

# **ЗНАЧАЈ ПРЕПРОЈЕКТОВАЊА И РЕКОНСТРУКЦИЈЕ КЛАСИЧНИХ СЕМАФОРИЗОВАНИХ РАСКРСНИЦА У КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ (РОТОРЕ) У ГРАДСКИМ ПОДРУЧЈИМА, СА АСПЕКТА ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ**

Н. Чубрило, дипл.инж.саоб., М. Кувелјић, дипл.инж.саоб.  
*Институт за путеве а.д., Београд, Кумодрашка 257*  
*saob@highway.rs*

# 1. УВОД

Раскрснице представљају везне тачке у уличној и путној мрежи. Омогућавају повезивање делова мреже у једну целину и тиме функционисање укупног саобраћајног система. Задатак раскрсница је да на саобраћајно безбедан, брз и економски оправдан начин изврше расподелу корисника на жељене смерове кретања, уз минималне негативне утицаје на животну средину.

Раскрснице се генерално могу поделити на:

- *раскрснице у нивоу или површинске раскрснице и*
- *раскрснице у више нивоа или денивелисане раскрснице.*

Код површинских раскрсница се интерни односи између саобраћајних токова решавају у истој равни, на заједничкој коловозној површини. Раскрснице у нивоу (*површинске раскрснице*) представљају најбројнију групу раскрсница на уличној мрежи градских агломерација.

С обзиром на облик и начин регулисања саобраћаја, површинске раскрсница се могу поделити на:

- *класичне (не) сигнализоване раскрснице и*
- *кружне раскрснице (тзв. роторе).*

***Кружне раскрснице*** су укрштаји на којима се регулисање саобраћаја и право првенства пролаза врши искључиво применом вертикалне и хоризонталне саобраћајне сигнализације.

***Сигнализоване раскрснице*** представљају укрштаје на којима се регулисање саобраћаја и контрола права првенства пролаза врши применом светлосних сигнала (семафора).

У току планирања и пројектовања саобраћајних укрштаја, често се поставља основно питање, а то је који тип раскрсница треба применити у експлоатацији: *класичну (не) сигнализовану или кружну раскрсницу*.

Да би се донела правилна одлука, потребно је у оквиру *Студије оправданости* изградње нове, односно ***реконструкције постојеће раскрснице***, проверити основне критеријуме за избор типа раскрснице.

Основни критеријуми који се узимају у обзир при избору типа раскрснице су:

- *критеријум безбедности саобраћаја,*
- *критеријум протока саобраћаја, тј. капацитета*
- ***критеријум заштите животне средине,***
- *критеријум просторног уклапања,*
- *критеријум економичности (смањење трошкова експлоатације и времена путовања услед редукације времена чекања моторних возила на прилазима раскрснице).*

## 2. УПОРЕДНА АНАЛИЗА СИГНАЛИСАНЕ И КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Значај препројектовања и реконструкције класичних сигналисаних раскрсница у кружне раскрснице (роторе) у градским срединама се огледа у чињеници да при подједнако распоређеном саобраћајном оптерећењу на свим прилазима раскрснице, **кружне раскрснице** омогућавају бољи проток саобраћаја, а тиме и мање временске губитке у односу на сигнализоване раскрснице.

Геометријска форма кружних раскрсница омогућава практично константну брзину возње кроз кружни прстен (укључујући брзину при уласку и изласку), која се креће између 35 и 45 km/h.



Код кружних раскрсница време чекања на улазак у кружни прстен је директно зависно од прилива саобраћаја по краковима и временских празнина у протоку унутар прстена, испред датог улаза. То значи да је време чекања на улазак у кружну раскрсницу у просеку мање у односу на једнако оптерећене сигнализоване (семафоризоване) раскрснице. Код сигналованих раскрсница, сва возила имају обавезу заустављања испред *црвеног сигнала*, без обзира на обим и временску неравномерност саобраћајног оптерећења оних прилаза, чија се кретања не налазе у заједничкој сигналној фази.

Иако се данас ови проблеми у инжењерској пракси, доста једноставно решавају применом *детектора саобраћаја* (индуктивне петље у коловозу) или *видео камера*, потпуна искоришћеност расположивог времена практично није могућа.

Разлог је у чињеници што сигнални планови обухватају обавезна заштитна времена између различитих фаза (*све црвено*).

Са становишта *заштите животне средине*, свако кочење и заустављање моторних возила, чекање испред црвеног светлосног сигнала, кретање из стања мировања, а затим убрзавање доводи до повећања *нивоа буке и емисије штетних издувних гасова*.

Према резултатима истраживања спроведених у Холандији и Шведској, кружне раскрснице, апсолутно доприносе редукцији саобраћајне буке и смањењу емисије штетних гасова. У анализираним ситуацијама регистровано је смањење нивоа буке за око 3 dB (A), односно смањење емисије угљен-мооксида (CO) за 29% и азот-мооксида (NO) за 21%.



*У оквиру овог рада извршена је упоредна анализа резултата емисије штетних издувних гасова и нивоа буке код постојеће семафоризоване четворокраке и новопројектоване кружне раскрснице, са саобраћајним оптерећењем свих прилаза у реалним условима одвијања саобраћаја.*

Поступак утврђивања нивоа буке, емисије штетних гасова и олова је спроведен коришћењем софтверског пакета **SIDRA, ver. 5.20a**, развијеног у Аустралијској истраживачкој лабораторији за путеве.

Резултати спроведене анализе за сигнализовану раскрсницу су приказани у **Прилогу А**.

**Прилог Б** приказује резултате за новопроектвану кружну раскрсницу (*двотрачна кружна раскрсница са две траке на улазу и једном на излазу*).

Раскрсница је лоцирана у градском подручју Смедерева, на укрштају улица 17. октобра и Носилаца Албанске споменице.

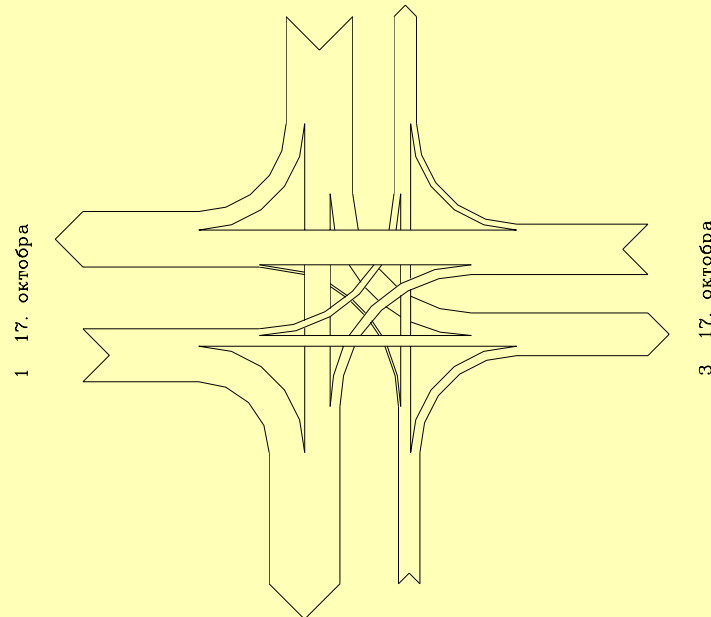
У слици 1 је приказано саобраћајно оптерећење у вршном часу (**14-15 h**) на постојећој сигнализаној (семафоризованој) раскрсници.

Саобраћајно оптерећење у вршном часу  
(14–15h)

Саобраћајна слика

|        | 1   | 2   | 3   | 4   | Сума ИЗ |
|--------|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1      | 0   | 268 | 80  | 51  | 399     |
| 2      | 17  | 0   | 70  | 75  | 162     |
| 3      | 261 | 74  | 0   | 45  | 380     |
| 4      | 140 | 192 | 171 | 0   | 503     |
| сума у | 418 | 534 | 321 | 171 | 1444    |

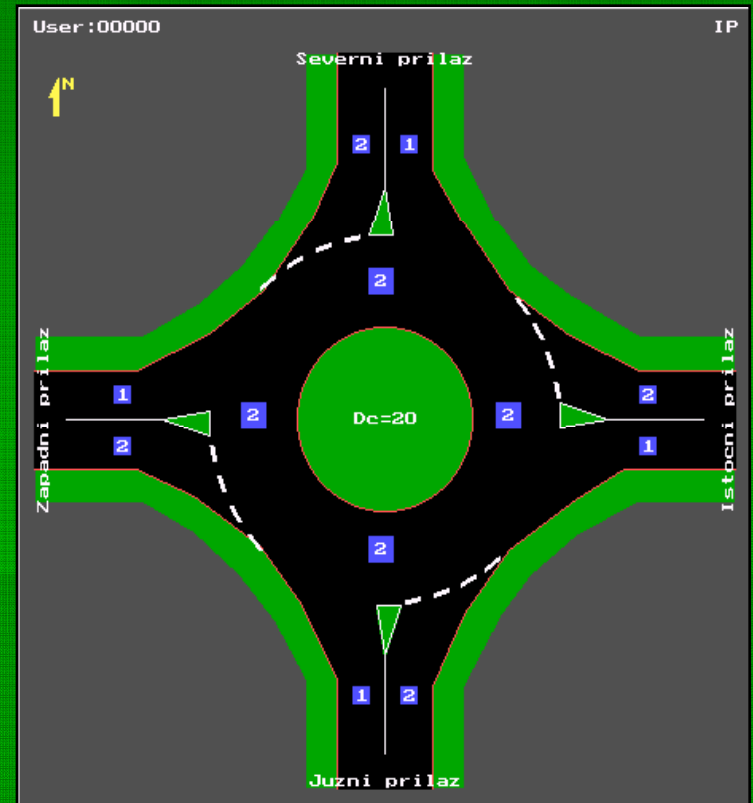
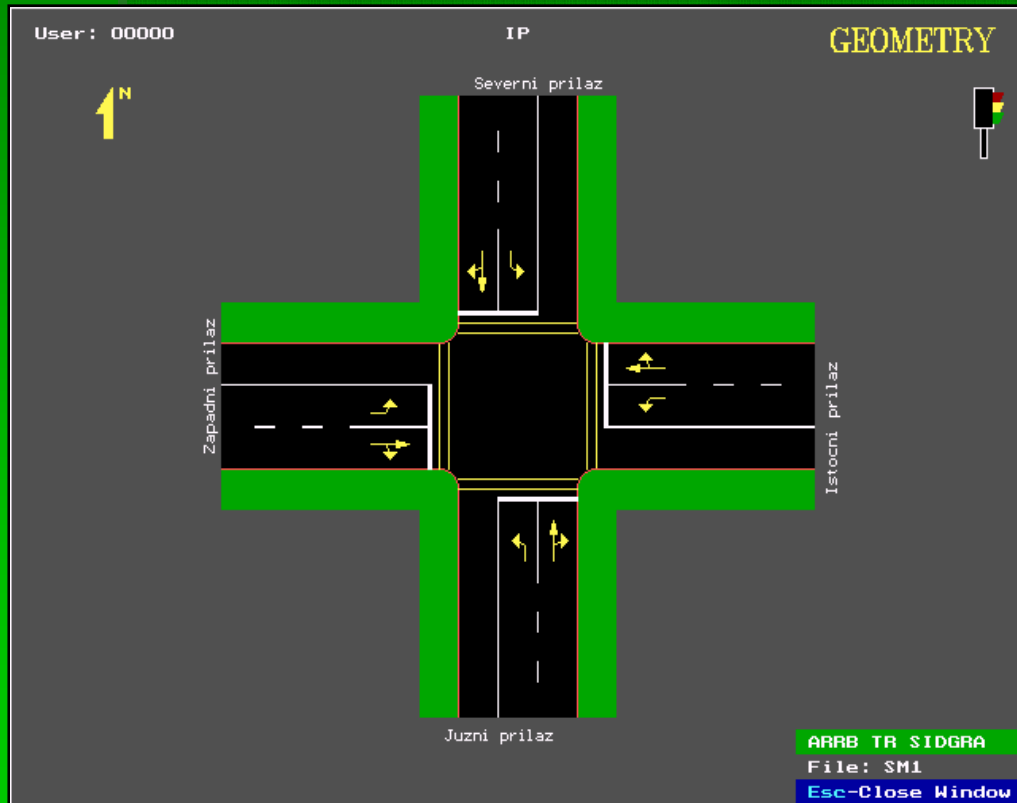
4 Надвожњак (пут за Ковин)



2 Носиоци Албнанске споменице

слика 1

Геометријске карактеристике (форме)  
анализираних раскрсница су приказане на слици 2.



слика 2

### 3. ЗАКЉУЧАК

Упоредна анализа сигналисаних и кружних раскрсница са приближно подједнаким саобраћајним оптерећењем на прилазима, недвосмислено показује да се применом кружних раскрсница у експлоатацији постижу значајни ефекти у побољшању услова одвијања саобраћаја.

Поред подизања нивоа безбедности саобраћаја, услед нижих експлоатационих брзина возила, условљених геометријском формом кружних раскрсница, затим смањеним временским застојима и повећањем протока саобраћаја, *заштита животне средине* кроз смањење нивоа буке и емисије штетних издувних гасова се постиже реконструкцијом постојећих сигналисаних у кружне раскрснице, нарочито у градским агломерацијама.

Свака уштеда и побољшање услова одвијања саобраћаја мора пратити и анализирати трошкове изградње и одржавања уличне инфраструктуре.

Анализе и инострана искуства показују да су трошкови изградње кружних и сигналисаних раскрсница приближно исти, *али су трошкови одржавања кружних раскрсница неупоредиво нижи.*



| Параметар                                | Сигналисана раскрсница | Кружна раскрсница |
|--|------------------------|-------------------|
| Просечни временски застоји (s)           | 16,3                   | 11,2 (-31,28%)    |
| Просечна брзина возила (km/h)            | 41,6                   | 43,8 (+5,02%)     |
| Просечна количина HC (kg/h)              | 0,590                  | 0,579 (-1,86%)    |
| Просечна количина CO (kg/h)              | 20,38                  | 19,77 (-2,99%)    |
| Просечна количина NO (kg/h)              | 0,753                  | 0,748 (-0,66%)    |
| Просечна количина CO <sub>2</sub> (kg/h) | 436,7                  | 421,5 (-0,23%)    |
| Просечна количина Pb (kg/h)              | 0,01418                | 0,01404 (-0,014%) |
| Просечан ниво буке (dB/h)                | 32,5                   | 29,4 (-9,53%)     |

Најзначајни упоредни резултати који поткрепљују напред наведено, добијени применом програмског пакета **SIDRA**, за постојећу сигнализовану раскрсницу у реалним условима одвијања саобраћаја и новопројектовану кружну раскрсницу, приказани су у табели 1.

*Међутим, важно је истаћи да свакој планираној реконструкцији постојећих сигналованих раскрсница у кружне раскрснице мора претходити свеобухватна анализа расположивог простора и адекватног просторног уклапања, затим свих трошкова, уштеда и добијених користи, са посебним акцентом на користи које настају услед заштите животне средине, кроз смањење нивоа буке и штетних издувних гасова од моторних возила.*

# Прилог А

**Table S.12A - FUEL CONSUMPTION, EMISSIONS, NOISE AND COST - TOTAL**

| Mov No.   | Fuel Total<br>L/h | Cost Total<br>\$/h | HC Total<br>kg/h | CO Total<br>kg/h | NOX Total<br>kg/h | CO2 Total<br>kg/h | Lead Total<br>kg/h | Noise Total<br>dB/h |
|---|-------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| <b>South: Juzni prilaz</b>  |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 1 L   | 2.2               | 12.83              | 0.007            | 0.26             | 0.009             | 5.5               | 0.00018            |                     |
| 2 T   | 8.6               | 46.53              | 0.028            | 0.98             | 0.036             | 21.4              | 0.00069            |                     |
| 3 R   | 8.8               | 50.42              | 0.029            | 1.00             | 0.037             | 21.9              | 0.00071            |                     |
|   | 19.7              | 109.78             | 0.065            | 2.24             | 0.083             | 48.8              | 0.00157            |                     |
| <b>East: Istocni prilaz</b>   |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 4 L   | 9.5               | 56.03              | 0.032            | 1.08             | 0.040             | 23.6              | 0.00076            |                     |
| 5 T   | 30.6              | 164.66             | 0.101            | 3.57             | 0.131             | 75.8              | 0.00245            |                     |
| 6 R   | 5.7               | 32.71              | 0.019            | 0.66             | 0.025             | 14.2              | 0.00046            |                     |
|   | 45.8              | 253.40             | 0.152            | 5.30             | 0.195             | 113.6             | 0.00366            |                     |
| <b>North: Severni prilaz</b>  |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 7 L   | 21.6              | 125.57             | 0.072            | 2.44             | 0.091             | 53.7              | 0.00173            |                     |
| 8 T   | 22.6              | 121.53             | 0.075            | 2.69             | 0.098             | 56.2              | 0.00181            |                     |
| 9 R   | 17.8              | 102.08             | 0.059            | 2.03             | 0.075             | 44.1              | 0.00142            |                     |
|   | 62.0              | 349.17             | 0.206            | 7.16             | 0.264             | 153.9             | 0.00496            |                     |
| <b>West: Zapadni prilaz</b>   |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 10 L  | 6.6               | 38.30              | 0.022            | 0.75             | 0.028             | 16.3              | 0.00053            |                     |
| 11 T  | 9.5               | 50.80              | 0.031            | 1.12             | 0.041             | 23.4              | 0.00076            |                     |
| 12 R  | 33.7              | 194.74             | 0.112            | 3.81             | 0.142             | 83.7              | 0.00270            |                     |
|   | 49.8              | 283.84             | 0.166            | 5.68             | 0.211             | 123.5             | 0.00398            |                     |
| <b>ALL VEHICLES: 177.3 996.18 0.590 20.38 0.753 436.7 0.01418 32.5</b>  |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| <b>INTERSECTION: 177.3 1071.65 0.590 20.38 0.753 436.7 0.01418 32.5</b> |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |

# Прилог Б

Table S.12A - FUEL CONSUMPTION, EMISSIONS, NOISE AND COST - TOTAL

| Mov No.               | Fuel Total<br>L/h | Cost Total<br>\$/h | HC Total<br>kg/h | CO Total<br>kg/h | NOX Total<br>kg/h | CO2 Total<br>kg/h | Lead Total<br>kg/h | Noise Total<br>dB/h |
|-----------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| -----                 |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| South: Juzni prilaz   |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 1 LTR                 | 20.0              | 110.55             | 0.065            | 2.23             | 0.084             | 49.5              | 0.00140            |                     |
| -----                 |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| East: Istocni prilaz  |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 4 LTR                 | 46.7              | 260.43             | 0.152            | 5.13             | 0.195             | 115.9             | 0.00374            |                     |
| -----                 |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| North: Severni prilaz |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 7 LTR                 | 62.4              | 348.02             | 0.203            | 6.95             | 0.262             | 134.7             | 0.00499            |                     |
| -----                 |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| West: Zapadni prilaz  |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| 10 LTR                | 48.9              | 272.30             | 0.159            | 5.46             | 0.206             | 121.4             | 0.00391            |                     |
| -----                 |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |
| <b>ALL VEHICLES:</b>  | <b>178.0</b>      | <b>991.31</b>      | <b>0.579</b>     | <b>19.77</b>     | <b>0.748</b>      | <b>421.5</b>      | <b>0.01404</b>     | <b>29.4</b>         |
| -----                 |                   |                    |                  |                  |                   |                   |                    |                     |