

Prof. dr. sc. Ivan Legac,
Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu,
Vukelićeva 4, 10 000 Zagreb
e-mail: legac@fpz.hr, 01/2380-228
Hrvoje Pilko, dipl. ing.
Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu,
Vukelićeva 4, 10 000 Zagreb
e-mail: hpilko@fpz.hr, 01/2380-228
Ivan Banović, student prometa
Novi Mihaljevci 93, 34 000 Požega

NEKA ISKUSTVA S UVOĐENJEM KRUŽNIH RASKRIŽJA U HRVATSKOJ / POŽEGI

Sažetak

Suvremena sklonost sve većoj primjeni kružnih raskrižja nije zaobišla ni Hrvatsku odnosno našu Požegu, ali bi bilo 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*

Abstract

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.

Key words: *roundabout/intersection with a roundabout traffic, urban frameworks, traffic modeling, capacitive-security measures, designing of intersection*

1. UVOD

Problematika koja kod nas prati uvođenje kružnih raskrižja, predstavlja određenu reprizu iz drugih zemalja. Općenito rečeno, prisutno je bilo izvjesno nepovjerenje, neiskustvo i pomanjkanje osnovnih smjernica za projektiranje te normativi i pravila za korisnike. Opis preliminarnih iskustava odnosi se prvenstveno 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 ove problematike redovito je u okvirima prometne policije i cestovne administracije, pa se evidentirane nezgode mogu istraživati iz njihovih uviđaja i standardiziranih godišnjih izvješća. Drugi razlog je vjerojatno u činjenici da učestalost, veličina i posljedičnost prometnih nezgoda u ovim raskrižjima nisu toliko dramatični i s fatalnim učincima kao u 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 York-u 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 je prometna građevina, gdje je kretanje vozila određeno središnjim otokom, kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i prometnim znakovima. Treba napomenuti da u 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].

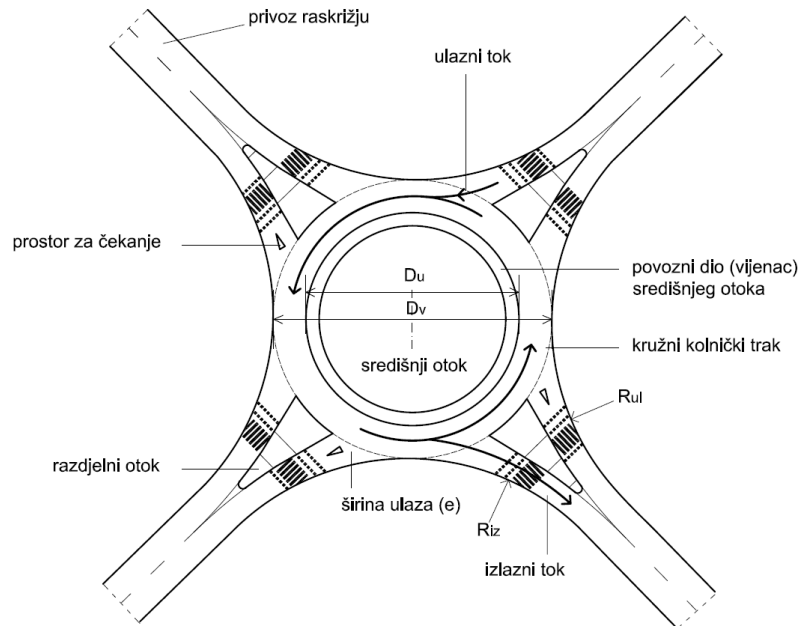
Kružna raskrižja u naselju – urbana raskrižja i kružna raskrižja izvan naselja – izvanurbana, čine širu podjelu s obzirom na lokaciju i veličinu ovih prometnih građevina.

- **Kružna raskrižja u naselju su:**

- *Mini kružna raskrižja* ($D_v \leq 26 \text{ m}$) – izvode se u gušće izgrađenim gradovima s ciljem 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 je 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 raskrižja izvan naselja su:**

- *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:

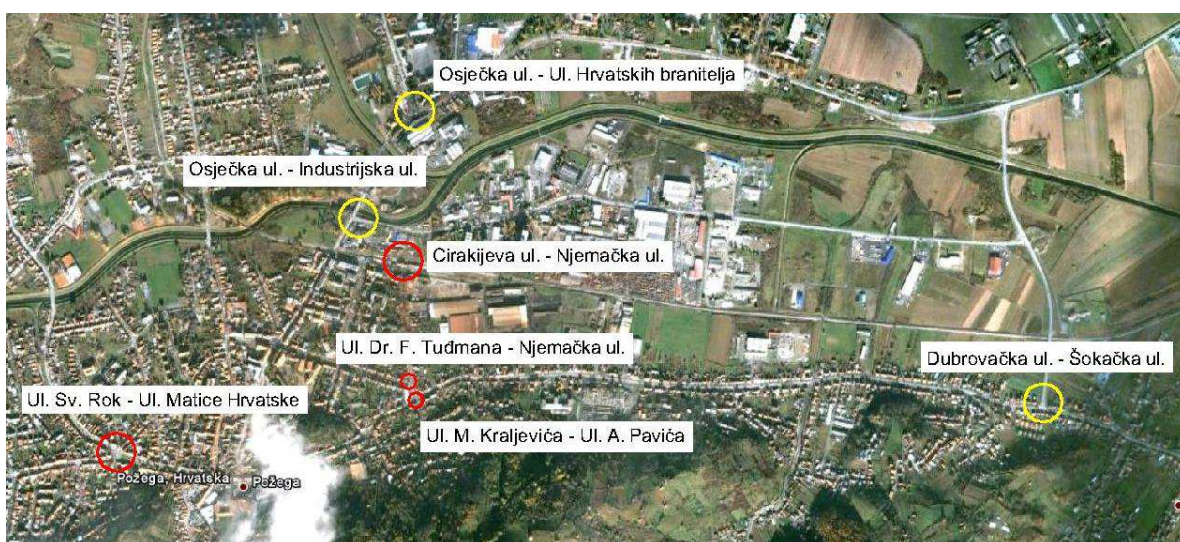
- veća sigurnost prometa zbog manjeg broja konfliktnih točaka od klasičnog raskrižja, smanjena brzina vožnje kroz kružni tok, manje posljedice prometnih nezgoda;
- dobro rješenje za smirivanje prometa u urbanim sredinama, estetski vrijedno;
- kraće vrijeme čekanja na privozima i mogućnost propuštanja 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, slijepe i slabovidne osobe i sl.;
- slabo rješenje kod velikog broja lijevih skretača [5].

3. KRUŽNA RASKRIŽJA U POŽEGI

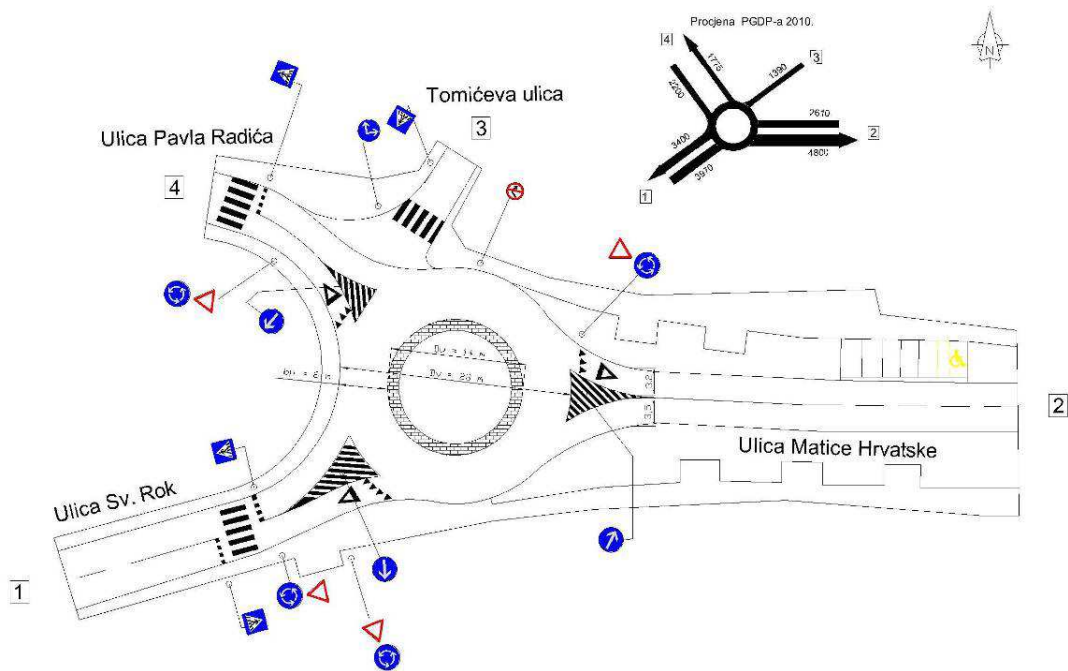
U gradu Požegi analizirana su i obrađena četiri postojeća kružna raskrižja (slika 3.1 – označena crvenim kružnicama). Korištena metodologija obrade i analize podataka preuzeta je iz prijašnjih istraživanja i nastalih iskustava, provedenih na području gradova Zagreba i Rijeke. Osim brojanja prometa i analize odvijanja prometnih tokova, te u svrhu utvrđivanja sigurnosne komponente prometa provedeno je preispitivanje preglednosti na privozima i u kružnom toku, te obrađeni i analizirani službeni podaci prometne policije. Provjereni su ključni vidovi 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 su bili 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) dana 05.08.2010. godine. 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 – Matice Hrvatske došlo je do jedne prometne nezgode, u kojoj je sudjelovao jedan osobni automobil pri čemu je došlo do uništavanja prometne signalizacije. Drugi oblici prometnih nezgoda nisu evidentirani.



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

Provjera preglednosti evidentirana je putem 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)

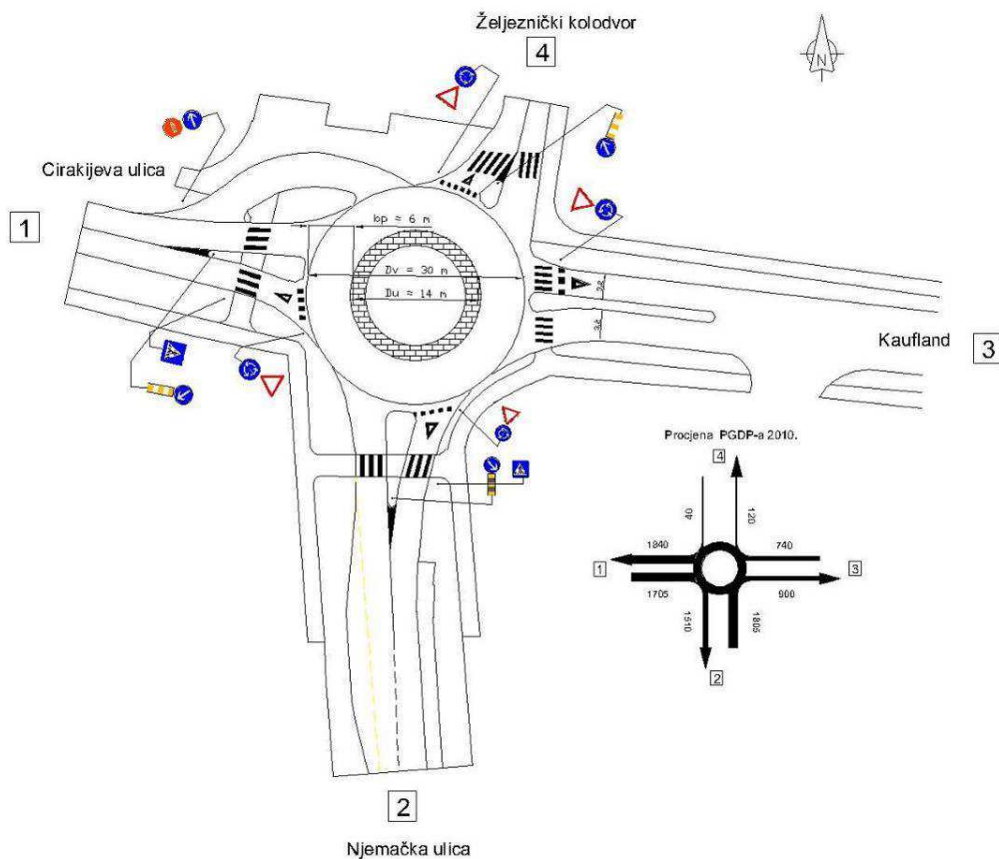


Slika 3.3. Registrirane snimke preglednosti s 4 privozna lokaliteta (F1, F2, F3, F4).

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 sa 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 sjevero-istočnom 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) dana 06.08.2010. godine. 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 %). Na izgled i dimenzije kružnog raskrižja uvjetovao je znatan broj treretnih vozila koji prometuju na ovome prometnom pravcu.



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

Sukladno podacima prometne policije u kružnom raskrižju nije zabilježena ni jedna prometna nesreća. Provjera preglednosti evidentirana je putem videozapisa što je vidljivo iz skica (slika 3.5.).

F1 (Cirakijeva ulica)



F2 (Njemačka ulica)



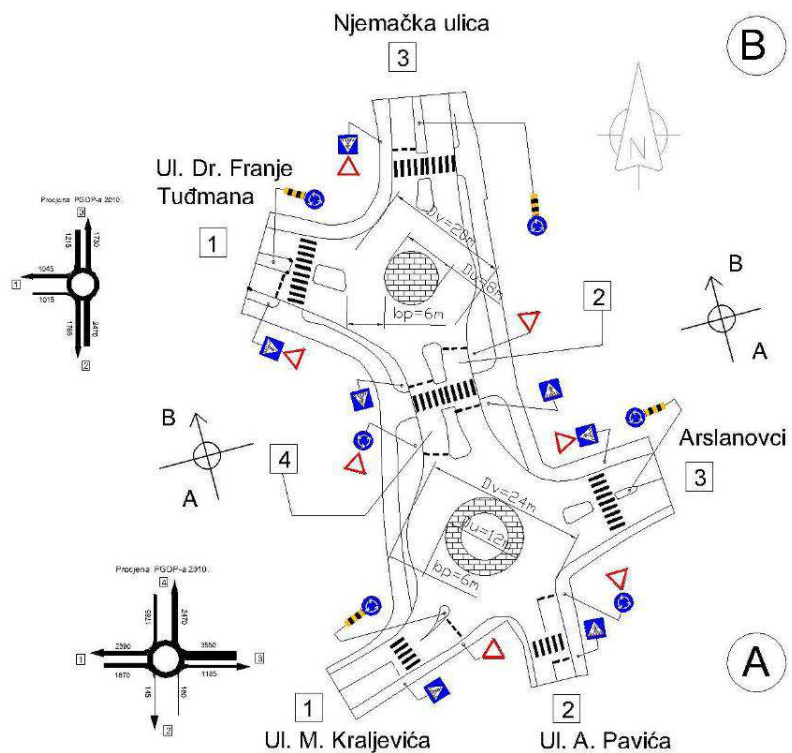
Slika 3.5. Registrirane snimke preglednosti s privoza 1 (Cirakijeva) i privoza 2 (Njemačka ulica).

Izgradnjom kružnog raskrižja na najbolji način riješeno je jedno od najzahtjevnijih raskrižja u Požegi. Prometni tokovi odvijaju se neometano i uredno, a problem "divljeg" parkiranja vozila nije zabilježen.

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 koji stiže 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) dana 22.07.2010. godine. 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 putem 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).

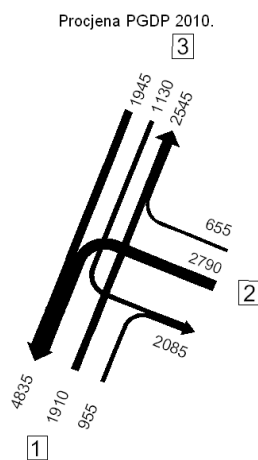
Izgradnjom dvojnog mini kružnog raskrižja riješen je problem regulacije prometnih tokova, te se promet odvija uredno i bez većih poteškoća. Međutim, teška teretna vozila, autobusi i dostavna vozila imaju problema prilikom provoženja kružnim raskrižjem M. Kraljevića – A. Pavića, iz razloga što su širina kružnog kolnika i središnjeg otoka neodgovarajuće za trajektorije njihovog provoženja. Zbog toga dolazi do učestalih oštećenja povoznog dijela središnjeg otoka. Prema podacima prometne policije registrirana su učestala otuđenja prometne signalizacije od strane autostopera i kraćih zadržavanja vozila unutar kružnog raskrižja. Time se značajno smanjuje sigurnost prometa i odvijanja prometnih tokova. Kod kružnog raskrižja Dr. F. Tuđmana – Njemačka ulica registrirane su radnje nepoštivanja 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 mjerilima za rekonstrukcijom u kružna raskrižja.

4.1. Osječka ulica – Industrijska ulica

Predmetno raskrižje je u razini 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 dolazi do čestih zastoja i stvaranja repova čekanja. Veliki problem predstavlja i pješački promet zbog blizine autobusnog kolodvora, pogotovo u vremenima 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) dana 16.08.2010. Promet je izrazito izražen u smjeru privoza 1 (Osječka ulica – jug), dok je na ostalim privozima relativno podjednako izražen (slika 4.1.). Izgradnjom pravilno oblikovanog kružnog raskrižja razriješili bi se problemi propusnosti raskrižja i znatno povećala sigurnost prometa.



F2 (Industrijska ul.)

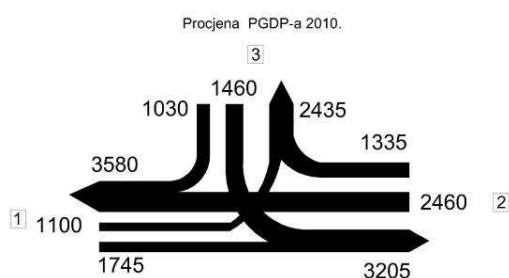


Slika 4.1. Prometni tokovi u raskrižju Osječka – Industrijska ulica [1].

4.2. Raskrižje Dubrovačka ulica – Šokačka ulica

Predmetno raskrižje nalazi se u istočnom dijelu grada. U vremenima 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) dana 17.08.2010. Promet je izrazito izražen u smjeru privoza 1 (Dubrovačka ulica – zapad), dok je na ostalim privozima relativno podjednako izražen (slika 4.2.). Izgradnja kružnog raskrižja je opravdana zbog ujednačenosti opterećenja na privozima (slika 4.2.).

F2 (Dubrovačka ul. – istok)

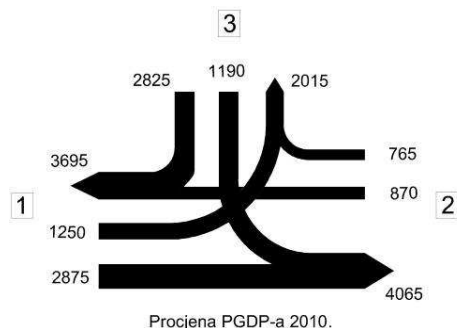


Slika 4.2. Prometni tokovi u raskrižju Dubrovačka – Šokačka ulica [1].

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) dana 19.08.2010. 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 predstavlja jedno od najopterećenijeg raskrižja u gradu. U vremenima vršnih opterećenja dolazi do velikih zastoja i repova čekanja, pogotovo na privozima 1 (Osječka ulica-jug) i 2 (Osječka ulica-sjever), te vozila dugo čekaju da izvedu 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 Ik = Qk/Ck (%)	Oblikovnost i konfiguracija (‘1 - 5) [*]	Stupanj sigurnosti zbirno (‘1 - 5) [*]
01.	RKTm	Sveti Rok - Matice Hrvatske	4	1/1	91%	3	3
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	2
* Napomena: M - malo kružno raskrižje; m - mini kružno raskrižje							
* Napomena: 1 - nezadovoljavajuće; 2 - zadovoljavajuće; 3 - dobro; 4 - vrlo dobro; 5 - odlično							

5. ZAKLJUČNI OSVRT

Izgradnja prvih kružnih raskrižja u gradu Požegi izazvala je mnoge negativne komentare i neodobravanje jednog dijela stanovništva. Razlog tome je njihovo neiskustvo i nepoznavanje pravila vožnje kroz kružna raskrižja. Kako bi dodatno educirali vozače, unutar 2002/2003. godine prometna 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 prometnih tokova na problematičnim raskrižjima u prometnoj mreži grada, te se znatno povećala sigurnost svih sudionika u prometu.

U ovome radu načelno su se predložila 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.

6. LITERATURA

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