



ПРИМЕНА ТУРБО КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА У ПРОЦЕСУ ПРОЈЕКТОВАЊА  
ГРАДСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА – ПРИМЕР КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ БУЛЕВАР  
ЦАРА ЛАЗАРА И ФРУШКОГОРСКЕ УЛИЦЕ У НОВОМ САДУ

USING TURBO-ROUNDAABOUTS IN THE PROCESS OF DESIGNING URBAN ROADS –  
AN EXAMPLE OF THE ROUNDAABOUT OF BULEVAR CARA LAZARA AND  
FRUSKOGORSKA STREET IN NOVI SAD

Ненад Кеџман, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област- ГРАЂЕВИНАРСТВО

**Кратак садржај** – У раду су приказане методолошке основе за планирање и пројектовање „турбо” кружне раскрснице Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице у Новом Саду. Извршена је детаљна саобраћајна анализа и бројање саобраћаја да би се утврдило да ће новопројектованим решењем турбо кружне раскрснице створити бољу проточност и виши ниво усуге. Коловозна конструкција је димензионисана на основу прогнозираног саобраћајног оптерећења.

**Кључне речи:** Турбо кружна раскрсница, планирање, пројектовање.

**Abstract** – This work presents the methodological bases for planning and designing of the turbo-roundabouts of the Boulevard cara Lazara and Fruskogorske Street in Novi Sad. Detailed traffic analyzes and counting traffic have been carried out to determine that the newly developed solution of the turbo circular crossroads will create a better flow and a higher level of intensity. The pavement structure is dimensioned based on the forecasted traffic load.

**Keywords:** Turbo-roundabouts, planning, designing.

## 1. УВОД

У раду је приказана методологије планирања и пројектовања турбо кружне раскрснице на раскрсници Булеvara цара Лазара у Фрушкогорске улице. Дат је кратак опис историјског развоја раскрсница са кружним током, општи принципи пројектовање и типологија површинских кружних раскрсница као и анализа примене површинских раскрсница са турбо кружним током у процесу пројектовања градских саобраћајница. Извршена је детаљна саобраћајна анализа постојеће трокраке раскрснице.

У раду је предложено идејно решење нове турбо кружне раскрснице Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице, у којем је анализирано ситуационо решење са подужним профилем,

нивелационо решење коловозна конструкција, оивичење, оквирни предмер и предрачун.

## 2. АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ПОВРШИНСКИХ РАСКРСНИЦА СА ТУРБО КРУЖНИМ ТОКОМ У ПРОЦЕСУ ПРОЈЕКТОВАЊА ГРАДСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА

### 2.1 Саобраћајно оптерећење, пропусна моћ и ниво услуге

За пројектовање површинских раскрсница па тако и „турбо” кружних раскрсница, меродавна саобраћајна оптерећења рашчлањују се по саобраћајним струјама са детаљном структуром по врстама возила. Меродавни параметар за пројектовање површинских раскрсница дефинише се програмским условима и нивоом услуге раскрснице (НУР), који мора бити истог нивоа као и за деоницу између раскрсница. Изузетно, у реконструкцији и у рехабилитацији може се прихватити за један степен нижи ниво услуге.

### 2.2 Саобраћајно оптерећење, пропусна моћ и ниво услуге

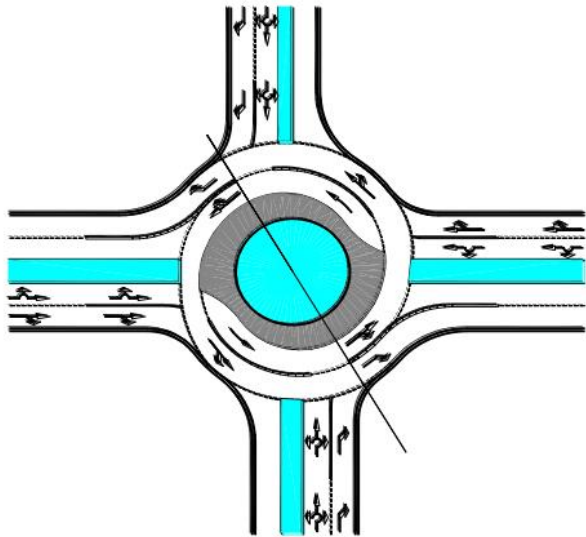
Прегледност у подручију чисте кружне раскрснице, па тако и „турбо” кружне раскрснице мора бити сагласан начину функционисања тј. **возила у кружном току увек имају предност у односу на возила која се уливају** као и осталим функционалним-просторним карактеристикама.

Једина битна разлика јесте да код турбо кружних раскрсница саобраћајни токови су одвојени још испред улива у кружну раскрсницу. Раздвојне траке заузимају све време вожње кроз кружну раскрсницу, а одвојено су саобраћајни токови вођени и на изливу из кружне раскрснице.

Када се возач на уливу у турбо кружну раскрсницу одлучи на којем изливу ће напустити кружну раскрсницу, одлуку више није могуће мењати. Возач мора да изабере одговарајућу возну траку већ на уливу у кружну раскрсницу, јер овај тип кружне раскрснице не дозвољава промену возних трака у кружној раскрсници.

## НАПОМЕНА:

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



Слика 1. Основни концепт раскрснице и оса симетрије

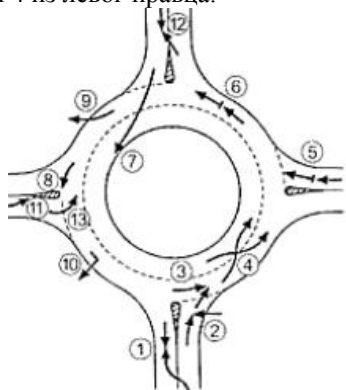
Овај, наизглед недостатак је у суштини основна предност турбо кружних раскрсница, јер нема конфликтних тачака преплитања. Зато су и проточност и ниво саобраћаја у двотрачној турбо кружној раскрсници већи него у „обичној” двотрачној кружној раскрсници са по две уливне и изливне траке на сваком краку раскрснице.

### 2.3 Услови саобраћајне безбедности у турбо кружним раскрсницама

Главна предност турбо кружних раскрсница у поређењу са „обичном” двотрачном кружном раскрсницом са двотрачним уливима и изливима јесте:

- мањи борј конфликтних тачака укрштаја: који је остварен смањењем броја укрских саобраћајних токова,
- елиминација конфликтних тачака преплитања на кружном коловозу: која је остварена одвојеним вођењем појединачних саобраћајних струја.

Као што је приказано на Слици 2. обична двотрачна кружна раскрсница има 24 конфликтних тачака од тога 8 у левим правцима, 8 из левог правца, 6 укрштања и 2 преплитања, а турбо кружна раскрсница има 14 конфликтних тачака од тога 6 у левим правцима, 4 укрштања и 4 из левог правца.



Слика 2. Слика типова саобраћајних несрећа у двотрачним „обичним” кружним раскрсницама

### 2.4 Разделна острва

Разделно острво позитивно утиче на безбедност, како моторних возила, тако и немоторизованих учесника у саобраћају, а побољшава и проточност кружне раскрснице. Разделно острво има и функцију усмеравања (вођења) возила на уливу у кружну раскрсницу, а истовремено и заштите пешака (и бициклиста) приликом прелажења крака кружне раскрснице. Зато је његова употреба обавезна и у турбо кружној раскрсници.

### 2.5 Централно острво

Централно острво турбо кружне раскрснице се, по правилу, састоји из три дела: прегазног дела, условно прегазног дела и непрегазног дела. Прегазни део централног острва представља оивичење од префабрикованих бетонских елемената, који представљају прелаз са кружне саобраћајне траке на условно прегазни део централног острва. На спољашњем делу, где се граничи са кружном саобраћајном траком, од ње је издигнут за 2-3 cm, а спољашњи део је виши 12-13cm.

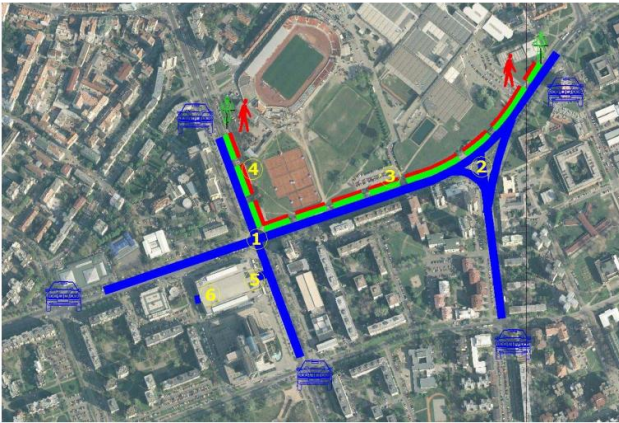
## 3. САОБРАЋАЈНА АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Нови Сад је највећи град а уједно и главни град Аутомне Покрајне Војводине. Општинско подручје Града Новог Сада окружују општине Бачки Петровац, Врбас, Темерин, Жабаљ, Тител, Инђија, Сремски Карловци, Ириг и Беочин, чији становници, заједно са становницима још неких општина Јужнобачког округа, гравитирају Новом Саду. Нови Сад се налази 80 km северозападно од Београда и Међународног аеродрома „Никола Тесла” и 346 km јужно од Будимпеште ауто-путем Е-75. Свакодневне железничке линије за Беч, Будимпешту, Праг, Кијев и Москву као и аутобуске линије повезују Нови Сад са европским градовима. Такође, Нови Сад се налази у непосредној близини ауто-пута Е-70 и железничког коридора који повезује Београд и Загреб. До аеродрома Никола Тесла потребно је око 90 минута вођења. Главна градска саобраћајница је Булевар ослобођења, који се пружа правцем север-југ и води од железничке станице, а на њега се наставља Мост слободе. Значајније улице са којима се Булевар ослобођења укршта су: Булевар Јаше Томића, Булевар краља Петра I, Новосадског сајма, Павла Папа, Футошка, Јеврејска, Браће Рибникар, Максима Горког, Народног фронта и Булевар цара Лазара.

### 3.1 Саобраћајна анализа за изградњу турбо кружне раскрснице Булевара цара Лазара и Фрушкогорске улице у Новом Саду

Циљ ове саобраћајне анализе је да се утврди утицај измене геометрије раскрснице на услове одвијања саобраћаја на путној и уличној мрежи Новог Сада као и да се изврши вредновање различитих решења раскрснице уз одређивање оптималне варијанте. Предуслов за израду ове анализе је да се сагледа постојеће и планирано стање уличне мреже, те да се изврше потребна саобраћајна истраживања која треба да се усагласе са транспортним моделом Новог Сада

(НОСТРАМ-ом). Поред тога, неопходно је сагледати урађену планску документацију у вези изградње тржног центра „Променада” и да се након тога изврши одговарајућа микросимулација. Бројање саобраћаја подразумевало је бројање моторних возила, пешака и бициклиста на следећим локацијама



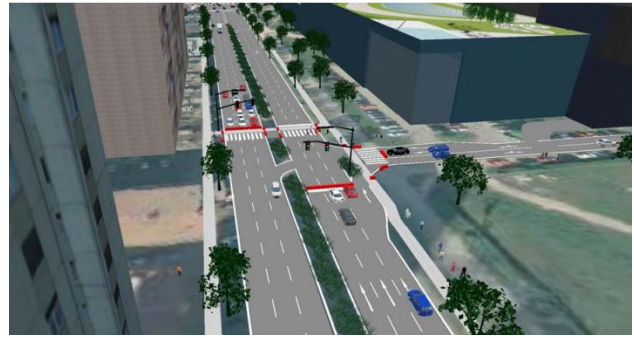
Слика 3. Локације на којима је извршено бројање саобраћаја

Након изградње трговинског центра, већ преоптерећена раскрсница Булеvara ослобођења и Булеvara цара Лазара додатно ће се оптеретити новим путовањима које ће генерисати предметни објекат. То подразумева нижи ниво услуге и безбедности на овој раскрсници, веће временске губитке и редове возила које чекају пролаз. Функционисање раскрснице Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице, такође ће претрпети додатна оптерећења, али не у мери колико претходно наведена раскрсница.

### 3.2 Формирање варијантних решења и калибрација модела

У току анализе посебно је разматрана претпоставка око режима који би требало да се успостави у моделу у вези раскрснице Булеvara ослобођења и Булеvara цара Лазар. Уочено је да би се у варијанти изградње тржног центра стварао далеко већи проблем због полукружних скретања возила на Булеvarу ослобођења (северни прилаз) који би приступали тржном центру, те да би се избегла ова проблематична полукружна скретања анализиран је режим у моделу да су ова скретања забрањена и да су делимично ограничена.

Забраном полукружних скретања долази до другачије прерасподеле саобраћаја у оквиру модела. Ова мера је сасвим прихватљива и логична јер је предвиђена изградња кружне раскрснице Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске тако да ће она омогућити лакши приступ тржном центру, што у постојећем стању раскрснице није могуће. Изградњом кружног тока потребно је изместити пешачка и бициклистичка кретања на предметној раскрсници. Једно од предлога решења јесте да се постојећи пешачки прелаз који се налази на западном прилазу раскрснице Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице измести даље од кружне раскрснице и да се позиционира наспрам улаза у планирни тржни центар.



Слика 4. Предлог позиције пешачког прелаз

Закључак на крају ове саобраћајне анализе јесте да се предлаже изградња „турбо” кружног тока на раскрсници Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице. Овим решењем би се у потпуности остварила потребна функционалност раскрснице и одговарајући ниво транспортног рада на овом делу уличне мреже.



Слика 5. Кружна раскрсница Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице

## 4. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ ТРОКРАКЕ, ПОВРШИНСКЕ РАСКРСНИЦЕ ФРУШКОГОРСКЕ УЛИЦЕ И БУЛЕВАРА ЦАРА ЛАЗАРА

### 4.1 Технички опис

Као основни улазни податак за формирање изгледа кружне раскрснице, броја саобраћајних трака на „улазу” и „излазу” из кружног тока као и потребне ширине коловоза у кружном току, послужила је претходна израђена саобраћајна анализа. Предуслов за израду ове анализе био је да се сагледа постојеће и планирано стање уличне мреже као и да се изврше сва потребна саобраћајна истраживања ужег и ширег подручја будуће раскрснице. У анализи је узет у обзир и утицај будућег трговинског центра на углу Булеvara ослобођења и Булеvara цара Лазара (ТЦ „Променада”).

### 4.2 Ситуационо решење

Предложена „турбо” кружна раскрсница или кружна раскрсница са спиралним кружним током је вишестрачна кружна раскрсница, на којој су саобраћајни токови међусобно физички раздојени. Раздвајање токова постиже се „заобљеним”

ивичњацима, који спречавају преплитања возила како на уливу и изливу тако и при кретању кроз сам кружни ток. Одвајање токова не доприноси само удобности возње већ и вишем нивоу саобраћајне безбедности. Димензије ове кружне раскрснице сврставају је у групу стандардних по величини.

### 4.3 Нивелационо решење

С обзиром на чињеницу да пројектовано ситуационо решење прилазних токова будућој кружној раскрсници одговара постојећем стању, нивелација новог коловоза Булеvara цара Лазара усклађена је са постојећом нивелетом, уз корекцију попречног нагиба и обезбеђења минималног подужног нагиба коловоза, потребног за сигурно отицање воде до пројектованих и постојећих сливиника. Попречни нагиб пешачких и бициклситичких стаза је  $i_p = 2.0 \%$ .

## 5. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТУРБО КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

За димензионисање коловозне конструкције „турбо“ кружне раскрснице је коришћена једна од најчешћих метода за димензионисање флексибилних коловозних конструкција која се заснива на емпиријској основи, а дата је према важећем стандарду *SRPS U.C4.012*. Полазни параметар за прорачун дебљине коловозне конструкције у овој методи јесте саобраћајно оптерећење ( $T_m$ ), које је изражено преко броја прелаза еквивалентних стандардних осовина од 82 kN (ЕСО 82).

### 5.1 Димензионисање саобраћајнице

На основу пројектног задатка, геомеханичких истражних радова и добијених резултата у лабораторији, бројања саобраћаја и детаљне извршене саобраћајне анализе усвојено је тешко саобраћајно оптерећење од  $T_m = 5.5 \times 10^6$  ЕСО и ЦБР = 10 % на постелици од песка. Усвојена коловозна конструкција је: АБ 11с ПмБ  $d=5$  cm, БНС 22сА ПмБ  $d=6+6=12$  cm,  $d_{DK1}=15$  cm (0/31,5),  $d_{DK2}=25$  cm (0/63).

## 6. ЗАКЉУЧАК

За „турбо“ кружну раскрсницу пре свега потребно је подећи свест код возача да боље прате хоризонталну и вертикалну сигнализацију, јер се стиче утисак да све више нових а доста и старих возача не прати или никад није толико обраћало пажњу на овај веома важан детаљ код учествовања у саобраћају.

Нова „турбо“ кружна раскрсница које је прва у Новом Сад, а и у Србији која ће вероватно каснијом експанзијом се проширити и на остале градове доносећи многи добрих могућности и предности која класична „чиста“ кружна раскрсница нема. Локација нове турбо кружне раскрснице као што је већ утврђено детаљном саобраћајном анализом показала је да ће задовољити све саобраћајне аспекте.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Приручник за пројектовање путева у Републици Србији, Функционали елементи површине путева – Кружне раскрснице
- [2] Смјернице за пројектирање крижних раскрижја са спиралним током кружног колника на државним цестама, Грађевински факултет свеучилишта у Риједи
- [3] Правилник о условима које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута (“Службени гласник РС”, бр. 50/11).
- [4] Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима, Михајло Малетин, Орион Арт, Београд 2005.
- [5] Основе планирања и пројектовања кружних раскрсница у градовима, Михајло Малетин, Грађевински факултет у Београду
- [6] Идејни решење за изградњу кружне раскрснице Булеvara цара Лазара и Фрушкогорске улице у Новом Саду на к.п. 7815/1, 7814/1, 3553/20, 3653/1, 3609/5, 3610/2, 3611/2, 3611/3, 3612/2, 3612/1 К.О. Нови Сад 2, јун 2017

### Кратка биографија:



**Ненад Кеџман** рођен је у Зрењанину 1990. год. Октобра 2009. год. уписује основне студије на Факултету техничких наука из области Грађевинарства. Јуна 2014. године стиче звање дипломираног грађевинског инжењера на одсеку за путеве, железнице и аеродроме. Мастер рад на Факултету техничких наука из области градских саобраћајница одбранио је у јулу 2019. године.