

АНАЛИЗА ПРОХОДНОСТИ ВОЗИЛА КРОЗ КРУЖНУ РАСКРСНИЦУ ANALYSIS OF VEHICLE PASSABILITY THROUGH A ROUNDABOUT

Јелена Исаковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У оквиру рада приказане су основне карактеристике кружних раскрсница као и основе за планирање и пројектовање истих. Циљ рада је да се прикажу проходности возила за различите типове кружних раскрсница. Приликом избора учествовале су четири кружне раскрснице са различитим дијаметрима, краковима и тракама. За сваку раскрсницу приказан је технички извештај и одговарајући графички прилози. Раскрснице су пројектоване у рачунарском програму Auto CAD Civil 3D 2019, а проходност возила је урађена применом додатка Autopath (CGS Labs).

Кључне речи: Кружне раскрснице, Проходност возила

Abstract – In this paper, the basic characteristics of roundabouts, as well as the basics for planning and design is presented. The aim of the paper was to show the vehicle swept path analysis for different types of roundabouts. Four roundabouts with different diameters, arms and lanes took part in the selection. For each intersection, a technical report and corresponding graphic attachments are presented. The intersection were designed in the computer program Auto CAD Civil 3D 2019, and the passability of the vehicle was done using the Autopath add-on (CGS Labs).

Keywords: Roundabouts, Vehicle swept path analysis

1. УВОД

Раскрснице представљају чворове кроз које се врши повезивање различитих рангова саобраћајница и које истовремено кроз контролу приступа саобраћајници и међусобног одстојања раскрсница према програмским условима обезбеђују одржање одређеног нивоа услуге саобраћајнице.

У зависности од облика и начина регулисања саобраћаја површинске раскрснице се могу поделити на класичне и кружне раскрснице.

Већу групу чине површинске раскрснице са временским раздвајањем пресечних токова (семафорском сигнализацијом се врши временска сегрегација) што има директног утицаја на поступке пројектовања и примену појединачних пројектних елемената.

НАПОМЕНА:

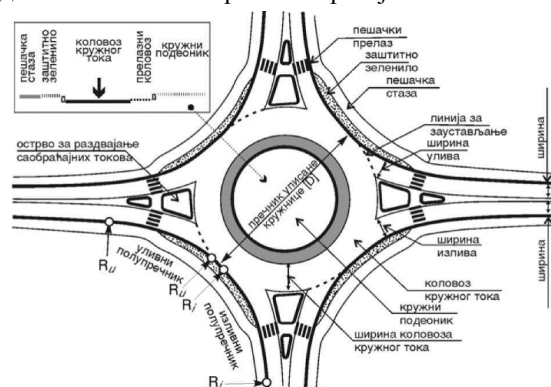
Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија.

Другу значајну улогу имају раскрснице са кружним током код којих се пресецања саобраћајних струја применом кружног подеоника претварају у колизионе токове излива односно улива у кружни ток.

2. ТИПОЛОГИЈА КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

Површинске раскрснице са кружним током се разликују од класичних раскрсница са пресецањем саобраћајних струја. Зато је неопходно дефинисати основне елементе и терминологију кружних раскрсница.

Основна разлика кружних раскрсница у односу на класичне је што имају коловоз кружног тока и кружни подеоник око кога се креће саобраћај.



Слика 1. Основни елементи кружне раскрснице [1]

3. ПРОЈЕКТНИ ЕЛЕМЕНТИ КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

Кружне раскрснице су други основни тип површинске раскрснице који почива на равноправном третману примарних (токови право) и секундарних (токови лево и десно) саобраћајних струја кад се сви интерни односи решавају уливањем или изливањем [2].

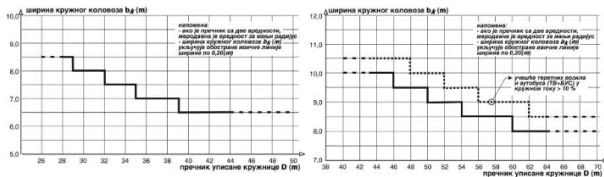
3.1. Елементи ситуационог плана

Елементи ситуационог плана кружне раскрснице дефинишу се у складу с утврђеним принципима који се осим на пречник уписане кружнице, ширину кружног коловоза и елементе улива или излива, односе и на елементе обликовања прикључних праваца, да би се обезбедио простор за формирање острва за каналисање токова. Основни елементи ситуационог плана дати су у табели 1.

Спољни пречник D и ширина кружне возне траке b_k су у међусобној вези. У складу са тим кружни подеоник се пројектује према меродавном возилу како би се обезбедила проходност возила кроз раскрсницу. Ширине кружне траке приказане су на слици 2.

Табела 1. Елементи ситуационог плана кружне раскрснице [2]

	једнотрачне	двотрачне	
Пречник D [m]			
Минимум	28	40 (35)	44
Нормално	35 – 45	50 – 55 (40 – 45)	55 – 60
Максимум	50	60 (50)	70
Број трака улива	1	2	2
Ширина улива b_u [m]	3,50 – 4,00	6,50 – 7,00	6,50 – 7,00
Полупречник улива R_u [m]	12 – 16	14 – 16 (12 – 16)	14 – 16
Број трака излива	1	1	2
Ширина излива b_i [m]	3,75 – 4,50	3,75 – 4,50	7,00 – 7,50
Полупречник излива R_i [m]	14 – 18	16 – 18 (14 – 18)	16 – 18



Слика 2. Ширине кружног коловоза за једнотрачне и двотрачне кружне раскрснице [2]

4. ПРОВЕРА ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА

Пројектна решења кружне раскрснице, односно примењени елементи попречног профила, ситуационог и нивелационог плана проверавају се са становишта услова проходности меродавних возила, хомогености брзина и унутрашње прегледности [2].

За правилно димензионаисање пројектних елемената кружне раскрснице, потребно је одредити меродавно возило за ту раскрсницу. На највећем броју кружних раскрсница као меродавно возило за пројектовање обично се примењује тешко теретно возило или аутобус, а на слабије оптерећеним раскрсницама средње тешко теретно возило. Провера проходности се спроводи путем минималних криви проходности и/или помоћу верификованог програма.

Избор меродавног возила за проверу проходности кружне раскрснице зависи од функционалног ранга пута и/или структуре саобраћајног тока. Као меродавно возило (слика 3) усваја се највеће возило са минималним могућностима маневра које ће користити предметну кружну раскрсницу.

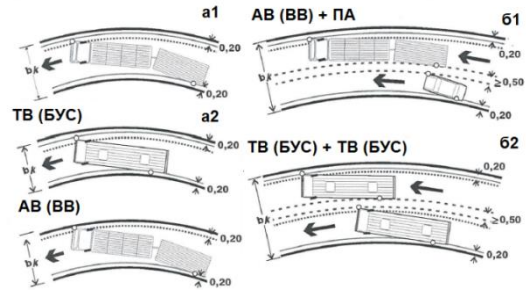
	ДАЊИНСКИ ПУТ ДП	ВЕЗНИ ПУТ ВП	САБИРНИ ПУТ СП	ПРИСТУПНИ ПУТ ПП
ДАЊИНСКИ ПУТ ДП	АВ, ВВ	АВ, ВВ	АВ, ВВ (ТВ1)	-
ВЕЗНИ ПУТ ВП	АВ, ВВ	АВ, ВВ	(АВ, ВВ)	ТВ1 (БУСл, ТВ2)
САБИРНИ ПУТ СП	АВ, ВВ	АВ, ВВ	ТВ1 (БУСл, ТВ2)	ТВ1 (БУСл, ТВ2)
ПРИСТУПНИ ПУТ ПП	АВ, ВВ	БУСл, БУСлзг, ТВ1, ТВ2, ТВ3		ТВ2 (БУСл, ТВ1, ТВ2)

напомена:
 ■ велика разлика функционалних рангова, изузетан случај
 - вредности у () могу се применити ако су опција просторна ограничења

Слика 3. Меродавна возила за проверу проходности кружне раскрснице зависно од функционалног ранга прикључних праваца [2]

Кружни коловоз је основни елемент раскрснице по коме се крећу возила свих саобраћајних струја (право, лево и десно). Разликују се услови проходности за једнотрачне раскрснице (тип 1:1:1) када је потребно да прође само једно возило и двотрачне (тип 2:1:2:1 и 2:2:2:2) када је неопходан пролаз два возила паралелно.

Гранични услови провере проходности приказани су на слици 4.



Слика 4. Гранични услови проходности кружног коловоза једнотрачних (а) и двотрачних (б) кружних раскрсница и минималне ширине коловоза (b_k) [2]

5. ПОСЕБНИ ЕЛЕМЕНТИ КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Кружне раскрснице захтевају другачије елементе и опрему него раскрснице са пресецањем саобраћајних струја. Као посебни елементи се издвајају коловоз за десна скретања, јавни превоз, као и пешаци и бициклисти у зони кружне раскрснице. Издвојеним коловозом за десна скретања повећава се пропусна моћ кружне раскрснице, смањује оптерећење кружног коловоза и индиректно повећава сигурност саобраћаја. На путевима градског као и приградског саобраћаја појављује се линијски градски или приградски саобраћај. Њихова стајалишта се лоцирају иза кружне раскрснице.

Пешаци и бициклисти се јављају код градских и само у посебним условима ванградских путева. Као прикладна јављају се два начина вођења бициклистичког саобраћаја: комбиновано вођење бициклистичког и моторног саобраћаја и самостално вођење [3].

6. БЕЗБЕДНОСТ

Безбедност кружних раскрсница зависи од њеног типа, геометријских елемената, брзине вожње, као и од броја конфликтних тачака.

Конфликтне тачке су места на којима се трасе кретања два учесника у саобраћају укрштају, спајају или раздвајају. У зависности од класичне раскрснице кружне имају мањи број конфликтних тачака. Као пример се може упоредити класична једнотрачна четворокрака раскрсница и једнотрачна кружна четворокрака раскрсница где је редуција броја конфликтних тачака возило-возило смањена са 32 на 8.

Треба истаћи и чињеницу да конфликти могу настати као последица легалних и нелегалних маневара што је чест случај код двотрачних кружних раскрсница

7. АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНИХ РАСКРСНИЦА

7.1. Кружна раскрсница – Томашевац

Предмет ове техничке документације били су радови на изградњи кружне раскрснице на укрштају државног пута ПА реда број 130 и планираног општинског пута.

7.1.1. Функционалне и техничке карактеристике пројектних решења

Идејним решењем раскрснице предвиђа се изградња једнотрачне трокраке кружне раскрснице пречника уписане кружнице $D=35,0m$ са ширином коловоза од $7,0m$.

Геометријски елементи прикључних праваца директно су условљени захтевима усмеравања возила која се уливају у кружни ток или се изливају из кружног тока. У складу са величином дијаметра, предметна кружна раскрсница пројектована је са максималним усмеравањем. На свим правцима који се укључују на кружни ток дефинисане су једна трака за улив ширине $3,5m$ и једна трака за излив ширине $3,75m$.

Изливна трака у правцу Добрице пројектована је са ширином $4,0m$, што је условљено проходношћу меродавног возила. Саобраћајна острва су оивичена белим бетонским ивичњаком $24/24$ са надвишењем од $12cm$.

Ивице кружног коловоза према кружном подеонику обликоване су применом елемената другачије структуре, бетонски ивичњак $24/24$ са надвишењем од $12cm$ и бетонске плоче $30 \times 30cm$, $d=8cm$. Уз спољну ивицу коловоза у зони кружног тока примењено је додатно оивичење.

7.1.2. Проходност меродавног возила

Иако је проходност меродавног возила кроз кружну раскрсницу доказала да усвојени елементи ситуационог плана задовољавају проходност, пракса је показала да често настају оштећена ивица коловоза у зони уливних и изливних трака гажењем точкова теретних возила приликом проласка кроз кружну раскрсницу.

Из тог разлога је одлучено за додатно оивичење природним каменом или каменом коцком, чиме се повећава трајност и безбедност раскрснице. За потребе проходности раскрснице коришћено је возило тегљач са полуприколицом. Проходност је приказана на слици 5.



Слика 5. Проходност меродавног возила

7.2. Кружна раскрсница – Башаид

Предмет техничке документације су радови на реконструкцији постојеће површинске раскрснице на укрштају државног пута ИБ реда бр. 13 (км $90+498$) и државног пута ПА реда бр. 117 (км $20+393$).

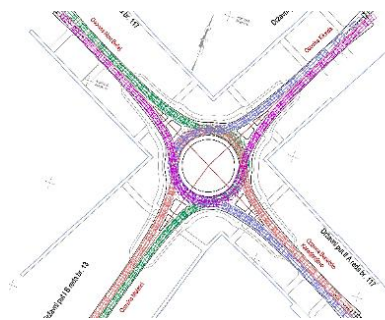
7.2.1. Функционалне и техничке карактеристике пројектних решења

Пројектом се предвиђа изградња једнотрачне четворокраке кружне раскрснице дијаметра $D=40,0m$, са ширином кружног коловоза од $6m$ и ширином прелазног коловоза од $2m$.

Геометријски елементи прикључних праваца су исти као код претходне раскрснице. На правцима који се укључују на кружни ток дефинисане су једна трака за улив ширине $3,5m$ и једна трака за излив ширине $3,75m$. Кружни коловоз и прелазни коловоз су одвојени ивичњаком $12/18$ са надвишењем $4cm$, док је ивичњак $24/24$ са надвишењем од $12cm$ постављен између кружног подеоника и прелазног коловоза. Саобраћајна острва су оивичена бетонским ивичњаком $24/24$ са надвишењем од $12cm$. Обзиром да се раскрсница налази у градској зони, острва имају довољну дужину за уметање пешачких острва.

7.2.2. Проходност меродавног возила

Проходност меродавног возила је доказала да усвојени елементи ситуационог плана задовољавају све услове али је пракса показала да често настају оштећена ивица коловоза због гажења точкова теретних возила приликом проласка кроз кружну раскрсницу. Због тога је око кружног подеоника је урађен прелазни коловоз како већа возила не би оштећивала пратеће елементе раскрснице и да би се повећала безбедност и сигурост кружне раскрснице. Проходност меродавног возила је урађена тако да се омогућава мимоилажење два тегљача са полуприколицом. На слици 6 приказана је проходност меродавног возила.



Слика 6. Проходност меродавног возила

7.3. Кружна раскрсница – Шангај

Предмет пројекта за извођење су радови на реконструкцији раскрснице на укрштају државног пута ИБ 12 (км $173+877$) и Пута шајкашког одреда.

7.3.1. Функционалне и техничке карактеристике пројектних решења

Пројектом за извођење раскрснице предвиђа се изградња трокраке (у будућности четворокраке) двотрачне кружне раскрснице пречника уписане кружнице $D=60,0m$ са ширином коловоза од $9,0m$.

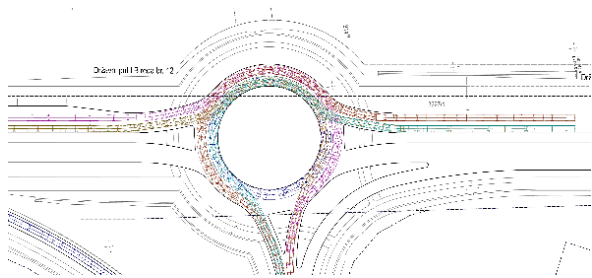
Геометријски елементи прикључних праваца омогућавају максимално усмеравање возила која се уливају и изливају из кружног тока. На правцу из Новог Сад у правцу од аутопута и петље Нови Сад, дефинисане су две траке за улив укупне ширине $7,0m$ и две траке за излив укупне ширине $7,5m$. На правцу из Шангаја дефинисане су једна трака за улив ширине $4,0m$ и једна трака за излив ширине $4,5m$.

Саобраћајна острва су оивичена бетонским ивичњаком $24/24$ са надвишењем од $12cm$. Исти елементи су примењени код обликовања ивица кружног коловоза према кружном подеонику и спољних ивица кружног коловоза.

Предметна кружна раскрсница налази се ван урбаног подручја. На предметној локацији постоје два аутобуска стајалишта која ће бити реконструисана и измештена непосредно после кружне раскрснице. Оно што разликује ову раскрсницу од претходних је издвојени коловоз за десна скретања према насељу Шангај. На прикључењу коловоза на главни правац према насељу Шангај предвиђена је уливна трака ширине 3,0m.

7.3.2. Проходност меродавног возила

На предметној кружној раскрсници очекује се релативно висока концентрација возила већих димензија (теретна возила, аутобуси, >10%). Будући да њихова учестала истовремена појава у истом пресеку коловоза утиче на ниво услуге, брзине кретања возила и ниво сигурности саобраћаја, проходност раскрснице се проверила за паралелно кретање БУС-а дужине 12m. План проходности раскрснице приказан је на слици 7.



Слика 7. Проходност меродавног возила

7.4. Кружна раскрсница – Темеринска улица

Предмет ове техничке документације је појачано одржавање раскрснице на државном путу ПА реда бр. 100 на км 30+988,00 на скретању за мегамаркет („Mercator – S“) у Новом Саду.

7.4.1. Функционалне и техничке карактеристике пројектних решења

Геометрија предметне кружне раскрснице условљена је локалним просторним ограничењима, границама регулација и границама парцела које су у приватном власништву.

Пројектована је кружна четворокрака, двотрачна на главном правцу. Кружни подеоник је са дијаметром од 40,0m и ширином коловоза у кружном току од 9,5m без прелазног коловоза.

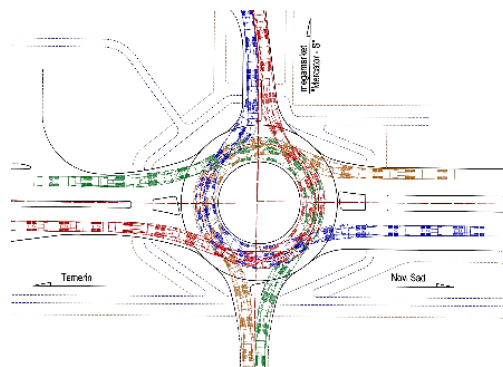
На правцу Темеринског пута са обе стране, дефинисане су по две траке за улив и излив, ширина по 7,0m. У правцу од аутопута ка Новом Саду је дефинисано аутобуско стајалиште ширине 3,0m.

На правцу саобраћајнице која води ка мегамаркету „Mercator - S“ и на прикључку ка комплексу, дефинисане су по једна трака за улив и излив. Ширина улива је 3,25m док је ширина излива 3,75m. Острво за усмерење саобраћаја је пројектовано тако да се дозвољава његово гажење од стране камиона са полуприколицом и оно ће бити израђено од бехатон плоча димензија 10x10cm дебљине 8cm.

Острва која раздвајају саобраћајне токове на осталим прикључним правцима и спољне ивице коловоза оивичене су белим бетонским ивичњацима 24/24, h=12cm док је унутрашња ивица кружног подеоника оивичена истим ивичњацима али са висином h=14cm.

7.4.2. Проходност меродавног возила

С обзиром да се кружна раскрсница налази у градском подручју и да има могућност изласка на Аутопут, на тој деоници је активан тежак теретни саобраћај. Проходност возила је урађена у складу са правилима проходности двотрачне кружне раскрснице. То подразумева паралелну вожњу камиона са полуприколицом у спољњој (десној) траци и путничког аутомобила у унутрашњој (левој) траци. План проходности је приказан на слици 8.



Слика 8. Проходност меродавног возила

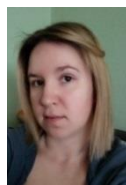
8. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада приказане су основе за планирање и пројектовање кружних раскрсница. Осим основа обрађене су четири раскрснице са аспекта проходности меродавних возила. У зависности од дијаметара раскрсница, ширине кружног коловоза, улива и излива као и меродавних возила, дати су примери проходности за једнотрачне и двотрачне кружне раскрснице.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mihailo Maletin, "Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradu", Orion Art, Beograd, 2005
- [2] Правилник о условима које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута (Сл. гласник РС број 50/11)
- [3] *Priručnik za projektovanje puteva u republici Srbiji* – Javno preduzeće Putevi Srbije, Beograd, 2012

Кратка биографија:



Јелена Исаковић рођена у Новом Саду 1988. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми одбранила је 2021. год.

контакт: isakovic.jelena@yahoo.com