

SAVREMENE RASKRSNICE SA KRUŽNIM TOKOM - PROCES PLANIRANJA

MODERN ROUNDABOUTS - PLANNING PROCESS

Goran Šenica¹⁾, dipl.građ.inž., Dijana Milošević¹⁾, dipl.građ.inž.

¹⁾ Institut za puteve, Beograd, Zavod za projektovanje "Trasa"

Sadržaj - *Velika zainteresovanost za savremene raskrsnice sa kružnim tokom u mnogim zemljama zapadne Evrope i na australijskom kontinentu, a poslednjih godine i u SAD, zbog rezultata koje su pokazale na polju bezbednosti i kapaciteta, dostigla je takve razmere da se može smatrati strateškim konceptom u projektovanju površinskih raskrsnica. Rezultati mnogobrojnih istraživanja koji pokazuju da se prelaskom na ovaj tip raskrsnica drastično smanjuje broj saobraćajnih nesreća, a naročito onih sa povređenima i nastradalima, kao i nesporan uticaj u pogledu zaštite životne sredine i u estetskom pogledu trebalo bi da posluže kao podsticaj za značajniju ulogu ovih raskrsnica u planerskoj, odnosno projektantskoj praksi kod nas. Ovaj rad obuhvata istorijski razvoj raskrsnica sa kružnim tokom, dinamiku uvođenja u različitim zemljama, njihove karakteristike, kao i njihovu primenljivost u različitim situacijama. Poseban akcenat stavljen je na proces planiranja i donošenja odluke o opravdanosti izgradnje savremenih raskrsnica sa kružnim tokom, obzirom na navedene prednosti, kao i činjenice da kod nas nisu zastupljene u značajnijem broju.*

Abstract - *Due to the results shown in a field of safety and capacity, big interest in modern roundabouts in Western European countries, as well as in Australian continent and, also, for past years in USA, has reached such proportions that it can be regarded as a strategic concept in crossroads design. The results of many researches which show that changing into this type of crossroads, drastically reduces number of accidents, especially ones with injuries and dead, as well as the undoubtable influence on a matter of protecting the life environment and, in an aesthetic way, should be a stimulus for the most important role of such crossroads in our planning and designing practice. This work involves historical development of roundabouts, dynamic of implementing them in different countries, their characteristics, as well as the use in different situations. Especially strong accent is given to the process of planning and making a decision about building modern roundabouts, taking for a fact all of the mentioned advantages and, also, facts that they are not very represented here.*

1. ISTORIJA RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

U svojoj knjizi "Projektovanje raskrsnica sa kružnim tokom" [1] Majk Braun (*Mike Brown*) je dao pregled istorije raskrsnica sa kružnim tokom u Evropi i Sjedinjenim Državama. Prvi koncept kružnog saobraćajnog toka dao je Francuz Enar (*Eugene Henard*) 1903. godine. Prva praktična primena kružnog sistema bio je *Columbus circle* izgrađen u Wujorku 1905. godine, a izgradio ga je V. Ino (*William Phelps Eno*). Prva raskrsnica sa kružnim tokom u Parizu izgrađena je 1907. godine na mestu *Place De L'etoil*, dok je u Velikoj Britaniji 1910. godine to bio *Sollershott Circus*.

U početku nisu postojala specifična pravila za ponašanje vozača u kružnom saobraćajnom toku. Kasnije je uvedeno "desno pravo prvenstva". Sa povećanjem intenziteta saobraćaja, ovo pravilo je dovodilo do zastoja saobraćaja u samom kružnom toku. Povećanje nezgoda uslovljeno ovom situacijom, zatim razvoj saobraćajne signalizacije, a naročito koordinisane svetlosne signalizacije dovelo je do smanjenja interesovanja za raskrsnice sa kružnim tokom, tako da su mnoge od njih zamenjene klasičnim raskrsnicama.

Opstanak raskrsnica sa kružnim tokom omogućilo je uvođenje prava prvenstva vozila u kružnom toku u Velikoj Britaniji 1966. godine. Ovo je povećalo kako kapacitet, tako i bezbednost. Kontinuirana poboljšanja zasnovana na pravilu prvenstva i briga o bezbednosti doveli su do razvoja savremenih raskrsnica sa kružnim tokom (*Modern Roundabouts*). Interesovanje za raskrsnice sa kružnim tokom ponovo se povećalo. U Švedskoj nova pravila su predstavljena tokom šezdesetih godina. Savremene raskrsnice sa kružnim tokom ponovo su predstavljene u Francuskoj 1972. godine. Nasuprot Evropi, u Sjedinjenim Državama zbog loše reputacije starih, velikih raskrsnica sa kružnim tokom nije bilo velikog interesovanja za savremene raskrsnice sa kružnim tokom sve do poslednje decenije dvadesetog veka. Pojedine države kao što su Maryland i Florida prve su uvele savremene raskrsnice sa kružnim tokom u svoju praksu. Savezno ministarstvo saobraćaja (*U.S. Department of Transportation*) izdalo je 2000. godine uputstvo za savremene raskrsnice sa kružnim tokom (*Roundabouts: an Informational Guide*) [5].

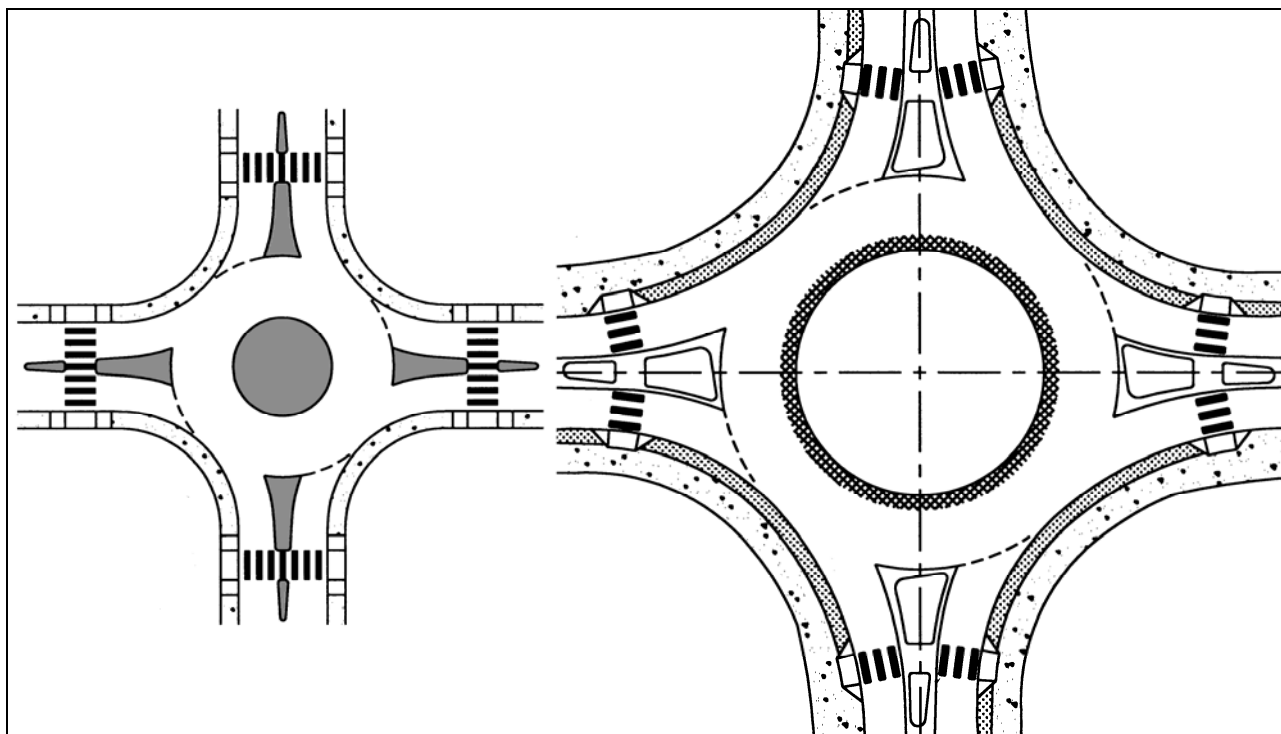
Rezultati koje su savremene raskrsnice sa kružnim tokom pokazale na polju bezbednosti i kapaciteta dovele su do ogromne zainteresovanosti za njih u mnogim zemljama. U Holandiji počevši od kasnih 1980-ih za

samo šest godina izgrađeno je približno 400 raskrsnica sa kružnim tokom. Norveška je sa primenom savremenih raskrsnica sa kružnim tokom počela 1985. godine. Do 1992. godine njihov broj popeo se na približno 500 od 350 koliko ih je bilo 1990. godine. U celoj Norveškoj 1980. godine bilo ih je samo 15. U Švajcarskoj su savremene raskrsnice sa kružnim tokom uvedene 1987. godine. Wihov broj se na početku 1992. godine popeo na 220 od 19 iz 1980. godine, dok ih je u fazi studija iste godine bilo oko 500. Do 1987. godine preko 500 raskrsnica sa kružnim tokom izgrađeno je u Britaniji i zapadnim delovima Francuske. Nakon uvođenja savremenih raskrsnica sa kružnim tokom u Francuskoj je došlo do njihove velike ekspanzije, kako novih, tako i rekonstrukcije starih signalisanih raskrsnica. U 1992. godini porast implementacije savremenih raskrsnica sa kružnim tokom došao je do nivoa od 1000 raskrsnica godišnje.

2. TIPOVI SAVREMENIH RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

Mini raskrsnice sa kružnim tokom obično se projektuju da omoguće brzine od 25 km/h. Centralno ostrvo je blago izdignuto sa minimalnim prečnikom od 4m i projektovano tako da putnička vozila prolaze kroz raskrsnicu bez njegovog gaženja. Prohodnost većih vozila (autobusi i kamioni) omogućena je vožnjom preko centralnog ostrva. Razdelna ostrva na prilaznim kracima nisu fizička, već samo obeležena na kolovozu.

Normalne raskrsnice sa kružnim tokom imaju izdignuto centralno ostrvo, kao i razdelna ostrva. Saobraćaj u kružnom toku može se organizovati sa jednom, dve ili više traka. Pojedine zemlje svojim propisima ne dozvoljavaju primenu raskrsnica sa više od dve saobraćajne trake u kružnom toku.



Slika 1. Mini i normalna raskrsnica sa kružnim tokom [5]

Petlje sa kružnim tokom možemo podeliti na dva tipa. Prvi je tip sa kružnim tokom velikog prečnika centralno postavljenim iznad ili ispod autoputa. Ovaj tip zahteva dva mosta (u trupu autoputa ili preko autoputa). Obzirom na veliki prečnik kružnog toka koji zahteva geometrija ovakve petlje, potrebno je proceniti da li su brzine koje se time omogućavaju prihvatljive. Drugi tip predstavlja petlju sa jednim objektom iznad ili ispod autoputa i sa dva kružna toka sa svake strane. Ovaj tip petlji se često preporučuje kao zamena za petlje tipa "dijamant" ("romb").



Slika 2. Petlje sa kružnim tokom (sa dva i sa jednim mostom)

3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

Postoje tri osnovne razlike između savremenih raskrsnica sa kružnim tokom i klasičnih kružnih saobraćajni tokova:

- Savremene raskrsnice sa kružnim tokom imaju manji prečnik što smanjuje brzinu u kružnom toku
- Imaju razdelno ostrvo koje uslovljava razdvajanje ulaznih i izlaznih tokova
- Imaju "trougao" na ulazu u kružni tok umesto znaka "stop"

Prednosti savremenih raskrsnica sa kružnim tokom

U pogledu sigurnosti

- Imaju manji broj konfliktnih tačaka u poređenju sa klasičnim raskrsnicama
- Manje brzine uslovljene geometrijom raskrsnica smanjuju broj incidenata

U pogledu kapaciteta

- "Trougao" umesto znaka "Stop" uzrokuje manje razmake između vozila
- Kada se posmatra samo jedna raskrsnica, savremene raskrsnice sa kružnim tokom daju veći kapacitet od signalisanih raskrsnica

Upogledu vremena čekanja

- Generalno, čekanje kod raskrsnica sa kružnim tokom je manje nego kod ekvivalentnih signalisanih raskrsnica
- Za vreme crvenog i žutog svetla kod signalisanih raskrsnica, javlja se nepotrebno vreme čekanja bez obzira na slobodni prostor za prolazak kroz raskrsnicu

U pogledu koštanja

- Generalno se zahtevaju manje širine saobraćajnica
- Troškovi održavanja signalisanih raskrsnica su veći nego raskrsnica sa kružnim tokom
- Troškovi usled saobraćajnih nezgoda su manji zbog manjeg broja i težine nezgoda.

U pogledu kretanja pešaka i biciklista

- Razdelna ostrva povećavaju bezbednost pešaka
- Manje brzine na savremenim raskrsnicama sa kružnim tokom trebalo bi da povećaju bezbednost biciklista

U pogledu zaštite čovekove sredine

- Raskrsnice sa kružnim tokom smanjuju potrošnju goriva u odnosu na signalisane raskrsnice, usled smanjenja naglog ubrzavanja i kočenja
- Raskrsnice sa kružnim tokom takođe smanjuju i nivo buke u odnosu na signalisane raskrsnice

U estetskom pogledu

- Raskrsnice sa kružnim tokom su u estetskom pogledu daleko prihvatljivije u odnosu na klasične signalisane raskrsnice i daju mnogo veće mogućnosti za estetsko oblikovanje

Nedostaci savremenih raskrsnica sa kružnim tokom

U pogledu sigurnosti

- Nenaviknutost vozača na raskrsnice sa kružnim tokom, može u početku uzrokovati povećanje broja nezgoda

U pogledu kapaciteta

- Primena koordinisane svetlosne signalizacije na nizu raskrsnica može generalno povećati kapacitet mreže
- Signalisana raskrsnica može biti bolje rešenje kada raskrsnica povremeno ima veći saobraćaj od projektovanog

U pogledu vremena čekanja

- Vozačima može smetati izgubljeno vreme uzrokovano skretanjem sa pravca tokom prolaska kroz raskrsnicu

U pogledu koštanja

- Troškovi građenja mogu biti veći kod raskrsnica sa kružnim tokom
- Na nekim lokacijama raskrsnice sa kružnim tokom mogu zahtevati povećano osvetljenje, što povećava cenu koštanja i eksploatacije

U pogledu kretanja pešaka i biciklista

- Male dimenzije raskrsnica sa kružnim tokom mogu uzrokovati osećaj neprijatnosti kod biciklista
- Raskrsnice sa kružnim tokom zahtevaju duže putanje kretanja pešaka i biciklista
- Raskrsnice sa kružnim tokom mogu povećati vreme čekanja pešaka tražeći pogodan razmak za prelazak

4. PRIMENA SAVREMENIH RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

Poželjne situacije za primenu savremenih raskrsnica sa kružnim tokom su sledeće:

- Kada primena znaka "Stop" uzrokuje neprihvatljivo vreme čekanja saobraćaja na ukrasnom pravcu. Savremene raskrsnice sa kružnim tokom redukuju vreme čekanja na sporednom pravcu, ali povećavaju vreme čekanja na glavnom pravcu. (U mnogim slučajevima raskrsnice sa kružnim tokom imaju isti kapacitet kao i klasične signalisane raskrsnice, ali se njihovom primenom smanjuje vreme čekanja i povećava bezbednost)
- Na raskrsnicama na kojima je veliki procenat "levih skretanja".
- Na raskrsnicama sa više od četiri kraka.
- Na raskrsnicama na kojima je neproporcionalno veliki broj incidenata koji uključuju ukrasni saobraćaj, odnosno manevarski saobraćaj.
- Na raskrsnicama gde glavni saobraćajni tok skreće.
- Na magistralnim i regionalnim putevima u prigradskom području na kojima su velike brzine, kao i broj levih skretanja.
- Na raskrsnicama na kojima nije poželjno dati prioritet nijednom pravcu.

Nepoželjne situacije za primenu savremenih raskrsnica sa kružnim tokom su:

- Na mestima gde ne može biti sprovedena zadovoljavajuća geometrija.
- Na pojedinačnim raskrsnicama u mreži signalisanih raskrsnica.
- Na mestima gde je poželjna mogućnost modifikovanja saobraćajnih tokova upotrebom svetlosne signalizacije.
- Na raskrsnicama na kojima se očekuje značajna pešačka aktivnost.
- Na mestima gde saobraćajni tokovi nisu izbalansirani, sa velikim saobraćajem na jednom ili više prilaza i gde bi zbog toga vreme čekanja pojedinih vozila bilo neprihvatljivo veliko.
- Na raskrsnicama glavnog i sporednog saobraćajnog toka, na kojima bi primena raskrsnice sa kružnim tokom uzrokovala neprihvatljivo veliko vreme čekanja na glavnom pravcu.
- Na mestima gde izlazni tok može biti prekinut, što bi uzrokovalo stvaranje kolone u samoj raskrsnici sa kružnim tokom (npr. neposredna blizina signalisanog pešačkog prelaza).

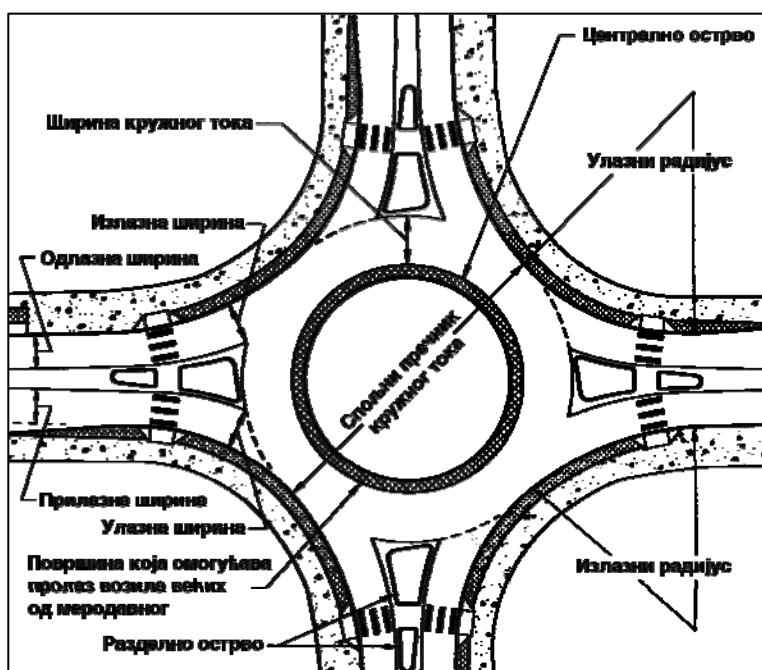
5. GEOMETRIJA SAVREMENIH RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

Projektovanje geometrije savremenih raskrsnica sa kružnim tokom predstavlja traženje kompromisa između kapaciteta i sigurnosti. Raskrsnice sa kružnim tokom funkcionišu sigurnije ukoliko geometrijski elementi

uslovljavaju smanjenje prilazne, odnosno, brzine u kružnom toku. Nasuprot tome, ovakva geometrija uslovljava smanjenje kapaciteta raskrsnice. Takođe mnogi geometrijski elementi uslovljeni su manevarskim sposobnostima najvećeg vozila očekivanog na raskrsnici. Osnovni oblik i karakteristike zavise i od položaja raskrsnice u mreži (gradska, vangradska), kao i od očekivanog prisustva pešaka odnosno biciklističkog saobraćaja. Takođe, različit pristup projektovanju se primenjuje kod raskrsnica sa jednom ili više traka u kružnom toku.

Elementi savremenih raskrsnica sa kružnim tokom

- Centralno ostrvo predstavlja izdignutu površinu u centru raskrsnice oko koga se odvija saobraćaj.
- Razdelno ostrvo predstavlja izdignutu ili farbanu površinu na kracima raskrsnice koja služi za razdvajanje ulaznih i izlaznih tokova. Oblikuje se tako da uspori prilazni saobraćaj, a služi i kao zaštita za pešake kojima je omogućen prelazak u dve faze.
- Kružni tok je saobraćajna površina po kojoj se odvija saobraćaj obrnuto od smera kazaljke na satu.
- Površina koja obezbeđuje prohodnost vozila većeg od merodavnog primenjuje se kod raskrsnica manjih dimenzija.
- Ivični zeleni pojas se primenjuje kod mnogih savremenih raskrsnica sa kružnim tokom za razdvajanje kolskog i pešačkog saobraćaja.



Slika 3. Geometrijske veličine koje definišu savremenu raskrsnicu sa kružnim tokom [5]

Geometrijske veličine savremenih raskrsnica sa kružnim tokom

- Prečnik spoljašnjeg kruga je osnovni parametar koji definiše veličinu savremene raskrsnice sa kružnim tokom.
- Širina kružnog toka definiše širinu kolovoza kojim se odvija saobraćaj u kružnom toku.
- Prilazna širina predstavlja širinu kolovoza na prilazu raskrsnici pre bilo kakve promene uzrokovane geometrijom same raskrsnice.
- Odlazna širina predstavlja širinu kolovoza na izlasku iz raskrsnice nakon promena uzrokovanih geometrijom same raskrsnice.
- Ulazna širina definiše širinu ulaza na mestu gde se susreće sa spoljašnjim krugom.
- Izlazna širina definiše širinu izlaza na mestu gde se susreće sa spoljašnjim krugom.
- Ulazni radijus predstavlja minimalni radijus primenjen na spoljnoj ivici ulaza
- Izlazni radijus predstavlja minimalni radijus primenjen na spoljnoj ivici izlaza.

6. PROCES PLANIRANJA SAVREMENIH RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

Proces planiranja raskrsnica sa kružnim tokom treba da pokaže opravdanost odluke da se određeni oblik raskrsnice primeni na specifičnoj lokaciji. Tek nakon faze planiranja može se pristupiti detaljnoj analizi i projektovanju.

Proces planiranja počinje sa određivanjem preliminarnog oblika i funkcionalnih karakteristika raskrsnice. Određuje se minimalni potrebni broj saobraćajnih traka na prilazima i na osnovu toga kategorija raskrsnice koja će u najvećoj meri zadovoljiti programske zahteve: mini ili normalna, sa jednom ili više saobraćajnih traka u kružnom toku, gradska ili vangradska itd. Sa razvojem procesa projektovanja neke polazne osnove mogu biti promenjene.

Proces planiranja treba da sadrži sledeće faze [5]:

- faza 1. Razmatranje okolnosti u kojima bi raskrsnica sa kružnim tokom trebalo biti izgrađena. Pronalaženje razloga vezanih za specifičnost lokacije zbog kojih, eventualno, raskrsnica sa kružnim tokom ne bi bila dobar izbor.
- faza 2. Određivanje preliminarnog broja saobraćajnih traka baziranih na zahtevanom kapacitetu.
- faza 3. Određivanje razloga za projektovanje raskrsnice sa kružnim tokom. Neki od razloga mogu biti: umirenje saobraćaja, povećanje bezbednosti saobraćaja, poboljšanje funkcionalnih karakteristika raskrsnice (povećanje kapaciteta, smanjenje vremena čekanja, smanjenje dužine redova čekanja itd.), geometrijski uslovi zbog kojih je neki drugi tip raskrsnice neprimenljiv. Svaki od ovih razloga zahteva različite informacije potrebne da bi se donela odluka o opravdanosti izgradnje raskrsnice sa kružnim tokom.
- faza 4. Analiza prilagođena određenom razlogu uvođenja i upoređenje sa alternativnim tipom raskrsnice.
- faza 5. Određivanje prostornih zahteva i upoređenje sa prostornim mogućnostima.
- faza 6. Analiza ekonomske opravdanosti rešenja (poređenje sa alternativnim rešenjima).

Odnos raskrsnice sa kružnim tokom i postojeće mreže

Odnos između razmatrane raskrsnice i postojeće putne mreže može biti značajan za donošenje odluke o opravdanosti izgradnje. U tom smislu razlikujemo tri slučaja:

- Razmatrana raskrsnica će biti deo buduće novoizgrađene mreže. U ovom slučaju nema nekih posebnih lokacijskih ograničenja. Projektovanje raskrsnice sa kružnim tokom je stvar koncepcije buduće mreže.
- Razmatrana raskrsnica je prva takvog tipa u određenom području. U ovom slučaju neophodno je razmotriti prihvatljivost raskrsnice sa kružnim tokom u zavisnosti od njenih operativnih mogućnosti, potreba korisnika, kao i stava javnosti. Takođe se mora voditi i računa o tome da će uspešno uvođenje raskrsnice sa kružnim tokom (naročito rešavanje problema zbog koga se uvodi) biti važan faktor podrške budućoj implementaciji ovakvih objekata. Takođe se mora računati sa određenom nenaviknutošću vozača. U tom smislu raskrsnice sa jednom saobraćajnom trakom u kružnom toku daleko su "razumljivije" za vozače od onih sa više traka.
- Rekonstrukcija postojeće raskrsnice i njena prepravka u raskrsnicu sa kružnim tokom na području na kome već postoje izgrađene raskrsnice ovog tipa. U ovom slučaju prihvatljivost od strane zajednice je već obezbeđena, kao i naviknutost vozača, tako da nema većih prepreka za uvođenje.

Broj saobraćajnih traka

Kapacitet raskrsnica sa kružnim tokom je kritičan parametar koji mora biti analiziran u studiji opravdanosti izgradnje. Parametri koji se uzimaju u obzir prilikom preliminarnog određivanja kapaciteta su prosečni godišnji dnevni saobraćaj (PGDS), faktor vršnog časa, faktor neravnomernosti smerova, faktor neravnomernosti glavnog i sporednog pravca, procenat levih skretanja, kao i procenat desnih skretanja. Okvirni kapacitet (maksimalni PGDS) za raskrsnice sa jednom saobraćajnom trakom u zavisnosti od procenta levih skretanja (0% - 40%) i faktora neravnomernosti glavnog i sporednog pravca kreće se između 20,000 i 26,000 vozila. Za raskrsnice sa dve saobraćajne trake ova vrednost se kreće između 40,000 i 52,000 vozila. Za mini raskrsnice sa kružnim tokom maksimalni PGDS se kreće u granicama između 12,000 i 16,000 vozila.

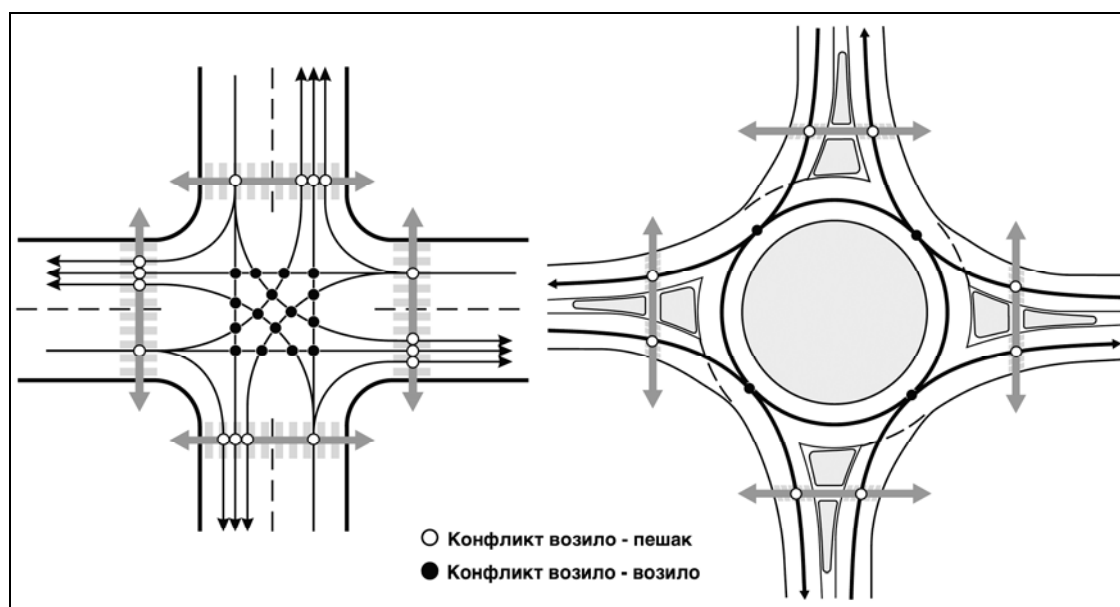
Vrednovanje projektnog rešenja

Vrednovanje projektnog rešenja obično se vrši metodom dobit-troškovi (*benefit-cost method*). Dobit se razmatra u pogledu bezbednosti (smanjenja broja nesreća: fatalnih, sa povredama, samo materijalna šteta) funkcionalnosti (izraženo kroz vrem čekanja vozila-sati) i zaštite životne sredine (potrošnja goriva, emisija štetnih gasova, emisija buke). Troškovi se izražavaju kroz troškove građenja, eksploatacije i održavanja

(osvetljenje, horizontalna i vertikalna signalizacija, uređenje prostora...). Upoređujući na ovaj način projektno rešenje raskrsnice sa kružnim tokom sa alternativnim tipom raskrsnice, odnosno postojećom raskrsnicom koju treba rekonstruisati, dobijamo osnovu za ocenu opravdanosti njene izgradnje.

7. BEZBEDNOST RASKRSNICA SA KRUŽNIM TOKOM

Povećana bezbednost savremenih raskrsnica sa kružnim tokom javlja se kao posledica smanjenja broja konfliktnih tačaka u odnosu na klasične raskrsnice, kao i smanjenja brzine kako pri ulasku, tako i tokom vožnje kroz raskrsnicu, koje je uslovljeno geometrijskim oblikom raskrsnice. Smanjenje broja konfliktnih tačaka odnosi se kako na konfliktne tačke između vozila, tako i na konfliktne tačke između vozila i pešaka. Kod raskrsnica sa kružnim tokom sa jednom saobraćajnom trakom izbegnute su konfliktne tačke presecanja tokova, koje uzrokuju najveći broj nesreća sa povređenima ili poginulima. Kod raskrsnica sa kružnim tokom sa dve saobraćajne trake javljaju se konflikti usled nepravilnog korišćenja saobraćajne trake, kao i usled nepravilnih manevara.



Slika 4. Konfliktne tačke kod "klasične" i raskrsnice sa kružnim tokom [5]

Mnogobrojna istraživanja vršena su kako bi se pokazao uticaj primene raskrsnica sa kružnim tokom na smanjanje broja saobraćajnih nesreća. Istraživanje obavljeno u SAD [11] [12] obuhvatilo je 24 raskrsnice koje su rekonstruisane u raskrsnice sa kružnim tokom. Istraživači su uzeli u obzir način kontrole raskrsnica u prethodnom obliku (znak stop, semaforizovane), položaj u mreži (gradske, vangradske) kao i broj saobraćajnih traka u kružnom toku rekonstruisane raskrsnice. Rezultati su svrstani u četiri grupe:

Tip raskrsnice (položaj, broj traka u kružnom toku, način kontrole)	Smanjenje broja saobraćajnih nesreća	
	svih (%)	sa povredama (%)
gradska, jedna traka, znak stop	61	77
vangradska, jedna traka, znak stop	58	82
gradska, više traka, znak stop	15	nema podatka
gradska, semaforizovana	32	68
ukupno	39	76

Rezultati ovog istraživanja su u skladu sa istraživanjima sprovedenim u drugim zemljama [5]

Država	Smanjenje broja saobraćajnih nesreća (%)	
	svih	sa povredama
Australija	41-61	45-87
Francuska	-	57-78
Nemačka	36	-
Holandija	47	-
Velika Britanija	-	25-39

Pored ovih istraživanja, takođe su veoma interesantna i ona koja se bave zavisnošću geometrijskog oblikovanja raskrsnice sa kružnim tokom i mogućeg broja saobraćajnih nezgoda [7] [5]. Ova istraživanja pokazuju da se najveći broj nesreća javlja između vozila u kružnom toku i vozila koje ulazi u kružni tok. Da bi se ovaj broj minimizirao potrebno je geometrijskim oblikovanjem uticati na smanjenje relativne razlike brzina vozila u kružnom toku i vozila na ulasku u kružni tok. Maksimalna razlika brzina ne bi trebalo da prelazi 35 km/h.

Kod raskrsnica sa dve saobraćajne trake u kružnom toku posebnu pažnju treba obratiti na oblikovanje ulaznih radijusa kako ne bi dolazilo do nepravilnih korišćenja saobraćajne trake u kružnom toku odnosno nepravilnih manevara.

8. ZAKLJUČAK

Iz svega navedenog, može se zaključiti, da savremene raskrsnice sa kružnim tokom imaju osobine koje ih nesumnjivo čine atraktivnim za primenu i da su na našim prostorima nepravedno zapostavljene. Takođe, uzimajući u obzir njihove prednosti i nedostatke, kao i poželjne i nepoželjne situacije za njihovu primenu, neophodno je pre odluke o izgradnji pažljivo isplanirati njihovo uvođenje. Pre svega je potrebno razmotriti uticaje u pogledu bezbednosti, kapaciteta, zauzeća prostora, ekološki uticaj i estetski uticaj, razmotriti alternativne tipove raskrsnica (naročito semaforizovanih). Sve ove uticaje potrebno je kvantifikovati i doneti odluku primenom neke od ekonomskih metoda. Samo na ovaj način bićemo sigurni da će se prednosti savremenih raskrsnica sa kružnim tokom ispoljiti i u praksi.

9. LITERATURA

- [1] Mike Brown, "The Design of Roundabouts", 1995.
- [2] Leif Ourston, Joe G. Bared, "Roundabouts", Public Roads, 1995.
- [3] Tony Redington, "Emergence of the Modern Roundabout as a Reality in Vermont and Its Relation to Vermont Urban Design and Development", 32nd Annual Conference of the Canadian Transportation Research Forum, May 1997.
- [4] Oregon Department of Transportation Research Unit, "Modern Roundabouts from Oregon", June 1998.
- [5] U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, "ROUNDABOUTS: An Informational Guide", June 2000.
- [6] Washington State Department of Transportation, "Roundabouts, Information Letter", July 2000.
- [7] Owen K. Arndt, Rod J. Troutbeck, "Relationship Between Roundabout Geometry and Accident Rates", 1st International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston Massachusetts, 1995.
- [8] OECD, Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users, " Safety of Vulnerable Road Users", Directorate for Science, Technology and Industry, August 1998.
- [9] Ulf Brude, Karl - Orlov Hedman, Jorgen Larsson, Lars Thuresson, " Accidents at junctions - a major problem", Nordic Road & Transport Research, Volume 11, April 1999.
- [10] Ulf Brude, Jorgen Larsson, " What Roundabout Design Provides the Highest Possible Safety", Nordic Road & Transport Research, Volume 12, August 2000.
- [11] Bhagwant N. Persaud, Richard A. Retting, Per E. Garder, Dominique Lord, "Crash Reductions Following Installation of Roundabouts in the United States", March 2000.
- [12] Bhagwant N. Persaud, Richard A. Retting, Per E. Garder, Dominique Lord, " Observational Before-After Study of the Safety Effect of U.S. Roundabout Conversions Using the Empirical Bayes Method", 2000.
- [13] Dr. Mohamed A. Aty, Dr. Yasser Hosni, "Roundabouts Design, Modeling and Simulation", Department of Civil & Environmental Engineering, University of Central Florida, March 2001.
- [14] Queensland Government, Department of Main Roads "Road Planning and Design Manual", Chapter 14 "Roundabouts", September 2000.