

Ivan Legac  
Hrvoje Pilko  
Ivan Banović

UDK: 656.05(497.5)Požega)  
Pregledni članak  
Rukopis prihvaćen za tisak: 17.3.2011.

## NEKA ISKUSTVA S UVOĐENJEM KRUŽNIH RASKRIŽJA U HRVATSKOJ/POŽEGI

### Sažetak

Suvremena sklonost sve većoj primjeni kružnih raskrižja nije zaobišla ni Hrvatsku, odnosno Požegu, ali bilo bi zanimljivo provesti savjesniju analizu njihove prometne i ambijentalno-estetske vrijednosti. Proceduralna je praksa da građevinsko-projektnoj dokumentaciji trebaju prethoditi višedisciplinarna prometna i urbanistička istraživanja, što se za slučajeve izbora kružnih raskrižja vrlo često ne provodi. Na osnovi najnovijih spoznaja u svijetu te nakon provedenih znanstvenih istraživanja na 30 lokaliteta u Zagrebu, moglo bi se procijeniti najbitnija kapacitivna i sigurnosna svojstva kružnih raskrižja u gradu Požegi i šire.

*Ključne riječi:* kružna raskrižja/raskrižja s kružnim tokom prometa; urbanistički okviri; prometno modeliranje; kapacitivno-sigurnosno mjerila; dimenzioniranje raskrižja.

### 1. Uvod

Problematika koja kod nas prati uvođenje kružnih raskrižja određena je repriza iz drugih zemalja. Općenito rečeno, bilo je prisutno neko nepovjerenje, neiskustvo i pomanjkanje osnovnih smjernica za projektiranje te normativi i pravila za korisnike. Opis preliminarnih iskustava odnosi se prije svega na sudaranje s problemom nedostatne regulative ili na heterogene uzorke iz inozemstva. U Hrvatskoj se problematika sigurnosti u raskrižjima s kružnim tokom počinje intenzivnije istraživati tek u zadnje 2 – 3 godine. Praćenje te problematike redovito je u okvirima prometne policije i cestovne administracije, pa se evidentirane nezgode mogu istraživati iz njihovih uviđaja i standardiziranih godišnjih izvješća. Drugi je razlog vjerojatno u činjenici da učestalost, veličina i posljedičnost prometnih nezgoda na tim raskrižjima nisu toliko drastične i s fatalnim učincima kao na klasičnim raskrižjima. Na osnovi rezultata znanstvenih istraživanja na 30 lokaliteta u Zagrebu, procijenit će se najbitnija kapacitivna i sigurnosna svojstva kružnih raskrižja u gradu Požegi i šire.

## 2. Razvoj i osobitosti kružnih raskrižja

Zamisao kružnog toka datira još iz davne 1903., kada je Eugène Hénard to rješenje predložio za rješavanje gustog prometa u središtima velikih naselja. Prva praktična uporaba kružnog odvijanja prometa bilo je kružno raskrižje *Columbus Circle* u New Yorku 1905. godine. U Parizu je 1907. godine otvoreno prvo kružno raskrižje u Francuskoj u *Palace l' Étoile*, današnja *Place Ch. d'Gaulle*, u koje se slijevalo 12 ulica. Prvo kružno raskrižje u Velikoj Britaniji izgrađeno je 1909. godine pod imenom *Sollershott Circus*.

Prema definiciji, kružno raskrižje prometna je građevina gdje je kretanje vozila određeno središnjim otokom, kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i prometnim znakovima. Treba napomenuti da na kružnom raskrižju za bicikliste i pješake vrijede ista pravila kao i za klasična raskrižja u jednoj razini. Prema raspoloživoj regulativi i istraživačkim radovima, u Hrvatskoj se kružna raskrižja razvrstavaju po lokaciji i veličini, po broju privoza i prometnih trakova, po vremenima izvedbe itd. [5].

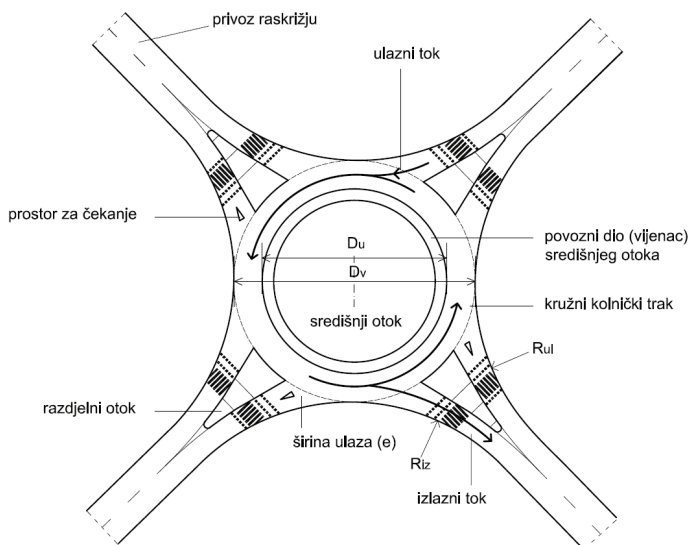
Kružna raskrižja u naselju – urbana raskrižja i kružna raskrižja izvan naselja – izvanurbana, čine širu podjelu s obzirom na lokaciju i veličinu tih prometnih građevina.

### • Kružna su raskrižja u naselju:

- *mini kružna raskrižja* ( $D_v \leq 26 \text{ m}$ ) – izvode se u gušće izgrađenim gradovima radi distribucije i smirivanja manjih prometnih tokova ( $V_u \leq 25 \text{ km/h}$ );
- *mala kružna raskrižja* ( $22 \text{ m} \leq D_v \leq 35 \text{ m}$ ) – u pravilu se izvode samo u urbanim sredinama, visokog stupnja gustoće prometa s provoznim središnjim kružnim otokom, ili bez njega. Očekivana brzina vožnje kroz mala kružna raskrižja jest do 30 km/h;
- *srednje velika kružna raskrižja* ( $35 \text{ m} \leq D_v \leq 45 \text{ m}$ ) – primjenjuju se na jače opterećenim raskrižjima u urbanim sredinama. Projektno-tehnički elementi moraju biti izabrani tako da omogućuju najveće brzine do 40 km/h.

### • Kružna su raskrižja izvan naselja:

- *srednje velika kružna raskrižja* ( $35 \text{ m} \leq D_v \leq 45 \text{ m}$ );
- *srednje velika dvotračna kružna raskrižja* ( $50 \text{ m} \leq D_v \leq 90 \text{ m}$ );
- *velika kružna raskrižja* ( $D_v \geq 90 \text{ m}$ ) [5].



**Slika 2.1.** Osnovni oblikovni elementi kružnog raskrižja [5]

### 2.1. Prednosti i nedostaci kružnih raskrižja

#### a) Prednosti kružnih raskrižja:

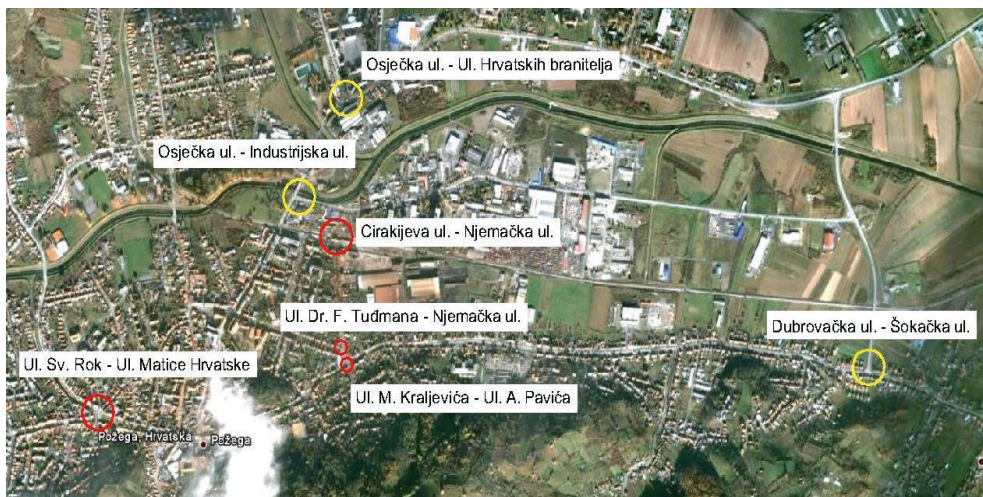
- veća sigurnost prometa zbog manjeg broja konfliktnih točaka od klasičnog raskrižja, smanjena brzina vožnje kroz kružni tok, manje posljedice prometnih nezgoda;
- dobro rješenje za smirivanje prometa u urbanim sredinama, estetski vrijedno;
- kraće vrijeme čekanja na privozima i mogućnost propuštanja jačih prometnih tokova;
- manje buke i emisije ispušnih plinova te zauzimanje manjeg prostora i troškova održavanja;
- dobro rješenje za raskrižja s više privoza (pet ili više) te približno jednakim opterećenjem na glavnom i sporednom smjeru.

#### b) Nedostaci kružnih raskrižja:

- povećanjem broja trakova u kružnom toku smanjuje se prometna sigurnost;
- višetračno raskrižje nije prikladno rješenje pred institucijama za invalide, slijepo i slabovidne osobe i sl.;
- slabo rješenje kod velikog broja lijevih skretača [5].

### 3. Kružna raskrižja u Požegi

U gradu Požegi analizirana su i obrađena četiri postojeća kružna raskrižja (slika 3.1 – označena crvenim kružnicama). Korištena metodologija obrade i analize podataka preuzeta je iz prijašnjih istraživanja i nastalih iskustava, provedenih na području gradova Zagreba i Rijeke. Osim brojenja prometa i analize odvijanja prometnih tokova, radi utvrđivanja sigurnosne komponente prometa, provedeno je preispitivanje preglednosti na privozima i u kružnom toku te su obrađeni i analizirani službeni podaci prometne policije. Provjereni su ključni oblici preglednosti (čelna preglednost, preglednost ulijevo, preglednost na kružnom kolniku, preglednost do pješačkog prijelaza) te svi oblici ometanja prometa i preglednosti kod napuštanja kružnog raskrižja.



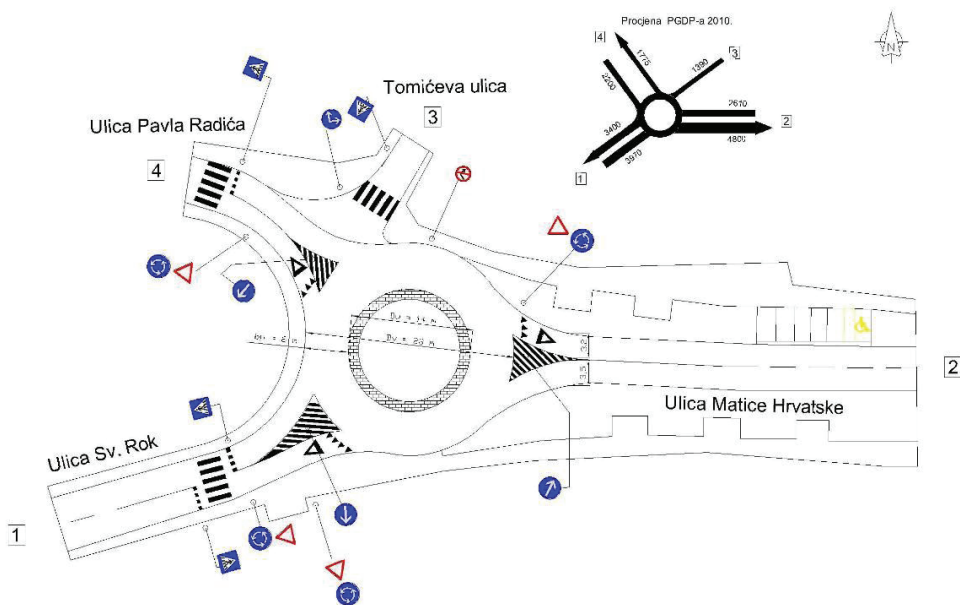
Slika 3.1. Dispozicija u gradskoj mreži [1].

#### a) Kružno raskrižje Sv. Rok – Matice Hrvatske

Predmetno raskrižje nalazi se na zapadnom ulazu u grad Požegu, s vrlo frekventnim ulicama Sv. Roka i Matice Hrvatske. Raskrižje je u prethodnom stanju bilo problematično u pogledu propusnosti i sigurnosti prometa. Razlog tome bili su nezadovoljavajući geometrijski elementi Ulice Matice Hrvatske te nepostojanje regulacije prometa, koji su uzrokovali gužve i zastoje.

Mjerenje prometnog opterećenja raskrižja provedeno je u rasponu od jednog sata (7.30 – 8.30 h) 5. kolovoza 2010. Opterećenje privoza i prosječni prometni tokovi predočeni su na slici 3.2. Promet je relativno ujednačen na privozima 1 i 2, dok je

nešto slabije izražen na privozu 3, odnosno 4. Iz registriranog prometnog opterećenja raskrižja u iznosu  $Q_k = 20145$  voz/dan i procijenjene propusne moći/kapaciteta  $C_k = 22000$  voz/dan proizlazi da je stupanj iskorištenja  $I_k = 0.91$  (91%). Sukladno podacima prometne policije, na kružnom raskrižju Sv. Rok – Matica Hrvatska dogodila se jedna prometna nezgoda u kojoj je sudjelovao jedan osobni automobil, pri čemu je uništena prometna signalizacija. Drugi oblici prometnih nezgoda nisu evidentirani.



Slika 3.2. Tlocrtni oblikovni elementi i promet (PGDP, 2010. procjena).

Provjera preglednosti evidentirana je na temelju videozapisa, što je vidljivo iz skica (slika 3.3.).

Oznake F označavaju rasporedni položaj snimki preglednosti na raskrižju.

F1 ( Ul. sv. Rok)



F2 (Ul. Matice hrvatske)



F3 (Tomićeva ul.)



F4 (Ul. P. Radića)



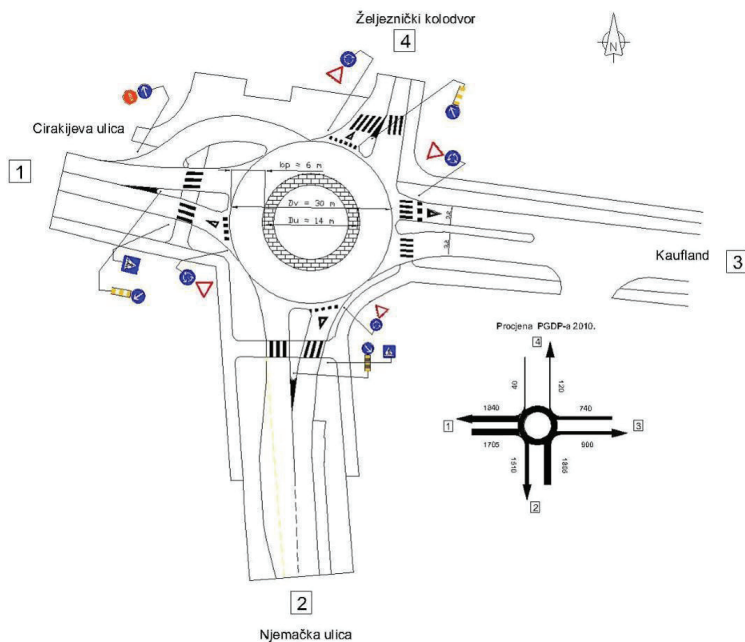
**Slika 3.3.** Registrirane snimke preglednosti s četiri privozna lokaliteta (F1, F2, F3, F4)

S obzirom na geometrijske elemente raspoloživog prostora, izgradnjom kružnog raskrižja razina sigurnosti i propusnosti znatno se povećala. Međutim, uočeni su i neki nedostaci. Između privoza 3 i 4 (Tomićeva ulica/Ulica P. Radića), zbog položaja stambene zgrade, znatno je smanjena preglednost, te bi na privozu 3 trebalo zamijeniti postojeći prometni znak odgovarajućim (raskrižje s cestom prednošću prometa). U popodnevним satima radnoga dana registrirani su povremeni zastoji iz smjera privoza 2 (Ulica Matice hrvatske).

#### *b) Kružno raskrižje Cirakijeva ulica – Njemačka ulica*

Predmetno raskrižje nalazi se u sjeveroistočnom dijelu grada ispred željezničkog kolodvora na frekventnim prometnicama Cirakijeva ulica – Njemačka ulica. Prethodno raskrižje nije uopće sadržavalo prometnu signalizaciju ni regulaciju, a zbog velike širine kolnika, zabilježena su učestala bočna parkiranja duž Njemačke ulice. Mjerenje prometnog opterećenja raskrižja provedeno je u rasponu od jednog sata (7.30 – 8.30 h) 6. kolovoza 2010. Opterećenje privoza i prosječni prometni tokovi predočeni su na slici 3.4. Promet je relativno ujednačen na privozima 1 i 2, dok je nešto slabije izražen na privozu 3, a na privozu 4 gotovo da i nema priljeva/odljeva vozila. Iz registriranog prometnog opterećenja raskrižja u iznosu  $Q_k = 8660$  voz/dan

i procijenjene propusne moći/kapaciteta  $C_k = 15000$  voz/dan proizlazi da je stupanj iskorištenja  $I_k = 0.57$  (57%). Izgled i dimenzije kružnog raskrižja uvjetovao je znatan broj teretnih vozila koja prometuju na tome prometnom pravcu.



Slika 3.4. Tlocrtni oblikovni elementi i promet (PGDP, 2010. procjena).

Sukladno podacima prometne policije, u kružnom raskrižju nije zabilježena nijedna prometna nesreća. Provjera preglednosti evidentirana je na temelju videozapisu, što je vidljivo iz skica (slika 3.5.).

F1 (Cirakijeva ulica)



F2 (Njemačka ulica)



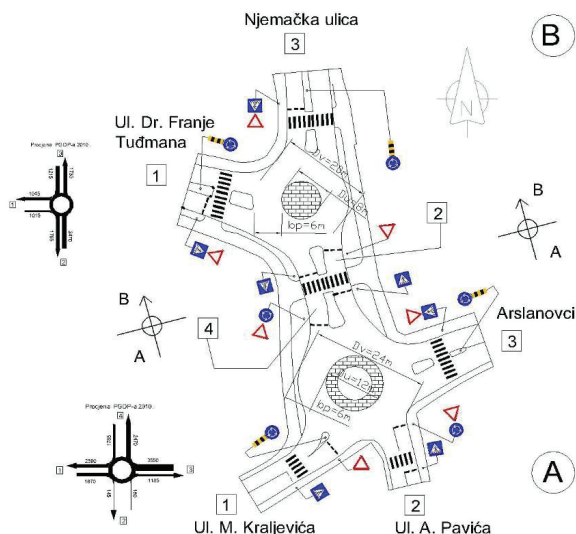
Slika 3.5. Registrirane snimke preglednosti s privoza 1 (Cirakijeva) i privoza 2 (Njemačka ulica)

Izgradnjom kružnog raskrižja na najbolji je način riješeno jedno od najzahtjevnijih raskrižja u Požegi. Promet se odvija neometano i uredno, a „divlje“ parkiranje vozila nije zabilježeno.

c) Dvojno kružno raskrižje Ulica M. Kraljevića – A. Pavića – Njemačka ulica/Ulica Dr. Franje Tuđmana – Njemačka ulica

Predmetno raskrižje nalazi se u blizini centra grada, na frekventnim prometnicama Arslanovci – Ulica M. Kraljevića – Njemačka ulica i služi za prihvat prometa iz smjera Vidovaca, tj. Pleternice. Raskrižje je bilo problematično zbog neodgovarajućih geometrijskih elemenata i nejasne prometne signalizacije. Mjerenje prometnog opterećenja raskrižja provedeno je u rasponu od jednog sata (7.30 – 8.30 h) 22. srpnja 2010. Opterećenje privoza i prosječni prometni tokovi predočeni su na slici 3.6.

Kod raskrižja Ulica M. Kraljevića – A. Pavića – Njemačka ulica (slika 3.6. A) promet je relativno ujednačen na privozima 1 i 4, znatno slabije izražena na privozu 2, dok je na privozu 3 pojačan. Iz registriranog prometnog opterećenja raskrižja u iznosu  $Q_k = 12630$  voz/dan i procijenjene propusne moći/kapaciteta  $C_k = 15000$  voz/dan proizlazi da je stupanj iskorištenja  $I_k = 0.842$  (84%). Sukladno podacima prometne policije, u kružnom raskrižju zabilježena je jedna prometna nesreća u kojoj je osobni automobil naletio na biciklista uslijed zaobilaženja. Kod raskrižja Ulica Dr. Franje Tuđmana – Njemačka ulica (slika 3.6. B) promet je relativno ujednačen na privozima 1 i 3, dok je na privozu 2 znatno izražen. Iz registriranog prometnog opterećenja raskrižja u iznosu  $Q_k = 9150$  voz/dan i procijenjene propusne moći/kapaciteta  $C_k = 15000$  voz/dan proizlazi da je stupanj iskorištenja  $I_k = 0.61$  (61%).



Slika 3.6. Tlocrtni oblikovni elementi i promet (PGDP, 2010., procjena)



Provjera preglednosti evidentirana je na temelju videozapisa, što je vidljivo iz skica (slika 3.7.).

A.F1 (Ul. M. Kraljevića)



A.F3 (Ul. Arslanovci)



B. F1 (Ul. F. Tuđmana)



B.F3 (Njemačka ul.)



**Slika 3.7.** Registrirane snimke preglednosti s 4 privozna lokaliteta (A. i B.F1, F3)

Izgradnjom dvojnog mini kružnog raskrižja riješen je problem regulacije prometnih tokova, te se promet odvija uredno i bez većih poteškoća. Međutim, teška teretna vozila, autobusi i dostavna vozila imaju problema prilikom provoženja kružnim raskrižjem M. Kraljevića – A. Pavića, stoga što širina kružnog kolnika i središnjeg otoka ne odgovaraju trajektorijama njihova provoženja. Zbog toga se učestalo oštećuje povozni dijelovi središnjeg otoka. Prometna policija registrirala da autostoperi učestalo otuđuju prometnu signalizaciju i da se vozila kraće zadržavaju unutar kružnog raskrižja. Time se znatno smanjuju sigurnost i odvijanje prometa.

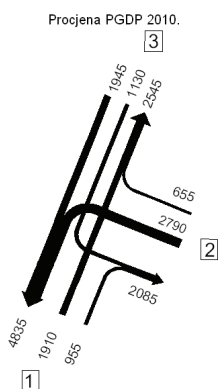
Kod kružnog raskrižja Dr. F. Tuđmana – Njemačka ulica registrirano je nepoštivanje prometnih pravila, pri čemu osobna vozila prolaze preko središnjeg provoznog otoka.

#### 4. Potreba urbanističko-prometnih istraživanja

Slijedom analize postojećih kružnih raskrižja provedeno je istraživanje u pogledu predlaganja novih lokaliteta za kružna raskrižja. Analizirana su tri lokaliteta (slika 3.1. – označena žutim kružnicama) koja po određenim oblikovnim elementima, prometnom opterećenju i kretanju prometnih tokova te stanju sigurnosti zadovoljavaju mjerila za rekonstrukciju u kružna raskrižja.

##### 4.1. Osječka ulica – Industrijska ulica

Predmetno raskrižje u razini je s tri privoza, a nalazi se na jednoj od najopterećenijih gradskih prometnica na sjevernom ulazu u grad. Trenutna konfiguracija i regulacija postojećeg raskrižja ne zadovoljava uvjetima i potrebama za odvijanjem prometnih tokova, te su česti zastoji i često se stvaraju repovi uslijed čekanja. Velik je problem i pješački promet zbog blizine autobusnog kolodvora, pogotovo u vrijeme dolazaka/odlazaka djece u obližnju školu, pri čemu se znatno narušava propusnost i sigurnost raskrižja. Mjerenje prometnog opterećenja raskrižja provedeno je u rasponu od jednog sata (7.30 – 8.30 h) 16. kolovoza 2010. Promet je izrazito izražen u smjeru privoza 1 (Osječka ulica – jug), dok je na ostalim privozima podjednako izražen (slika 4.1.). Izgradnjom pravilno oblikovanog kružnog raskrižja razriješili bi se problemi propusnosti raskrižja i znatno bi se povećala sigurnost prometa.



F2 (Industrijska ul.)



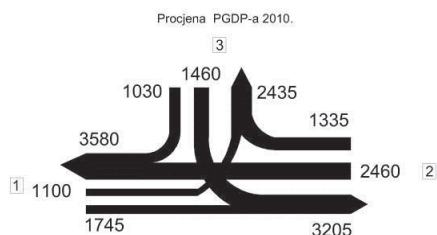
Slika 4.1. Prometni tokovi u raskrižju Osječka – Industrijska ulica [1]

##### 4.2. Raskrižje Dubrovačka ulica – Šokačka ulica

Predmetno raskrižje nalazi se u istočnom dijelu grada. U vrijeme dolazaka/odlazaka s posla zbog prometnog opterećenja registrirani su česti zastoji i stvaranje

dugačkih repova čekanja, posebno na privozu 3 (Šokačka ulica). Mjerenje prometnog opterećenja raskrižja provedeno je u rasponu od jednog sata (7.30 – 8.30 h) 17. kolovoza 2010. Promet je izrazito izražen u smjeru privoza 1 (Dubrovačka ulica – zapad), dok je na ostalim privozima podjednako izražen (slika 4.2.). Izgradnja kružnog raskrižja opravdana je zbog ujednačenosti opterećenja na privozima (slika 4.2.).

F2 (Dubrovačka ul. – istok)

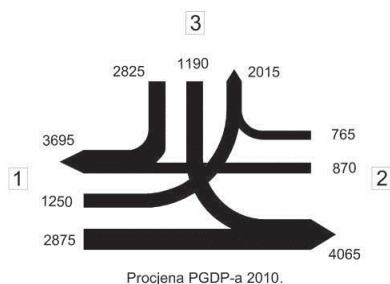


Slika 4.2. Prometni tokovi u raskrižju Dubrovačka – Šokačka ulica [1]

#### 4.3. Raskrižje Osječka ulica – Ulica hrvatskih branitelja

Raskrižje se nalazi u sjevernom dijelu grada. Mjerenje prometnog opterećenja raskrižja provedeno je u rasponu od jednog sata (7.30 – 8.30 h) 19. kolovoza 2010. Promet je izrazito izražen u smjeru privoza 1 i 2 (Osječka ulica – jug/sjever), dok je na privozu 3 (Ulica hrvatskih branitelja) slabije izražen (slika 4.3.), te je jedno od najopterećenijeg raskrižja u gradu. U vrijeme vršnih opterećenja veliki su zastoji i repovi čekanja, pogotovo na privozima 1 (Osječka ulica – jug) i 2 (Osječka ulica – sjever), te vozila dugo čekaju na lijevo skretanje iz spomenutih privoza.

F3 (Ul. hrvatskih branitelja)



Slika 4.3. Prometni tokovi u raskrižju Osječka – Ul. hrvatskih branitelja [1]

**Tablica 4.1.** Pregled raskrižja s procjenom stupnja sigurnosti prometa

Red. br.	Oznaka	Naziv raskrižja/prometnice	Broj privoza	Broj trakova kr. tok/privozi	Stupanj iskorištenja $I_k = Q_k/C_k$ (%)	Oblikovnost i konfiguracija ('1 - 5)*	Stupanj sigurnosti zbirno ('1 - 5)*
01	RKTm	Sveti Rok - Matice Hrvatske	4	1/1	91%	3	4
02	RKTm	Cirakijeva - Njemačka	4	1/1	57%	4	4
03	RKTm	M. Kraljevića - A. Pavića - Njemačka	4	1/1	84%	2	2
04	RKTm	Dr. F. Tuđmana - Njemačka	3	1/1	61%	4	4

\* Napomena M - malo kružno raskrižje, m - mini kružno raskrižje

\* Napomena 1 - nezadovoljavajuće; 2 - zadovoljavajuće; 3 - dobro; 4 - vrlo dobro; 5 - odlično

## 5. Zaključak

Izgradnja prvih kružnih raskrižja u gradu Požegi izazvala je mnoge negativne komentare i neodobranje dijela stanovništva. Razlog je tome njihovo neiskustvo i nepoznavanje pravila vožnje kroz kružna raskrižja. Kako bi dodatno educirala vozače, tijekom 2002./2003. godine prometna je policija u suradnji s osiguravajućom tvrtkom izdala letak o pravilima vožnje u kružnim raskrižjima. Nakon određenog razdoblja prilagodbe vozači su prepoznali mnogobrojne prednosti kružnih raskrižja i postupno ih prihvaćali.

Iz provedene analize postojećih kružnih raskrižja može se zaključiti, da se njihovom izgradnjom dodatno poboljšalo odvijanje prometa na problematičnim raskrižjima u prometnoj mreži grada te se znatno povećala sigurnost svih sudionika u prometu.

U ovome radu načelno su predložena tri nova lokaliteta koja su pogodna za izgradnju kružnih raskrižja (raskrižja: Osječka – Industrijska ul.; Osječka – Ul. hrvatskih branitelja i Dubrovačka – Šokačka ul.). Za njihovu funkcionalnost i oblikovanje potrebna su daljnja prometno-oblikovna modeliranja i istraživanja.

## Literatura

- Banović, Ivan (2010.): *Analiza kapacitivno-sigurnosnog stanja i prijedlog rekonstrukcije raskrižja u gradu Požegi*, završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- Korelacija oblikovnosti i sigurnosti u raskrižjima s kružnim tokom prometa (studija u toku, 2008. – 2011.), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- Kružni tok na raskrižju Cirakijeve i Njemačke ulice u Požegi – Glavni projekt (2007.)*. Rencon d.o.o., Osijek.
- Legac, Ivan, i dr. (2010.): *Gradske prometnice (sveučilišni udžbenik u tisku)*. Sveučilište u Zagrebu.
- Legac, I. (2008.): *Raskrižja javnih cesta/Cestovne prometnice II.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa – prijedlog (2004.). Fakultet prometnih znanosti i HC/PGZ, Zagreb.
- Rekonstrukcija raskrižja ulica: Sv. Rok, Matice hrvatske, Orpljavske, J. E. Tomića, Z. K. Kišur*, Požega (2007.). Zajednički projektantski ured Tamara Rusović i Lidija Jug, Požega.

## Some Experiences with Implementation of Roundabouts in Croatia / Požega

### Summary

The modern tendency to an increasing use of roundabouts is not bypassed nor Croatia nor our Požega, but it would be interesting to spend a conscientious analysis of their traffic and ambient-aesthetic values. Procedural practice that construction-project documentation should be preceded by multidisciplinary transportation and planning researches, as in cases of choice roundabouts are often not enforced. Based on the latest discoveries in the world and the scientific research conducted at 30 sites in Zagreb, one could estimate the most important capacitive and security features of roundabouts in the town of Požega and wider.

**Keywords:** roundabout/intersection with a roundabout traffic; urban frameworks; traffic modeling; capacitive-security measures; designing of intersection.

Prof. dr. sc. Ivan Legac  
Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu,  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb  
legac@fpz.hr

Hrvoje Pilko, dipl. ing.  
Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu,  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb  
hpilko@fpz.hr

Ivan Banović, student prometa  
Novi Mihaljevci 93, 34000 Požega