

Opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa

Stanić, Veronika

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:906079>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-29**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Veronika Stanić

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNIH RASKRIŽJA SA STAJALIŠTA
SIGURNOSTI PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, 16. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4501

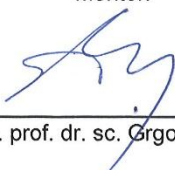
Pristupnik: **Veronika Stanić (0135240902)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Opravidanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa**

Opis zadatka:

U završnom radu potrebno je analizirati učinkovitost kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti cestovnog prometa. Potrebno je opisati načine podjele kružnih raskrižja te analizirati prometnu signalizaciju, opremu i uređenje kružnog raskrižja. Također potrebno je opisati na koji način se postiže sigurnost prometa na kružnim raskrižjima, te navesti na koji način se može postići sigurnost motoriziranih i nemotoriziranih sudionika u prometu. S obzirom da je sigurnost najvažniji čimbenik u prometu potrebno je analizirati i opisati načine planiranja i projektiranja kružnih raskrižja. Na samom kraju potrebno je donijeti zaključak i navesti razloge primjene kružnih raskrižja u svrhu povećanja sigurnosti cestovnog prometa te navesti prednosti i nedostatke izvedbe kružnog raskrižja.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNIH RASKRIŽJA SA STAJALIŠTA
SIGURNOSTI PROMETA**

**JUSTIFICATION OF A ROUNDABOUT CONSTRUCTION FROM TRAFFIC
SAFETY STANDPOINT**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Veronika Stanić

JMBAG: 0135240902

Zagreb, rujan 2018.

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNIH RASKRIŽJA SA STAJALIŠTA SIGURNOSTI PROMETA

SAŽETAK

Izgradnja kružnih tokova intenzivnija je posljednjih 20 godina u svim europskim zemljama pa takva raskrižja i u Hrvatskoj dobivaju sve značajniju primjenu, a razlog tomu su prednosti koje kružna raskrižja imaju pred klasičnim raskrižjima. U okviru ovog završnog rada govori se o osnovnim značajkama kružnog raskrižja. U prvom poglavlju završnog rada opisane su posebnosti kružnih raskrižja, obrađeni su i načini izgradnje odnosno vrste kružnih tokova. Osnovna karakteristika kružnih raskrižja je smanjenje broja konfliktnih točaka s obzirom na klasična raskrižja a to rezultira povećanjem sigurnosti i propusne moći što se ističe kao njihova najveća prednost. Za sami kraj predloženo je poboljšanje i rekonstrukcija raskrižja Laščinska – Petrova – Pokornoga u kružno raskrižje.

KLJUČNE RIJEČI: kružna raskrižja; sigurnost; konfliktna točka raskrižja; propusnost; rekonstrukcija.

SUMMARY

Construction of roundabouts is intensified over the past 20 years in all European countries, those kinds of intersection are becoming more important in Croatia, the reasons for this advantages of a roundabout over the conventional intersections. In the text of this final work it speak about the basic characteristics of roundabout. In the first chapter of the dissertation describes the particularities of roundabouts, here are also building or types of roundabouts. Basic characteristics of roundabouts is reduction of conflict points and this results in improved security and higher intersection capacity as their greatest advantage. At the very end it was suggested improving and reconstruction classic crossroads Laščinska – Petrova – Pokornoga in roundabout.

KEY WORDS: roundabouts; safety; points of intersection; road capacity; reconstruction.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. OPĆENITO O KRUŽNIM RASKRIŽJIMA | 2 |
| 2.1. POVIJESNI RAZVOJ KRUŽNIH RASKRIŽJA | 2 |
| 2.2. PODJELA KRUŽNIH RASKRIŽJA | 4 |
| 2.2.1. PODJELA PO LOKACIJI I VELIČINI | 4 |
| 2.2.2. PODJELA S OBZIROM NA NAMJENU | 5 |
| 2.2.3. PODJELA PO BROJU PRIVOZA I PROMETNIH TRAKA | 6 |
| 3. SIGNALIZACIJA, OPREMA I UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA | 7 |
| 3.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA KRUŽNIH RASKRIŽJA | 7 |
| 3.1.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA JEDNOTRAČNIM KRUŽNIM RASKRIŽJIMA | 8 |
| 3.1.2. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MINI KRUŽNIM RASKRIŽJIMA | 11 |
| 3.1.3. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MONTAŽNIM KRUŽNIM RASKRIŽJIMA | 13 |
| 3.2. SVJETLOSNA SIGNALIZACIJA KRUŽNOG RASKRIŽJA | 13 |
| 3.3. OPREMA KRUŽNIH RASKRIŽJA | 14 |
| 3.3.1. RAZDJELNI OTOCI | 14 |
| 3.3.2. PJEŠAČKI PRIJELAZI I PRIJELAZI BICIKLISTIČKIH STAZA | 17 |
| 3.3.3. RUBNJACI | 18 |
| 3.3.4. PROVOZNI DIO SREDIŠNJEG OTOKA | 19 |
| 3.3.5. RASVJETA | 20 |
| 3.4. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA | 21 |
| 4. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA | 24 |
| 4.1. PROPUSNA MOĆ | 25 |
| 4.2. HORIZONTALNO I VISINSKO VOĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA | 26 |
| 5. SIGURNOST PROMETA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA | 31 |
| 5.1. SIGURNOST NEMOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETA | 31 |
| 5.2. SIGURNOST MOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETA | 34 |
| 5.3. SIGURNOST OSOBA S INVALIDITETOM I OSOBA SMANJENE POKRETLJIVOSTI | 36 |
| 5.4. OSIGURANJE PREGLEDNOSTI U KRUŽNOM RASKRIŽJU | 38 |
| 5.4.1. ČELNA PREGLEDNOST NA ULAZU U KRUŽNO RASKRIŽJE | 38 |
| 5.4.2. PREGLEDNOST ULJEVO | 39 |
| 5.4.3. PREGLEDNOST NA KRUŽNOM KOLNIKU | 41 |
| 5.4.4. PREGLEDNOST DO PJEŠAČKOG PRIJELAZA | 41 |
| 5.4.5. OMETANJE PREGLEDNOSTI | 42 |
| 6. RAZLOZI PRIMJENE KRUŽNIH RASKRIŽJA U SVRHU POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA | 43 |
| ZAKLJUČAK | 46 |

| | |
|--------------------|----|
| LITERATURA: | 47 |
| POPIS SLIKA: | 47 |

1. UVOD

Kružna raskrižja ili tzv. roto-križanja izvode se na mjestima gdje je intenzitet prometa takav da bi svako drugo rješenje, osim križanja u dvije razine uzrokovalo smetnje u prometu.¹ U ovome završnom radu analizirana je opravdanost izvedbe kružnih raskrižja sa stajališta sigurnosti sudionika u cestovnom prometu. Rad sadrži šest cjelina.

U drugoj cjelini pod nazivom općenito o kružnim raskrižjima spominju se podjele kružnih raskrižja, karakteristike kružnih raskrižja, te povijesni razvoj kružnih raskrižja.

U trećoj cjelini analizira se signalizacija, oprema i uređenje kružnih raskrižja. U opremu spadaju prometni znakovi, oznake na kolniku, rasvjeta, prometna svjetla, prometna oprema, signalizacija i oprema za smirivanje.

U četvrtoj cjelini analizirano je planiranje i projektiranje kružnih raskrižja. Ističe se važnost propusne moći na projektiranje kružnih raskrižja kao i horizontalno i visinsko vođenje trase.

Peta cjelina pod nazivom sigurnost sudionika u prometu analizirane su sigurnosti motoriziranih, nemotoriziranih sudionika u prometu, sigurnost osoba sa invaliditetom i osoba smanjenje pokretljivosti te preglednosti koje utječu na sigurnost sudionika u prometu.

U zadnjoj cjelini pod nazivom razlozi primjene kružnih raskrižja u svrhu povećanja sigurnosti sudionika u prometu navedeno je četverokrako raskrižje koje je potrebno rekonstruirati u kružno raskrižje. Navedeni su nedostaci i razlozi zbog čega je potrebno rekonstruirati navedeno raskrižje u kružno raskrižje. Navedeni su i prednosti primjene kružnih raskrižja za razliku od klasičnih trokrakih i četverokrakih raskrižja.

¹ Cerovac, V: Tehnika i sigurnost prometa; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,2001., p.169

2. OPĆENITO O KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Prema suvremenoj definiciji kružno raskrižje je prometna građevina gdje je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i s prometnim znakovima,² također raskrižje s kružnim tokom prometa smatra se da je to prometna građevina kružnog oblika s djelomično povoznim, nepovoznim ili djelomično povoznim središnjim otokom i kružnim prometnim kolnikom na koji se vežu tri ili više priključne ceste i u kojem se promet odvija u smjeru suprotnom kretanju kazaljke na satu.

2.1. POVIJESNI RAZVOJ KRUŽNIH RASKRIŽJA

Raskrižja s kružnim tokom koja se još nazivaju i kružna raskrižja pojavili su se kao oblikovno sigurnosni elementi prije nego što se motorni promet počeo intenzivno razvijati i time preuzeo dominaciju nad drugim oblicima prometa. Eugene Henard 1903. godine predložio je uporabu kružnog kretanja sve gušćeg prometa u središtima velikih gradova, pa je tako i prva praktična uporaba kružnog raskrižja izvedena na lokalitetu Columbus Circle u New Yorku 1905. godine.

Kružna raskrižja nisu predstavljala toliku važnost i značaj u cestovnom prometu sve do pedesetih godina prošlog stoljeća kada se u Velikoj Britaniji uvelo pravilo da vozila koja se nalaze unutra kružnog toka imaju prednost pred nadolazećim vozilima. Smatra se da je to bila prekretnica u razvoju i sve češćoj primjeni raskrižja s kružnim tokom u cestovnom prometu. Procjenjuje se da ih je 1999/2000. godine bilo 35000 u svijetu, dok se procjenjuje da danas ima 40000 kružnih raskrižja u svijetu.

² Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.87

2.2. OSNOVNA OBILJEŽJA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Kružna raskrižja mogu se definirati i kao nesemaforizirana raskrižja u jednoj razini u kojima se promet odvija:

- na jednotračnom odnosno dvotračnom kolniku;
- s jednim do dva prometna traka na privozima koji se postavljaju što okomitije na samom ulazu u kružno raskrižje;
- s reguliranom prednošću kružnog prometnog toka u smjeru suprotnom od kazaljke na satu;

Karakteristike raskrižja s kružnim tokom su:

- kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijom prekinutog i neprekinutog prometnog toka
- u kružnom toku prvenstvo prolaska imaju vozila koja se nalaze u kružnom toku u odnosu pred vozilima koja se nalaze na prilazima, jer u ovom slučaju ne vrijedi „pravilo desnog“;
- na javnim cestama osobito u naseljima omogućuju vožnju smanjenim brzinama i s velikim skretnim kutem prednjih kotača;
- u slučaju slobodnog kružnog toka prilikom ulaska vozila u kružno raskrižje vozila se ne trebaju zaustavljati već smanjenom brzinom mogu ući u kružni tok;
- zabranjena vožnja unatrag kod raskrižja sa kružnim tokom;
- drugim vozilima je tijekom vožnje dozvoljeno koristiti prošireni dio kružnog kolničkog traka;
- što se tiče pješaka i biciklista za njih vrijede ista pravila kao i za druge oblike raskrižja u razini

2.2. PODJELA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Kružna raskrižja mogu se razvrstati po nekoliko kriterija od kojih je najčešća podjela po lokaciji i veličini, s obzirom na namjenu i svrhu.

2.2.1. PODJELA PO LOKACIJI I VELIČINI

S obzirom na lokaciju i veličinu prometa koja se na njima odvija kružna raskrižja mogu se podijeliti na:

1. urbana raskrižja
 - a) mini kružna raskrižja
 - b) mala urbana kružna raskrižja
 - c) srednje velika urbana kružna raskrižja
2. izvan- urbana raskrižja
 - a) srednje velika kružna raskrižja
 - b) velika kružna raskrižja

- Raskrižja s kružnim tokom prometa u naselju

a) *Mini kružna raskrižja*- primjenjuju se u gušćim urbanim sredinama a glavni cilj je smirivanje prometa. Očekivana brzina motornih vozila je do 25 km/h. Zbog izrazito malih dimenzija kod mini kružnih raskrižja razdjelni otoci mogu biti izvedeni kao montažni, a njihove dimenzije su manje od najmanjih dopuštenih dimenzija za izvedbu kao mala i srednje velika kružna raskrižja. U usporedbi s drugim raskrižjima gdje ne postoji upravljanje svjetlosnim signalima mini kružno raskrižje ima veću propusnu moć i veći stupanj prometne sigurnosti svih sudionika u prometu, a i manje troškove izvedbe.

b) *Mala urbana kružna raskrižja*- izvode se samo u urbanim sredinama, a brzina vožnje kroz mala kružna raskrižja iznosi do 30 km/h. Često se ovakva kružna raskrižja izvode na ulazima u manja naselja gdje je propusna moć oko 15 000 voz/dan.

c) *Srednje velika urbana kružna raskrižja*- izvode se na jače prometno opterećenim raskrižjima u urbanim sredinama gdje oblikovni elementi omogućuju najveće brzine u raskrižju do 40 km/h. Pješački i biciklistički promet je u zoni urbanih kružnih raskrižja potrebno izvoditi na posebnim površinama izvan kolnika i iznad rubnjaka odvojeno od tokova motornog prometa.

- Raskrižja s kružnim tokom prometa izvan naselja

a) *Srednje velika kružna raskrižja*- izvode se na prometno opterećenim raskrižjima i na raskrižjima gdje su odvijaju velike brzine i gdje je smanjena sigurnost odvijanja prometa. Na takvim raskrižjima uobičajena je brzina kretanja 40 km/h, takva raskrižja u pravilu nisu predviđena za kretanje pješaka, a bicikliste je poželjno voditi izdvojenim biciklističkim stazama.

b) *Velika kružna raskrižja*- izvode se u iznimnim slučajevima kao što su ceste velikog učinka, obično na autocestovnim pristupima gradovima (križanje autocesta i brzih cesta te cesta 1. razreda).Što se tiče odvijanja biciklističkog prometa i prometa pješaka on se vodi odvojeno i nije sastavni dio takvih kružnih raskrižja.

2.2.2. PODJELA S OBZIROM NA NAMJENU

Prema namjeni kružna raskrižja dijele se u tri skupine:

- 1) kružna raskrižja za smirivanje prometa (u naseljima i prilaznim područjima)
- 2) kružna raskrižja za ograničavanje prometa (u naseljima, na mjestima gdje se želi ograničiti promet na ciljanu razinu propusne moći)
- 3) kružna raskrižja za postizanje što veće propusne moći uz dostatnu prometnu sigurnost (isključivo izvan naselja).³

³ Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.91

2.2.3. PODJELA PO BROJU PRIVOZA I PROMETNIH TRAKA

S obzirom na broj privoza, kružna raskrižja se dijele na:

- kužna raskrižja s tri privoza (trokraka)
- kružna raskrižja s četiri privoza (četverokraka)
- kružna raskrižja s pet privoza (peterokraka) i s više privoza (višeokraka)

S obzirom na broj prometnih trakova u kružnom kolniku kružna raskrižja najčešće se dijele na:

- jednotračna
- dvotračna

Kod projektiranja kružnih raskrižja vrlo je bitno da broj prometnih traka u kružnom toku mora biti jednak ili veći broju prometnih trakova na ulazima i izlazima privoza.

3. SIGNALIZACIJA, OPREMA I UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

U prometnu signalizaciju kružnog raskrižja ubrajaju se vertikalna signalizacija, horizontalna signalizacija i opreme ceste koji imaju veliki značaj za sve sudionike u prometu.

Vertikalna signalizacija sastoji se od:

- prometnih znakova
- putokaznih ploča

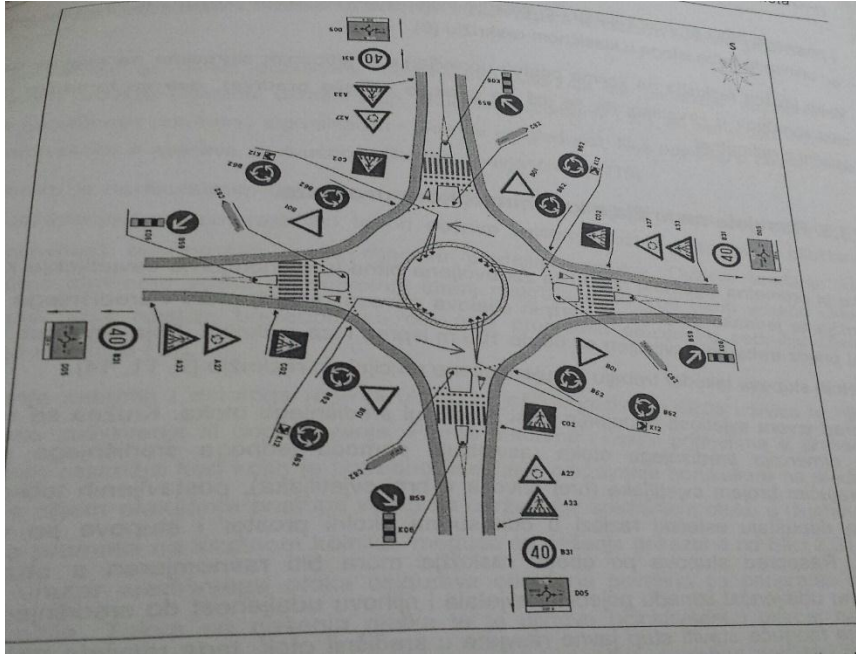
Horizontalna signalizacija se sastoji od:

- oznaka na kolniku

Vertikalna i horizontalna signalizacija ima za ulogu poboljšanje stupnja sigurnosti i olakšanja u prometnim operacijama, te u podizanju razine propusnosti i prometne usluge. Putokazni znakovi su namijenjeni za vođenje prometa, a isto tako služe i za usmjeravanje prometnih tokova uz otoke i razdjelnike, također služe i za ograničenje dopuštenih brzina i zabranu pretjecanja u zoni raskrižja.

3.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Uz pomoć odgovarajuće signalizacije svaki sudionik u prometu odabire željeni put i smjer kretanja, poduzima odgovarajuće radnje u prometu i prilagođava svoje ponašanje. Prometna signalizacija nastoji olakšati vozačima prolazak kroz kružno raskrižje te nastoji utjecati na povećanje sigurnosti svih sudionika u prometa. Pri postavljanju prometne signalizacije u kružnom raskrižju važno je da se postavlja na način da bude jasna i dosljedna te da ne zbunjuje vozače pri prolasku kroz raskrižje. Broj znakova ovisi o stvarnom stanju na terenu i ne treba ih postavljati u velikom broju jer postavljanjem prevelikog broja znakova može se postići suprotan učinak koji dovodi do zbunjivanja vozača. Prometna signalizacija postavlja se prema odredbama važećeg Pravilnika koji glasi Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 64/05, 155/05, 14/11).



Slika 1. Primjer obilježavanja kružnog raskrižja vertikalnom i horizontalnom signalizacijom

Izvor: Pilko,H.: Utjecaj oblikovnosti gradskih kružnih raskrižja na sigurnost prometa, Magistarski rad, Fakultet prometnih znanost

3.1.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA JEDNOTRAČNIM KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Izvan-urbano kružno raskrižje je kružno raskrižje izvan izgrađenog urbanog prostora na kojem se odvija promet motornih vozila i na takvim raskrižjima u pravilu nema pješačkog prometa, osim eventualno biciklista.

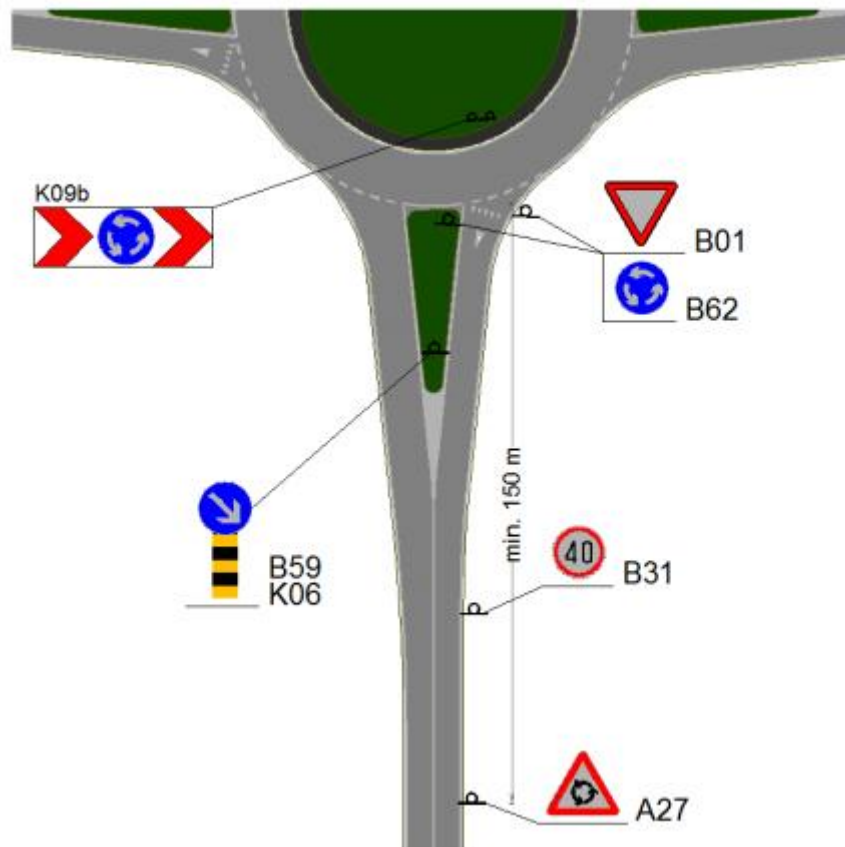
Svako izvan-urbano kružno raskrižje mora biti opremljeno sljedećim prometnim znakovima:

- znak B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaza) i B62 (kružni tok prometa) na zajedničkom stupu na ušću ulaza u kružno raskrižje, neposredno pred isprekidane crte zaustavljanja. Kod izvan urbanih kružnih raskrižja preporuka je da se ovi znakovi postave obostrano
- znak B59 (obvezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označivanje prometnog otoka) na zajedničkom stupu na vanjskom dijelu razdjelnog otoka (na vrhu otoka u smjeru vožnje)

- znak K09b (prijedlog novog znaka u Pravilniku) označuje središnji otok na izvan urbanim kružnim raskrižjima i postavlja se na neprovoznom dijelu središnjeg otoka u produžetku središnjice voznog traka na uvozu.⁴

Na području približavanja raskrižju:

- znakom „raskrižje s kružnim prometom“ (A27)
- znakom „ograničenje brzine“ (B32) na odgovarajućoj udaljenosti od kružnoga raskrižja, na kojoj treba omogućiti smanjenje brzine na cestama izvan naselja ovisno o situaciji na terenu.



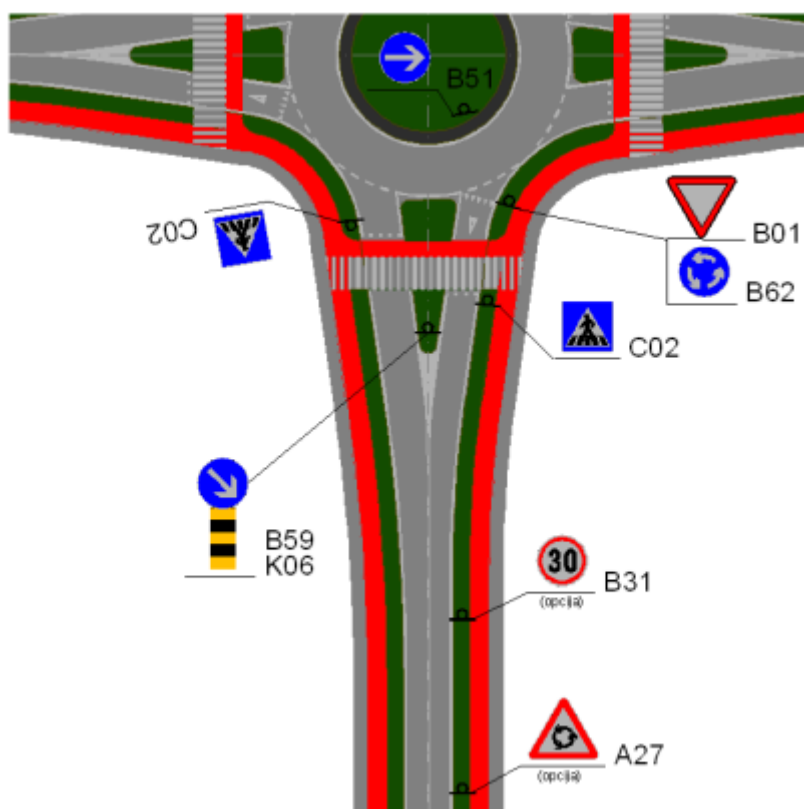
Slika 2. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu izvan urbanog kružnog raskrižja

Izvor:file:///C:/Users/Stanich/Desktop/zavr%C5%A1ni%20rad/Smjernice%20kruzna%20raskrizja_DODATAK%20F.pdf,15.07.2018.

⁴ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 67.

Na svakom urbanom kružnom raskrižju treba biti postavljen sljedeća horizontalna signalizacija:

- rubna crta uz rub kolnika kroz raskrižje, uz središnje i razdjelne otoke
- kratka isprekidana crta za označivanje vanjskog ruba kružnoga raskrižja na spoju privoza
- isprekidana crta zaustavljanja (H12 ili H13) na ulasku u kružni kolnički trak
- trokut upozorenja H12 označen na kolniku ispred isprekidane crte zaustavljanja
- isprekidana crta zaustavljanja (H12) ispred pješačkog / biciklističkog prijelaza
- pješački prijelaz (H18), prema potrebi prijelaz biciklističke staze preko kolnika (H19) ⁵



Slika 3. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu urbanog kružnog raskrižja

Izvor:file:///C:/Users/Stanich/Desktop/zavr%C5%A1ni%20rad/Smjernice%20kruzna%20raskrižja_DODATAK%20F.pdf,15.07.2018.

⁵ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 69.

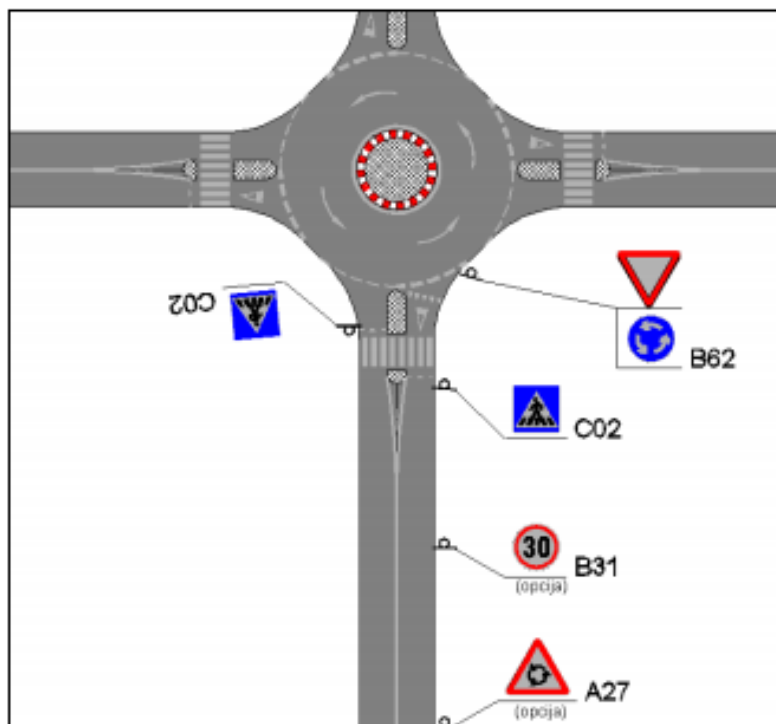
3.1.2. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MINI KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Mini kružno raskrižje je kružno raskrižje s provoznim središnjim otokom i u takvom raskrižju mala vozila prolaze kao u običnom kružnom raskrižju dok duga vozila kao što su autobusi i kamioni prolaze kao i kroz uobičajena raskrižja u jednoj razini. Zbog tih specifičnosti zahtijevaju veću pozornost prilikom izbora i postavljanja prometne signalizacije.

Svako mini kružno raskrižje mora biti opremljeno sljedećim prometnim znakovima:

- znak B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaza) i B62 (kružni tok prometa) na zajedničkom stupu na ušću ulaza u kružno raskrižje, neposredno pred isprekidane crte zaustavljanja.
- znak B59 (obvezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označivanje prometnog otoka) na zajedničkom stupu na vanjskom dijelu razdjelnog otoka (na vrhu otoka u smjeru vožnje) – ovi znakovi postavljaju se ukoliko je razdjelni otok takvih dimenzija da se znakovi mogu postaviti.
- znak C02 (obilježen pješački prijelaz), a po potrebi, znakom C03 (obilježen prijelaz biciklističke staze) ako su u kružnom raskrižju prisutni biciklist⁶

⁶ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 70.



Slika 4. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu mini kružnog raskrižja

Izvor:file:///C:/Users/Stanich/Desktop/zavr%C5%A1ni%20rad/Smjernice%20kruzna%20raskrižja_DODATAK%20F.pdf,15.07.2018.

Na svakom mini kružnom raskrižju treba biti postavljena sljedeća horizontalna signalizacija:

- kružna strelica H21 (prijedlog nove oznake u Pravilniku) koja označuje smjer vožnje unutar kružnog raskrižja, a iscrtava se na kružnom kolničkom traku na mjestu ulaska u kružno raskrižje.
- kratka isprekidana crta za označivanje vanjskog ruba kružnoga raskrižja na spoju privoza – isprekidana crta zaustavljanja (H12 ili H13) na ulasku u kružni kolnički trak
- trokut upozorenja H12 označen na kolniku ispred isprekidane crte zaustavljanja – isprekidana crta zaustavljanja (H12) ispred pješačkog / biciklističkog prijelaza
- pješački prijelaz (H18), prema potrebi prijelaz biciklističke staze preko kolnika (H19) razdjelnom crtom ispred razdjelnog otoka na području približavanja raskrižju propisane širine
- označiti središnji otok – bijela oznaka odnosno naizmjenično bijela oznaka;

3.1.3. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA MONTAŽNIM KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Prometna signalizacija montažnog kružnog raskrižja sastoji se od vertikalne signalizacije koja se sastoji od prometnih znakova i putokazne ploče i horizontalne signalizacije koju čine oznake na kolniku te opreme ceste koja ima veliki značaj za sve sudionike u prometu. Tlocrtnne oznake na montažnim kružnim raskrižjima izvode se u žutoj boji.

U slučaju da se montažno kružno raskrižje izvodi na lokaciji već postojećeg klasičnog raskrižja obavezno je na određenoj udaljenosti na svim prilaznim cestama postaviti prometni znak A01 s dopunskom tablom E07 s natpisom „Pažnja – Promjena prometnog režima“ ili nekog drugog odgovarajućeg sadržaja koji upozorava na izmijenjene uvjete prometovanja na tom raskrižju.

Montažno kružno raskrižje može se primijeniti u trokrakim, četverkrakim, semaforiziranim i nesemaforiziranim raskrižjima. Ako se montažno kružno raskrižje primjenjuje u postojećem semaforiziranom raskrižju u tom slučaju semafore za pješake treba isključiti, a semafore za motorizirane sudionike u prometu treba staviti u režim "žuto trepćuće"

3.2. SVJETLOSNA SIGNALIZACIJA KRUŽNOG RASKRIŽJA

Svjetlosna signalizacija na kružnom raskrižju izvodi se:

- na postojećim prometno preopterećenim kružnim raskrižjima koje nije moguće rekonstruirati;
- pri tramvajskom i prigradskom željezničkom prometu koji siječe raskrižje koje je izvedeno s kružnim tokom prometa;
- na mjestima gdje se odvija intenzivni tok pješaka i/ili biciklista kako bi se povećala prometna sigurnost;
- pri promijenjenoj prometnoj situaciji u naselju nakon izvedbe kružnog raskrižja;

3.3. OPREMA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Prometna oprema na raskrižju uvelike utječe na sigurnost i propusnost prometa i kod nas je definirana i regulirana Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05 I NN 155/05).

U opremu kod kružnih raskrižja spadaju:

- prometni znakovi
- prometna svjetla
- oznake na kolniku
- prometna oprema
- signalizacija
- rasvjeta
- oprema za smirivanje prometa

3.3.1. RAZDJELNI OTOCI

Razdjelni otok je od kolnika uzdignuta površina koja je građevinski oblikovana materijalima različite teksture i oblikuje se unutar površine linijama vodiljama ulaza, izlaza i kružnog kolnika. U izvan urbanim područjima izvodi se kao ozelenjena površina obrubljena cestovnim rubnjakom visine do 15 cm, a u urbanim područjima s površinom za prolaz pješaka.



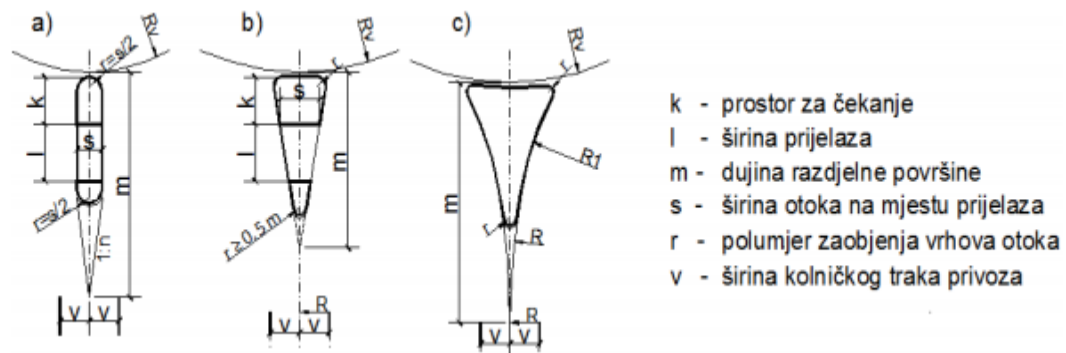
Slika 5. Razdjelni otok unutar površine za razdvajanje prometa

Izvor:https://www.google.hr/search?q=Razdjelni+otok+unutar+povr%C5%A1line+za+razdvajanje+prometa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBprjHpfTbAhXS0aYKHRCfDRUQ_AUICigB&biw=1366&bih=635#imgrc=_FAH_0WZjDMzBM:26.06.2018.

Uzdignuti razdjelni otok obvezni je dio privoza kružnom raskrižju na državnim cestama, dok su izuzetak mini kružna raskrižja kada se zbog veličine površine prikladnim oblikovanjem ili tipskim elementima označava ulaz i izlaz iz kružnog raskrižja.

Minimalna potrebna dimenzija razdjelnog otoka određena je položajem i veličinom vertikalne prometne signalizacije. Znakovi C81 za izlaz iz kružnog raskrižja te znakovi K06+B59 za prilaz kružnom raskrižju se obvezno moraju postavljati na razdjelnom otoku. Što se tiče veličine znakova oni trebaju biti prilagođeni kategoriji ceste i širini kolnika, dok širina razdjelnog otoka mora biti takva da osigurava potrebnu zaštitnu širinu između znaka i ruba kolnika

Kada se razdjelni otok koristi i kao površina za zaustavljanje pješaka i/ili biciklista u tom slučaju njegova širina u području prijelaza treba biti najmanje 2.0 m jedino izuzetak su razdjelni otoci na privozima s neprekinutim pješačkim i/ili biciklističkim prijelazima.



Slika 6. Kapljasti-izduženi (a), trokutasti (b) i ljevkasti (c) oblik razdjelnog otoka

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

Cestovni rubnjak koji služi za oblikovanje razdjelnog otoka ne smije se nalaziti na udaljenosti manjoj od širine rubnog traka od linija vodilja ulaza i izlaza. Uz kružni kolnik rubnjak se polaže po liniji vanjskog radijusa kružnog kolnika ili pravcem na udaljenosti koja ne smije biti veća od 50 cm, dok su izuzetak široki razdjelni otoci kod kojih je prikladnije rubnjak položiti paralelno s rubom kružnog kolnika ili formom razdjelnog otoka naglasiti smjerove kretanja vozila.

3.2.2. PJEŠAČKI PRIJELAZI I PRIJELAZI BICIKLISTIČKIH STAZA

Izvedbom prijelaza za pješake i/ili bicikliste omogućava se prometna sigurnost pješaka i/ili biciklista pri prijelazu privoza kružnog raskrižja. Prijelazi moraju biti smješteni tako da podržavaju pješačke tokove u zoni kružnog raskrižja i kako bi na sebe privukli najveći mogući broj pješaka.

Posebnu pozornost potrebno je posvetiti preglednosti na pješake na kružnim raskrižjima u blizini kojih su smještena autobusna stajališta. Autobusi koji se zaustavljaju na stajalištima ne smiju ograničavati preglednost vozačima i pješacima.

Prijelazi za pješake trebaju biti smješteni tako da se između kružnog kolnika i prijelaza nalazi niša za čekanje odgovarajuće duljine. Smještanje prijelaza udaljenije od izlaza iz kružnog raskrižja je u suprotnosti između potreba pješaka i zahtijeva vozača. Učestale neželjene prijelaze pješaka preko kolnika potrebno je fizički spriječiti (ograde, raslinje,..).⁷

U područjima s velikim intenzitetom pješačkog i/ili biciklističkog prometa položaj prijelaza potrebno je temeljito istražiti, ali i pri tome potrebno je poštivati brzinu vožnje, prometno opterećenje – jakost tokova vozila te pješaka i biciklista, veličinu kružnog raskrižja i duljinu prijelaza. Također potrebno je rješenja prilagoditi pravilima prvenstva između pješaka i biciklista te prikladno oblikovati površine za zaustavljanje pješaka/biciklista. Biciklistički prijelaz se smješta između niše za čekanje i pješačkog prijelaza.

Pješački prijelaz mora ispunjavati sljedeće uvjete, odnosno imati: o prijelaz s nogostupa na razinu kolnika osiguran skošenim rubnjakom uz najveći dopušteni nagib od 10%, širine najmanje 120 cm o na skošenom rubnjaku izvedeno taktilno polje upozorenja čepaste strukture koje završava na crti usporednoj s rubom kolnika koja je od njega udaljena za širinu rubnog kamena, ali ne manje od 15 cm.⁸

⁷ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić.I, Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci;Rijeka,2014.,p 72.

⁸ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić.I, Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci;Rijeka,2014.,p 73.

Izvedba uzdignutih pješačkih ili biciklističkih prijelaza primjenjuje se u urbanim sredinama s jače izraženim pješačkim ili biciklističkim prometom. Takvim oblikovanjem postiže se i smanjenje brzine vozila na ulazu, ali takva izvedba je nepovoljna na privozima kojima prometuju vozila javnog gradskog prijevoza.

Izvedba biciklističkih i pješačkih prijelaza u kružnom raskrižju dovode do smanjenja propusne moći i zato je u slučajima da su tokovi pješaka i biciklista veliki potrebno provjeriti kako ti tokovi utječu na propusnu moć. To vrijedi za kružna raskrižja s jednim trakom u kružnom luku i s po jednim trakom na ulazima.

U kružnim raskrižjima koji imaju jednu voznu traku u kružnom toku moguće je da zbog gustog toka pješaka i/ili biciklista nastaju problemi punjenja i pražnjenja kružnog raskrižja jer vozila na ulazima/izlazima u/iz kružnih raskrižja moraju pješacima/biciklistima ustupiti prednost što dovodi do ometanja tokova.

2.2.3. RUBNJACI

Za oblikovanje rubova kolnika koriste se cestovni rubnjaci čime se postiže uočljivost te sakupljanje površinskih oborinskih voda. Visina ugrađenog rubnjaka mora biti 12 do 15 cm. Isti elementi koriste se i za izvedbu prijelaznih površina kao polegnuti rubnjaci i u tom slučaju visina ugrađenog rubnjaka ne treba biti veća od 3 cm. Na kružnim raskrižjima obvezna je izvedba razdjelnih i središnjeg otoka cestovnim rubnjacima, a preporučljivo je i polaganje na vanjskim rubovima kolnika u užem području raskrižja. Rubnjaci na vanjskom rubu kružnog kolnika stabiliziraju kolničku konstrukciju.

Uz rubnjake na nižoj strani kolnika gdje se sakupljaju površinske oborinske vode potrebno je uz veće slivne površine uz rubnjak izvesti rigol ili omogućiti učinkovito prikupljanje oborinskih voda slivnicima i slivničkim rešetkama.



Slika 7. Prikaz učinkovitog prikupljanja oborinske odvodnje

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

3.2.4. PROVOZNI DIO SREDIŠNJEG OTOKA

Povozni dio središnjeg otoka zajedno s kružnim kolnikom omogućava dugim vozilima prolaz kroz raskrižje a primjenjuje se kod malih i srednje velikih kružnih raskrižja radi izbjegavanja izvedbe neprimjerno širokog kružnog kolnika. Provozni dio središnjeg otoka namijenjen je da ga koriste samo ona vozila koje bez njega ne bi mogla proći kroz raskrižje i zato mora biti izveden na način da odvraća vozače kratkih vozila da ga koriste.



Slika 8. Širina povoznog djela središnjeg otoka za mjerodavno dugo vozilo

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

3.2.5. RASVJETA

Ravnomjerno osvjetljenje kružnih raskrižja vrlo je bitno kako bi se osigurala prometna sigurnost noću. Potrebno je jednako osvjetljenje ulaznih dijelova privoza raskrižja kao i središnjeg otoka. Sam odabir i raspored izvora svjetlosti ovisi o veličini središnjeg otoka. Kod kružnih raskrižja sa manjim dimenzijama središnjeg otoka oni se rasvijetljuju pomoću jednog središnjeg stupa s odgovarajućim brojem svjetiljka, odnosno koliko ima privoza toliko mora biti i broj svjetiljki. U slučaju da se stup javne rasvjete ne može postaviti u središnji otok tada se rasvjeta izvodi pomoću nosivih žica poprečno preko raskrižja.

Pri rješavanju cestovne rasvjete pažnju treba posvetiti prometnoj signalizaciji te voditi računa:

- O usklađivanju razmještaja stupova cestovne rasvjete s položajem i vrstom stupova prometne signalizacije, stupovi cestovne rasvjete svojim smještajem ne smiju ometati dobru uočljivost prometnih znakova i semafora
- Na kontinuirano rasvijetljenoj cesti uz dobru jednolikost i ograničeno bliještenje potrebno je uskladiti stupove cestovne rasvjete s konstrukcijom za smještaj prometne signalizacije
- Ako se ne mogu koristiti zajednički stupovi, razmaci između stupova rasvjete i stupova prometne signalizacije moraju biti najmanje 10 metara (izuzeto 5 metara), a stup rasvjete ne smije zasjenjivati prometni signal iz normalnog položaja i smjera vožnje
- Uskladiti režim rada uređaja prometne rasvjete s režimom rada cestovne rasvjete što omogućuje istovremeno paljenje i gašenje u posebnim uvjetima⁹

⁹ Legac, I.: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., str. 318

3.4. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Prilikom oblikovanja okoline kružnog raskrižja i središnjeg otoka potrebno je uvažavati osnovna načela:

- preglednost u raskrižju;
- estetska načela (usklađenost s okolinom);
- načela funkcionalnosti (održavanje, zimsko održavanje).

Prilikom uređenja okoline kružnog raskrižja i samog kružnog raskrižja neophodan zajednički rad stručnjaka različitih struka. Kod uređenja središnjeg otoka treba se pridržavati sljedećih načela i preporuka:

- prilagođavanjem zemljišta (npr. zelenilo u središnjem otoku) treba vozače jasno upozoriti na približavanje kružnom raskrižju
- uređenje treba ili poboljšati, ili barem ne ometati vidljivost kružnog raskrižja
- ne smije dovoditi do opasnih situacija u prometu na kružnom raskrižju
- osigurati potrebnu horizontalnu preglednost u raskrižju
- ne smije zaklanjati prometnu signalizaciju u raskrižju
- osigurati zaklanjanje pogleda na promet na suprotnoj strani kružnog raskrižja, čime se eliminira zbunjenost vozača koju uzrokuje pregled nad odvijanjem prometa u cjelokupnom kružnom raskrižju.
- središnji otok mora biti oblikovan (zelenilo) tako da noću onemogućava bliještanje (zasljepljivanje) nasuprot dolazećih vozila
- treba jasno ukazati vozaču da ne može proći ravno kroz raskrižje
- obeshrabriti pješački promet kroz središte otoka
- treba utjecati na poboljšanje estetike na području ulice i slike urbanog okoliša koliko god je to moguće
- održavanje raskrižja treba biti što jednostavnije i lakše izvedivo bez ometanja i ugrožavanja sigurnosti prometa.
- prilikom izbora zelenila potrebno je uvažavati prije svega činjenicu da u središnji otok najbolje pristaje autohtono raslinje.¹⁰

¹⁰ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 76.

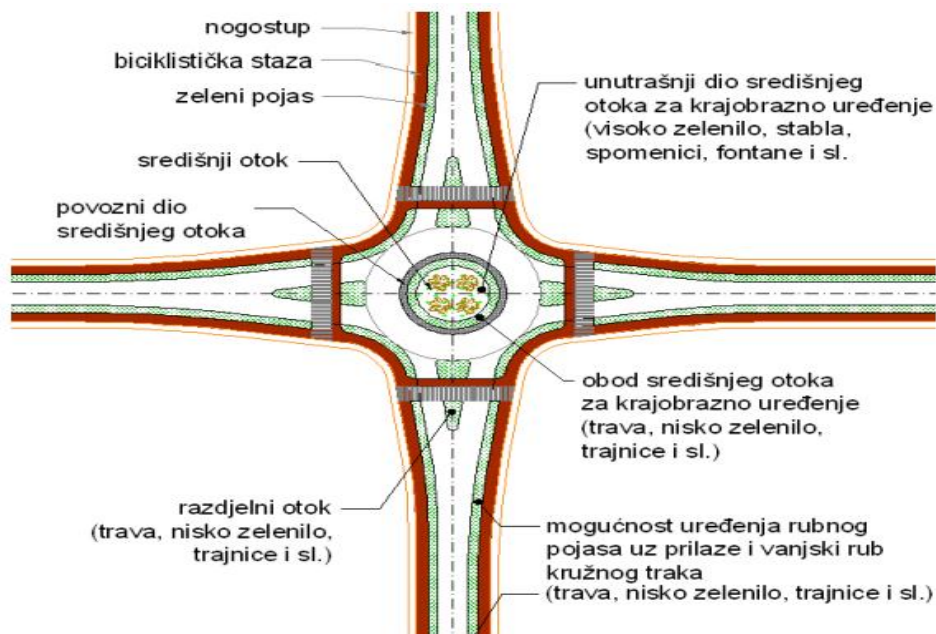


Slika 9. Prikladno uređenje kružnog raskrižja

Izvor:

https://www.google.hr/search?q=ure%C4%91enje+zelenilom+kru%C5%BEEni+tok&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=sxTxlogZiYhCEM%253A%252CmeA-YvPLpr7z9M%252C_&usg=__Kesg-NOxpP3biK9SK3mtY1XLPYw%3D&sa=X&ved=0ahUKEwj6lY2tuPbbAhUJQpoKHQzAAjcQ9QEILjAD#imgrc=q3wdT6wwB8UcxM:28.06.2018.

Veličina dijela središnjeg otoka koji se uređuje hortikulturno sadnjom niskog zelenila razine grmlja, trava ili drveća ovisi o veličini središnjeg otoka, kao i o uvjetima preglednosti u kružnom traku i na ulasku u kružno raskrižje.



Slika 10. Područja krajobraznog uređenja kružnog raskrižja u urbanoj sredini

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

Pod održavanjem središnjeg otoka u kružnom raskrižju podrazumijevaju se sve potrebne radnje radi postizanja sigurnosti i pristupačnosti. Prilikom uređenja treba se planirati na koji način se može postići održavanje središnjeg otoka (košnja trave, zalijevanje, obrezivanje i dr.). Prilikom odabira biljnih vrsta koje se sade u središnjem otoku treba voditi računa da biljke budu što sličnije izgledom, sporim rastom i jednostavne za oblikovanje i održavanje. Kod planiranja hortikulture treba imati u vidu koliki je očekivani rast pojedinih vrsta koje se sade u području raskrižja. Travu, grmlje i stabla treba redovito uređivati i orezivanjem spriječiti ometanje preglednosti i održavati uređenost raskrižja. Ukoliko hortikulturno uređenje zahtjeva česta zalijevanja preporuča se postavljanje samo pokretne prskalnice (sprinkler sustav) za zalijevanje. Kod primjene ovog sustava treba se smanjiti otjecanje vode na kolnik jer se na mokrom kolniku, posebice u ljetnim mjesecima smanjuje sigurnost prometa.

Postavljanje reklamnih sadržaja, znakova i drugih građevina ili uređaji za vizualne ili auditivne informacije i reklame u središnjem kružnom otoku nije dopušteno. Kod postavljanja objekata/građevina u središnji otok kružnog raskrižja treba se držati načela da se stavlja nešto vrlo konkretno za što nije potrebno duže vrijeme od 3 sekunde da se spozna. U protivnom to može biti opasno jer vozač prilikom ulaska u kružno raskrižje, zbog potrebne pozornosti na ostale sudionike u prometu, ima ograničeno vrijeme za spoznavanje okoliša i uređenja kružnog raskrižja. Kada se postavlja neko obilježje na središnjem otoku kružnog raskrižja, to mora biti informacija u tipu ideograma. ¹¹

¹¹ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 80.

4. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Nivo prometne sigurnosti na raskrižjima moguće je povećati smanjenjem broja konfliktnih točaka kao i smanjenjem veličine konfliktnog područja. Ovo se postiže izborom načina vođenja prometnih tokova odnosno oblikovanjem i uređenjem raskrižja te izborom vrste raskrižja.¹²

Prilikom izvedbe kružnog raskrižja potrebno je donijeti odluku koja se temelji na stručnoj procjeni koja je potkrepljena argumentima. Procjena se treba temeljiti na jasno definiranim kriterijima koji trebaju biti ispunjeni kako bi se pristupilo izvedbi kružnog raskrižja.

Definirano je osam osnovnih skupina kriterija koji se trebaju razmotriti prilikom procjene primjerenosti izvođenja kružnih raskrižja:

1. funkcionalni kriterij
2. prostorno-urbanistički kriterij
3. prometni kriterij (kriterij prometnog toka)
4. projektno-tehnički kriteriji
5. kriteriji prometne sigurnosti
6. kriterij propusne moći
7. okolišni kriterij
8. ekonomski kriteriji¹³

¹² Kenjić, Z.: Kružne raskrsnice - rotori, priručnik za planiranje i projektovanje kružnih raskrsnica – rotora, Institut Sarajevo, 2009,p.23.

¹³ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić.I, Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci;Rijeka,2014.,p 23.

4.1. PROPUSNA MOĆ

Propusna moć ili kapacitet je maksimalan broj vozila koji može proći u jedinici vremena kroz promatrani presjek cestovne prometnice. Na osnovi poznavanja propusne moći mogu se procijeniti nedostaci postojeće cestovne mreže i predložiti odgovarajuće izmjene. Služi kao osnovica za sve intervencije i zahvate na određenom dijelu ceste (proširenje kolnika, rekonstrukcija zavoja, reguliranje čvorišta, promjene režima prometa i sl.). Pri projektiranju novih cesta i čvorišta poznavanje propusne moći i prometnog opterećenja nužan je preduvjet da se može pristupiti tehničkim analizama i izboru najpovoljnijeg rješenja.¹⁴

Propusna moć kružnog raskrižja © ukazuje koliko vozila prođe kroz kružno raskrižje u jedinici vremena bez obzira na duljinu čekanja, a glavni faktori koji utječu na propusnu moć kružnog raskrižja su:

- promet na svakom pojedinom ulazu u kružno raskrižje
- promet u samom kružnom raskrižju
- postojanje i intenzitet pješačkog i biciklističkog prometa u području kružnog raskrižja
- ponašanje vozača (duljine reakcije)
- vremenski uvjeti

Propusna moć kružnog raskrižja dobije se zbrojem propusnosti svih prilaza Q_{ei} u kružnom raskrižju.

$$C = \sum_{i=1}^n Q_{ei} \text{ [voz/h]}$$

n- broj prilaza

Propusnost ulaza Q_{E} određuje koliko vozila ulazi u kružno raskrižje na jednom ulazu u jedinici vremena.

¹⁴ Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I - radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2010.

Pravilo kretanja u kružnom raskrižju je da vozila koja se nalaze na ulazu propuštaju vozila unutar kružnog toka pa je tako jakost konfliktnog prometa na ulazu mjerodavna za određivanje propusne moći ulaza.

Geometrijski elementi koji utječu na kapacitet kružnog raskrižja su:

- udaljenost između ulaza i izlaza, koja utječe na uvjete uključivanja vozila u kruži tok
- način priključivanja privoza – okomito postavljene priključci omogućavaju bolju preglednost uz smanjenu brzinu kretanja što rezultira boljom procjenom raspoložive vremenske praznine i efikasnijim uključivanjem u kružni tok.

Izračun propusne moći kružnih raskrižja je moguće provesti na dva načina:

1. provjerava se neki preporučeni oblik (dimenzije) kružnog raskrižja koji je bio izabran na osnovi prostornih, urbanističkih i/ili drugih mjerila. Na osnovi kapacitetnog proračuna mogu se mijenjati dimenzije projektnih elemenata sve dok rezultati proračuna ne daju najveću moguću propusnu moć u planskom razdoblju.
2. na osnovi poznatih prometnih opterećenja tražese optimalni projektni elementi koji će omogućavati dostatnu propusnost. U tom slučaju slijedi prostorno i urbanističko provjeravanje predlaganog rješenja.

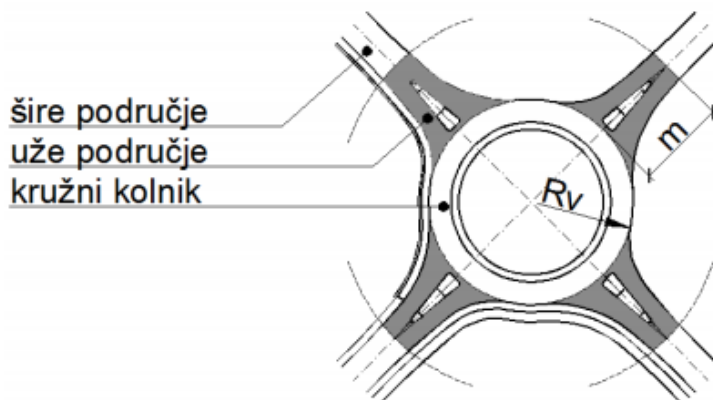
4.2. HORIZONTALNO I VISINSKO VOĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Osnovni projektno tehnički elementi predstavljeni su kroz tlocrtne i visinske odnose kružnog kolnika i privoza i time predstavljaju jedinstvenu oblikovnu cjelinu raskrižja, a razlikuje se šire i uže područje te kružni kolnik.

Kružni kolnik je prostor koji je geometrijski opisan vanjskim polumjerom kružnog raskrižja (R_v)

Uže područje raskrižja određeno je duljinom površine za usmjeravanje prometa izraženo u metrima i sadrži sve elemente poprečnog presjeka prilazne ceste.

Šire područje raskrižja obuhvaća dio prilazne ceste na kojem su izmijenjeni elementi prilazne ceste ili su uvedena ograničenja u odvijanju prometa u funkciji kružnog raskrižja.



Slika 11. Područja kružnog raskrižja

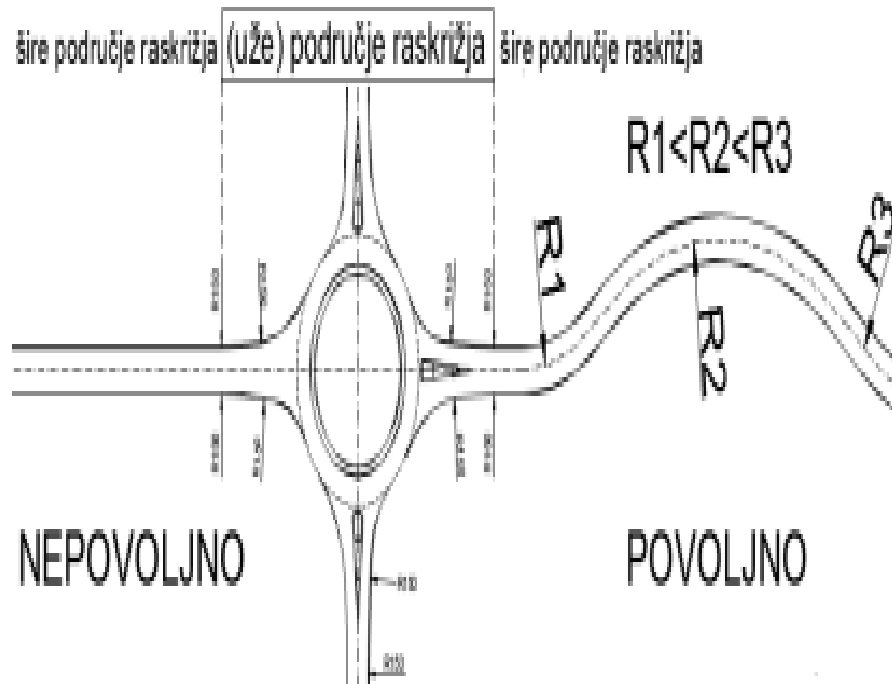
Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

Horizontalno vođenje osi privoza prema kružnom raskrižju treba biti podređeno osiguranju sigurnosti prometa. Oblikovanjem svih elemenata raskrižja korisnicima se treba pravovremeno pružiti informacija o uvjetima prometovanja i ograničiti mogućnost nepravilnog kretanja vozila i pješaka/biciklista na ulazu u kružno raskrižje.

Smanjenje brzine pred ulazom u kružna raskrižja važno je na izvan urbanim kružnim raskrižjima te kod preoblikovanja standardnih tipova raskrižja u kružna. To se može postići postupnim smanjenjem polumjera kružnih lukova zavoja u slijedu pred kružnim raskrižjem, a samim time se i smanjuje mogućnost prekasnog uočavanja kružnog raskrižja i nalete vozila na samom ulazu u kružno raskrižje.

Pravac kao element trasiranja u širem području nije zabranjen, ali se ne preporučuje i koristi se kao postojeći element ceste pri preoblikovanju standardnog raskrižja ili u naselju gdje je položaj ceste zbog izgrađenosti unaprijed određen. U takvim slučajevima je potrebno osigurati dovoljnu uočljivost raskrižja (preglednost, rasvjeta, prometna signalizacija, oprema)

i smanjenje brzine uporabom neke od mjera smirivanja prometa kao što su vibro trake, platforme i sl. koje se mogu primijeniti po odobrenju nadležne uprave za ceste.



Slika 12. Položaj osi ceste na širem području prilaza kružnom raskrižju

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

Pri oblikovanju kružnih raskrižja treba obratiti pažnju visinskom oblikovanju, a elementi visinskog oblikovanja koji trebaju biti usklađeni su: niveleta privoza raskrižju, položaj i poprečni nagib kružnog kolnika, te poprečni nagib kolnika privoza.

Niveleta privoza definira visinski položaj privoza i to i u širem i u užem području raskrižja i priključuje se na vanjski rub kružnog kolnika .

Opća načela oblikovanja nivelete privoza su :

- niveletom privoza ne smije se stvoriti greben koji bi smanjio preglednost na ulazu u kružno raskrižje
- zaobljenje nivelete treba izvesti vertikalnim zaobljenjem polumjera većeg od 250 m.

U užem području kružnog raskrižja nivelete privoza ne bi smjele imati uzdužni nagib ruba kolnika $\leq 0.5\%$. U tom slučaju potrebno je površinsku odvodnju osigurati poprečnim nagibom kolnika. Elementi nivelete osi privoza u užem području su okvirni, a visinski položaj kolnika određuje se oblikovanjem nivelete vanjskog ruba kolnika.

Kružni kolnik raskrižja visinski je određen položajem vanjskog ruba kolnika. Vanjski rub kolnika nalazi se u ravnini čime se definira i niveleta vanjskog ruba kružnog kolnika. Polaganje nivelete vanjskog ruba kolnika na drugi način kolnika nije primjereno kod malih i srednjih kružnih raskrižja, odstupanja su prihvatljiva kod preoblikovanja postojećih u kružna raskrižja. Povoljna je izvedba vanjskog ruba kolnika u horizontalnoj ravnini. Ako je opravdana izvedba u nagibu tada nagib ravnine vanjskog ruba kolnika treba biti do 2.5 %, a izuzetno do 4% kada se preoblikuju postojeća u kružna raskrižja, tada posebnu pozornost treba posvetiti odvodnji površinskih oborinskih voda i stabilnosti teretnih vozila i autobusa.

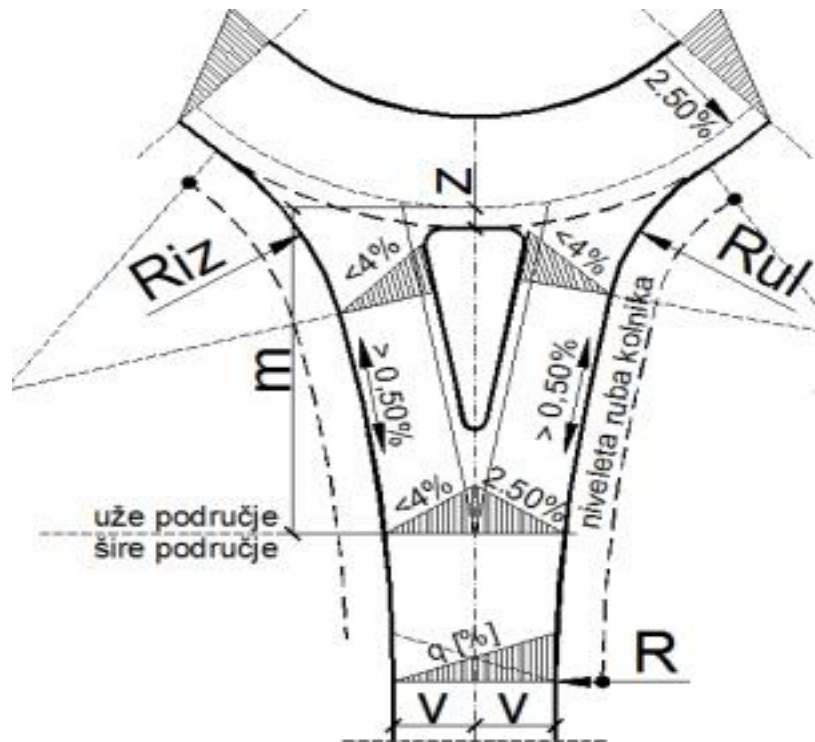
Zadaće koje mora osigurati poprečni nagiba kružnog kolnika su prikladna površinska odvodnja i osiguravanje stabilnosti vozila u kružnom kolniku.

Postoje dva načina izvedbe poprečnog nagiba kružnog kolnika koji se upotrebljavaju na malim i srednje velikim kružnim raskrižjima:

- poprečni nagib (pad) prema unutra
- poprečni nagib (pad) prema van

Vitoperenje kružnog kolnika u pravilu treba izbjegavati i treba ga primijeniti samo kada je neophodno pri preoblikovanju postojećih u kružna raskrižja., a poprečni nagib ne bi trebao biti veći od 2.5%.

Poprečni nagib (pad) kružnog kolnika prema van je najpovoljniji način visinskog vođenja kružnog raskrižja i takvim načinom najbolje se postiže prikladno (radijalno) odvodnjavanje i ostvaruje povoljniji visinski prijelaz između privoza i kružnog kolnika.



Slika 13. Poprečni nagib ulaza, izlaza i kružnog kolnika

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

U užem području raskrižja ne mogu se uvijek osigurati nagibi koji odgovaraju dinamičkim zahtjevima ulaza i izlaza i zato projektant treba postići kompromis kojim će osigurati uvjete prikladne očekivanim brzinama vozila. Maksimalni poprečni nagib kolnika ulaza i izlaza treba biti manji od 4%, a polaganje kolnika suprotno od dinamičkih zahtjeva ponekad je neizbježno i takav nagib ne bi trebao biti veći od 2.50 %. Pažnju treba posvetiti pri oblikovanju urbanih kružnih raskrižja i izbjegavati neprimjerene poprečne nagibe razdjelnih otoka i sakupljanje oborinskih voda u području pješačkih i biciklističkih prijelaza.

5. SIGURNOST PROMETA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Najvažniji čimbenik u prometu je čovjek. Prilikom projektiranja raskrižja glavni cilj je osigurati sigurnost svih sudionika u prometu. Kako bi se to osiguralo u što većoj mjeri na temelju istraživanja došlo se do zaključka da su kružna raskrižja najpogodnija što se tiče postizanja sigurnosti svih sudionika u prometu jer takva raskrižja imaju smanjen broj konfliktnih točaka u odnosu na klasična raskrižja i samim time dolazi do smanjenja prometnih nezgoda.

Tipične vrste prometnih nesreća u kružnom raskrižju su:

1. pretjecanje ispred kružnog raskrižja
2. sudar sa biciklistom ili pješakom
3. sudar na ulazu
4. sudar pri promjeni voznog traka
5. nalet straga pri ulazu u kružno raskrižje
6. nalet straga pri izlazu iz kružnog raskrižja
7. nalet na središnji otok
8. nalet na razdjelni otok pri izlazu iz kružnog raskrižja
9. izlijetanje iz kružnog kolničkog traka
10. prevrtanje
11. nalet na razdjelni otok pri ulazu u kružno raskrižje
12. zanošenje (klizanje) vozila pri izlazu iz kružnog raskrižja
13. vožnja u suprotnom smjeru od kretanja prometa u kružnom raskrižju¹⁵

5.1. SIGURNOST NEMOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETA

Pod pojmom ne motoriziranih sudionika u prometu ubrajaju se pješaci i biciklisti. Prometna sigurnost pješaka i biciklista u zoni kružnog raskrižja ovisna je o izvedbi horizontalne i vertikalne signalizacije, razdjelnih otoka kao i načina vođenja biciklističkog prometa u zoni kružnog raskrižja.

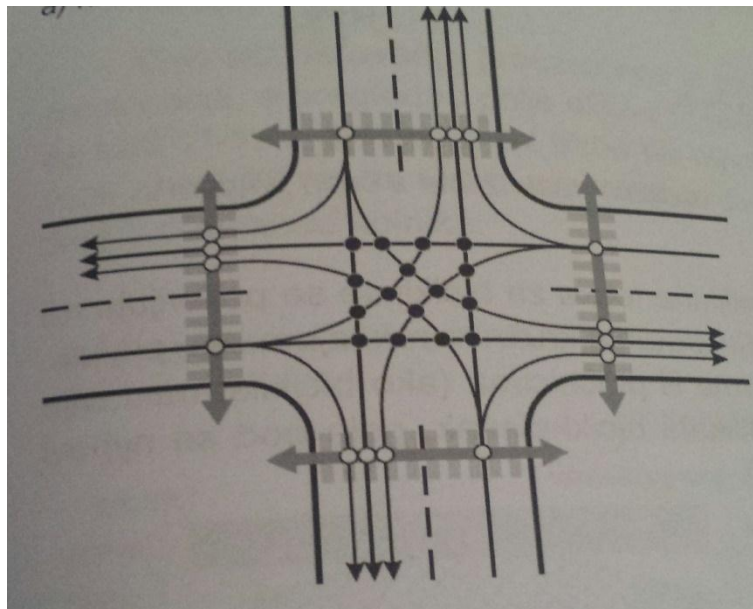
¹⁵ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 16.

Križanja pješaka i biciklista sa motornim prometom potrebno je predvidjeti pod pravim kutom kako bi se osigurala preglednost. Na ovaj način se postiže da su jedine moguće konfliktne točke na mjestu prijelaza preko krakova kružnog raskrižja, a i na tim su mjestima pješaci i biciklisti dijelom zaštićeni razdjelnim otocima.

Prometna sigurnost nemotoriziranih sudionika odnosno pješaka i biciklista u zoni kružnog raskrižja je ovisna o primjerenoj izvedbi vertikalne i horizontalne signalizacije, razdjelnih otoka kao i načina vođenja biciklističkog prometa u zoni kružnog raskrižja.

Semaforizirana raskrižja smanjuju mogućnost konflikata pješak-vozilo pomoću svjetlosnih faza koje omogućuju kretanje samo određenim smjerovima u bilo kojem trenutku. Slika 15. prikazuje pješačke konflikte na jednom prilazu semaforiziranom raskrižju, a iz slike je uočljivo da je pješački prijelaz na tipičnom semaforiziranom raskrižju suočen s četiri potencijalna konflikta s vozilima, a svaki od njih dolazi iz drugog smjera:

- prolasci kroz crveno velikom brzinom, ilegalno
- skretanje udesno na zeleno, legalno
- skretanje ulijevo na zeleno, legalno
- skretanje udesno kroz crveno, najčešće je to legalno



Slika 14. Prikaz klasičnog raskrižja s mogućim konfliktnim točkama

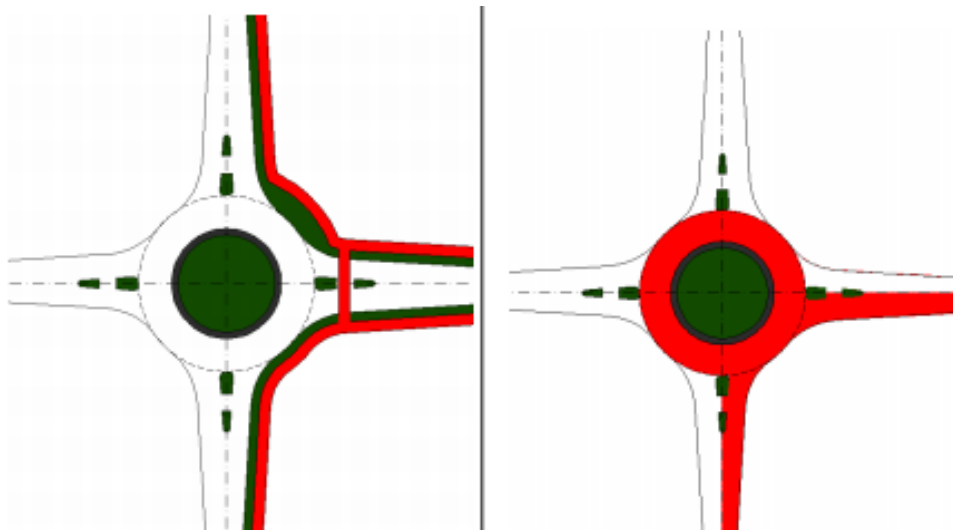
Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta (cestovne prometnice II), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

Analizirajući biciklistički promet biciklisti su suočeni sa sličnim točkama kao i vozila na semaforiziranim i na kružnim raskrižjima, no budući da se biciklisti uglavnom voze na desnoj strani ceste između raskrižja suočeni su s dodatnim konfliktima zbog preplitanja s vozilima. Biciklisti imaju mogućnost se kretati kao motorna vozila ili kao pješaci na kružnim raskrižjima. Ako se kreću kao motorna vozila kroz kružno raskrižje pojavljuju se dodatna konfliktna točka na mjestu gdje se biciklisti upliću u prometni tok.

Dodatna konfliktna točka za bicikliste kada se kreću kao pješaci pojavljuje se na mjestu gdje biciklist prelazi na pločnik i onda nastavlja kretanje kružnim raskrižjem kao pješak

Vođenja biciklista u zoni kružnog raskrižja izvode se na dva načina:

- samostalno (odvojeno) vođenje biciklističkog prometa biciklističkom stazom (paralelno sa rubom kružnog raskrižja ili u obliku koncentričnog kruga);
- zajedničko vođenje motornog i biciklističkog prometa (na istim prometnim površinama).



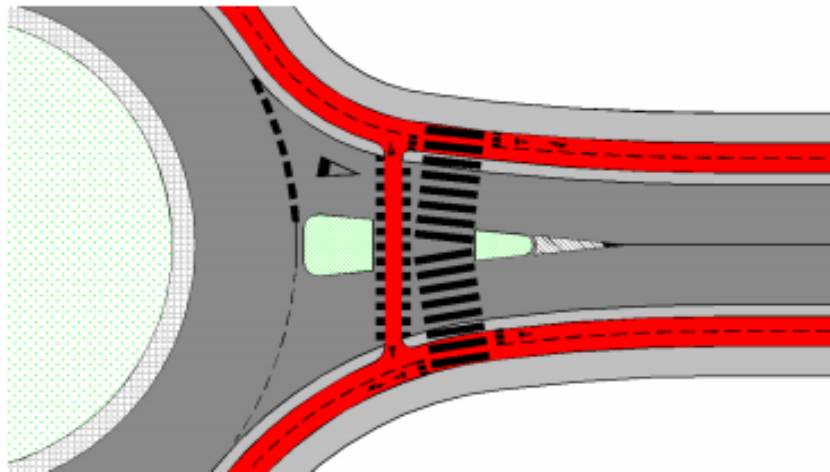
Slika 15. Dva načina vođenja biciklista u zoni kružnog raskrižja

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

Samostalno vođenje biciklista u području kružnog raskrižja je najsigurniji način vođenja biciklističkog prometa i takav način je prostorno a i financijski zahtjevniji jer traži

dodatnu izgradnju u zoni raskrižja, ali zato značajno doprinosi unaprjeđenju prometne sigurnosti što je izrazito važno.

Vođenje biciklista preko krakova kružnih raskrižja razlikuje se ovisno o smještaju kružnog raskrižja. Uobičajeno je da biciklistička staza bude smještena bliže uz kružni kolnik. Pješaćki se prijelaz u tom slučaju smješta na kraku dalje od samog kružnog traka. Biciklisti se pri prijelazu kraka kružnog raskrižja moraju obavezno zaustaviti.¹⁶



Slika 16. Prijelaz biciklističke staze preko kraka kružnog raskrižja

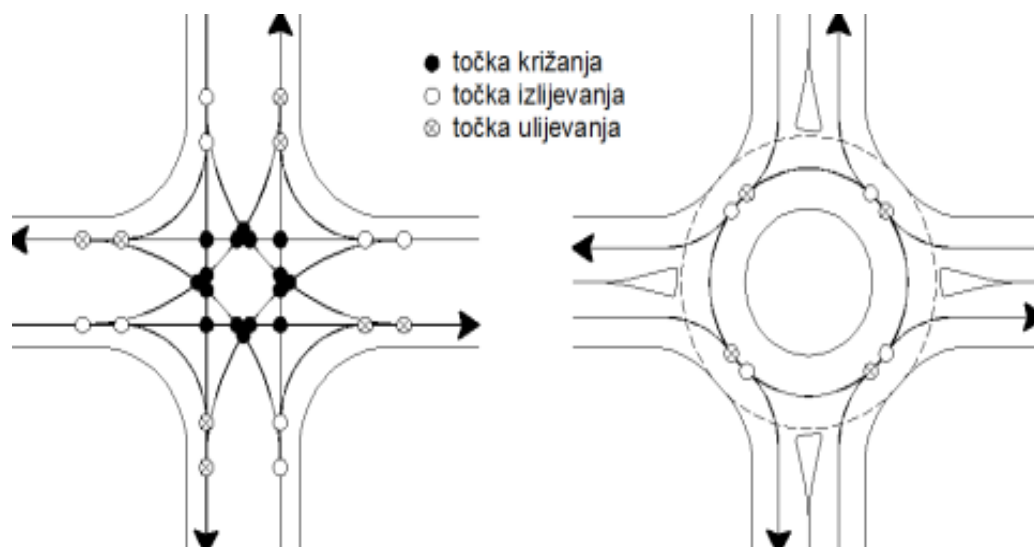
Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

5.2. SIGURNOST MOTORIZIRANIH SUDIONIKA U PROMETA

Glavna prednost jednotračnih kružnih raskrižja u odnosu na standardna trokraka ili četverokraka raskrižja je nepostojanje konfliktne zone unutar raskrižja te eliminacija konfliktnih točaka prvog reda (križanje) i drugog reda (preplitanje), a takvim se rješenjem raskrižja smanjuje i ukupni broj konfliktnih točaka trećeg reda (izlijevanje, ulijevanje).

Klasično četverokrako raskrižje ima 32 potencijalne konfliktne točke od kojih su (16 križanja, 8 izlijevanja i 8 ulijevanja), dok jednotračno četverokrako kružno raskrižje svega 8 potencijalnih konfliktnih točaka (4 ulijevanja i 4 izlijevanja).

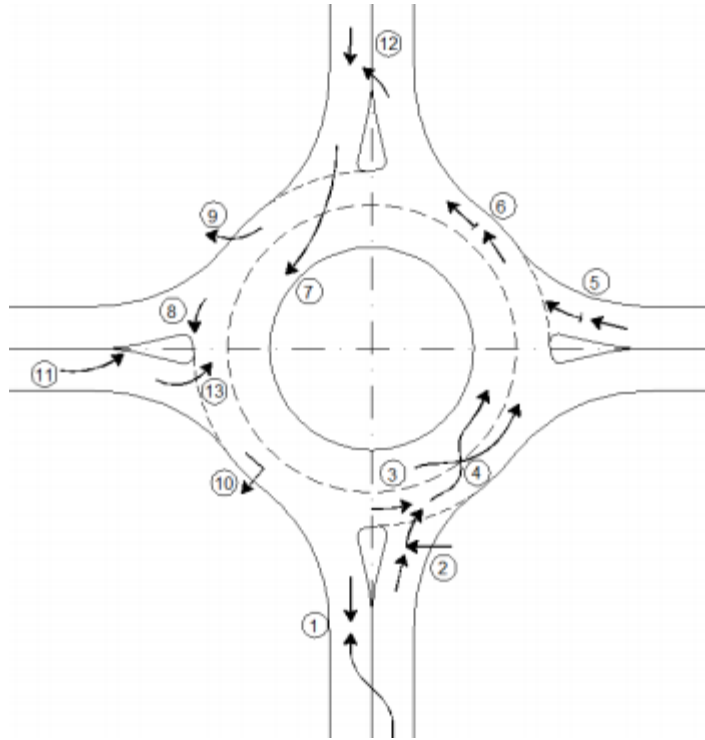
¹⁶ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 17.



Slika 17. Konfliktne točke kod standardnog četverokrakog i jednotračnog kružnog

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

U kružnim raskrižjima mogu se očekivati nekoliko vrsta prometnih nezgoda. Takve nezgode nisu svojstvene klasičnim tipovima raskrižja, a i posljedice prometnih nezgoda u kružnim raskrižjima su različite od onih na klasičnim raskrižjima. Prednost kružnih raskrižja je ta što oni imaju prometne nezgode s lakšim posljedicama od onih na klasičnim raskrižjima i u pravilu bez smrtno stradalih i teže ozlijeđenih osoba. Posljedica je to činjenice da se u kružnim raskrižjima ne događaju čeonu sudari kod kojih su najteže posljedice kod kojih dolazi do oštećenja vratne kralježnice i udar glave u upravljačko kolo vozila. Kod kružnih raskrižja su sudari među vozilima uglavnom bočni pod ostrim kutom ili one koje su posljedica nalijetanja vozila sa stražnje strane.



Slika 18. Prometne nesreće u kružnom raskrižju

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

5.3. SIGURNOST OSOBA S INVALIDITETOM I OSOBA SMANJENE POKRETLJIVOSTI

Najranjivija skupina sudionika u prometu su osobe s invaliditetom i smanjene pokretljivosti i zato za tu skupinu sudionika u prometu treba posvetiti posebnu pozornost kod planiranja i projektiranja kružnih raskrižja. Sukladno Pravilniku o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13) pješački prijelazi na kružnom raskrižju trebaju biti prilagođeni kretanju osobama s invaliditetom i osobama smanjene pokretljivosti.

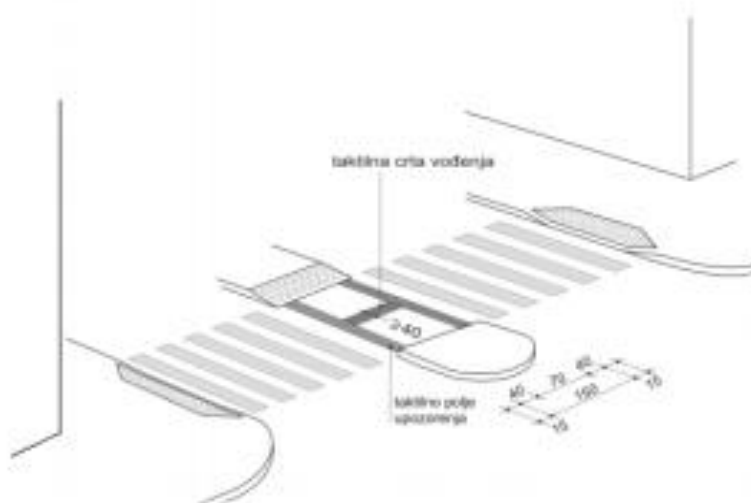
Posebnu pozornost treba obratiti na slabovidne pješake koji se nalaze u zoni raskrižja jer prilikom planiranja i projektiranju kružnih raskrižja njihovo vođenje kroz raskrižje nije moguće riješiti pomoću zvučnih signala i zato te osobe moraju obaviti četiri radnje u kružnim raskrižjima prilikom prijelaza. Četiri radnje koje obavljaju prilikom prelaza preko pješačkog prijelaza su: prvo trebaju pronaći pješački prijelaz, otkriti sigurnu prazninu kada mogu prijeći, pronaći upušteni dio u razdjelnom otoku te pronaći odgovarajući nogostup na suprotnoj strani kako bi nastavili put.

Kako bi se osiguralo kretanje osoba s invaliditetom i osoba smanjene pokretljivosti kroz kružno raskrižje u projektu se moraju predvidjeti sljedeće:

- prijelaz s nogostupa na razinu kolnika osiguran skošenjem rubnjaka;
- na skošenom rubnjaku izvedeno taktilno polje upozorenja za slijepe i slabovidne osobe;
- kod razdjelnih pješačkih otoka u razini kolnika označene taktilne crte vođenja za slijepe i slabovidne osobe.¹⁷

Pješački prijelaz mora ispunjavati sljedeće uvjete odnosno imati:

- prijelaz s nogostupa na razinu kolnika osiguran skošenim rubnjakom uz najveći dopušteni nagib od 10%, širine najmanje 120 cm
- na skošenom rubnjaku izvedeno taktilno polje upozorenja čepaste strukture koje završava na crti usporednoj s rubom kolnika koja je od njega udaljena za širinu rubnog kamena, ali ne manje od 15 cm.



Slika 19. Pješački otok u razini kolnika –odgovara situaciji u kružnom raskrižju

Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

¹⁷ Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014., p 18.



Slika 20. Pravilno izveden razdjelni otok

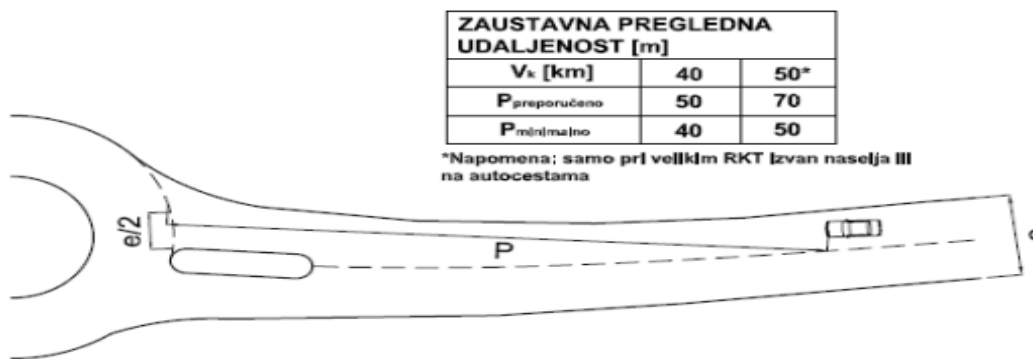
Izvor: Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić. I, Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.

5.4. OSIGURANJE PREGLEDNOSTI U KRUŽNOM RASKRIŽJU

U sklopu projektiranja potrebno je provesti provjeru i osiguranje preglednosti u raskrižju. U ovome poglavlju obrađene su sljedeće preglednosti: čelna preglednost na ulazu u kružno raskrižje, preglednost ulijevo, preglednost na kružnom kolniku, preglednost do pješačkog prijelaza, te ometanje preglednosti.

5.4.1. ČELNA PREGLEDNOST NA ULAZU U KRUŽNO RASKRIŽJE

Horizontalna (zaustavna) čelna preglednost izračunava se u metrima treba omogućiti pravodobno uočavanje sporne situacije prilikom približavanju kružnom raskrižju. Čelna preglednost ovisi o brzini približavanja raskrižju a u slučaju da se ona ne može osigurati potrebno je vozače o tome upozoriti prometnim znakovima.



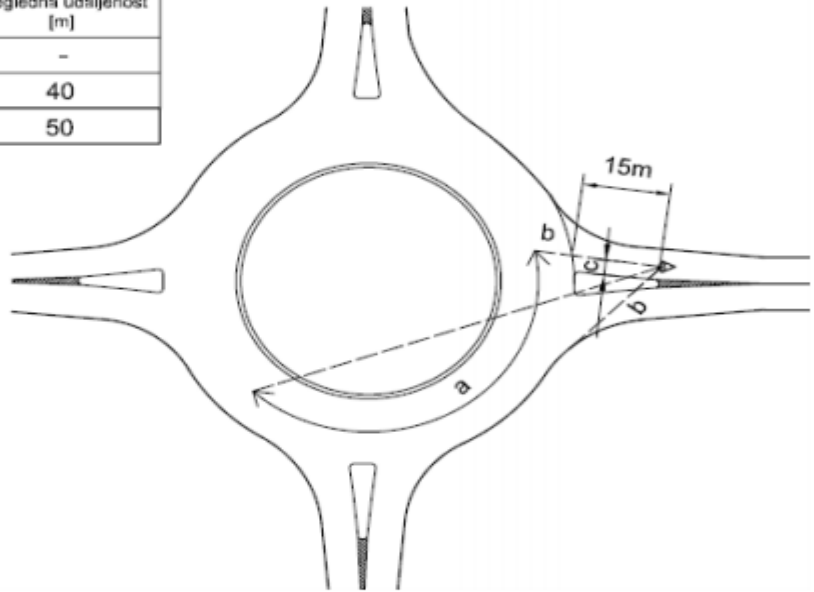
Slika 21. Prikaz čelne preglednosti

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta (cestovne prometnice II), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008

5.4.2. PREGLEDNOST ULIJEVO

Vozačima motornih vozila koji se približavaju tlocrtnoj oznaci za označavanje ruba kružnog kolnika mora biti omogućen pregled cjelokupne širine kružnog kolnika, od razdjelne crte na njihovu lijevu stranu, i to do udaljenosti koja je potrebna za zaustavljanje koje je mjereno uzduž osovine kružnog kolnika. Preglednost ulijevo provjerava se iz sredine prometnog traka (kada su dva ulazna traka, onda s lijevog traka) na udaljenosti 15 m pred razdjelnom crtom. Vrlo je važno provjeriti je li cestovna infrastruktura, oprema ceste ili neki drugi privremeni objekt ograničava preglednost ako se to potvrdi u tom slučaju ih treba ukloniti i prilagoditi da ne ograničavaju preglednost.

| PREGLEDNOST ULIJEVO | |
|----------------------------------|--------------------------|
| Promjer Dv kružnog raskrižja [m] | Pregledna udaljenost [m] |
| < 40 | - |
| 40-60 | 40 |
| 60-90 | 50 |



Slika 22. Preglednost ulijevo

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta (cestovne prometnice II), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008

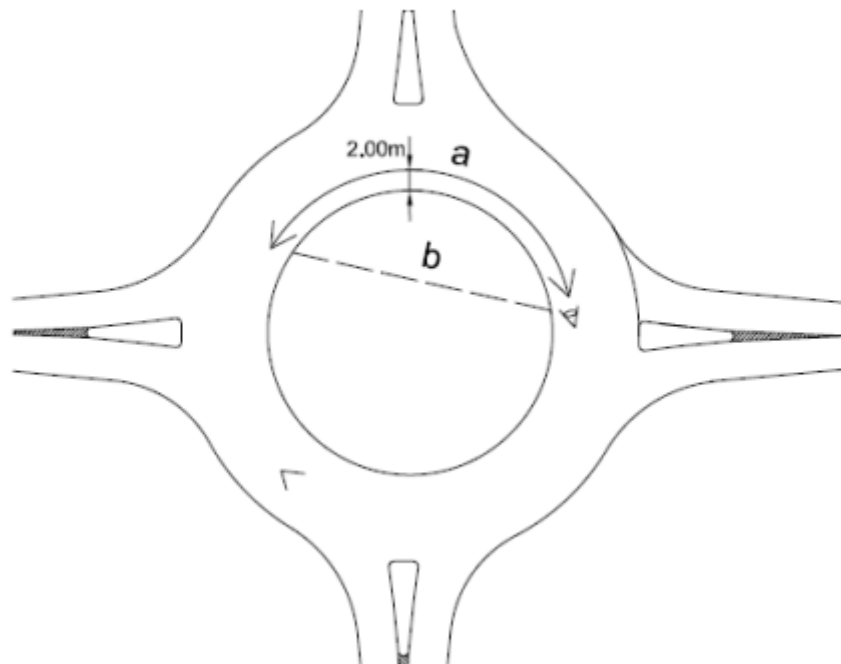
a- predstavlja pregledna udaljenost u funkciji brzine u kružnom raskrižju

b- predstavlja granicu preglednog polja

c- predstavlja širinu neproširenog kolničkog traka

5.4.3. PREGLEDNOST NA KRUŽNOM KOLNIKU

Vozačima u kružnom toku treba biti omogućena preglednost nad cjelokupnom širinom kružnog kolnika pred njima i to na udaljenosti koja odgovara veličini kružnog raskrižja, a preglednost je potrebno provjeriti 2 m od ruba središnjeg otoka.



Slika 23. Preglednost na kružnom kolniku

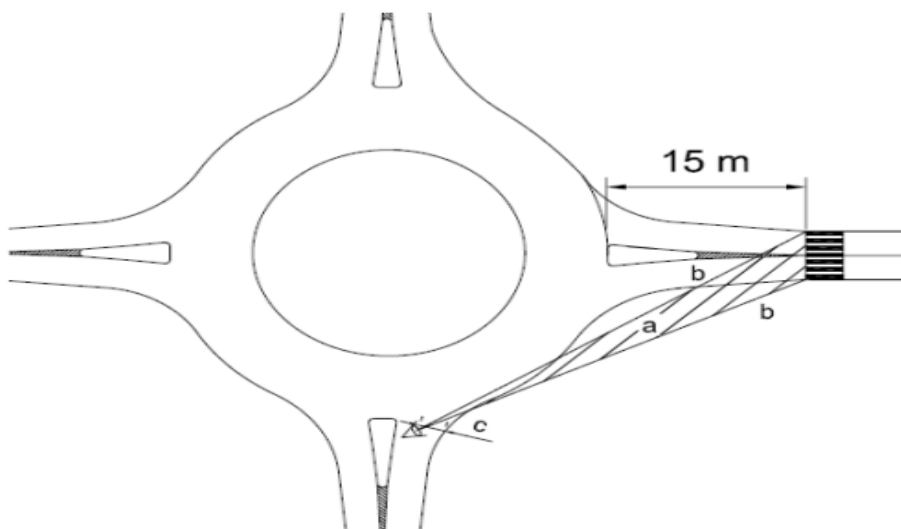
Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta (cestovne prometnice II), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008

a- predstavlja preglednu udaljenost u funkciji brzine u kružnom raskrižju

b- predstavlja granicu preglednosti polja

5.4.4. PREGLEDNOST DO PJEŠAČKOG PRIJELAZA

Vozači prilikom približavanja kružnom raskrižju moraju imati osiguranu toliku preglednost do pješačkog prijelaza kako bi im bilo omogućeno sigurno zaustavljanje pri brzini koja je dopuštena na ulazu u kružno raskrižje. Kod malih i srednje velikih kružnih raskrižja potrebno je ako dopušta okolica vozačima vozila koja stoje neposredno iza razdjelne crte omogućiti pregled nad cjelokupnom širinom pješačkog prijelaza na slijedećem izlazu (ako je pješački prijelaz udaljen do 50 m od kružnog raskrižja).



Slika 24. Preglednost do pješačkog prijelaza

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta (cestovne prometnice II), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008

a- predstavlja minimalno područje preko kojeg mora biti omogućena neometana preglednost u slučaju da je pješački prijelaz od kružnog raskrižja udaljen do 50m, gledano iz točke c

b- predstavlja granicu preglednosti polja

c- polovična širina prometnog traka

5.4.5. OMETANJE PREGLEDNOSTI

Da ne bi došlo do ometanja preglednosti prometni znakovi, visoko i gusto raslinje, stabla i parkirana vozila i drugi uzdignuti elementi i objekt smiju biti unutar preglednog polja ukoliko oni ne ometaju preglednost. Što se tiče stabala, stupova javne rasvjete i stupova nadvožnjaka oni smiju biti u preglednom polju samo ako su uži od 55 cm, a hodnike za pješake je potrebno izvesti izvan preglednih polja, a tamo gdje to nije moguće treba ih izvesti na način da promet u što manjoj mjeri utječe na pogoršavanje uvjeta preglednosti.

6. RAZLOZI PRIMJENE KRUŽNIH RASKRIŽJA U SVRHU POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Primjer raskrižja koje treba rekonstruirati u kružno raskrižje je Laščinska – Petrova – Pokornoga koje se nalazi u dijelu grada koji je u neposrednoj blizini centra grada, bolnicama Merkur i Rebro, osnovnim te srednjim školama, studentskom domu itd. Iz navedenog razloga od vrlo velike važnosti je da se ne stvaraju gužve koje pogoduju stvaranjem dugačkih repova čekanja i da se eliminiraju elementi koji mogu dovest do prometnih nesreća u samom raskrižju. Trenutna izvedba samog križanja funkcionira vrlo dobro iako postoji nekoliko problema koji su vezani uz sigurnost prolaska kroz raskrižje.

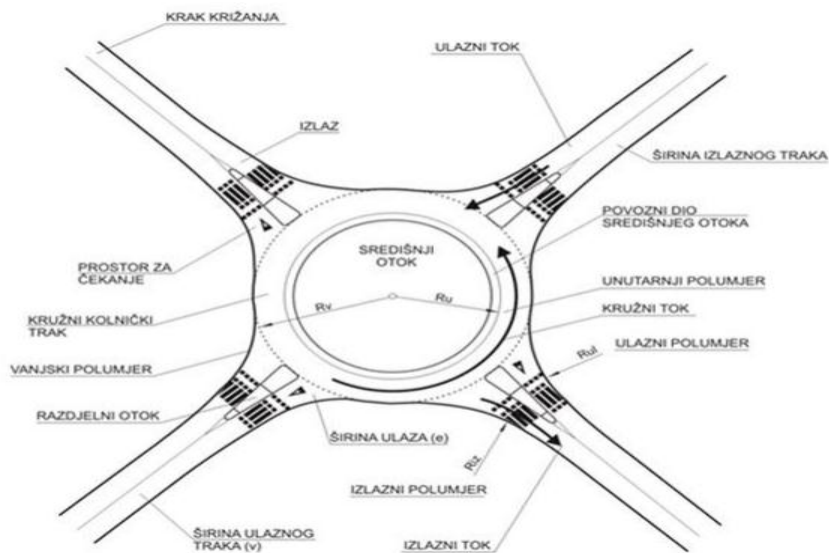


Slika 25. Tlocrtna slika raskrižja

Izvor: <https://www.google.com/maps>, 25.07.2018.

Nedostaci navedenog raskrižja su nepreglednosti kod desnog skretanja sa sjevernog privoza raskrižja na Petrovu ulicu te prekratak prilaz za navedeno desno skretanje. Izvedba tog desnog skretanja u vršnim satima često uzrokuje stvaranju repova čekanja iz razloga što vozila koja prolaze ravno prema južnom izlazu iz raskrižja stvaraju prepreku vozilima koja skreću desno što dovodi do zagušenja. Tijekom analize navedenog raskrižja uočeno je da su dovoljna tri vozila koja idu ravno da prilikom stajanja na crvenom svjetlu naprave prepreku vozilima koja skreću desno i na taj način uzrokuju repove čekanja. Jedno od rješenja tog problema bilo bi

produljenje prilaza za desno skretanje pravilnom rekonstrukcijom tog dijela raskrižja. Da bi se povećala sigurnosti na navedenom raskrižju potrebna je rekonstrukcija postojećeg raskrižja u novo raskrižja s kružnim tokom prometa. Time bi se povećala cjelokupna sigurnost raskrižja zbog manjeg broja konfliktnih točaka a samim time smanjili bi se i repovi čekanja. Slika 27. prikazuje primjer kakva bi trebala izgledati rekonstrukcija raskrižja Laščinska – Petrova – Pokornoga u kružno raskrižje.



Slika 26. Primjer kružnog raskrižja

Izvor: file:///C:/Users/Stanich/Downloads/Omazic_Dimter_Barasic%20(1).pdf;27.07.2018.

Istraživanja su pokazala da se veliki broj prometnih nesreća događa na raskrižjima njih čak 40 – 50%. U zadnjih dvadesetak godina došlo je do intenzivnije primjene kružnih raskrižja kako u zemljama Europe tako i u Hrvatskoj zbog njihovih brojnih prednosti u odnosu na klasična trokraka i četverokraka raskrižja. Primjena kružnih raskrižja pokazala se kao vrlo kvalitetna mjera što se tiče povećanja sigurnosti odvijanja prometa što je rezultiralo smanjenje broja prometnih nesreća i ublažavanje samih posljedica. Prednost primjene kružnih raskrižja je i njihova geometrija i fizički oblik koji pomažu u eliminiranju velikog broja konfliktnih točaka koje su prisutne na klasičnim raskrižjima, također pomažu i na način da tako prisiljavaju vozače da voze smanjenim brzinama čime se smanjuje ukupan broj potencijalnih konflikata na raskrižju. Zahvaljujući geometriji kružnih raskrižja smanjuje se osim brzine i kut ulaska u raskrižje a samim time i energija sudara. Uzrok prometnih nesreća kod klasičnih raskrižja je frontalni ili bočni sudar prilikom čega se pojavljuje velika kinetička energija koja uzrokuje najveća oštećenja i ozljede, dok sudari koji se javljaju na kružnim raskrižjima su blaži a samim time i njihove posljedice su blaže.

Prednosti primjene kružnih raskrižja:

- 1) znatno veća sigurnost prometa (znatno manji broj konfliktnih točaka, ne postoje konfliktne točke križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine);
- 2) niska razina buke i emisija ispušnih plinova motornih vozila,
- 3) manje posljedice prometnih nezgoda;
- 4) imaju mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti;
- 5) kraće čekanje na prilazima ;
- 6) manje zauzimanje prostora (nepotrebni su prometni trakovi za lijevo i desno skretanje) pri jednakoj propusnoj moći;
- 7) dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru u odnosu na ostala raskrižja;
- 8) dobro rješenje u raskrižjima s više krakova ako ih ima pet ili više;
- 9) manji troškovi održavanja za razliku kod semaforiziranih raskrižja;
- 10) dobro rješenje za smirivanje prometa u urbanim sredinama;
- 11) mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, uređenja kružnog raskrižja;
- 12) povoljniji utjecaj na okoliš

Prednost kružnih raskrižja ogleda se i u smanjenju gubitka slobodnog vremena zbog manjeg čekanja na raskrižju. Skraćivanje vremena čekanja na kružnim raskrižjima u usporedbi sa signaliziranim raskrižjima smanjuje razinu frustracija i agresivnosti kod vozača, čime se povećava sigurnost vožnje. Prema provedenim istraživanjima, vozači koji čekaju na zeleno svjetlo osjećaju veću potrebu voziti agresivnije nego netko tko vozi kroz kružno raskrižje i na prilazu usporava te nailazi na znak s oduzetom prednošću i crtkanom zaustavnom crtom.¹⁸

¹⁸ Barišić, I., Pevalek V., Pilepić D.: Utjecaj primjene prometnih rješenja s kružnim raskrižjem na sustav održivog prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, vol. 4, no. 1, 2016. p. 171-192.

ZAKLJUČAK

U ovome radu analizirana je opravdanost izvedbe kružnih raskrižja sa stajališta sigurnosti cestovnog prometa. Na temelju detaljne analize dolazi se do zaključka da su kružna raskrižja vrlo pogodna. Rekonstrukcija klasičnih trokrakih i četverokrakih raskrižja u kružna raskrižja su vrlo česta i pogodna su ukoliko na toj dionici dolazi do zagušenja prometa i velikih repova čekanja. U završnom radu analizirano je raskrižje Laščinska – Petrova – Pokornoga koje je pogodno da se rekonstruira u kružno raskrižje. Izvedbom kružnih raskrižja smanjuju se repovi čekanja, zagušenja, znatno je manji broj konfliktnih točaka, manji su troškovi održavanja za razliku onih koji su semaforizirani, manje su posljedice prometnih nezgoda, kreće se manjim brzinama pa su i udari u pješaka s manjim posljedicama te povoljnije utječe na okoliš.

Signalizacija, oprema, uređenje i rasvjeta jedni su od važnijih elemenata koji utječu na povećanje sigurnosti u kružnim raskrižjima. U opremu kružnih raskrižja spadaju: prometni znakovi, prometna svjetla, oznake na kolniku, prometna oprema, signalizacija, rasvjeta i oprema za smirivanje prometa. Vrlo je bitno da su navedeni elementi pravilno postavljeni kako bi mogli sudjelovati u povećanju sigurnosti svih sudionika u prometu što i je najvažnije. U seminarskom radu analizirane su sigurnosti motoriziranog, nemotoriziranog sudionika u prometu te sigurnost osoba s invaliditetom i osoba smanjene pokretljivosti. Glavni cilj je osigurati sigurnost čovjeka kao najvažnijeg čimbenika u prometu. Kod projektiranja raskrižja glavni cilj je osigurati sigurnost svih sudionika u prometu a da bi se to osiguralo u što većoj mjeri i na temelju istraživanja došlo se do zaključka da su kružna raskrižja najpogodnija što se tiče postizanja sigurnosti svih sudionika u prometu. Takva raskrižja omogućuju smanjenje broja konfliktnih točaka u odnosu na klasična raskrižja i samim time dolazi do smanjenja prometnih nezgoda i povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu..

Izvedba kružnih raskrižja također može pridonijeti i očuvanju ekologije. Kada su kružna raskrižja pravilno projektirana i izvedena mogu značajno pridonijeti smanjenju količine štetnih tvari koja vozila ispuštaju prilikom vožnje u atmosferu. Na klasičnim trokrakim i četverokrakim križanjima dolazi do velikih čepova i zastoja prometa što uzrokuje povećanje emitiranja ispušnih plinova koje stvaraju vozila kada su zaustavljena. Primjenom kružnih raskrižja skraćuje se vrijeme zadržavanja vozila na raskrižju a samim time se smanjuje zagađenje zraka ispuštanjem štetnih tvari u okoliš koji negativno utječe na ljude i okoliš, a pridonosi samim time i smanjenju potrošnje goriva.

LITERATURA:

POPIS KNJIGA:

1. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
2. Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008
3. Deluka-Tibljaš. A., Tollazzi. T., Barišić, I., Babić. S., Šurdonja. S., Renčelj. M., Pranjić. I. : Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Rijeka, 2014.
4. Barišić, I., Pevalek V., Pilepić D.: Utjecaj primjene prometnih rješenja s kružnim raskrižjem na sustav održivog prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, vol. 4, no. 1, p. 171-192, 2016.
5. Kenjić, Z.: Kružne raskrsnice - rotori, priručnik za planiranje i projektovanje kružnih raskrsnica – rotora, Institut Sarajevo, 2009.
6. Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I - radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2010.

INTERNETSKI IZVOR:

1. https://www.google.hr/search?q=Razdjelni+otok+unutar+povr%C5%A1ine+za+razdvajanje+prometa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBprjHpfTbAhXS0aYKHRCfDRUQ_AUICigB&biw=1366&bih=635#imgrc=_FAH_0WZjDMzBM, 26.06.2018.
2. https://www.google.hr/search?q=ure%C4%91enje+zelenilom+kru%C5%BE+tok&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=sxTxlogZiYhCEM%253A%252CmeA-YvPLpr7z9M%252C_&usg=__Kesg-NOxpP3biK9SK3mtY1XLPYw%3D&sa=X&ved=0ahUKEwj6lY2tuPbbAhUJQpoKHQzAAjcQ9QEILjAD#imgrc=q3wdT6wwB8UcxM, 28.06.2018.
3. <https://www.google.com/maps>, 25.07.2018.
4. file:///C:/Users/Stanich/Desktop/zavr%C5%A1ni%20rad/Smjernice%20kruzna%20raskrizja_DODATAK%20F.pdf, 15.07.2018
5. [file:///C:/Users/Stanich/Downloads/Omazic_Dimter_Barasic%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Stanich/Downloads/Omazic_Dimter_Barasic%20(1).pdf); 27.07.2018.

POPIS SLIKA:

1. Slika 1. Primjer obilježavanja kružnog raskrižja vertikalnom i horizontalnom signalizacijom 8
2. Slika 2. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu izvan urbanog kružnog raskrižja 9
3. Slika 3. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu urbanog kružnog raskrižja 10
4. Slika 4. Primjer postavljanja prometne signalizacije na privozu mini kružnog raskrižja 12

| | |
|--|----|
| Slika 5. Razdjelni otok unutar površine za razdvajanje prometa..... | 15 |
| Slika 6. Kapljasti-izduženi (a), trokutasti (b) i ljevkast (c) oblik razdjelnog otoka..... | 16 |
| Slika 7. Prikaz učinkovitog prikupljanja oborinske odvodnje..... | 19 |
| Slika 8. Širina povoznog djela središnjeg otoka za mjerodavno dugo vozilo | 19 |
| Slika 9. Prikladno uređenje kružnog raskrižja..... | 22 |
| Slika 10. Područja krajobraznog uređenja kružnog raskrižja u urbanoj sredini | 22 |
| Slika 11. Područja kružnog raskrižja..... | 27 |
| Slika 12. Položaj osi ceste na širem području prilaza kružnom raskrižju | 28 |
| Slika 13. Poprečni nagib ulaza, izlaza i kružnog kolnika | 30 |
| Slika 14. Prikaz klasičnog raskrižja s mogućim konfliktnim točkama..... | 32 |
| Slika 15. Dva načina vođenja biciklista u zoni kružnog raskrižja..... | 33 |
| Slika 16. Prijelaz biciklističke staze preko kraka kružnog raskrižja | 34 |
| Slika 17. Konfliktna točka kod standardnog četverokrakog i jednostranog kružnog..... | 35 |
| Slika 18. Prometne nesreće u kružnom raskrižju | 36 |
| Slika 19. Pješački otok u razini kolnika –odgovara situaciji u kružnom raskrižju..... | 37 |
| Slika 20. Pravilno izveden razdjelni otok..... | 38 |
| Slika 21. Prikaz čelne preglednosti | 39 |
| Slika 22. Preglednost ulijevo..... | 40 |
| Slika 23. Preglednost na kružnom kolniku..... | 41 |
| Slika 24. Preglednost do pješačkog prijelaza | 42 |
| Slika 25. Tlocrtna slika raskrižja..... | 43 |
| Slika 26. Primjer kružnog raskrižja..... | 44 |



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 **Opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa**

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

U Zagrebu, 27.08.2018.

Student/ica:

Veronika Stanić
(potpis)