

Prometno-tehnička rješenja čvora Sračinec na dionici brze Podravske ceste

Stančin, Petar

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:158657>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

PETAR STANČIN

PROMETNO-TEHNIČKA RJEŠENJA ČVORA SRAČINEC NA
DIONICI BRZE PODRAVSKE CESTE

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2020

Sazivam članove ispitnog povjerenstva za 17.07.2020.u
_____ sati.

Obranu ovog rada kandidat će vršiti i pred ispitnim
povjerenstvom u Varaždinu.

Varaždin, 03.07.2020.

Predsjednik ispitnog
povjerenstva:
Izv.prof.dr.sc. Igor Petrović

Članovi povjerenstva

- 1) doc.dr.sc. Milan Rezo _____
- 2) doc.dr.sc. Mario Gazdek _____
- 3) izv.prof.dr.sc. Nikola Sakač _____

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

PETAR STANČIN

PROMETNO-TEHNIČKA RJEŠENJA ČVORA SRAČINEC NA
DIONICI BRZE PODRAVSKE CESTE

ZAVRŠNI RAD

KANDIDAT:
PETAR STANČIN



MENTOR:
DOC.DR.SC. MILAN REZO

VARAŽDIN, 2020



Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet



ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: PETAR STANČIN

Matični broj: 2832 - 2017./2018.

NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

PROMETNO-TEHNIČKA RJEŠENJA ČVORA SRAČINEC
NA DIONICI BRZE PODRAVSKE CESTE

- Rad treba sadržati:
1. Uvod
 2. Izrada projektne dokumentacije
 3. Podjela cesta
 4. Uporabni pokazatelji ceste
 5. Poprečni profil
 6. Moguća rješenja raskrižja
 7. Plateia
 8. Zaključak
 9. Literatura
 10. Popis slika
 11. Popis tablica

Pristupnik je dužan predati mentoru jedan uvezen primjerak završnog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade završnog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 15.04.2020.

Rok predaje: 03.07.2020.

Mentor:

Doc.dr.sc. Milan Rezo



Predsjednik Odbora za nastavu:

Izv.prof.dr.sc. Igor Petrović

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

PROMETNO-TEHNIČKA RJEŠENJA ČVORA SRAČINEC NA DIONICI BRZE
PODRAVSKE CESTE

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom doc. dr. sc. Milan Rezo.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 01.07.2020.

PETAR STANČIN

(Ime i prezime)

86830030406

(OIB)



IZJAVA MENTORA O POSTOTKU SLIČNOSTI ZAVRŠNOG RADA S VEĆ OBJAVLJENIM RADOVIMA

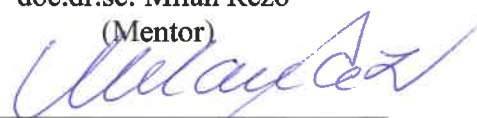
Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom:

Prometno-tehnička rješenja čvora Sračinec na dionici brze Podravske ceste

pregledan anti-plagijat programskim paketom PlagScan te da postotak sličnosti cjelovitog završnog rada, s već objavljenim radovima, ne prelazi 20%, kao i da pojedinačni postotak sličnosti završnog rada sa svakom literaturnom referencom pojedinačno ne prelazi 5%.

U Varaždinu, 01.07.2020.

doc.dr.sc. Milan Rezo
(Mentor)



(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK

IME I PREZIME AUTORA: Petar Stančin

NASLOV RADA: Prometno-tehnička rješenja čvora Sračinec na dionici brze Podravske ceste

Tema ovog završnog rada je „Prometno-tehnička rješenja čvora Sračinec na dionici brze Podravske ceste”. Razvojem motorizacije u svijetu dolazi i do sve većeg razvoja prometa, osobito cestovnog. Kako se broj vozila svakodnevno povećava, dolazi do promjena u protočnosti, udobnosti, vremenu putovanja kao i sigurnosti svih sudionika u prometu. Svakog dana ima sve više registriranih vozila, a to uvjetuje i stvaranju većih gužvi u prometu, a samim time i prometnih nesreća. Primjenom prometno-tehničkih rješenja povećava se sigurnost, protok prometa i smanjuje broj nesreća. Istraživanja pokazuju da se većina nesreća događa na raskrižjima. Radi toga manja raskrižja je potrebno zamijeniti kružnim tokom, kako bi se povećala protočnost i smanjio broj nesreća, dok je veća raskrižja potrebno denivelirati. Isto tako dobrom cestovnom opremom se povećava sigurnost u prometu.

KLJUČNE RIJEČI: cesta, promet, raskrižja, istraživanja, sigurnost, vozila

ABSTRACT

NAME AND SURNAME of the AUTHOR: Petar Stančin

TITLE: Traffic and technical design of the Sračinec node on the section of the Podravske highway

The theme of the bachelor thesis is „Traffic and technical design of the Sračinec node on the section of the Podravske highway“. The development of motorization in the world leads to an increase in the development of traffic, especially road traffic. As the number of vehicles increases daily, there are changes in the flow, comfort, travel time and safety of all road users. Every day there are more and more registered vehicles, which leads to an increase in traffic jams and consequently traffic accidents occur more frequently. The application of traffic-technical solutions increases safety, traffic flow and reduces the number of accidents. Research studies show that most accidents happen at intersections. Therefore, smaller intersections need to be replaced by a roundabout, in order to increase flow and reduce the number of accidents, while larger intersections need to be levelled. Also, good road equipment increases traffic safety.

KEYWORDS: road, traffic, intersections, research, safety, vehicles

SADRŽAJ	
1. UVOD	1
2. IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	2
2.1 ISTRAŽNI RADOVI	2
2.2 PRIPREMNI RADOVI	2
3. PODJELA CESTA	4
3.1 JAVNE CESTE	4
3.1.2 PODJELA PREMA PRIVREDNOM I DRUŠTVENOM ZNAČENJU	5
3.2 PODJELA PREMA VRSTI TERENA, STUPNJU OGRANIČENJA	6
4. UPORABNI POKAZATELJI CESTE	8
4.1 PROMETNO OPTEREĆENJE CESTE	8
4.2 GUSTOĆA PROMETA	8
4.3 PROPUSNA MOĆ CESTE	9
4.4 RAZINA USLUŽNOSTI	11
4.5 MJERODAVNE BRZINE	11
4.5.1 PROJEKTNA BRZINA	12
4.5.2 RAČUNSKA BRZINA	12
4.6 ZAUSTAVNI PUT	13
4.7 OTPOR NAGIBA	14
4.9 DULJINA PRETJECANJA	15
5. POPREČNI PROFIL	16
5.1 PROMETNI TRAK	16
5.2 RUBNI TRAK	19
5.3 BANKINE	20
5.4 BERMA	21
5.5 RIGOL	21
5.6 ZAUSTAVNI TRAK	22
5.7 RAZDJELNI POJAS	23
6. MOGUĆA RJEŠENJA RASKRIŽJA	24
6.1 RASKRIŽJA U RAZINI	25
6.2 RASKRIŽJA IZVAN RAZINE	25
6.3 KRUŽNA RASKRIŽJA	25
7. PLATEIA	27

7.1 MODUL SITUACIJA	27
7.2 MODUL UZDUŽNI PROFILI	28
7.3 MODUL POPREČNI PROFIL	29
7.4 MODUL PROMETNA OPREMA	30
8. ZAKLJUČAK	31
9. POPIS LITERATURE	32
10. POPIS SLIKA	34
11. POPIS TABLICA	35

1. UVOD

Cestovni prijevoz je zauzeo vodeće mjesto u prometu na kopnu. Ono što je u prošlosti bio željeznički promet, danas je tu ulogu preuzeo cestovni. On neprestano raste, od pojave prvih vozila na motorni pogon pa sve do danas. Cestovni promet donosi i neke negativne učinke na okoliš i ljude, ali spada u jedne od glavnih načina prijevoza robe i putnika. [1]

Cestovni promet obuhvaća niz različitih postupaka neophodnih za sigurno i optimalno funkcioniranje prometnih tokova u cestovnom prijevozu, u svrhu zadovoljavanja ljudskih svakodnevnih potreba. Na taj način cestovni promet također obuhvaća transport putnika, robe i dobara različitim cestovnim vozilima, po različitim putovima, ali i povezane komunikacije i operacije kao što su djelatnosti na kopnenim terminalima (utovar, istovar, sortiranje, špediterski, kontrolni poslovi i sl.)[2] Razvoj cestovnog prometa i razvoj prijevoznih sredstava je povezan s gospodarskim razvitkom i težnjom za što jednostavnijim i što bržim povezivanjem. Ono što utječe na razvoj cestovnog prometa je razvoj gospodarstva, informatike, tehnologije, konstrukcijska i građevinska rješenja. Uz prednosti cestovni prijevoz ima i mane. Bez obzira na određene negativne karakteristike poput onečišćenja, cestovna prijevozna sredstva su ipak pogodnija, jeftinija i najdostupnija opcija za ljudske potrebe. Korisnici ih upotrebljavaju za svoje privatne potrebe, pravne osobe za poslovne obaveze i događaje, što im ujedno i omogućuje slobodu određivanja poslovnih planova i rasporeda. Sa sigurnošću možemo reći kako postojeće vrste prometnih sredstava nisu vrhunac postojećeg razvoja, no njihov daljnji razvoj u pogledu gabarita je ograničen od zakonodavne strane, kako u unutarnjem, pa tako i u međunarodnom cestovnom prijevozu.[3]

2. IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Postoji nekoliko faza u kojima se provodi projekt izgradnje prometnica. Nadležno tijelo donosi odluke o načinu i izvorima financiranja koji se temelje na prethodno obavljenim istraživanjima. Nakon navedenog slijedi izrada idejnog projekta, verifikacija i ishodenje lokacijske dozvole. Za ishodenje građevinske dozvole u sastavni dio ulazi izrada glavnog projekta prometnice. Za složenije dijelove prometnica poput visokih nasipa, usjeka, složenijih građevinskih prijelaza preko vodotoka, dolina, klanaca i sl. potrebna je izrada izvedbenog projekta. Nakon svih provedenih faza koje su potrebne za izradu prometnica kreće izgradnja prometnica. [1]

2.1 ISTRAŽNI RADOVI

Već u ranoj fazi izrade projektne dokumentacije nužni su određeni istražni radovi. Provodimo ih zbog pravilnog odabira elemenata prometnice u određenim situacijama, uzdužnim i poprečnim presjecima. Istražni radovi obuhvaćaju geomehaničke, geološke i hidrotehničke radove, također istražni radovi su važni za prikupljanje klimatskih i meteoroloških podataka. Pomoću tih podataka dobivamo važne podatke o terenu na kojem ćemo graditi. [1]

2.2 PRIPREMNI RADOVI

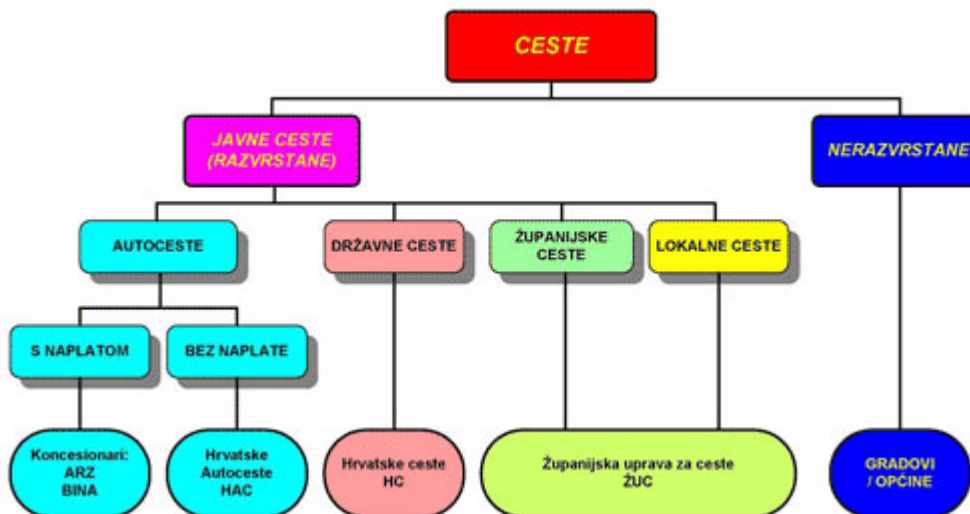
U samom početku same izvedbe građevine potrebni su pripremni radovi, te se oni provode neposredno prije početka zemljanih radova. Pripremni radovi obuhvaćaju geodetske radove, radove na gradilištima i pripremanje terena. Navedeni radovi provode se radi potrebe za sam projekt organizacije i pripreme gradilišta te služe za izvođenje glavnih građevinskih radova.[1]

Aktivnosti potrebne za pripreme radove su:

- Priprema gradnje
- Iskolčenja trase i građevina
- Čišćenje i priprema terena
- Zaštita prirode i kulturne baštine

3. PODJELA CESTA

Prema njihovoj dosadašnjoj funkciji, eksploataciji i projektiranju, ceste razlikujemo po vrsti samog prometa, po broju voznih trakova, po planiranoj veličini prometa, prema terenu kojem prolazi i njenoj funkciji u cestovnom sustavu.[2] Na slici 1 vidljiva je podjela cesta.



Slika 1 Podjela ceste [4]

3.1 JAVNE CESTE

Javnim cestama smatramo sve ceste koje su općeg značenja uz uvjet da osiguravaju i zadovoljavaju Osnovne zakone o cestama te ostale propise. [2]

Javne ceste se prema položaju mogu podijeliti na:[3]

- Javne ceste koje se nalaze izvan naselja
- Gradske ceste

3.1.2 PODJELA PREMA PRIVREDNOM I DRUŠTVENOM ZNAČENJU

- Autoceste
- Državne ceste magistralne ceste
- Županijske ceste regionalne ceste
- Lokalne ceste

Autoceste su grupe cesta koje povezuju promet na velikim daljinama. Njihova svrha je da se promet odvija brže, da se ne stvaraju zastoji u prometu, a sve u svrhu skraćivanja vremena putovanja. Sa svake strane na autocesti se nalaze dva traka koji su odvojena zaštitnom ogradom, te zaustavnim trakom , što možemo vidjeti na slici 2.[3]



Slika 2 Autocesta A1

Državne ceste su ceste kojima je povezana cjelokupni prostor Republike Hrvatske, a svrha im je da povezuju promet na velikim daljinama. [3] Slika 3 prikazuje Državnu cestu D3.



Slika 3 Državna cesta D3

Županijskim cestama se povezuje promet unutar naselja i lokaliteta unutar županija i integriraju prostor unutar županije u mrežu cesta Republike Hrvatske. [3]

Lokalne ceste služe za povezivanje naselja te isto tako i lokalitete unutar općina.[3]

3.2 PODJELA PREMA VRSTI TERENA, STUPNJU OGRANIČENJA

S obzirom na vrstu terena gdje planiramo projektirati javnu cestu postoje različiti stupnjevi ograničenja:[1]

- ravničarski - bez ograničenja
- brežuljkasti - neznatno ograničenje
- brdski - znatno ograničenje
- planinski - veliko ograničenje

U tablici 1 prikazana je podjela ceste prema konfiguraciji terena.

Tablica 1 Podjela cesta prema konfiguraciji teren [1]

Osnovne karakteristike terena	Konfiguracija terena			
$\Delta H/1\text{km}$	Ravničast 1.	Brežuljkast 2.	Brdovit 3.	Planinski 4.
Nagib padine	Do 1:10	1:10 do 1:5	1:5 do 1:1	1:1 do 1.0
Naboranost terena	-	Slabije izražen	Jače izražen	Vrlo jak
Mogući elementi trase	Izbor slobodan	Izbor djelomično ograničen	Izbor djelomično ograničen	Elementi predodređeni

4. UPORABNI POKAZATELJI CESTE

Za prometno tehničku razdiobu ceste potrebno je utvrditi uporabne pokazatelje ceste.[5]

U bitni uporabni pokazatelji su:

- prometno opterećenje
- gustoća prometa
- propusna moć
- razina usluge
- brzina vožnje
- radna sposobnost kolnika
- prijevozna sposobnost mjerodavnog vozila.[5]

4.1 PROMETNO OPTEREĆENJE CESTE

Prometno opterećenje ceste predstavlja broj vozila koji u određenom vremenskom razdoblju prolazi prometnim trakom. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) predstavlja ukupnu godišnju količina prometa koja se podijeljena brojem dana u godini.[6] i vidljiva je iz jednadžbe 1

$$PGDP = \text{vozila}_{\text{ godišnje}} / 365 [\text{voz/dan}] \quad (1)$$

4.2 GUSTOĆA PROMETA

Gustoća prometa je broj vozila koja se u trenutku nalaze na određenom dijelu ceste i pomoću toga možemo izračunati stvarnu propusnu moć na određenom dijelu ceste. Gustoću prometa dobivamo brojanjem vozila koje se radi vizualno ili pomoću posebnih uređaja, a jedan od

njih je uređaj s nagaznim kablom i fotoćelijom. Idealni prometni tok može se izračunati iz jednadžbe 2.[6]

$$Q = G * V [\text{voz/h}] \rightarrow G = Q/V [\text{voz/km}] \quad (2)$$

gdje je:

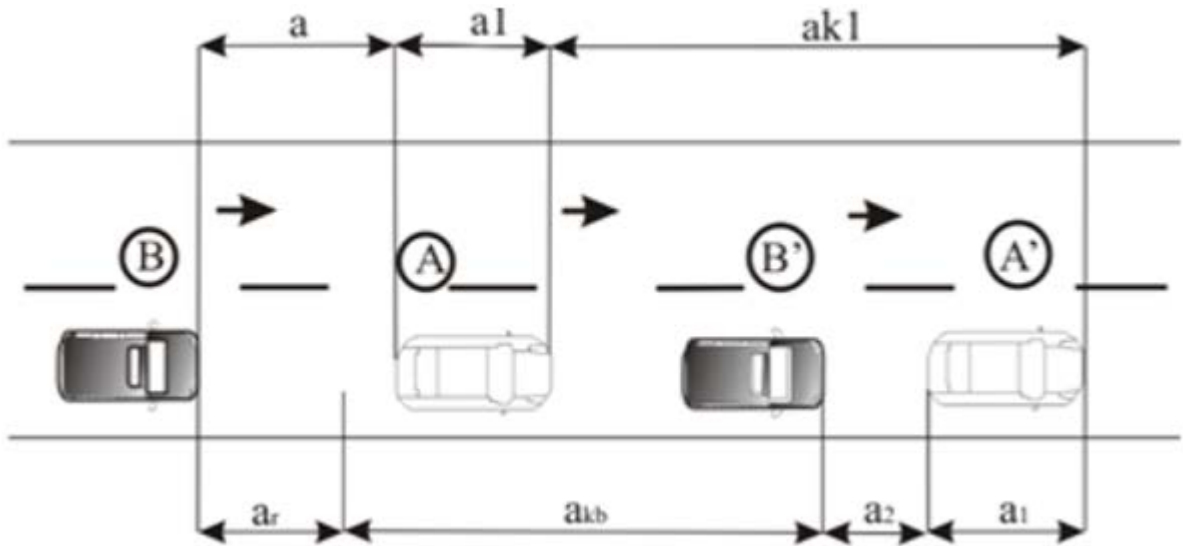
- G-gustoća prometnog toka (voz/km)
- V-brzina (km/h)
- Q-protok (voz/h)

4.3 PROPUSNA MOĆ CESTE

Propusna moć ceste predstavlja kretanje maksimalne količine vozila u određenom vremenskom periodu koja mogu nesmetano proći određenim djelom ceste. Za izračun propusne moći ceste potrebno je razdoblje u trajanju od jednog sata. Propusna moć ceste u idealnim uvjetima možemo izraziti:[6]

$$C = \frac{60 * 60 * v}{a} = \frac{3600 * V}{3,6a} = \frac{1000 * V}{a} [\text{voz/h}] \quad (3)$$

gdje je C predstavlja propusna moć prometnog traka, v brzina vožnje vozila, V brzina vožnje vozila, dok a predstavlja sigurnosni razmak između vozila koja se kreću. Slikom 4 prikazano je kretanje vozila po cesti.



Slika 4 Propusna moć ceste [7]

Razmak „a“ jednak je:

$$a = a_2 + a_{kb} + a_r - a_{ka} \text{ [m]} \quad (4)$$

Propusnu moć ceste u adekvatnim uvjetima ceste i samog prometa možemo izračunati prema općem izrazu:

$$C_2 = C_{\max i} * N * f_s * f_s V * fV \text{ [voz/h]} \quad (5)$$

gdje je:

- C_i - propusna moć za razinu uslužnosti
- N - broj prometnih trakova u jednom smjeru
- f_s - faktor koji opisuje utjecaje suženja prometnog traka i utjecaj bočnih smetnji
- $f_s V$ - faktor utjecaja strukture vozila
- fV - faktor utjecaja vozača.

4.4 RAZINA USLUŽNOSTI

Razine uslužnosti služe za opisivanje uvjeta vožnje koji se pojavljuju na određenom djelu ceste poput brzine, vrijeme putovanja, sigurnosti te same udobnost vožnje.[7]

Razine uslužnosti možemo podijeliti na:

Razina uslužnosti A se pojavljuje kod slobodnog prometnog toka gdje prevladavaju velike brzine te je sloboda kretanja velika. Nema velikih gužvi što dovodi do toga da je putovanje ugodno.

Razina uslužnosti B je slobodni prometni tok gdje su brzine jednim djelom ograničene, a nivo uslužnosti je još visok.

Razina uslužnosti C predstavlja uvijete stabilnog tok , gdje su brzine ograničene kao i kretanje.

Razina uslužnosti D se javlja kada su velike gustoće u prometu, tok je nestabilan, a brzine su znatno ograničene te je i mala mogućnost kretanja.

Razina uslužnosti E je razina u kojoj je tok vožnje nestabilan, u koloni i povremenim zastojsima.

Razina uslužnosti F je prisilni tok u kojem su veliki zastoji i smetnje u prometu. [7]

4.5 MJERODAVNE BRZINE

Pojam mjerodavnih brzina podrazumijeva projektnu i računsku brzinu koje su propisane prometnim znakovima, te predstavljaju najveću dopuštenu brzinu na tom dijelu ceste.[6]

Projektnu brzinu označavamo sa V_p , ona predstavlja najveću dopuštenu brzinu na tom dijelu ceste kako bi bila zajamčena potpuna sigurnost vožnje u prometnom toku, pod uvjetom da su vremenski uvjeti i stanje na cesti optimalni. [6]

Računsku brzinu označavamo za V_r , ona predstavlja najveću očekivanu brzinu na tom promatranom dijelu ceste koje vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz uvjete dovoljnu sigurnost.[6]

4.5.1 PROJEKTNA BRZINA

Projektnom brzinom (V_p) određujemo granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase. Pomoću projektne brzine određujemo najmanji polumjer horizontalnog zavoja R_{min} [m]. Određujemo i najveći uzdužni nagib trase S_{max} [%] i poprečni presjek q_{max} [%] s prometnim trakovima.[6] U tablici 2 prikazane su propisane širine prometnog traka za određene projektne brzine.

Tablica 2 Širine prometnog traka za razne brzine V_p i terenske prilike [1]

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

4.5.2 RAČUNSKA BRZINA

Računska brzina predstavlja vozno-dinamičku veličinu na temelju koje se mogu odrediti pojedini geometrijski elementi trase:[6]

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

Računska brzina ne može biti manja od projektne brzine, a njena najveća vrijednost ne može biti veća od brzine koja je zakonom propisana na tom djelu ceste. [6]

Računsku brzinu možemo odrediti na temelju projektiranih i visinskih elemenata trase:

- najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnih zavoja
- najvećeg primijenjenog uzdužnog nagiba

4.6 ZAUSTAVNI PUT

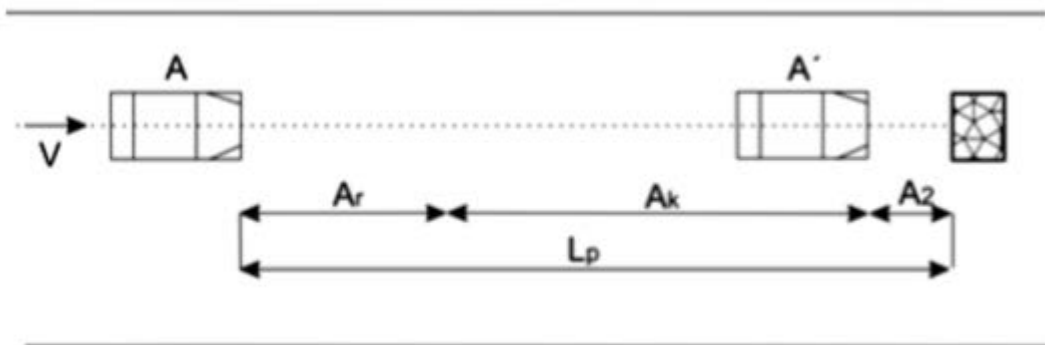
Zaustavni put je put koje vozilo prijeđe od trenutka kada vozač uoči nepomičnu zapreku na cesti do trenutka kada se vozilo ne zaustavi u potpunosti. Put koje je vozilo u tom trenutku prošlo se naziva zaustavni put. Zaustavni put možemo izračunati iz formule: [8]

$$L_p = A_R + A_K + A_2 \text{ [m]} \quad (6)$$

gdje je:

- A_r predstavlja put reagiranja vozača
- A_k je put kočenja
- A_2 sigurnosni razmak između vozila

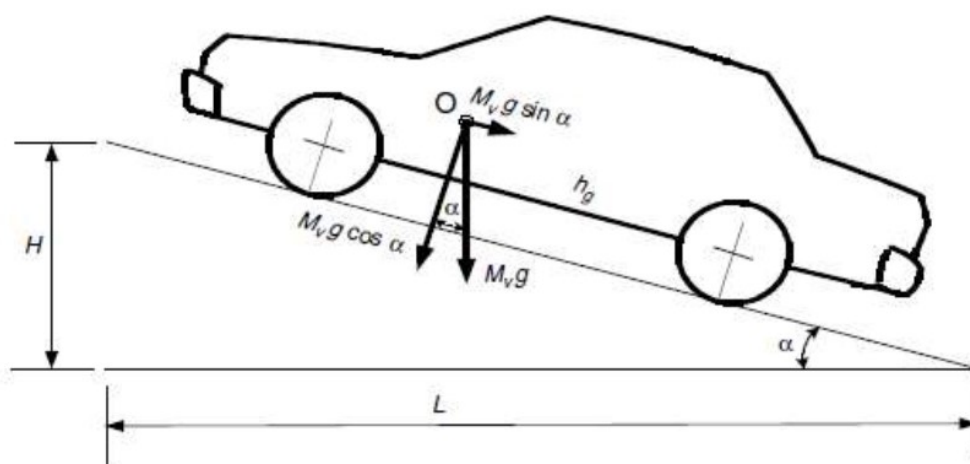
Na slici 5 prikazan je zaustavni put vozila u trenutku kada je vozač uočio nepomičnu zapreku na cest.



Slika 5 Zaustavni put [7]

4.7 OTPOR NAGIBA

Tijekom kretanja vozila po nagibu, svojom težinom koje određeno vozilo ima dolazi do stvaranja sile koja djeluje u smjeru nizbrdice. Ta sila stvara otpor vozilu pri kretanju uzbrdo, a pomaže pri kretanju nizbrdo. Sila koja se javlja kod nagiba te djeluje na vozilo naziva se otpor nagiba, to je prikazano na slici 6. [8]



Slika 6 Otpor nagiba na vozilo [9]

Otpor nagiba možemo izračunati pomoću formule:

$$F_g = M_v g \sin \alpha \quad (7)$$

F_g - otpor nagiba

M_v – masa vozila

g - gravitacijska sila

α – kut nagiba

4.9 DULJINA PRETJECANJA

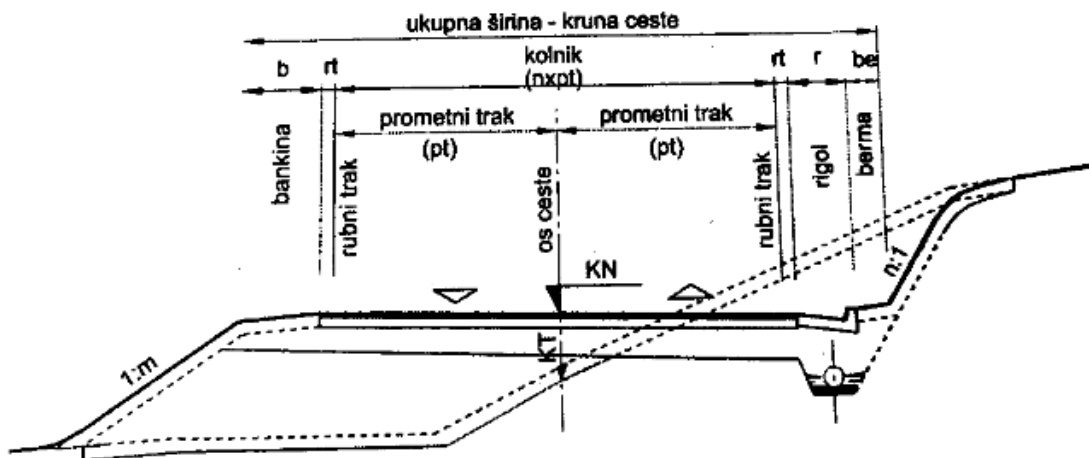
Duljina pretjecanja ovisi o brzini vožnje kojom se pretječe drugo vozilo, što je veća brzina to je kraći put pretjecanja i obrnuto. Također duljina pretjecanja ovisi o razlici brzina vozila koje pretječe i kojeg se pretječe, što je razlika veća, put pretjecanja će biti kraći i vrijeme potrebno za pretjecanje puno kraće. Postoji takozvano, sigurnosno pravilo, koje govori da tijekom pretjecanja razlika brzina između vozila koje pretječe i vozila koje će biti prestignuto, mora biti minimalno 20 km/h. Isto tako duljina pretjecanja i njezino trajanje ovisi o duljini vozila kojim pretječemo i duljini vozila kojeg ćemo pretjeći, primjer pretjecanja prikazan je na slici 7.[8]



Slika 7 Pretjecanje vozila [10]

5. POPREČNI PROFIL

Poprečni presjek cesta predstavlja projekciju ceste u uporabnom, troškovnom, prometnom i tehničkom pogledu. Elementi koji čine poprečni presjek ceste su: prometni trak, rubni trak, bankina odnosno bermate, jarak ili rigol kao sustavi za odvodnju, a njihov smještaj na prometnici prikazan je na slici 8.[1]



Slika 8 Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste [1]

Poprečni presjek ceste također može imati i druge elemente kao što su: trak za zaustavljanje, traku za spora vozila, trak za bicikliste i pješake, razdjelni pojas. [1]

5.1 PROMETNI TRAK

Prometni trak je označen ili neoznačen uzdužni dio trake, te je njegova širina sasvim dovoljna za nesmetano odvijanje prometa cestovnih vozila.[2] Ukupna širina kolnika može imati jednu, dvije ili više prometnih traka. Koliko traka će imati određena cesta određuje se prema značaju ceste, zahtijevanoj propusnoj moći i gustoći prometa. [1] Slika 9 prikazuje širinu prometnog traka i širinu teretnog vozila, te razmak između vozila koji je potreban kako bi se promet odvijao neometano.

Širinu prometnog traka možemo izračunati preko formula :

- Jednotračni:

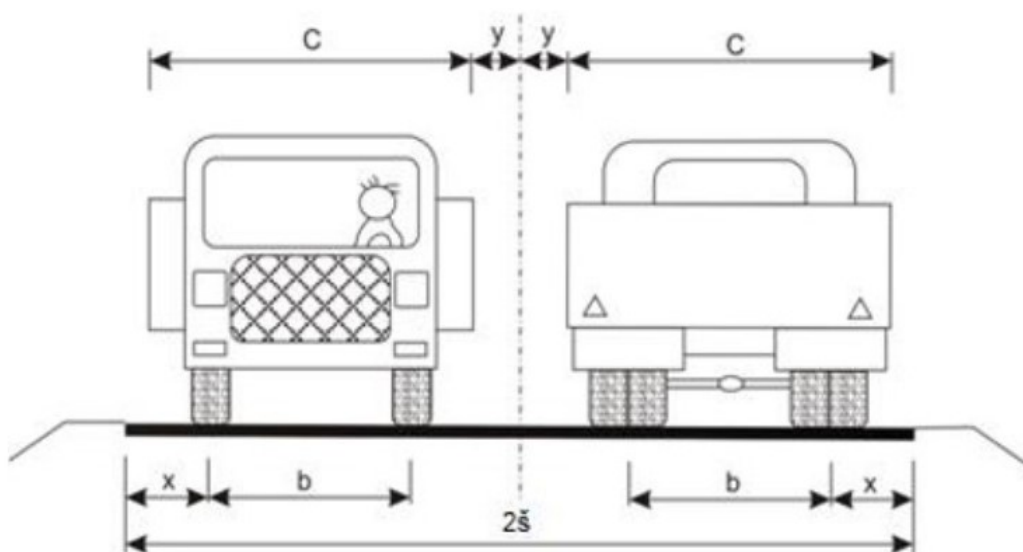
$$\check{s} = b + 2 * x \quad (8)$$

- Dvotračni:

$$\check{s} = \frac{c+b}{2} + x + y \quad (9)$$

Oznake simbola korištenih u formulama:

- \check{s} - predstavlja širinu prometnog traka
- b - osovinski raspon vozila
- c - ukupnu širinu vozila
- x - udaljenost središte kotača vozila od vanjskog ruba prometnog traka
- y - udaljenost unutarnjeg gabarita vozila od osi prometnice



Slika 9 Širina prometnog traka [1]

U tablici 3 prikazane su projektne brzine i potrebna širina prometnog traka. Tablica 4 prikazuje minimalnu širinu prometnog traka u naseljima kako bi se promet odvijao neometano i sigurno.

Tablica 3 Širina prometnog traka za razne projektne brzine.[1]

V_p (km/h)	≥ 120	100	90	80	70	60	50	40
Š (m)	3,75	3,50	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00-2,75	2,75-2,50

Tablica 4 Minimalne širine prometnih trakova u naseljima [1]

Vrsta ceste	Pristup (P)	Ulica (U)	Glavna ulica (GU)	Avenija (A)	Ceste visokog učinka- gradske autoceste i brze ceste (CVU-AC/BC)
V_r (km/h)	≤ 40	40-60	60-80	80-100	> 100
Š (m)	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75

Nepropisanom širinom kolnika smanjuje se sigurnost u prometu, a osobito pri prolasku velikih poljoprivrednih strojeva i teretnih vozila. Istraživanja su pokazala da veća širina kolnika doprinosi manjem broju nesreća. U tablica 5. prikazani su podaci kako se broj prometnih nesreća smanjuje većom širinom kolnika s dva prometna traka gdje se promet odvija u oba smjera. [1]

Tablica 5 Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini kolnika [1]

Širina kolnika s dva traka (m)	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	$> 8,5$
Broj nesreća na milijun prijeđenih kilometara	7,40	5,70	4,84	3,80	2,45

5.2 RUBNI TRAK

Rubni trak je učvršćeni dio cestovnog presjeka koji se nalazi između bankine i kolnika ili između kolnika i staze za bicikle ili pješake. [1] Rubni trak služi za sigurno obrubljivanje kolnika i za iscrtavanje horizontalne prometne signalizacije[2], što je vidljivo iz slike 10., gdje crvena strelica ukazuje na rubni trak na autocesti.



Slika 10 Rubni trak na autocesti [11]

U tablici 6 prikazan je odnos širine rubnog traka i prometnog traka.

Tablica 6 Odnos širine rubnog traka i prometnog traka [1]

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

5.3 BANKINE

Bankina predstavlja utvrđeni ili neutvrđeni dio ceste koji se nalazi uz rubni trak, na dijelu ceste u nasipu ili zasjeku. Može biti izgrađena od zemljanog materijala ili je zasijana travom. Ona je sigurnosni element poprečnog presjeka ceste, a na njoj se smještaju prometni znakovi, smjerokazni stupići, stacionažne oznake, zaštitna ograda, odlaganje materijala za održavanje, mogućnost zaustavljanja vozila u slučaju kvara, a iznimno za promet pješaka. Širina bankine određujemo pomoću širine prometnog traka, što je prikazano u tablici 7., a bankina uz zaustavni trak nije šira od jednog metra. Slikom 11 prikazana je zemljana bankina te je označena crvenom strelicom.[12]



Slika 11 Zemljana bankina [13]

Tablica 7 Odnos širine bankine i prometnog traka [1]

Širina prometnog traka (m)	Širina bankine (m)
3,75-3,50	1,50
3,25	1,20
3,00-2,75	1,00

Na nasipu se bankine grade s nagibom na vanjsku stranu, s time da 4% nagiba ima viša bankina, a niža bankina ima isti nagib kao kolnik, ali ne manji od 4% ako se radi o

stabiliziranoj bankini, odnosno 7% nagiba je onda kada je bankina nestabilizirana. [1] Izrada bankina znatno pridonosi povećanju sigurnosti prometa te se smanjuje broj prometnih nesreća, u tablici 8 prikazani su podaci o broju prometnih nesreća u ovisnosti na širinu bankine.[1]

Tablica 8 Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini bankine[1]

Širina bankine (m)	0	0,6-0,9	1,2-1,5	1,8-2,1	>2,4
Broj nesreća na milijun prijeđenih kilometara	2,14	1,56	1,12	1,12	1,03

5.4 BERMA

Berma služi da bi se povećala horizontalna preglednost u zavoju, te da se otkloni neugodan dojam kojeg na vozača stvara blizina kosine usjeka i dio za postavljanje prometnih znakova. Širina berme u pravcu iznosi jedan do dva metra, iznimno pola metra, dok u zavoju ovisi o veličini otvaranja usjeka radi što bolje preglednosti. [6]

5.5 RIGOL

Rigoli se nalaze uz sam rub kolnika, a služe da površinsku vodu preuzmu i odvede sa površine. Kod trokutastih rigola širina iznosi od 0,60 do 0,90 m gdje je preporučeni nagib od 10-15%. Rigol je smješten na strani usjeka točno između rubnog traka i berme, kao što je prikazan na slici 12 crvenom strelicom. Za normalnu količinu oborina širina rigola iznosi 50 cm.[12]



Slika 12 Rigol na pješačkoj stazi [14]

5.6 ZAUSTAVNI TRAK

Zaustavni trak za zaustavljanje vozila potrebno je predvidjeti na autocestama te po potrebi na cestama 1. razreda. Služe da se u slučaju kvara prometna vozila mogu zaustaviti, radi slabosti vozača ili nekih drugih razloga. Izvode se neprekinuto duž cijele dionice autoceste, osim na mostovima ili tunelima. Širina zaustavnog traka iznosi 2,50 m, a rijetko to jest iznimno može iznositi 1,75 m na cestama 1. razreda ili brzim cestama. Zaustavni trak se nalazi neposredno uz rubni trak ili uz rubnu crtu te se nalazi sa desne strane kolnik, dok je poprečni nagib je istog smjera kao i kolnik. Na slici 12 crvenom strelicom prikazan je zaustavni trak na autocesti A1. [1]



Slika 13 Zaustavni trak na autocesti [15]

5.7 RAZDJELNI POJAS

Razdjelni pojas se nalazi na cestama s dva kolnika i autocestama. Sadrži razdjelne ograde, uređaje za odvodnju, rasvjetne stupove i signalizacije, a osnovna mu je svrha razdvajanje nasuprotnih prometnih tokova, na slici 14 crvena strelica prikazuje razdjeli pojas . Na autocestama u nizinskom djelu terene širina prometnog traka iznosi 4,0 m, a u ostalim slučajevima iznosi 3,0 m. Na cestama 1. razreda razdjelni trak ima širinu od 2,0m. Također, na odmorištima uz autoceste trebaju biti odvojena od kolnika razdjelnim pojasom. [1] Razdjelni pojasevi kod poprečnog presjeka gradskih primarnih prometnica služe za razdjeljivanje prometnih sadržaja po namjeni, sigurnosnu zaštitu korisnika, , komunalne vodove i ostalo. S obzirom na svrhu i sam položaj u poprečnom presjeku mogu se razvrstati na središnje i rubne razdjelne pojaseve. Središnji razdjelni pojasevi imaju svrhu da odvajaju kolnik s nasuprotnim prometnim tokovima koji imaju visoko opterećenje, odnosno više od 10000 vozila u danu po smjeru. Rubni razdjelni pojasevi služe da razdvajaju automobilski i nemotorizirani promet, a isto tako služe i estetskoj te zaštitno-ekološkoj svrsi. Obično se ozelenjuje te je dostatna širina 2,0 m, a kod sadnje drvoreda prihvaća se širina preko 4,0 m. [4]

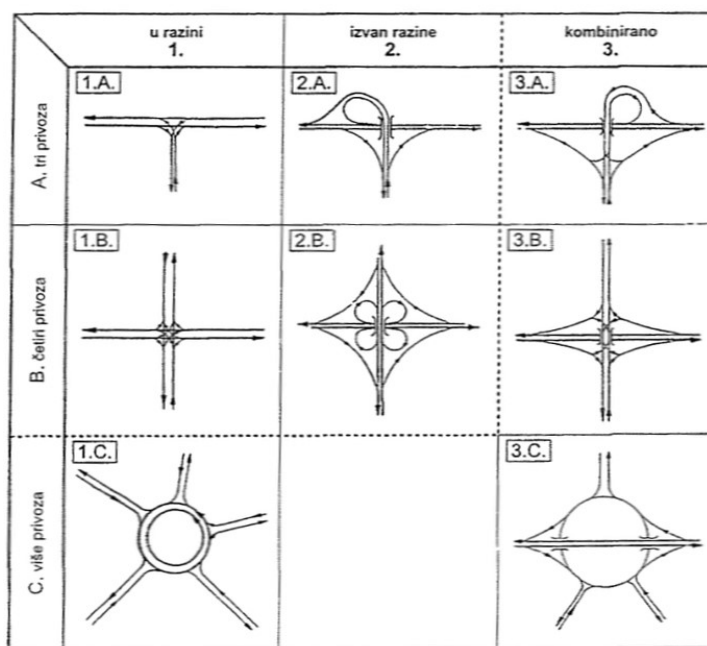


Slika 14 Razdjelni pojas [16]

6. MOGUĆA RJEŠENJA RASKRIŽJA

Raskrižja su mjesta na kojima se spajaju, prepliću, razdvajaju i križaju prometni tokovi ulica i cesta koja se priključuju ili presijecaju. Raskrižja spadaju u najkorištenije elemente cestovnih mreža. Kriteriji koji služe za izbor tipa raskrižja su odnos važnosti ceste koje se spajaju, sigurnost odvijanja prometa, odnos propusne moći i opterećenja i na kraju sami topografski uvjeti utječu na tip raskrižja. Da bi raskrižja zadovoljila slijedeće kriterije trebaju biti oblikovana na način da su pregledna, pravovremeno uočljiva, da vozač s jednim pogledom može obuhvatiti cijelu površinu raskrižja, mora biti lako prohodno i kanalizirano. [17]

Pod čvorišta podrazumijevamo raskrižja dijelom u ravnini, dijelom izvan razine, čvorišta izvan razine i raskrižja, primjeri su prikazani u slici 15.[17]



Slika 15 Podjela raskrižja[17]

6.1 RASKRIŽJA U RAZINI

Raskrižja u razini još se nazivaju i površinska raskrižja su mjesta spajanja dvije ili više cesta koja se nalaze u istoj razini. Da bi se izbjegla zagušenja u raskrižju pristupa se metodi smanjenju konfliktnih zagušenja u raskrižju. Rješenja čine klasični načini priključaka i križanja, a danas se sve više koriste raskrižja s kružnim tokom u jednoj razini.[17]

6.2 RASKRIŽJA IZVAN RAZINE

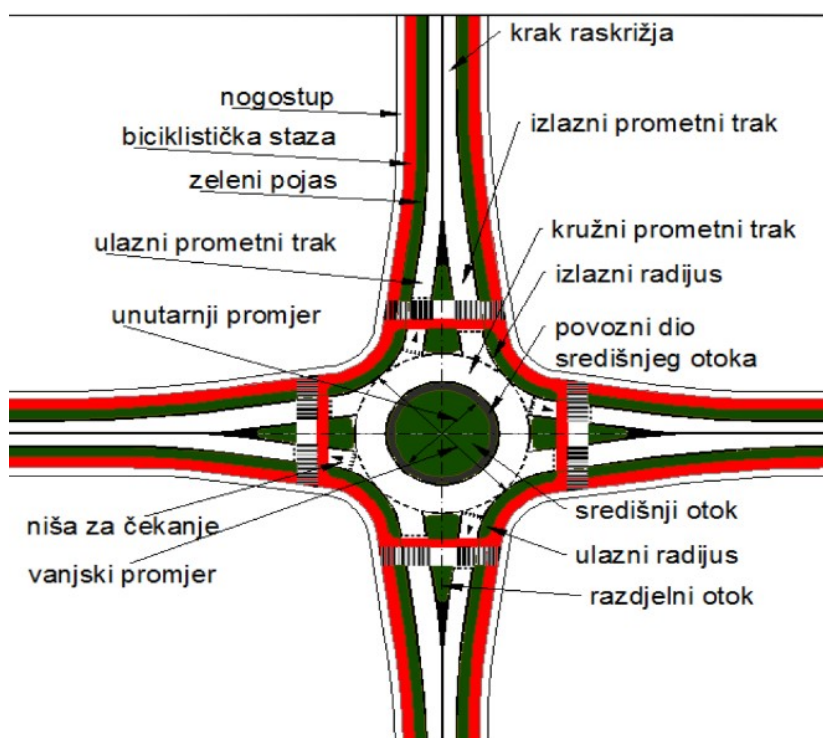
Raskrižja izvan razine povezuju konfliktne prometne tokove gdje prevladava najviši stupanj sigurnosti i protočnosti. U raskrižjima izvan razine su za samo oblikovanje i sigurnost prometa dani su uporabni pokazatelji ceste. Tim zahtjevima su dani i propisani sigurnosni standardi pri odabiru parametara poput projektne brzine, glavnog prometnog pravca, propusne moći, zaustavnog puta te samog položaja raskrižja i razmaka između susjednog raskrižja.[17]

6.3 KRUŽNA RASKRIŽJA

Kružna raskrižja definiramo kao prometne građevine u kojima se kretanje vozila odvija središnjim kružnim tokom, kružnim kolnikom. Usporedbom klasičnih raskrižja i raskrižja koja se kontroliraju semaforom, zaključujemo da se u kružnim raskrižjima promet odvija puno brže, smanjuju se čekanja na semaforima, dolazi do manje potrošnje goriva i ispuštanja štetnih plinova. Doprinosu propusnoj moći ceste, razini usluge, a samim time i sigurnosti u prometu, zbog toga se grade na mjestima čestih nesreća.[17]

Glavni dijelovi kružnog toka su unutarnji i vanjski polumjer. Kod kružnog kolnika poprečni nagib izvodi se u iznosu od 2,5% prema vanjskoj strani. Razlozi takvog izvođenja poprečnog nagiba su učinkovito i tehničko prihvatljivije odvodnjavanje, ugodnijeg prelaska iz perivoja

u kružni tok , smanjenje brzine u kružnom toku. Na slici 16 prikazani su dijelovi kružnog raskrižja. [17]



Slika 16 Prikaz elemenata kružnog raskrižja[18]

Vrlo važan element kružnog toka je njegovo uređenje i oprema. Opremu dijelimo na signalizaciju, rasvjetu, prometne znakove, krajobrazno uređenje.[17]

Prednosti kružnih tokova su: veća propusnost, manji troškovi održavanja, uklapanje u okoliš, veća sigurnost, manje posljedice sudara. Dok nedostaci su problemi pri velikom intezitetu biciklističkog i pješačkog prometa, većim brojem trakova se smanjuje sigurnost, manjak prostora za središnji otok.[17]

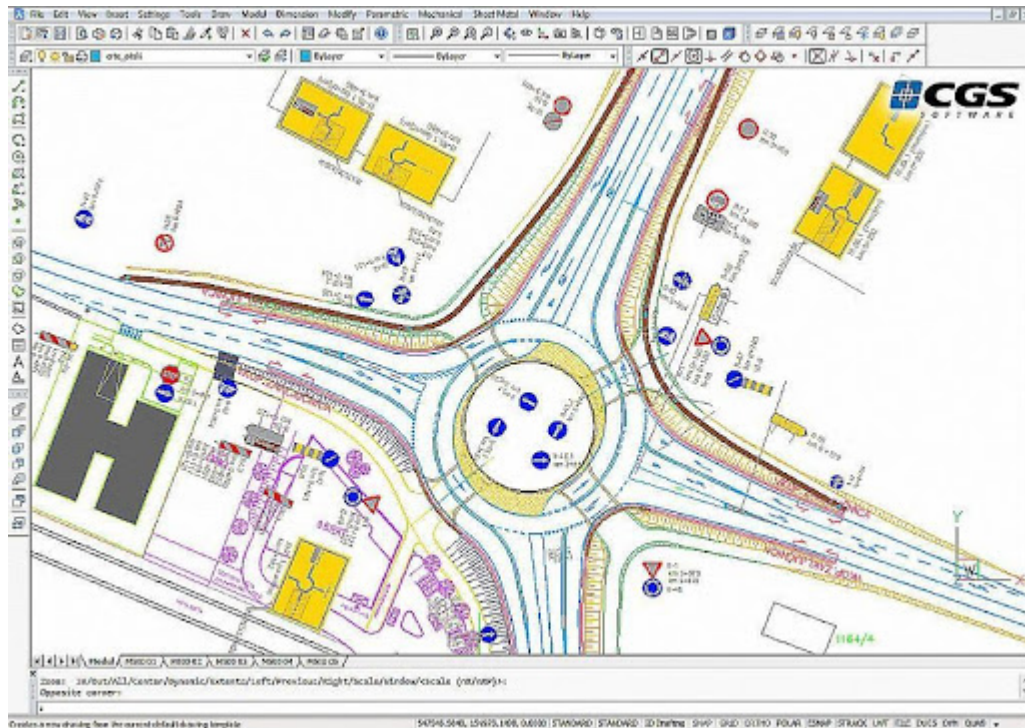
7.PLATEIA

Plateia je programski paket čija namijenjena je projektiranje prometnica i njihova rekonstrukcija prometnica. Projektantu omogućuje i pruža veliku količinu naredbi, od početnog unosa točaka do ispisa ili kreiranja 3D modela, koji se dalje koristiti za razne analize. Pomaže projektantima u samoj pripremi nacрта i tehničke dokumentacije. Pomoću 3D modela projektantima se pruža velika mogućnost provođenja raznih analizi, a neke od njih su zavojne krivulje, odvodnja površinske vode s prometnice, krivulja vidljivosti. Plateia radi uz nekoliko CAD platformi, međutim u kombinaciji s programom AutoCAD Civil 3D, povećava se iskoristivost navedenih programa programska paketa. Plateia se primjenjuje za projektiranja prometnica svih vrsta te u svim koracima projektiranja: rekonstrukciji prometnice , projektiranju prometnica svih kategorija , rekonstrukcija zemljanih radova itd.[19]

7.1 MODUL SITUACIJA

Pomoću njega se obrađuju ulazni podaci i crtanje u situacijama, primjer situacije u programu prikazan je na slici 17.

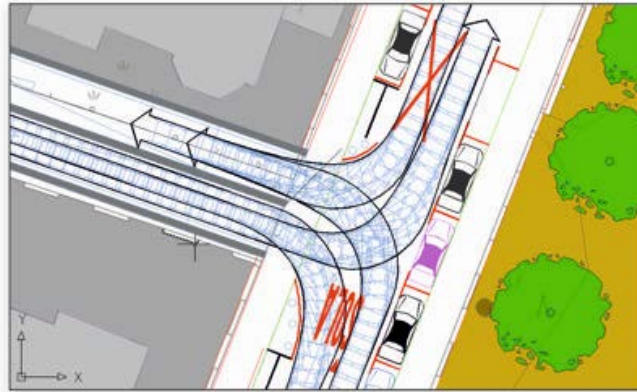
- Digitalni model terena sposoban za obradu nekoliko milijuna točaka
- Manipulacija geodetskih točaka i spojnica
- Ubacivanje i uređivanje topografskih simbola
- Upravljanje raster kartama
- Šrafiranje/bojanje pokosa
- 2D-3D konverzija
- Izračuni i interpolacije
- Alati za kotiranje i obradu nacрта situacije
- Alati za izradu nacрта situacije



Slika 17 Modul situacija[19]

7.2 MODUL UZDUŽNI PROFILI

Modul uzdužni profil služi za crtanje uzdužnih profila ceste, vodotoka, željeznica te drugih objekata niske gradnje poput tunela, mostova, nadvožnjaka. Uzdužni profil omogućuje brz i točan interaktivni ili paketni unos linija terena, proračun preslojavanja postojećih cesta i brzi proračun količina nasipa i usjeka. Program ima ugrađene naredbe pomoću kojih je moguće rekonstruirati i preslojavati postojeće ceste. Na osnovi zadane površine postojeće ceste programa automatski računa novu visinu nivelete i pri tom se u obzir uzima minimalnu debljinu preslojavanja. Sam prikaz rezultata moguće je nacrtati u obliku slojnice, koje predstavljaju debljinu novog sloja ceste. Primjer uzdužnog profila prikazan je na slici 18.[19]



Slika 18 Modul uzdužni profil [19]

7.3 MODUL POPREČNI PROFIL

U ovome modulu se nalaze alati za crtanje, uređivanje i analizu poprečnih profila. Neke od karakteristika koje ovaj modul omogućuje su još i ispis postojećeg terena i presjeka prometnice, jednostavno crtanje poprečnih profila sa raznovrsnim elementima poprečnih profila, uređivanje, označavanje i kotiranje poprečnih profila. U pojedinom poprečnom profilu moguće obrađivati proizvoljan broj osi ili tijela ceste, pa ih program obrađuje odvojeno. Ta mogućnost je od posebne važnosti kod obrađivanja i crtanja željezničkih postaja, no uvelike i pomaže kod cesta jer se zna pojaviti isti problem. Poprečne profile se može crtati u različitom horizontalnom i vertikalnom mjerilu, što je važno za obrađivanje projekata s opsežnim i zemljanim radovima.[19]

7.4 MODUL PROMETNA OPREMA

Dio je programa Plateia , pomaže kod crtanja prometnih uređaja. U modulu se nalazi više funkcionalnih sklopova , a neki od njih su :[19]

- table i natpisi za table
- vertikalna signalizacija
- oznake na tlu i signalizacija
- otoci
- kružna raskrižja

8. ZAKLJUČAK

Sam cestovni promet ima veliki utjecaj na našu svakodnevnicu pa je bitno da se postojeće prometnice održavaju i da se grade nove. Održavanjem starih prometnica te gradnjom novih omogućuje se nesmetano odvijanje prometa. Time se doprinosi bržem transportu robe, povećava se sigurnost u prometu, boljem razvitku gradova, regije i države. Prometno-tehnička rješenja ceste predstavljaju važne čimbenike za sigurnost u prometu, te ih je nužno izvoditi u skladu sa zakonom. Tehnički elementi ceste su najbitniji čimbenici koji utječu na samu propusnu moć ceste i sigurnosti prometa. Jako je bitno da se tijekom izrade određene ceste, dionice, raskrižja te ostalih dijelova infrastrukture posveti velika pažnja kako bi se iskoristio puni potencijal ceste. Potrebno je napraviti analizu trenutnog stanja prometnice kako bi kod rješenja, rekonstrukcije dobili što bolji željeni rezultat i učinak ceste. U radu su kao sastavni dio prikazana moguća rješenja raskrižja. Predstavljaju prometne površine gdje se događa 20-50% ukupnih prometnih nesreća. U svrhu smanjenja prometnih nesreća, ustvari kako bi se povećala sigurnost u prometu, treba smanjiti broj konfliktnih točaka unutar raskrižja. Manja raskrižja je potrebno zamijeniti kružnim tokom, a veća je potrebno denivelirati. Gradnjom kružnih raskrižja povećava se propusna moć ceste, smanjuje se vrijeme čekanja te na taj način putovanje postaje ugodnije. Statistikom je dokazano kako u kružnim raskrižjima se događa manji broj konfliktnih točki pa samim time kružni tok predstavlja najsigurniji oblik raskrižja u prometu. Projektiranje prometnica u programu „Plateia“ pojednostavljuje sam proces projektiranja. Skraćeno je vrijeme potrebno za projektiranje te se time troškovi vezani za odlazak na teren, prikupljanje podataka i analizu tih podataka svodi na minimum. U modelu situacija nalaze se ulazni podaci koji se obrađuju i služe za crtanje digitalnog modela terena. Modul uzdužnih profila obrađuje i uređuje podatke vezane za poprečnih nagiba, nadvišenja, projektiranje vertikalne geometrije prometnice, proračun i uređivanje nadvišenja, analiza vertikalne preglednosti. U modulu poprečnih profila neke od mogućnosti su još i ispis postojećeg terena, jednostavno crtanje poprečnih profila sa elementima poprečnih profila, uređivanje, označavanje i kotiranje poprečnih profila. Modul prometne opreme nudi alate za prometnu signalizaciju, projektiranje raskrižja.

9. POPIS LITERATURE

- [1] Legac, I.: Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006 „datum pristupa“: 4.4.2020.
- [2] Legac, I.: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011. „datum pristupa“: 4.4.2020.
- [3] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001 „datum pristupa“: 4.4.2020.
- [4] Ceste i cestovni promet, „Dostupno na“: <https://www.pgz.hr/ustroj/upravna-tijela/upravni-odjel-za-pomorsko-dobro-promet-i-veze/promet/ceste-i-cestovni-promet/> „Datum pristupa“: 15.06.2020.
- [5] Zakon o sigurnosti prometa na cestama <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama> „datum pristupa“: 14.4.2020.
- [6] Božičević, J.; Topolnik, D.: Infrastruktura cestovnog prometa I i II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1996. „datum pristupa“: 14.4.2020.
- [7] Korlaet Željko - "Uvod u projektiranje i građenje cesta", Zagreb, 1995. „datum pristupa“: 14.4.2020.
- [8] Hrvatske ceste - "Opći tehnički uvjeti za radove na cestama", Knjiga 1, 2, 3, 4, 5 i 6, Zagreb, 2001. „datum pristupa“: 14.4.2020.
- [9] Otpori vožnje „dostupno na“: <https://www.mindomo.com/eu/mindmap/otpori-voznje-d02becf2a3455ca00800f15dbb42e8> „datum pristupa“: 24.4.2020.
- [10] BIHAMIC „Dostupno na“: <https://bihamk.ba/bs/vijesti/kako-i-kada-sigurno-preticati/155> „datum pristupa“: 24.4.2020.
- [11] Konstruktor Split „Dostupno na“: <http://www.konstruktorsplit.hr/reference/tabid/905/agentType/View/PropertyID/24/sortBy/PropertyTypeI D/1/Default.aspx> „datum pristupa“ 4.5.2020.

- [12] Hrvatske ceste - "Opći tehnički uvjeti za radove na cestama", Knjiga 1, 2, 3, 4, 5 i 6, Zagreb, 2001. „datum pristupa“ 4.5.2020.
- [13] Osnovne prometne infrastrukture „Dostupno na“:
[http://estudent.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_prometne_infrastrukture_\(1\)/Materijali/Osnove_infrastrukture_cestovnog_prometa.pdf](http://estudent.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_prometne_infrastrukture_(1)/Materijali/Osnove_infrastrukture_cestovnog_prometa.pdf) „datum pristupa“: 4.5.2020.
- [14] Slivnici.hr „Dostupno na“: <http://www.mi-blok.hr/slivnici.htm> „datum pristupa“ 4.5.2020.
- [15] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2008. „datum pristupa“: 17.5.2020.
- [16] Volt magazine „Dostupno na“: <http://www.prometna-signalizacija.com/horizontalna-signalizacija/uzduzne-oznake/> „datum pristupa“: 17.5.2020.
- [17] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2008. „datum pristupa“ 24.5.2020.
- [18] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama „datum pristupa“ 28.5.2020.
- [19] Studio Ars „Dostupno na“ <http://www.studioars.com/hr/hr/plateia/232/106> „datum pristupa“ 28.5.2020.

10.POPIS SLIKA

Slika 1 Podjela ceste	4
Slika 2 Autocesta A1	5
Slika 3 Državna cesta D3	6
Slika 4 Propusna moć ceste	10
Slika 5 Zaustavni put	13
Slika 6 Otpor nagiba na vozilo	14
Slika 7 Pretjecanje vozila	15
Slika 8 Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste	16
Slika 9 Širina prometnog traka	17
Slika 10 Rubni trak na autocesti	19
Slika 11 Zemljana bankina	20
Slika 12 Rigol na pješačkoj stazi	22
Slika 13 Zaustavni trak na autocesti	22
Slika 14 Razdjelni pojas	23
Slika 15 Podjela raskrižja	24
Slika 16 Prikaz elemenata kružnog raskrižja	26
Slika 17 Modul situacija	28
Slika 18 Modul uzdužni profil	29

11. POPIS TABLICA

Tablica 1 Podjela cesta prema konfiguraciji teren.....	7
Tablica 2 Širine prometnog traka za razne brzine Vp i terenske prilike.....	12
Tablica 3 Širina prometnog traka za razne projektne brzine	18
Tablica 4 Minimalne širine prometnih trakova u naseljima	18
Tablica 5 Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini kolnika	18
Tablica 6 Odnos širine rubnog traka i prometnog traka	19
Tablica 7 Odnos širine bankine i prometnog traka	20
Tablica 8 Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini bankine.....	21