je između 7:00 i 8:00 sati. Najviše autobusa (4%) zabilježeno je između 15:00 i 16:00. Najviše motocikala (10%) zabilježeno je između 9:00 i 10:00 sati. Najviše biciklista (6%) zabilježeno je između 9:00 i 10:00.

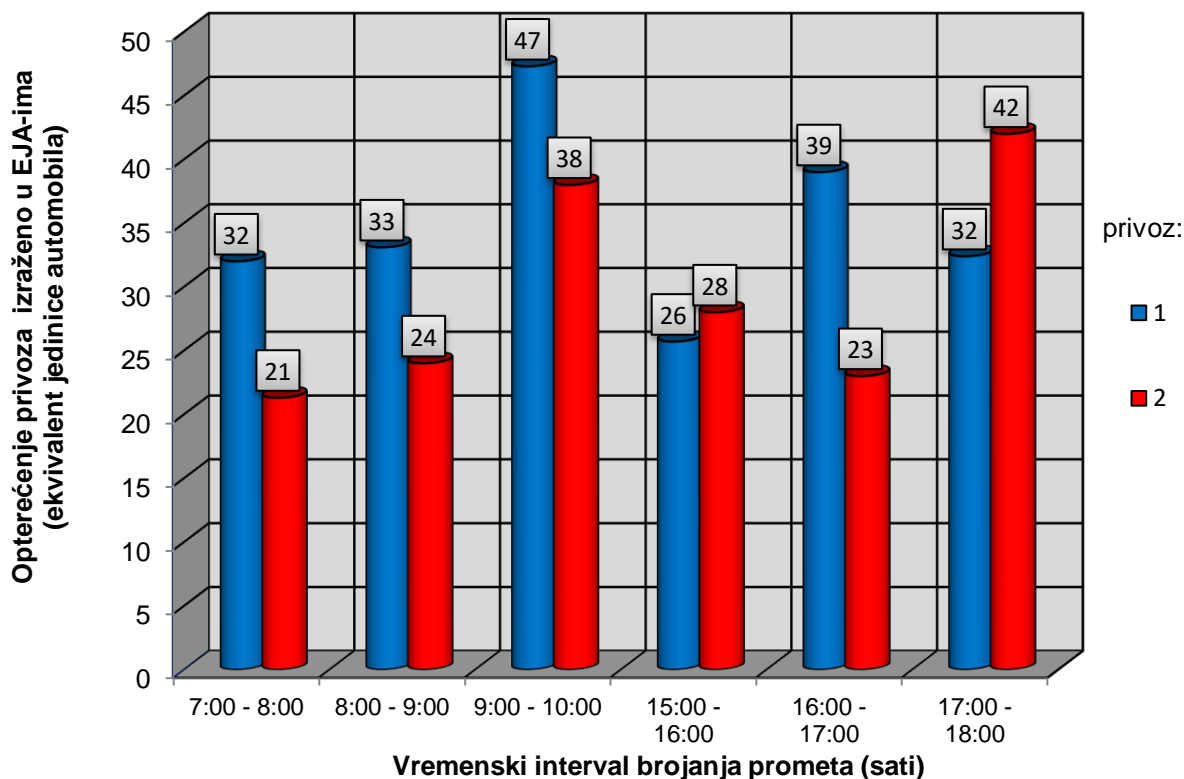
Presjek: Županijske ceste Ž2220 kod Kraljevog Vrha (vikend)



Grafikon 6. Prikaz presjeka i njihova količina u određenom periodu

Na grafikonu 6. prikazano je opterećenje presjeka izraženo u vozilima po satu u vremenskim intervalima brojanja prometa (slici 22.). Vidljivo je da je u jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) (49 voz/h) između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 7:00 i 8:00 sati (31 voz/h). U jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 2) je (41 voz/h) između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 7:00 i 8:00 sati (22 voz/h). U popodnevnom vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 2) je (40 voz/h) između 16:00 i 17:00 sati, a najmanje između 15:00 i 16:00 sati (24 voz/h). U popodnevnom vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) je (42 voz/h) između 17:00 i 18:00 sati, a najmanje između 16:00 i 17:00 sati (35 voz/h)

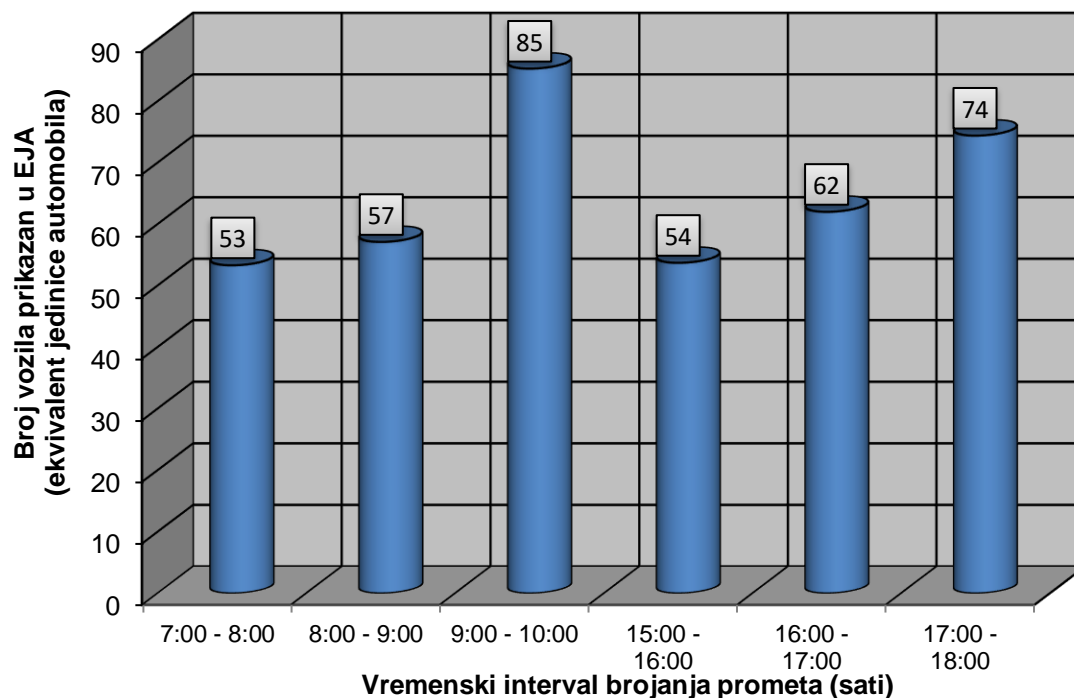
Presjek: Županijske ceste Ž2220 kod Kraljevog Vrha (vikend)



Grafikon 7. Prikaz presjeka i EJA količina u određenom periodu

Na grafikonu 7. prikazano je opterećenje presjeka izraženo ekvivalentom jedinice automobila (EJA) u vremenskim intervalima brojanja prometa (slika 22.). Vidljivo je da je u jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera juga prema sjeveru (presjek 1) (47 EJA) između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 7:00 i 8:00 sati (32 EJA). U jutarnjem vršnom periodu najveće je prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 2) (38 EJA) između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 7:00 i 8:00 sati (21 EJA). U popodnevnom vršnom periodu najveće prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 2) je (42 EJA) između 17:00 i 18:00 sati, a najmanje između 16:00 i 17:00 sati (23 EJA). U popodnevnom vršnom periodu najveće je prometno opterećenje iz smjera sjevera prema jugu (presjek 1) (39 EJA) između 16:00 i 17:00 sati, a najmanje između 15:00 i 16:00 sati (26 EJA).

Presjek: Županijska cesta Ž2220 kod Kraljevog Vrha (vikend)



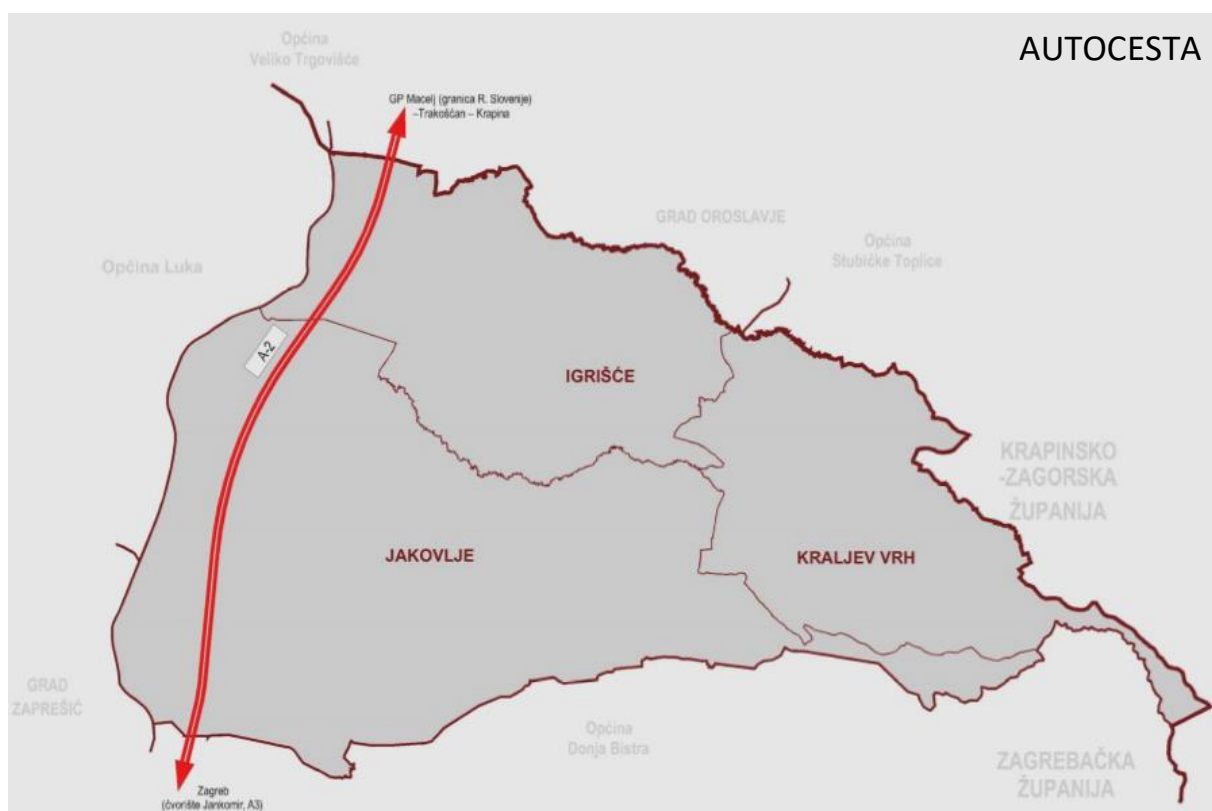
Grafikon 8. EJA količina u određenom periodu

Na grafikonu 8. vidljivo je da je u jutarnjem vršnom periodu najveće prometno opterećenje (85 EJA) cijelog presjeka je između 9:00 i 10:00 sati, a najmanje između 7:00 i 8:00 sati (53 EJA). U popodnevnom periodu najveće ukupno prometno opterećenje je 17:00 i 18:00 sati (74 EJA), a najmanje ukupno opterećenje je između 15:00 i 16:00 (54 EJA).

4. ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA PROMETNE DIONICE CESTE

Dionica prometnice Ž2220 koja je obuhvaćena ovim završnim radom započinje na raskrižju Ulice Josipa Grilla (Ž2220) i Duge ulice u mjestu Kraljev Vrh, u Općini Jakovlje, u Zagrebačkoj županiji. Dionica se proteže prema mjestu Strmec Stubički, Općinom Stubičke Toplice u Krapinsko-zagorskoj županiji, završavajući na raskrižju prometnica Ž2220 i Ž2219. Dužina dionice proteže se oko 1.8 km. Od toga se trasa Zagrebačkom županijom proteže oko 1.1 km, a Krapinsko-zagorskom županijom oko 0.7 km.

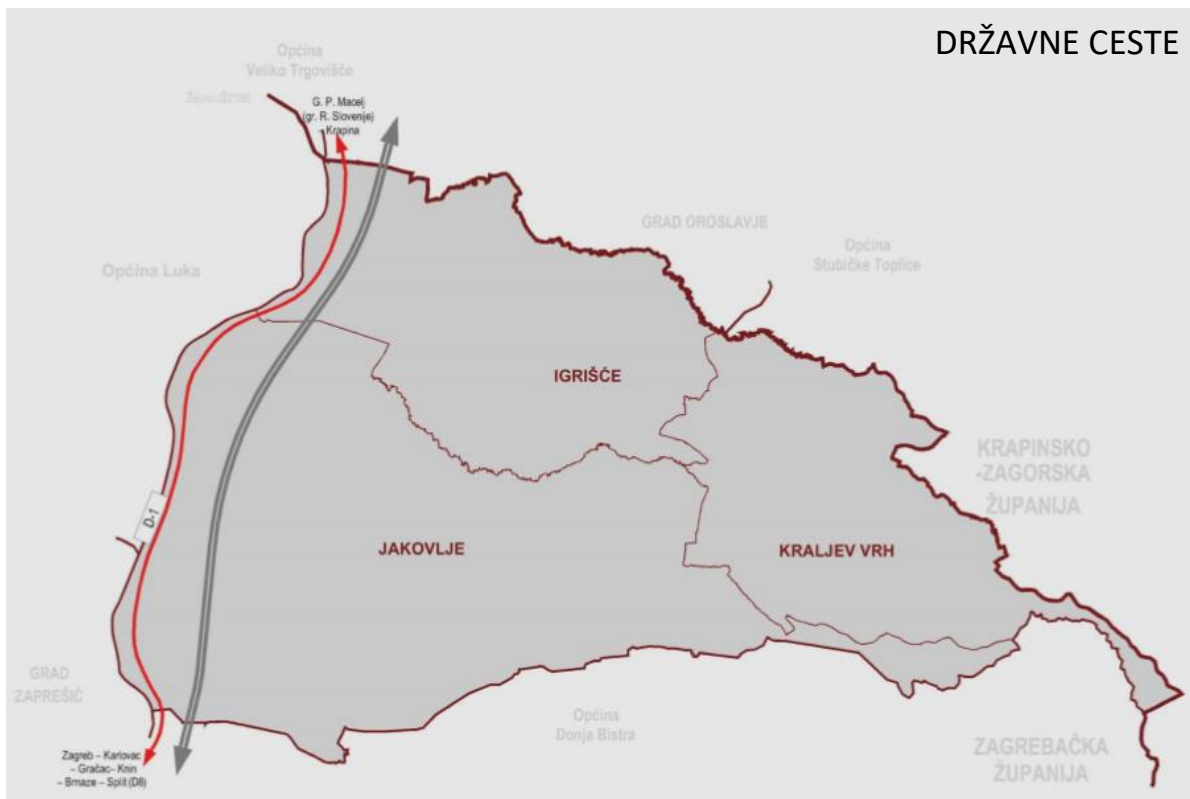
Dio prometnice koji se nalazi u Zagrebačkoj županiji sastavni je dio prometne mreže Općine Jakovlje. Prometna se mreža Općine Jakovlje sastoji od autoceste Zagreb – Macelj (A2) na zapadnom dijelu. Autocesta A2 prometuje od graničnog prijelaza Macelj, preko Krapine, do Zagreba, ukupne je duljine 61 km, a njen dio u dužini od 6138 m prolazi Općinom Jakovlje (slika 23.) [13].



Slika 23. Prikaz autoceste na području Općine Jakovlje

Izvor: [13]

U neposrednoj blizini, zapadno od autoceste A2, kroz Općinu Jakovlje prolazi državna cesta D1 dužine 6479 m (slika 24.) koja prometuje od graničnog prijelaza Macelj, preko Krapine, Zagreba i Knina do Splita. Ukupne je duljine 415,8 km, te se unutar Općine veže sa dvije županijske ceste (Ž3008 i Ž3009) [13].



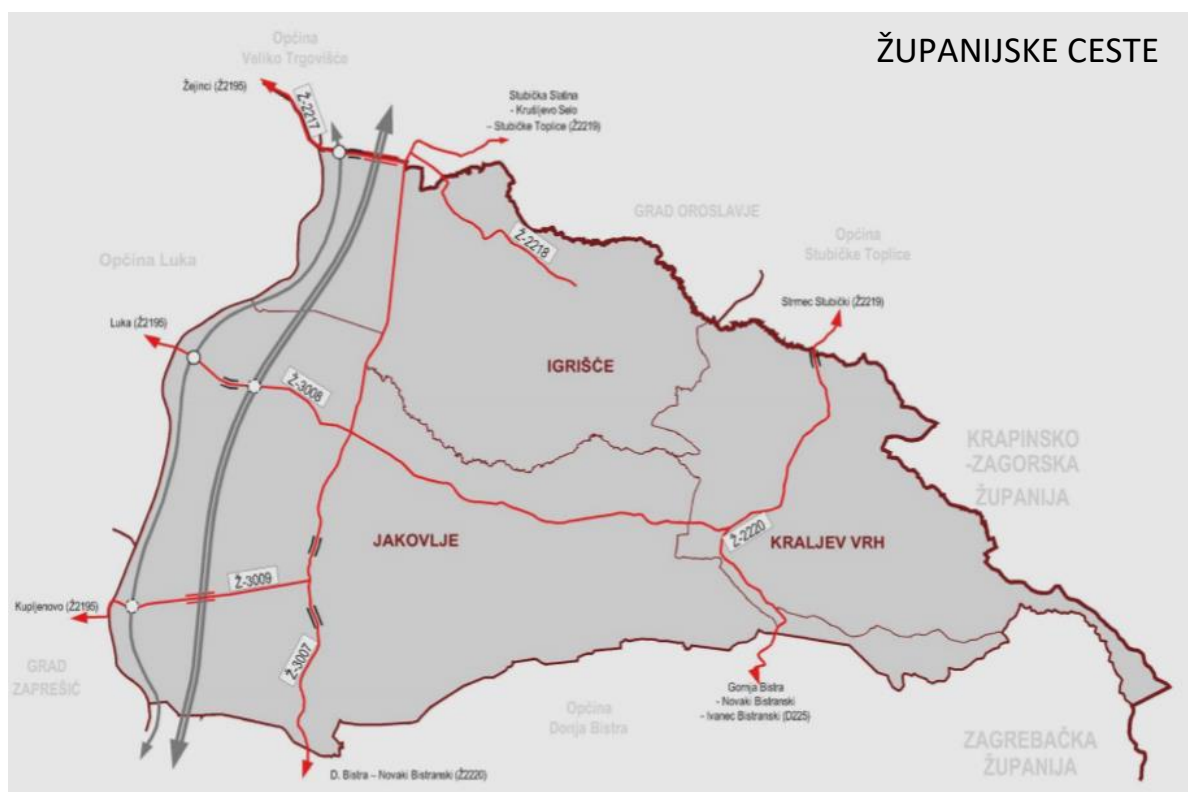
Slika 24. Prikaz državne ceste na području Općine Jakovlje

Izvor: [13]

Isto tako na području Općine Jakovlje prolazi pet županijskih cesta, a to su (slika 25.):

- Županijska cesta Ž2218 koja otpočinje u Igrišću i završava kod raskrižja sa Ž2217, ukupne duljine 2,5 km, od čega kroz područje Općine Jakovlje prolazi duljinom od 2059 m.
- Županijska cesta Ž2220 koja počinje kod raskrižja sa Ž2219 u Strmcu Stubičkom i proteže se do raskrižja kod D225 ukupne duljine 17,3 km, od koje kroz Općinu Jakovlje prolazi duljina od 3836 m.
- Županijska cesta Ž3007 koja počinje na raskrižju Ž2217 i završava raskrižjem sa Ž2220 ukupne je dužine 11 km od čega kroz Općinu Jakovlje prolazi duljinom 6249 m.

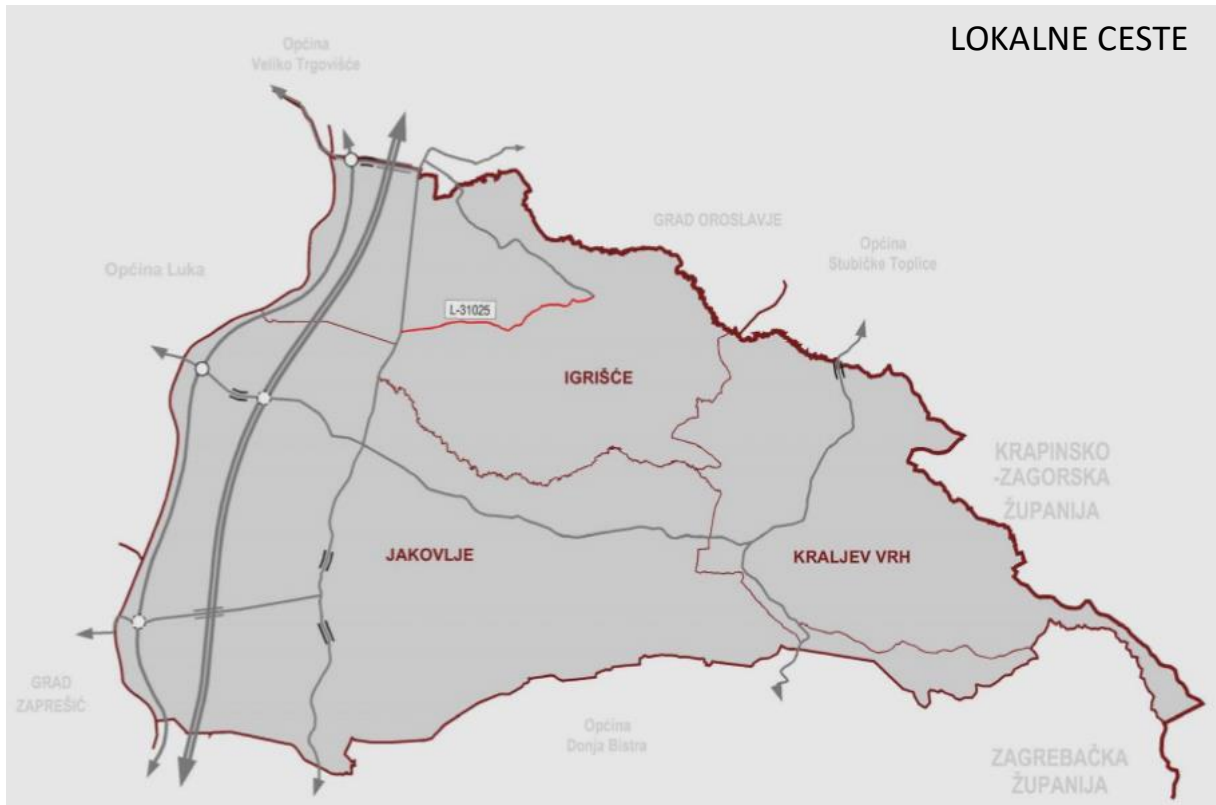
- Županijska cesta Ž3008 od mjesta Luke do Kraljevog Vrha, kod raskrižja sa Ž2220, ukupne duljine 7 km, kroz Općinu Jakovlje prolazi duljinom 6499 m.
- Županijska cesta Ž3009 koja počinje u mjestu Kupljenovo, a završava u mjestu Jakovlje kod raskrižja sa Ž3007, ukupne je duljine 2400 m od koje kroz Općinu Jakovlje prolazi 2113 m [13].



Slika 25. Prikaz županijskih cesta na području Općine Jakovlje

Izvor: [13]

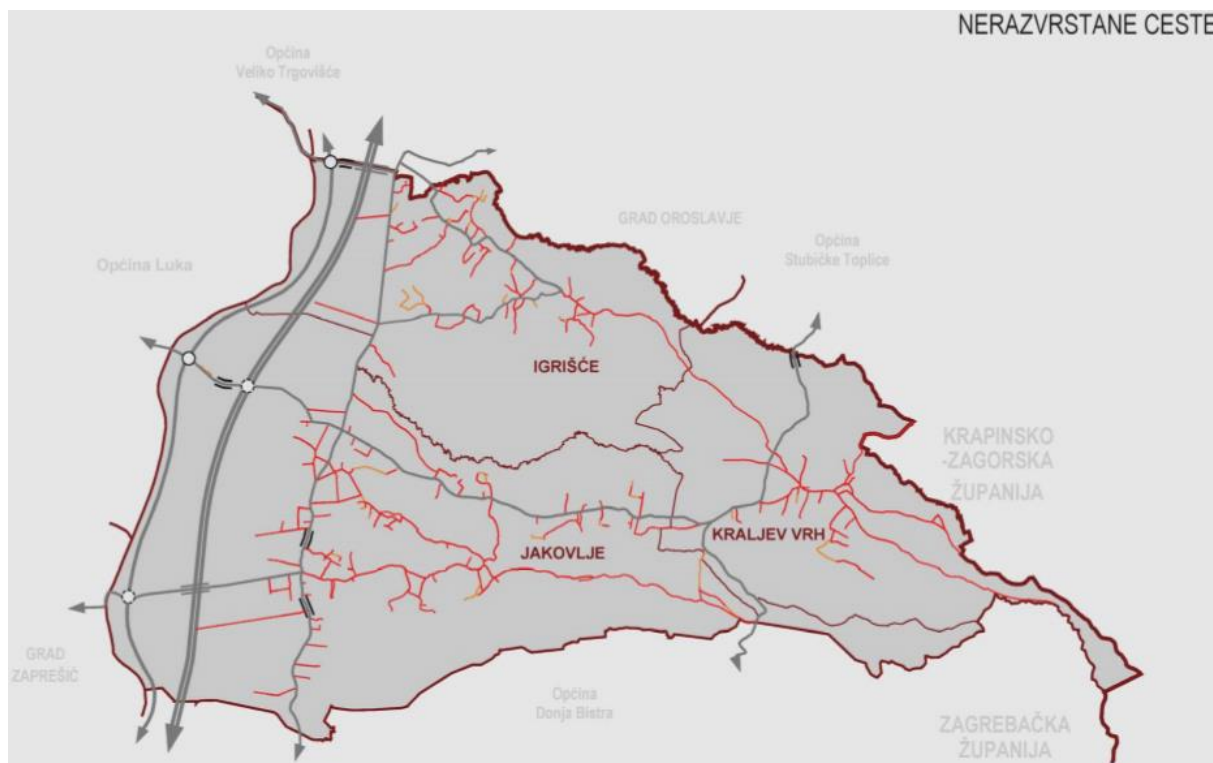
Na području Općine Jakovlje nalazi se samo jedna lokalna prometnica utvrđena prema „Odluci o razvrstavanju javnih cesta (NN 66/15.), koja počinje na raskrižju sa Ž3007 i proteže se do raskrižja sa Ž2218 u Igrišću, ukupne duljine 2159 m, te je cijela unutar Općine (slika 26.) [13].



Slika 26. Prikaz lokalnih cesta na području Općine Jakovlje

Izvor: [13]

Trenutno na području Općine Jakovlje postoji veliki broj nerazvrstanih cesta. Ukupna duljina nerazvrstanih cesta na području Općine iznosi 31,07 km, od čega je 16,19 km asfaltirano, a 12,44 km je u makadamu, a nešto više od 2,3 km se ne može utvrditi bez utvrđivanja katastarskih čestica (slika 27.) [13].



Slika 27. Prikaz nerazvrstanih cesta na području Općine Jakovlje

Izvor: [13]

Postojeća cestovna mreža na području Općine Stubičke Toplice sastoji se od jedne državne ceste (D307) koja prolazi kroz Krapinsko-zagorsku županiju, od raskrižja sa D1, preko Oroslavlja, Donje Stubice u smjeru Marije Bistrice i završava raskrižjem s D29. Ukupne je duljine 23,82 km, a dužina na području Općine Stubičke Toplice iznosi 1578 m. Na području Općine Stubičke Toplice prolaze tri županijske ceste, a to su (slika 28.):

- Županijska cesta Ž2217 koja počinje u Žeincima i završava kod raskrižja sa Ž2219 kod Stubičkih Toplica, ukupna duljina na području Krapinsko-zagorske županije iznosi 7,62 km od čega kroz područje Općine Stubičke Toplice prolazi duljinom od 604 m.
- Županijska cesta Ž2219 koja počinje kod raskrižja sa D307 u Stubičkim Toplicama do granice sa Županijom Grada Zagreba ukupne je duljine 16,36 km, i u cijelosti prolazi Općinom Stubičke Toplice.
- Županijska cesta Ž2220 od granice sa Zagrebačkom Županijom do raskrižja sa Ž2219 u Strmcu Stubičkom ukupne duljine 660 m [13].

Lokalna cesta koja se nalazi u Općini Stubičke Toplice pruža se od Pustodola do D307 kod Donje Stubice ukupne je dužine 810 m [13].



Slika 29. Satelitski prikaz dionice prometnice od Kraljevog Vrha do Strmca Stubičkog

Izvor: Google Earth

U smjeru od Kraljevog Vrha do Strmca Stubičkog kroz Zagrebačku županiju, do ulaska u Krapinsko-zagorsku županiju, proteže se cesta dotrajalog kolničkog zastora. Nedostaje joj tlocrtna i vertikalna prometna signalizacija, kao što su srednja traka i rubna traka koje na ovakvim vijugavim dionicama doprinose sigurnijem vođenju prometne trase. Poprečni nagib nije izveden po odgovarajućim propisima. Nema bankina ni prometnih znakova, te adekvatnog proširenja kolnika u kružnom luku. Nedostaju i prijelaznice između kružnih lukova i pravaca. Na toj dionici prometnice nema nogostupa, iako ona prolazi kroz naselje. Odvodi oborinskih voda su oštećeni ili začepljeni zbog čega na dijelovima prometnice postoji velika opasnost od stvaranja vodenih klinova nakon jačih oborina.

Brojanjem prometa na dionici ceste, koja je obrađena u završnom radu, dobiveni su podaci o dnevnom opterećenju manjem od 1,000 vozila. Ti podaci prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima je javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, svrstavaju ovu dionicu u 5. kategoriju ceste (tablica 1.). Nadalje, prema Pravilniku s prikupljenim podacima i projektnom brzinom (V_p) od 40 km/h širina prometnog traka trebala bi biti 2.75 m, dok je potrebna širina rubnog traka 0.20 m, a bankine 0.80 m (tablica 14.). Trenutačna širina na dijelu prometnice od početka Krapinsko-zagorske županije do Strmca Stubičkog, koji nema rubnog traka, odgovara potrebnoj širini prometnog traka. No, na dijelu trase od Kraljevog Vrha do kraja Zagrebačke županije trenutačna širina ne odgovara potrebnoj širini prometnog traka.



Slika 30. Stanje odvodnje



Slika 31. Prikaz neprikladnog prilaza kućama za pješake



Slika 32. Horizontalna nepreglednost u zavojima



Slika 33. Trenutno stanje mosta na dionici prometnice



Slika 34. Detaljniji prikaz mosta



Slika 35. Npropisno održavanje prometnice

Na određenim dijelovima trase prometnice nije osiguran prometni profil. Odnosno, nije osigurano nesmetano odvijanje prometa, a razlog tomu je zaraslo drveće koje se prostire kroz većinu dionice prometnice te smanjuje horizontalnu preglednost na unutarnjim zavojima. Na trasi nije osigurana ni vertikalna preglednost.

Dopuštena brzina na dijelu prometnice iznosi 50 km/h jer prometnica prolazi kroz dva naselja. Prema tablici 9. za projektnu V_p brzinu 50 km/h minimalna duljina prijelaznica iznosi 35 m, a minimalan radijus za tu projektnu brzinu R_{min} iznosi 75 m, a granični R_g iznosi 350 m. Radijusi na dijelu prometnice su unutar dozvoljenih granica.

Međusobni odnosi između zavoja određuje se pomoću slike 9., odnosi između zavoja R2-R3 i R5-R6 spada u skupinu „vrlo dobrog područja“, dok zavoj R1-R2 spada u skupinu „dobrog područja“. Odnosi između zavoja R10-R11, R11-R12 i R12-R13 spadaju u skupinu „primjenjivog područja“. Zavoji koji spadaju u skupinu „područje koje se mora izbjeći“ su R3-R4, R6-R7, R7-R8, R8-R9 i R9-R10.

Jedini Pravac između zavoja koji je prema Pravilniku duljina međupravaca u dopuštenim granicama je u ovom slučaju pravac između istosmjernih zavoja R8-R9.

Prikaz postojeće stanje analizirane dionice prometnice u mjerilu 1:5000 prikazano je u prilogu 1.

5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENTATA CESTE

Nadogradnja cestovne mreže utemeljena je na prometno-gospodarskim, interaktivnim i drugim zahtjevima. Za odluku o izvodivosti, ekonomičnosti i potrebi za nadogradnjom moraju se poznavati svojstva cestovne mreže, statistike prometa i nezgoda, jedinična cijena izvedbe, stanje tehničkih elemenata prometnice te zadaća i ciljevi novih programskih zahvata.

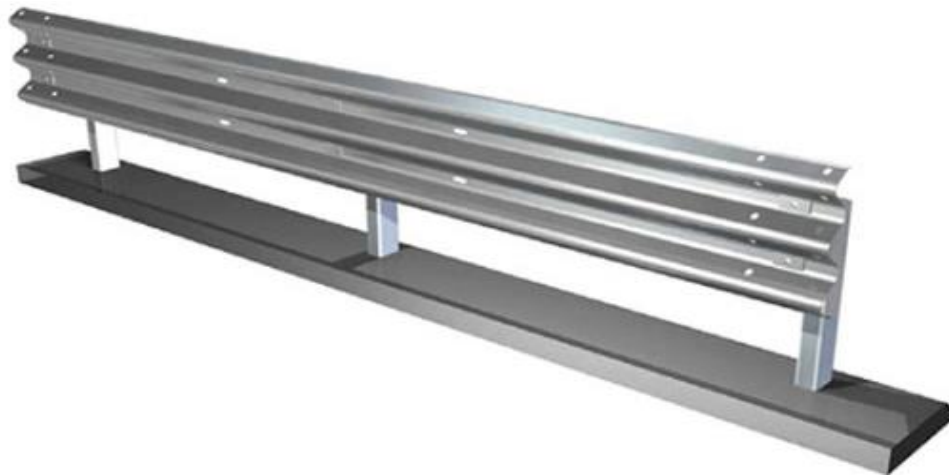
Neka od pitanja koja se postavljaju prilikom modernizacije su: hoće li se količina tranzitnog prometa na dijelu prometnice između Općine Jakovlje i Općine Stubičke Toplice povećati ili smanjiti, zadovoljava li trenutno stanje dijela prometnice uvjete zakonskih regulativa iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj, hoće li modernizirana prometnica imati značajniju ulogu na cestovnim mrežama općina, te mnoga druga pitanja.

Opterećenje na dijelu prometnice koja se opisuje u završnom radu tijekom desetljeća će se neznatno povećati. Povećanje motoriziranog i biciklističkog prometa dolazi u sunčanim ljetnim danima radi blizine Parka prirode Medvednice, te isto tako prilikom zimskih dana radi povećeg broja skijaša koji prometuju dijelom prometnice do skijališta Sljeme. Postoji studija o izradi željezničke pruge uz koju bi se prostirala i brza cesta koje bi nedaleko izlazile iz tunela ispod Medvednice, taj bi tunel povezivao Grad Zagreb i Krapinsko-zagorsku županiju, a navedena prometnica u završnom radu bila bi jedna od sabirnih prometnica za brzu cestu.

Prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa mjere za poboljšanje dijela prometnice:

- Potrebna je obnova gornjeg ustroja zbog dotrajalog zastora dijela prometnice od Kraljevog Vrha do granice Zagrebačke županije.
- Izvedbu jednostranog poprečnog nagiba, ugradnju rigola, te izgradnju sustava odvodnje oborinskih voda na dionici ceste od Kraljevog Vrha do granice Zagrebačke županije.
- Na dijelu prometnice od Kraljevog Vrha do granice među županijama potrebno je izvesti tlocrtnu signalizaciju vođenja prometa i postavljanje znakova opasnosti.
- Potrebno je izvesti odgovarajuće prijelaznice između pravaca i kružnih lukova.

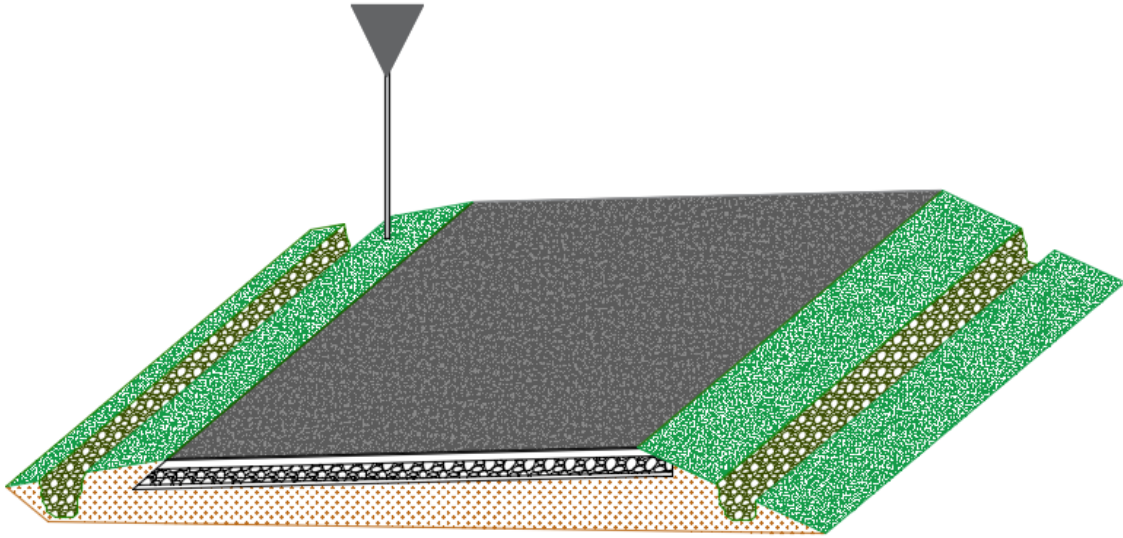
- Odnose između zavoja R3-R4, R6-R7, R7-R8, R8-R9 i R9-R10 koji spadaju u skupinu „primjenjivo područje“ potrebno je sanirati. Problem se vrlo jednostavno može riješiti ograničavanjem brzine.
- Duljina pravaca istosmjernih zavoja s obzirom na željeno ograničenje brzine vožnje nije odgovarajuća u slučaju zavoja R4-R5, R9-R10, R10-R11, a dostatna je u slučaju zavoja R7-R8. Potrebna je rekonstrukcija navedenih dijelova prometnice.
- Proširenje širine prometnog traka i bankine jer trenutno stanje ne odgovara Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa za 5. kategoriju prometnice.
- Potrebna je izvedba rubnog traka za psihološko vođenje prometa i povećanja sigurnosti prometa.
- Dio prometnice prolazi naseljem Kraljev Vrh stoga bi se trebao izvesti nogostup.
- Kroz naselja Strmec Stubički i Kraljev Vrh trebalo bi osigurati siguran biciklistički promet izgradnjom biciklističke staze (slika 41.). Na dijelu prometnice izvan naselja, bi se zbog smanjenja troškova obnove, vodio biciklistički promet na kolniku zajedno s motornim vozilima, pritom primjenjujući posebnu signalizaciju upozorenja na prisutnost biciklista na kolniku (slika 40.).
- Najveći zahtjev na dijelu prometnice je uzak dotrajali most iznad potoka Jamno koji bi se trebao proširiti tako da je propustan za oba smjera istovremeno, na mostu je potrebno postaviti zaštitnu odbojnu ogradu, te ga je potrebno nagovijestiti prometnim znakom.



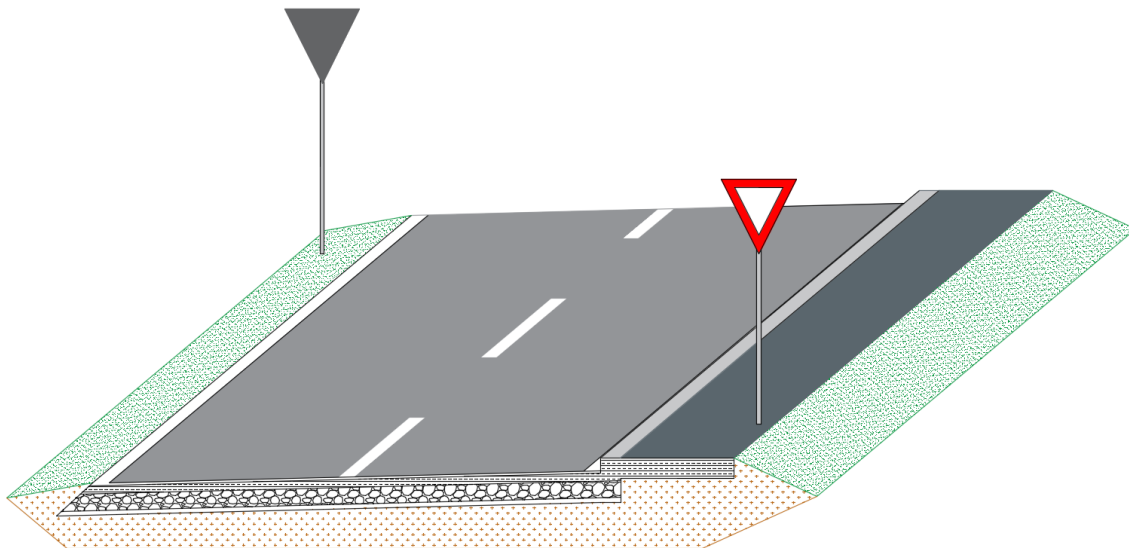
Slika 36. Primjer odbojnih ograda na mostu

izvor: [16]

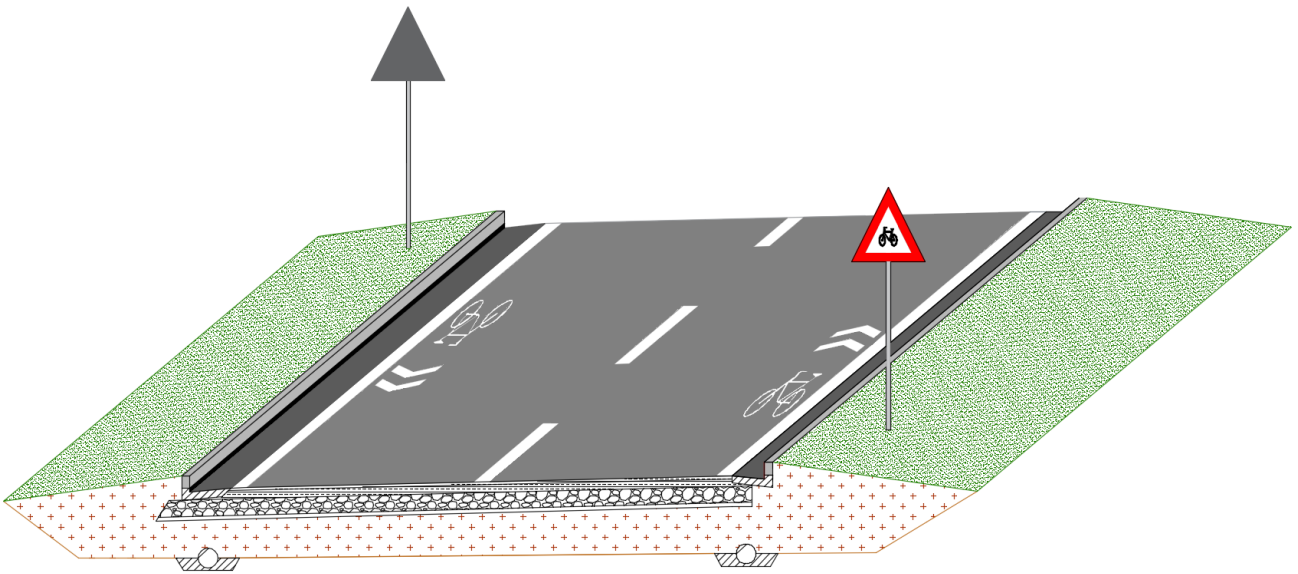
Prikazi prometnice u trenutačnom stanju i nakon nadogradnje bit će predloženi tlocrtom, aksonometrijom i presjekom prometnice.



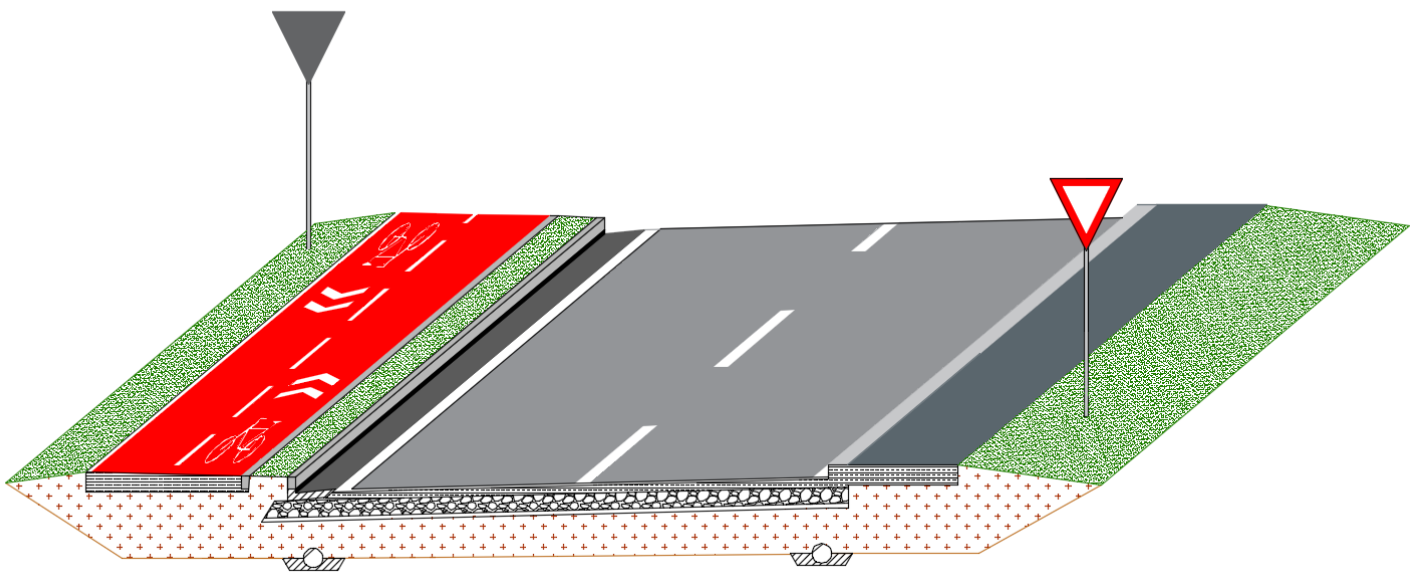
Slika 37. Trodimenzionalni prikaz trenutnog stanja prometnice od Kraljevog Vrha do kraja Zagrebačke županije



Slika 38. Trodimenzionalni prikaz postojećeg stanja prometnice kod Strmca Stubičkog



Slika 39. Trodimenzionalni prikaz rekonstrukcije prometnice izvan naselja



Slika 40. Trodimenzionalni prikaz rekonstrukcije prometnice kroz naselja

6. ZAKLJUČAK

Za moderniziranje prometnice potrebno je prometno planiranje koje je dio urbanističkog planiranja gradova, županija ili općina, gdje se predviđaju poboljšanja na infrastrukturi za koja se očekuje da traju kroz više desetljeća. Razvoj prometa odvija se brzo, stoga je cilj prometnog planiranje maksimalno iskorištenje prometnice, te njena prilagodljivost budućem prometnom opterećenju uz što ekonomičniju izvedbu. Prilikom prometnog planiranja potrebno je analizirati postojeće stanje infrastrukture prikazano u radu, gdje je detaljno opisan dio prometnice, te priložiti činjenice koje utječu na razvoj budućeg prometa.

Proučavanjem postojeće prometne studije Općina Jakovlje i Stubičke Toplice o izradi željezničke pruge uz koju bi išla brza cesta kroz tunel ispod Parka prirode Medvednica u neposrednoj blizini navedene djela prometnice može se zaključiti da bi prometnica koja je obrađena u završnom radu mogla dobiti značajnu ulogu u prometnoj mreži.

Dio prometnice koji se nalazi u Općini Jakovlje ne zadovoljava standarde zakonskih odredaba Republike Hrvatske i potrebna je obnova zbog ugrožene sigurnosti korisnika. Prometnica je dotrajala i njena modernizacija je neophodna.

Brojanjem prometa dobivamo uvid u trenutačnu količinu prometa koja ukazuje na malo opterećenje prometnice, ali to ne znači da se količina prometa neće promijeniti. Prema studiji o izgradnji brze ceste ispod Parka prirode Medvednica u slučaju izgradnje tunela i brze ceste spomenut dio prometnice Županijske ceste Ž2220 bi trpio veću količinu prometa i samim time će i zahtjevi biti veći. Iz tog razloga je prilikom projektiranja potrebno je dugoročno planiranje kako bi se osiguralo adekvatno rješenje predviđeno analizama.

Prilikom projektiranja i izgradnje spomenutog dijela prometnice prioritet treba biti sigurnost i funkcionalnost, a ne rashodi izgradnje. Ukoliko reduciranje kapitala za modernizaciju prometnice umanjuje sigurnost odvijanja prometa, može uslijediti povećanje broja nezgoda.

LITERATURA

1. URL: <https://www.zakon.hr/z/2347/Zakon-o-cestama-2014-2019> (pristupljeno: lipanj 2020)
2. URL: <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama> (pristupljeno: lipanj 2020)
3. URL: <https://www.zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji> (pristupljeno: lipanj 2020)
4. URL: <https://www.zakon.hr/z/689/Zakon-o-prostornom-ure%C4%91enju> (pristupljeno: lipanj 2020)
5. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1998_02_25_303.html (pristupljeno: lipanj 2020)
6. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_03_33_662.html (pristupljeno: lipanj 2020)
7. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001_12_110_1829.html (pristupljeno: lipanj 2020)
8. Legac I.: Cestovne prometnice 1, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti 2006;
9. Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti 2001;
10. Koralet Ž.: Uvod u projektiranje i građenje cesta, Zagreb: Građevinski fakultet 1995;
11. URL: <http://www.szz.hr/foto-galerije/brojanje-prometa-varazdinska-zupanija> (pristupljeno: lipanj 2020)
12. URL: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_cestovnog_i_gradskog_prometa_I/Materijali/bp_08_03_2010.pdf (pristupljeno: lipanj 2020)
13. Lipovac N, Gradečki N, Službeni glasnik Općine Jakovlje; 2016/ Broj 5:18-26.
PROMETNA STUDIJA, Sveučilište u Zagrebu – Arhitektonski fakultet
14. URL: https://www.stubicketoplice.hr/Cms_Data/Contents/OpcinaStubickeToplice/Folders/Dokumenti/STRATEGIJA/~contents/SSP2XPWGJY2JP5M3/Strategija_razvoja_Opcine_Stubicke_Toplice_2015_2020_RADNO.pdf (pristupljeno: lipanj 2020)
15. URL: <http://www.propisi.hr/print.php?id=14162> (pristupljeno: lipanj 2020)
16. URL: <http://www.fracasso-ri.hr/> (pristupljeno: lipanj 2020)

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz biciklističkih prometnica.....	5
Slika 2. Kriteriji za izbor biciklističke prometnice	6
Slika 3. Tangencijalni i radijalni otpor na vozilu u zavoju	11
Slika 4. Grafikon određivanja poprečnog nagiba pomoću računске brzine.....	12
Slika 5. Prikaz zaustavnog puta.....	13
Slika 6. Zaustavna preglednost pri uzdužnom nagibu	14
Slika 7. Istosmjerni zavoji	15
Slika 8. Protusmjerni zavoji.....	15
Slika 9. Veličine polumjera susjednih zavoja.....	16
Slika 10. Najmanja duljina prijelaznice	19
Slika 11. Kruna ceste.....	20
Slika 12. Elementi horizontalne preglednosti.....	23
Slika 13. Vertikalna preglednost.....	24
Slika 14. Prometni i slobodni profil.....	25
Slika 15. Kombinirani i slobodni profil	25
Slika 16. Ručno brojanje prometa.....	27
Slika 17. Automatsko brojanje prometa s induktivnom petljom	28
Slika 18. Automatsko brojanje prometa sa pneumatskim brojanjem.....	28
Slika 19. Automatsko brojanje prometa magnetskim brojilom	29
Slika 20. Automatsko brojanje prometa uz pomoć mikrovalnih radara.....	29
Slika 21. Brojanje prometa pomoću video tehnologije.....	30
Slika 22. Prikaz lokacije brojanja prometa.....	30
Slika 23. Prikaz autoceste na području Općine Jakovlje.....	46
Slika 24. Prikaz državne ceste na području Općine Jakovlje	47
Slika 25. Prikaz županijskih cesta na području Općine Jakovlje.....	48
Slika 26. Prikaz lokalnih cesta na području Općine Jakovlje.....	49
Slika 27. Prikaz nerazvrstanih cesta na području Općine Jakovlje.....	50
Slika 28. Prikaz državnih i županijskih cesta na području Općine Stubičke Toplice.....	52
Slika 29. Satelitski prikaz dionice prometnice od Kraljevog Vrha do Strmca Stubičkog	53
Slika 30. Stanje odvodnje	54
Slika 31. Prikaz neprikladnog prilaza kućama za pješake.....	54
Slika 32. Horizontalna nepreglednost u zavojima	55
Slika 33. Trenutno stanje mosta na dionici prometnice	55
Slika 34. Detaljniji prikaz mosta.....	56
Slika 35. Npropisno održavanje prometnice.....	56
Slika 37. Primjer odbojnih ograda na mostu	59
Slika 38. Trodimenzionalni prikaz trenutnog stanja prometnice od Kraljevog Vrha do kraja Zagrebačke županije.....	60
Slika 39. Trodimenzionalni prikaz postojećeg stanja prometnice kod Strmca Stubičkog	60
Slika 40. Trodimenzionalni prikaz rekonstrukcije prometnice izvan naselja.....	61
Slika 41. Trodimenzionalni prikaz rekonstrukcije prometnice kroz naselja	61

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tablica za određivanje projektne brzine i uzdužnog nagiba	7
Tablica 2. Tablica projektne brzine i najveći nagib nivelete	8
Tablica 3. Određivanje računске brzine i minimalnog polumjera horizontalne zakrivljenosti.....	10
Tablica 4. Tangencijalni koeficijenti.....	10
Tablica 5. Radijalni koeficijenti otpora klizanja.....	11
Tablica 6. Zaustavna preglednost	13
Tablica 7. Pretjecajne preglednosti	14
Tablica 8. Najmanji polumjer zavoja i granični polumjer.....	17
Tablica 9. Voznodinamički zahtjevi za duljinu prijelaznice	18
Tablica 10. Relativni nagib ruba kolnika	18
Tablica 11. Duljina kružnog luka bez prijelaznice	20
Tablica 12. Širina prometnog traka.....	21
Tablica 13. Širina rubnog traka.....	21
Tablica 14. Širina bankine	22
Tablica 15. Širina preglednosti	23
Tablica 16. Broj EJA u vršnim satima radnog dana	31
Tablica 17. Broj EJA u vršnim satima vikendom.....	31
Tablica 18. Broj vozila radnim danom u vremenu od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati radnim danom za smjer kretanja jug/ sjever.....	32
Tablica 19. Broj vozila u vremenu od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati radnim danom za smjer kretanja sjever/jug.....	33
Tablica 20. Broj vozila u vremenu od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati vikendom za smjer jug/sjever	39
Tablica 21. Broj vozila u vrijeme od 7 do 10 sati i od 15 do 18 sati vikendom za smjer sjever/jug	40

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz vrsta vozila i njihov postotak u određenom periodu	35
Grafikon 2. Prikaz presjeka i njihova količina u određenom periodu	36
Grafikon 3. Prikaz presjeka i EJA količina u određenom periodu	37
Grafikon 4. EJA količina u određenom periodu.....	38
Grafikon 5. Prikaz vrsta vozila i njihov postotak u određenom periodu	42
Grafikon 6. Prikaz presjeka i njihova količina u određenom periodu	43
Grafikon 7. Prikaz presjeka i EJA količina u određenom periodu	44
Grafikon 8. EJA količina u određenom periodu.....	45

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Tlocrtni prikaz prometnice na topografskoj karti MJ 1:5000 **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**



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 pokazuju 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**

županijske ceste Ž2220 od Kraljevog Vrhra do Strmeća Stubičkog

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

Student/ica:

U Zagrebu, 6/16/2020

(potpis)