

АНАЛИЗА ПРИМЈЕНЕ РАСКРСНИЦА СА КРУЖНИМ ТОКОМ – ПРИМЈЕР РЕКОНСТРУКЦИЈЕ РАСКРСНИЦЕ У БРЧКОМ

ANALYSES OF THE APPLICATION OF ROUNDABOUTS – AN EXAMPLE OF THE RECONSTRUCTION OF AN INTERSECTION IN BRČKO

Владо Ковачевић, Небојша Радовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду су приказане методолошке поставке за планирање и пројектовање раскрсница у градовима са посебним освртом на кружне раскрснице. Радом су обухваћене методолошке основе за планирање и пројектовање саобраћајница у градовима као и основни принципи за пројектовање површинских раскрсница. Приказана је и анализа примјене кружних раскрсница мултикритеријском анализом. Рад садржи и примјер идејно-инжењерског рјешења реконструкције површинске четворокраке раскрснице на подручју града Брчко.

Кључне ријечи: Површинске раскрснице, принципи пројектовања, пројектни елементи кружних раскрсница, мултикритеријумска анализа.

Abstract – The paper presents the methodological basis of the planning and designing of intersections in cities with special emphasis on the roundabouts. The work includes the methodological basis for the planning and designing of the urban roads as well as the basic principles for the design of level intersections. The paper also presents the analysis of application of roundabouts using multicriteria analysis. The work contains an example of conceptual design of reconstruction of four-way intersection in the city of Brčko.

Keywords: Level intersections, design principles, roundabout design elements, multicriteria analysis.

1. УВОД

У овом раду дате су методолошке основе за планирање и пројектовање раскрсница у градовима. Рад се састоји из два дијела. Први дио рада је теоријски, и у њему су описане методолошке основе планирања и пројектовања раскрсница са кружним током у градовима, основни принципи за геометријско обликовање кружних раскрсница као и анализа примјене различитих концепција површинских раскрсница. У другом дијелу рада-практичном дијелу је приказан примјер идејно-инжењерског рјешења реконструкције раскрснице са промјеном од семафоризоване на кружну раскрсницу.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Небојша Радовић.

У практичном дијелу рада су одрађени сви елементи нове кружне раскрснице, коловозна конструкција са провјером на дејство мраза и анализа функционалности нове кружне раскрснице.

2. ТЕОРИЈСКИ ДИО

2.1. Општи принципи пројектовања

Да би се планирање и пројектовање правилно и успјешно урадило, потребно је дефинисати методолошке основе на чијим фундаментима се заснива цио даљи ток пројектовања.

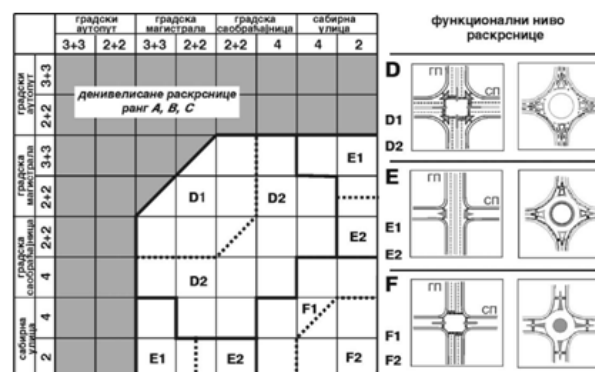
Независно од концепцијских типова површинских раскрсница као први корак треба дефинисати опште принципе који имају универзалну важност као што су функционална класификација и просторна организација [1].

2.1.1. Функционална класификација површинских раскрсница

Постоје три основна функционална нивоа градских површинских раскрсница [3]:

- Функционални ниво D,
- Функционални ниво E,
- Функционални ниво F.

Сваки од наведених нивоа има своје специфичне карактеристике. Може се закључити да функционалност раскрснице зависи од карактеристика главног правца као и споредних праваца.



Слика 1. – Функционална класификација површинских раскрсница [3]

Функционална класификација је први корак у пројектовању површинских раскрсница. Дакле при приступању пројектовању треба на првом мјесту одредити функционални ниво будуће раскрснице, и на основу усвојеног нивоа кренути у даље пројектовање.

Функционални ниво „D“ је највиши ниво површинских раскрсница у граду и лоцира се на пресецима главних градских саобраћајница приближно истог ранга. Код раскрсница са кружним током овој групи припадају раскрснице са по двије уливне траке и пречником круга 32-40м.

Функционални ниво „E“ јавља се на пресецањима саобраћајница битно различитог функционалног ранга и саобраћајног оптерећења. Код раскрсница са кружним током овој групи припадају раскрснице са двије уливне на главном и једном(двije) уливне траке на споредном правцу и пречником круга 22-35м.

Функционални ниво „F“ обухвата раскрснице на пресецима саобраћајница мањег значаја и саобраћајног оптерећења. Код раскрсница са кружним током типу F1 припадају раскрснице са двије(једном) уливном траком на главном и једном уливном траком на споредном правцу и пречником 22-35м, а типу F2 са по једном уливном траком и пречником 15-25м.

2.1.2. Просторна организација површинских раскрсница

Полазни услов за успјешно рјешавање проблема који се јављају у зонама површинских раскрсница је концепцијски исправно постављање просторне организације раскрснице. У зависности од могућих пројектних рјешења површине које обухватају предложена рјешења могу бити битно различите.

За одређивање неопходне површине и уклапања у расположиви простор код класичних раскрсница мјеродаван је број и дужина трака за сортирање возила, док је код кружних раскрсница спољашњи радијус.

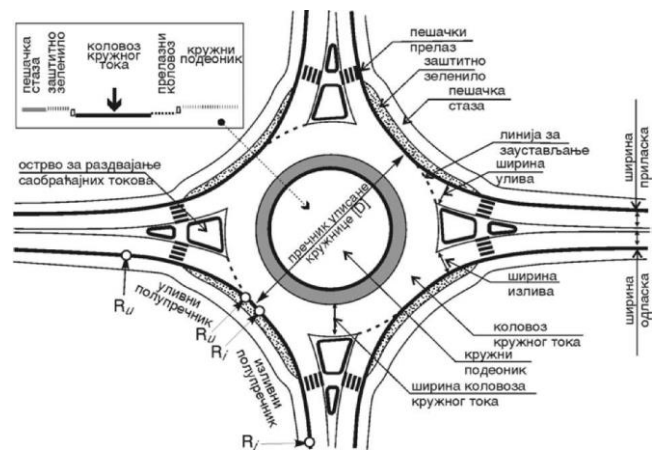
Разноликост специфичности раскрсница је велика, тако да није могуће генерализовати све параметре који су потребни да би се задовољио критеријум просторне организације, међутим основни параметри се морају поштовати.

Основни параметри су:

- конфликтне и колизионе тачке,
- принципи вођења пресјечних праваца,
- карактеристична подручја и зоне површинске раскрснице,
- принципи каналисања површинских раскрсница,
- спољна прегледност површинске раскрснице,
- и други.

2.1.3. Типологија раскрсница са кружним током

Избор типа раскрснице се намеће као један од полазних корака у пројектовању раскрсница. Сем функционалне класификације и просторне организације врло је битно изабрати правилан тип површинске раскрснице.



Слика 2. – Основни елементи и терминологија кружних раскрсница [3]

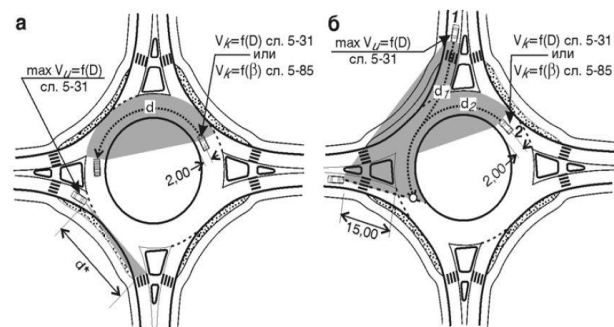
2.2. Геометријско обликовање кружних раскрсница

Пројектовање геометрије савремених раскрсница са кружним током представља тражење компромиса између капацитета и сигурности. Раскрснице са кружним током функционишу сигурније уколико геометријски елементи условљавају смањење брзине у кружном току. Као битне ставке које одређују геометријско обликовање кружних раскрсница наводе се:

- Прегледност у кружним раскрсницама,
- Ситуациони план и
- Нивелациони план.

2.2.1. Прегледност у кружним раскрсницама

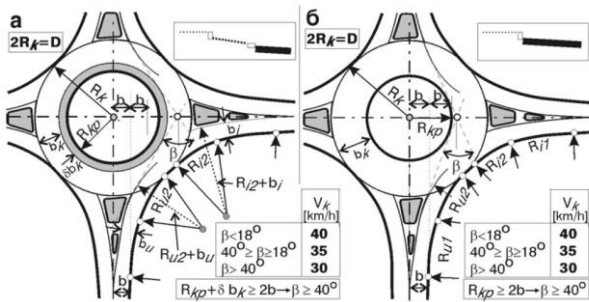
Прегледност у подручју кружне раскрснице мора бити сагласна начину функционисања тј. возила у кружном току увијек имају предност у односу на возила која се уливају као и осталим функционално-просторним карактеристикама.



Слика 3. – Функционална класификација површинских раскрсница

2.2.2. Ситуациони план

Ситуациони план је веома битан у фази пројектовања. Димензије елемената кружне раскрснице се одређују на основу аспекта безбједности саобраћаја као и проходности мјеродавних возила. Димензије елемената су стандардизоване у разним правилницима, па се они усвајају на основу препорука које су дате у стандардима као што је приказано на слици 4.

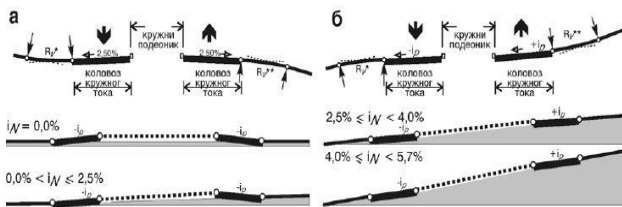


Слика 4. – Полазни елементи за обликовање ситуационог плана кружне раскрснице:
а- са проширењем кружне коловоза и
б- без проширења [3]

2.2.3. Нивелациони план

При пројектовању кружних раскрснице, посебна пажња треба се посветити вертикалном вођењу путева, тј. подужним падовима путева који се укрштају, вертикалним кружним елементима и попречним падовима кружне саобраћајне траке.

При уређивању нивелационог плана раскрснице треба се водити основним принципима. Један од основних принципа је тај да се кружна раскрсница треба пројектовати у хоризонталу и са попречним нагибом кружног коловоза усмјереним од подионика ка спољној ивици што је могуће постићи код новоградње одговарајућим вођењем нивелете пресјечних праваца. Наравно, постоје и случајеви у којима није тако, па се тада нивелете пресјечних праваца и попречни нагиб кружног коловоза усклађују са пружањем терена.



Слика 5. – Вођење нивелете прикључних праваца и попречни нагиби кружног коловоза у подручју кружне раскрснице: **а-** приближно хоризонтална нивелета прикључног правца и **б** – у већем подужном нагибу

2.3. Мултикритеријумска анализа

Раскрснице због својих карактеристика представљају критична мјеста на путној и градској мрежи и због тога морају бити детаљно и пажљиво анализирани. На основу дефинисаних карактеристика саобраћајног тока и посебних захтјева и услова који се односе на ранг саобраћајница које се укрштају, приликом пројектовања и реконструкције путева и улица потребно је испитати различита варијантна рјешења раскрсница и њихове функционалне карактеристике.

2.3.1. Параметри за избор типа раскрснице

Избору типа раскрснице треба да претходи детаљна анализа и поређење могућих алтернатива.

Да би се донијела одлука о избору кружне или класичне раскрснице потребно је урадити студију оправданости, где је потребно провјерити основне критеријуме за избор типа раскрснице.

Основни критеријуми и подкритеријуми који се анализирају су [4]:

1. Критеријум саобраћајне сигурности са подкритеријумима:
 - услови локације
 - конфликтне тачке
2. Критеријум протока саобраћаја са подкритеријумима:
 - пропусна моћ
 - геометријске карактеристике
 - временски губици возила
 - квалитет протока
3. Критеријум просторног уклапања са подкритеријумима:
 - површинско уклапање
 - естетско уклапање
4. Критеријум економичности са подкритеријумима:
 - трошкови грађења
 - трошкови одржавања

2.3.2. Резултати мултикритеријумске анализе

Метода која је примијењена у мултикритеријумској анализи базира се на основним критеријумима који се узимају у обзир при избор типа раскрсница и функционалним условима које свака раскрсница мора да испуни.

На основу наведених критеријума и функционалних услова формира се матрица са главним критеријумима и подкритеријумима којима се додјељује одређена тежина према значају који имају у избору типа раскрснице.

Вриједновање критеријума и подкритеријума је нумеричко, а оцјене су од **1=лоше** до **5=одлично** решење. Матрицом се прорачунава укупно вриједновање сваког предложеног типа раскрснице. Пример резултата анализе приказан је на слици 6.

Главни критериј	Подкритериј	Вредновање		
		Оцјена: 5=одлично, 1=лоше		
		Двотрачни ротор	Turbo ротор	Семафорисана раскрсница
Саобраћајна сигурност	Услови локације	2	5	3
	Конфликтне тачке	2	5	3
Проток саобраћаја	Квалитет протока	2	4	3
	Геометријске карактеристике	3	4	5
Просторно уклапање	Површинско уклапање	2	3	4
	Естетско уклапање	2	5	4
Економичност	Трошкови грађења	4	4	3
	Трошкови одржавања	4	3	2
Укупно вредновање		2,55	4,24	3,28

Слика 6. – Резултати мултикритеријумске анализе[4]

На основу упоређивања резултата анализе долази се до закључка који тип раскрснице је оправдан за дати случај, што у многоме доприноси у одлучивању при пројектовању.

3. ПРАКТИЧНИ ДИО

3.1. Увод

У практичном приказан је примјер идејно-инжењерског решења реконструкције постојеће раскрснице.

3.2. Предметни задатак

Предметни задатак се односи на идејно-инжењерско рјешење реконструкције раскрснице на транзитном саобраћају у градском подручју града Брчко. Задатак је урађен на основу подлога које су преузете од предузећа „ЈП Путеви Брчко“ Брчко.

3.3. Анализа саобраћаја

Према подацима о бројању саобраћаја ПГДС за ову раскрсницу износи 25158 воз/дан.

Табела 1: Мјеродавна возила и ПГДС

ПА	БУС	ТВ	ПГДС
24277	252	629	25158

На основу бројања саобраћаја одређено је и еквивалентно саобраћајно оптерећење које износи $T_u=1,02 \times 10^7 \times ESO82kN$.

3.4. Елементи кружне раскрснице

За предметну раскрсницу усвојена је брзина на раскрсници $V_{ras}=30$ км/ч, док су пројектне брзине на прилазним саобраћајницама $V_p=60$ км/ч. Због постојећег стања раскрснице и функционалности, кружни ток је пројектован са двије коловозне траке. На основу брзина и уз поштовање прописа и приједлога датим „Смјерницама за пројектовање, грађење, одржавање и надзор на путевима“ пројектовани су сљедећи елементи кружне раскрснице:

Табела 1: Димензије елемената кружног тока [3]

Дијелови кружне раскрснице	Димензије
Ширина кружног коловоза	9,0 м
Спољни пречник кружног тока	38,0 м
Уливне траке	3,0 м
Изливне траке	3,75м
Попречни нагиб кружног коловоза	2,5%

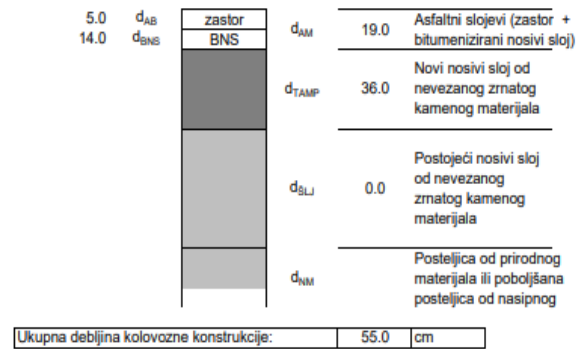
3.5. Димензионисање коловозне конструкције

Димензионисање коловозне конструкције вршено је према важећем стандарду СРПС У.Ц4.012.

Параметри на основу којих је урађено димензионисање су [2]:

- Пројектни период.....20година
- Возна способност површине коловоза.....2,5
- Еквивалентно саобр. оптерећење... $1,02 \times 10^7 \times ESO82kN$
- Климатско хидролошки услови.....2,5
- Носивост материјала у постелјници7%

Усвојена коловозна конструкција:



Слика 7. – Приказ усвојене коловозне конструкције

Приказана коловозна конструкција је контролисана и на штетно дејство мрза.

4. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада приказане су методолошке основе за планирање и пројектовање површинских раскрсница са посебним освртом на кружне раскрснице. Осим методолошких основа обрађена је и тема анализе избора одговарајућег типа површинских раскрсница мултикритеријумском анализом. Урађено је и идејно-инжењерско рјешење реконструкције раскрснице на транзитном саобраћају у градском подручју града Брчко. Овим рјешењем је постојећа семафоризована раскрсница претворена у кружни ток.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] „Одабрана поглавља из планирања и пројектовања саобраћајница у градовима“ - писана предавања – Небојша Радовић
- [2] „Коловозне конструкције“ - Ђорђе Узелац
- [3] „Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима“ - Михајло Малетин
- [4] „Избор типа раскрснице примјеном мултикритеријске анализе“ - Зоран Кењић

Кратка биографија:



Владо Ковачевић рођен је 13.10.1993. године у Милићима. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви и саобраћајнице, одбранио је 2024. године.



Небојша Радовић рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2006. год., а од 2020. год. је редовни професор на Факултету Техничких Наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.