

## T1-6

# ПРИМЕНА НА КРУЖНИ КРСТОСНИЦИ КАКО СОВРЕМЕНИ РЕШЕНИЈА ВРЗ БЕЗБЕДНОСТА ВО СООБРАЌАЈОТ

Александар Главинов<sup>1</sup>, Ѓорѓи Димов<sup>2</sup> Бранка Арменска<sup>3</sup>

<sup>1</sup>д-р, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Воена академија, Скопје, РСМакедонија,  
aleksandar.glavinov@ugd.edu.mk

<sup>1</sup>д-р, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, РСМакедонија, gorgi.dimov@ugd.edu.mk

<sup>2</sup>дипл.град.инж. Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, РСМакедонија, [brankaarmenska@gmail.com](mailto:brankaarmenska@gmail.com)

### Апстракт

Во последните две децении често се практикува примената на кружни крстосници како современи решенија со кои се зголемува безбедноста на сообраќајот. Со кружните крстосници се намалува бројот на конфликтни точки и се зголемува протокот на возила. Користењето на кружни крстосници се зголемува поради нивниот едноставен концепт и позитивен ефект врз одвивање на сообраќајот и сообраќајната безбедност како и намалувањето на негативните влијанија врз животната средина. Во трудот правиме детална категоризација помеѓу составните елементи на крстосниците со концентричен кружен тек и крстосниците со спирален кружен тек, како и нивните (позитивни и негативни) особини. Примената на сообраќајни решенија со кружни крстосници се анализира заради зголемување на безбедноста на сообраќајот, заштита на животната средина и еколошките влијанија. Резултатот од истражувањата што се спроведени во европските држави е дека кружните крстосници за разлика од сигнализираниите, класични крстосници имаат голема предност затоа што се намалува на бројот на сообраќајни незгоди го зголемува протокот на сообраќај.

### Клучни зборови

Кружни крстосници, проток на возила, безбедност, сообраќајна сигнализација, животна средина, класични крстосници и сообраќај.

### Abstract

In the last two decades, the use of roundabouts is often practiced as modern solutions that increase traffic safety. The use of increases because of their simple concept and positive effect on traffic and traffic safety as well as the reduction of negative impacts on the environment. In this paper we make detailed categorization between the constituent elements of concentric junctions with roundabouts and intersections with spiral roundabouts. Also determined their positive and negative features and the importance of design and technical elements that form the basis of a roundabouts.

The use of traffic solutions with circular crossroads is analyzed to increase traffic safety, environmental protection and environmental impacts. Research conducted in European countries suggests that roundabouts, unlike signalized (classical) junctions, have a great advantage as they reduce the number of traffic accidents and increase the traffic flow.

### Keywords

roundabouts, traffic flow, safety, traffic signalization, environment, classical junctions and traffic.

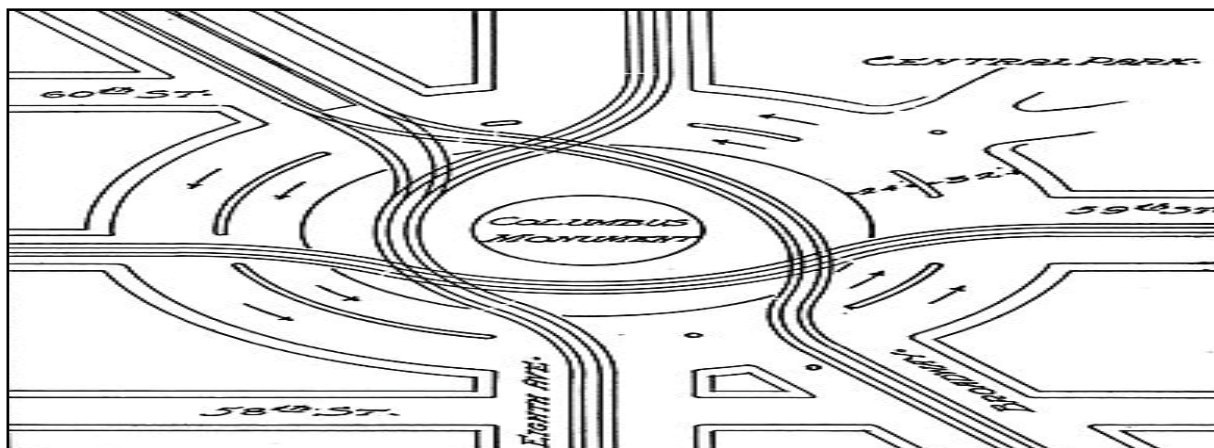
## 1.ВОВЕД ВО КРУЖНИТЕ КРСТОСНИЦИ

Првата идеја и концептот за кружење на возилата во една насока е предложен од страна на Eugene Henard во 1903 година како решение за проблемот со густоот сообраќај во центарот на поголемите градови т.н. „Gyratory систем“ или ротационен систем.



Слика1. Ротационен систем на кружење на возилата во 1903, Gyratory system  
Извор: [1] Google Maps1903

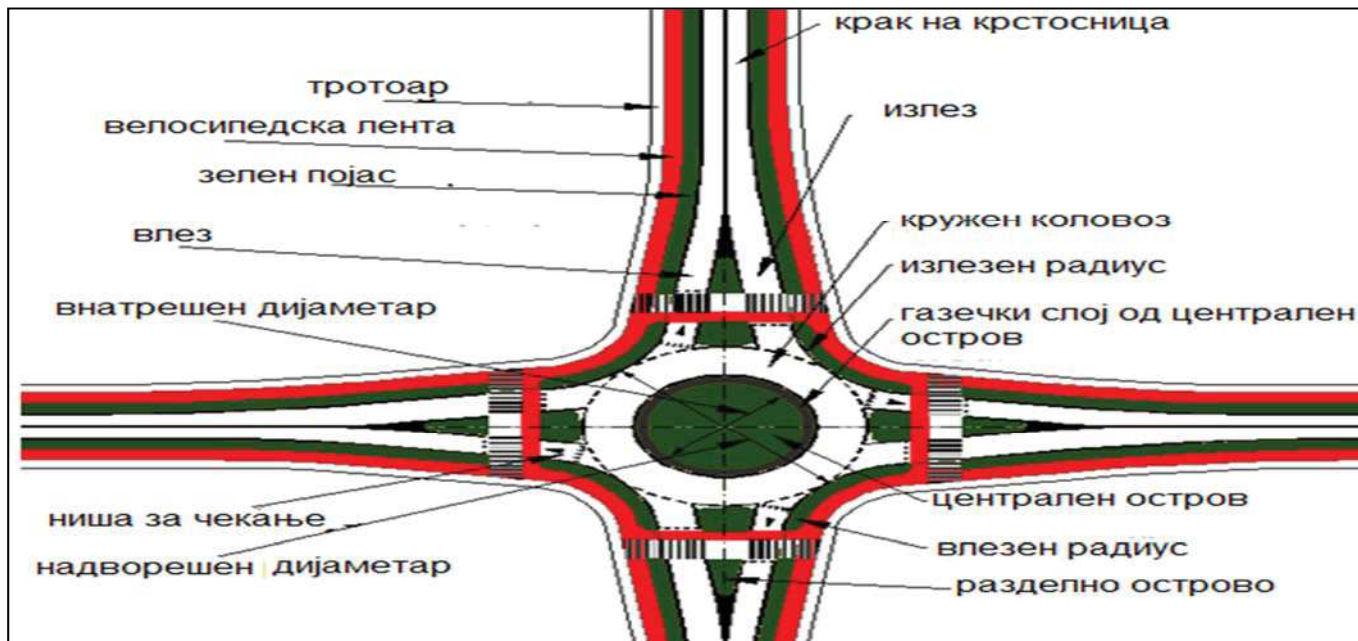
Првата практична употреба на кружењето на возилата и првиот проект го направил William Phelps Eno со проектирање на кружниот тек наречен „Columbis Circle“ во Њујорк во 1905 година. Ено се залагал за се поголема употреба на таквото решение, но често кружните крстосници имале мали централни острови со дијаметар од 1,5 m.



Слика 2. Columbus Circle, William Phelps Eno  
Извор: [2] Columbus\_Circle\_rotary\_plan 1909

Се поголемо значење овие крстосници добиваат во педесетите години на предходниот век кога во Велика Британија било воведено правилото за возилата кои се во внатрешноста на кружниот тек имаат предност пред возилата кои доаѓаат и треба да се вклучат.

Во Европа последните дваесет и пет години кружните крстосници почнаа интензивно да се градат. Проценките за во 1999/2000 година се дека тој период во светот имало околу триесет и пет илјади кружни текови, од кои само во Франција дванаесет илјади [3] T. Tollazi, 2015.



Слика 3. Основни елементи на кружна крстосница  
Извор: [4] A. Deluka-Tibljaš et al, Dodatak A, 2014.

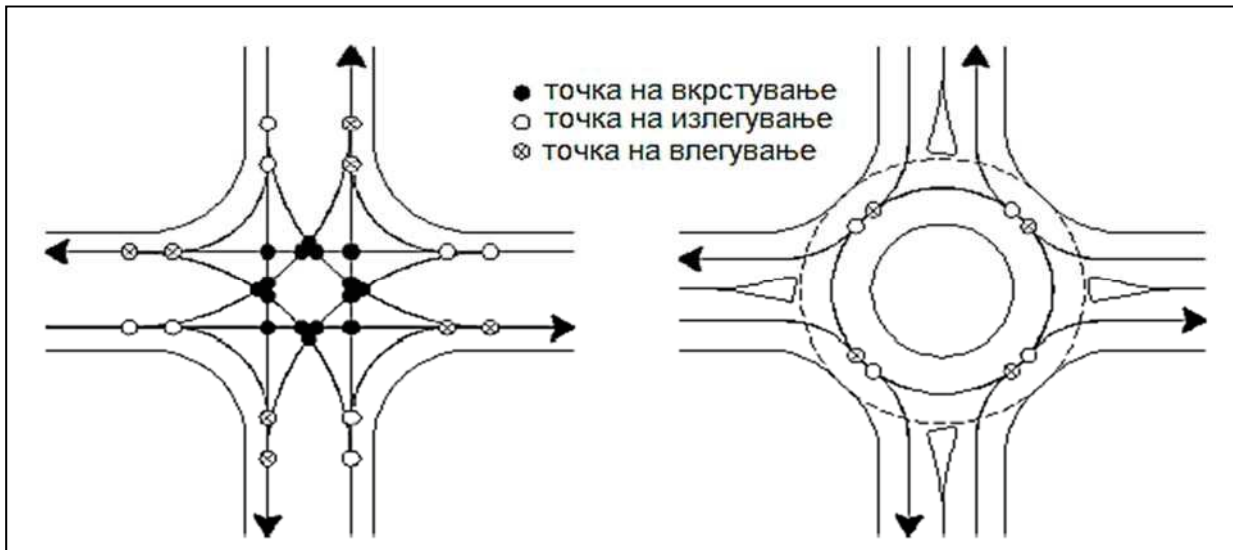
Кружните крстосници се состојат од следните елементи: крак, тротоар, велосипедска лента, зелен појас, влез, внатрешен дијаметар, ниша за чекање, надворешен дијаметар, излез, кружен коловоз, излезен радиус, газечки слој од централен остров, централен остров, влезен радиус и разделно острово како што е прикажано на Слика 3.

## 2. ПРЕДНОСТИ, НЕДОСТАТОЦИ НА КРУЖНИТЕ КРСТОСНИЦИ

Предности на употребата на кружните крстосници во однос на класичните се: овозможуваат поголема сигурност во сообраќајот (помалу конфликтни точки, оневозможено движење без намалување на брзината и сл.), можност за поголем капацитет на сообраќај, пократки колони, намалена бучава и емисија на токсични гасови, помала потреба за простор, добро решение при вкрстување во случај сообраќајот на тековите на главен и спореден правец да е приближно еднаков, полесни последици од сообраќајните незгоди, помали трошоци за одржување за разлика од semaфоризираниите крстосници, добро решение за успорување на сообраќајот, кратко чекање на коловозот со што се осигурува континуитет на движење и преминување. Од негативните т.е од недостатоците на кружните крстосници може да се каже дека повеќето сообраќајни ленти во кружната крстосница ја намалуваат безбедноста на сообраќајот, сообраќајот не може да го регулира сообраќајна полиција, појавување на проблем во случај на густ велосипедски и пешачки сообраќај кој ги пресекува краците на кружната крстосница и лошо решение кај поголемите текови за возила кои одат на лево [5] Kenjić, 2009.

## 3. ВЛИЈАНИЕ НА КРУЖНИТЕ КРСТОСНИЦИ ВРЗ ПОДОБРУВАЊЕ НА СООБРАЌАЈОТ

Нивото на сообраќајна сигурност кај крстосниците може да се зголеми со намалување на бројот на конфликтни точки како и со намалување на големината на конфликтното подрачје. Тоа се постигнува со правилен избор и начин на водење на сообраќајните текови, односно обликување и уредување на крстосници т.е избор на вид на крстосница [6] M. Topić, 2013.



Слика 4. Конфликтни точки на стандардна четирирака крстосница и кружна крстосница  
Извор: [7] P.Terzic, 2016

Теоретски класични четирикраките крстосници имаат 32 потенцијални конфликтни точки, додека четирикраките кружни крстосници имаат вкупно 8 потенцијални конфликтни точки (види Слика 4)

#### 4. ПРИМЕНА НА МИНИ-КРУЖНИ КРСТОСНИЦИ ВО АНГЛИЈА И МАКЕДОНИЈА

##### 4.1 Примена на мини-кружните крстосници во Англија

Мини крстосниците (види Слика 5) како што знаеме се кружни крстосници кои се одликуваат со мал пречник на централниот остров помеѓу 12 m и 24 m. Тие се применуваат во оквир на стратегијата за смирување на сообраќајот и во оквир на управувачкиот концепт за „зона 30“. Во однос на искуствата од Англија, нивната примена го намалува бројот на сообраќајни незгоди за 30 % во споредба со класичните крстосници. Нивната предност во споредба со класичните семафоризирани крстосници



се гледа и во наламување на временските губитоци во споредните правци, должината на колони за време на вршните периоди и времето на чекање на семафори [8] Roundabouts Application and design. VB/SE2008.0772, June 2009.

Слика 5. Мини кружна крстосница  
Извор: [9] T.Tollazi, 2015, pg.29

Мини крстосниците би можеле да се применат и во нашите градови во кои се јавува недостаток на простор затоа што бараат минимум простор, а погодни се за изградба во зоните со ниски брзини во сообраќајот и лесно естетски се вклопуваат во околината.

#### 4.2 Примена на мини-кружните крстосници во Штип

За тоа дека мини кружните крстосници имаат големо влијание врз одржувањето во сообраќајот направено е истражување за градот Штип. Истражувањето е изведено со разговор со сообраќајната полиција во самиот град како и со инженер кој бил запознаен со деталите на кружната крстосница при изведбата. Цел на истражувањето ми беше да направам споредба за тоа какво влијание има моментално ново изградениот кружен тек на влезот во Штип (Види на Слика 6) во однос на претходно постоечката класична несемафоризирана крстосница.

Овој кружен тек е изграден во 2018 година а крстосницата е изведена со четири крака. Лентите се со широчина од 3.5 m, со вкупна површина од 2332 m<sup>2</sup> асфалт бетон АБ11 СА со дебелина од пет сантиметри, под кој е поставено Битуменизиран носив слој БНС 22 со дебелина од седум сантиметри и тампонски слој од дробник од триесет сантиметри. Средишниот остров е со дијаметар од 15 m, површина на која има зелен простор. Пред изградбата на тоа место постоела класична крстосница сигнализирани со вертикална сигнализација т.е со знаци. Крстосницата исто била со четири крака. Истата е заменета со кружна затоа што во вршниот час во текот на денот често доаѓало до сообраќајни незгоди, поради близина на училиште и поради ниското ниво на услуга понекогаш сообраќајот го регулирале полициски службеници.

Во врска со безбедноста направив кратко истражување за бројот на сообраќајни незгоди. Кога крстосницата била класична со четири приклучоци во период од 2015 до 2019 година имало вкупно 12 сообраќајни незгоди со еден смртен случај на ученик од СОУ.



Слика 6. Кружен тек во Штип – Локација на Булевар „Гоце Делчев“  
Извор: Google maps

Бидејќи кружниот е изграден во средината на 2018 год. во 2019 година бројот на сообраќајни незгоди на истото место бил 2, со што учесниците поминале со лесни повреди.

Од самиот пример може да заклучиме дека со самата изградба на тој кружен тек во Штип е зголемена безбедноста во сообраќајот (моторизираниот и немоторизираниот), нема колони и попреченост при движењето, сообраќајот се одвивал регуларно без застои, влијанието врз околината е позитивно, за разлика од претходно постоечката крстосница кај која се возело со поголеми брзини и кај која нивото на загаденост на околината било поголемо.

Брзината на преминување преку крстосницата е намалена, така што е намалено и загадувањето во одредени периоди на тоа место како и влијанието врз околината е позитивно. Безбедноста на пешаците учениците исто така е на повисоко ниво.

## 5. РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО ЗА СТАПКА НА СООБРАЌАЈНИ НЕЗГОДИ КАЈ КРСТОСНИЦИ ОД РАЗЛИЧЕН ТИП ВО НОВ ЗЕЛАНД И ВИКТОРИЈА

Во споредба со класичните типови на крстосници, крстосниците со кружен тек имаат помал број на конфликтни точки. Знаеме дека може да се разликуваат по капацитетот, бројот на краци и нивните влезни ленти

Во литературата може да се пронајдат многу податоци кои укажуваат на тоа да таквите типови на крстосници го намалуваат бројот на сообраќајни незгоди. Во овој дел е прикажано резиме на истражувања и податоци за безбедносните преформанси на крстосници од различни видови и во различни средини. Истражувањето главно е фокусирано на клучните фактори поврзани со незгодите на крстосниците

Податоците се однесуваат на незгоди во државата Викторија и Нов Зеланд. Целта на истражувањето од овие податоци е да се дојде до резултат дека кружните крстосници ја подобруваат безбедноста и одржувањето на сообраќајот. Направена е анализа за сообраќајните незгоди изразена процентуално за крстосници во урбана средина и крстосници во рурална средина за период од 2006-2011 година. Сообраќајните незгоди се земени како клучен фактор (клучен елемент) кој влијае врз безбедноста и одржувањето на сообраќајот. Дефинирани се крстосници со првенство на минување, семафоризирани и кружни крстосници во рурална и во урбана средина. Руралните сообраќајници имаат генерално помалку крстосници но поголем дел од нив се контролирани со правилото на приоритет на минување (без знаци или со знаци за приоритет). Многу малку рурални крстосници се сигнализирани или кружни. Во урбаните средини има повеќе сигнализирани крстосници и тие имаат тенденција да контролираат поголеми сообраќајни текови, односно постои поголема изложеност на ризик од несреќи [10] Legac, et all., 2010.



Слика 7. Пропорција на незгоди за различни видови на крстосници во Нов Зеланд и Викторија

Извор: [11] Податоците се базирани на „Victoria crash data“ 2006–2011, „New Zealand CAS database“, 2006-2011, by NZTA, (Copied by: Jurewicz, Sobhani, Chau & Woolley, AP-R556-17)

Пропорцијата на сообраќајни незгоди (види Слика 7) по различни видови на крстосници во државите Викторија и Нов Зеланд како и ефектот од овие разлики кај незгодите и сериозните повреди може да се види на истата слика, врз основа на примероци од државите Нов Зеланд и Викторија. Јасно е дека во двете држави најголем дел од тешките сообраќајни незгоди се наоѓаат во урбаните средини. Од графикот може да се забележи дека до најголем дел на сообраќајни незгоди доаѓа на семафоризираните и кај крстосниците со првенство на минување. Врз основа на сето тоа крстосниците со првенство и сигнализираниите крстосници во урбаната средина како и крстосниците со првенство во руралната средина се трите пресечни типови кои бараат понатамошно фокусирање за решавање на најголемиот дел на сообраќајни незгоди со тешки повреди.

Според истражувањата сигнализираниите крстосници како и кружните крстосници имаат многу пониско ниво на ризик за возачот. Една студија има објавено дека незгодите со фатални последици се намалени за 38 % кај овие типови, просечното намалување на бројот на жртви изнесувало околу 30 %.



Слика 8. Распределба на тешки сообраќајни незгоди помеѓу различни учесници во сообраќајот во урбана средина  
Извор: [12] Податоците се базирани на „Victorian urban crash data, 2007–11“, (Austroads, 2015),

На Слика 8 е прикажано ; Споредба изразена во проценти за сообраќајните незгоди во урбаното подрачје за различни типови на крстосници. [13] Jurewicz, Sobhani, Chau & Woolley, 2017.

Според резултатите прикажано е дека велосипедистите и мотоциклистите биле вклучени во значително поголем дел од несреќите кај урбаните крстосници со првенство и кружните текови (37 %-48%, соодветно). Исто така прикажаните резултати за велосипедистите на крстосниците со првенство се помали во однос на резултатите од кружните и сигнализираниите крстосници. Тоа се јавува како резултат на траумите кои што се јавуваат кај велосипедистите при движењето преку крстосниците со првенство, т.е се движат со доста помали брзини од возилата. Врз основа на сите овие резултати може да се каже дека повторно ограничувањето на брзината

значително придонело за сериозноста на сообраќајните несреќи со повредени учесници во сообраќајот. Сепак треба да се забележи дека се случиле само 11 несреќи со смртни последици во период од 5 години

## 6. РЕЗУЛТАТИ

Од анализите на изведените примери и истражувања може да се заклучи дека кружните крстосници имаат единствено значење кои во контекст на одржување на сообраќајот имаат предност во однос на останатите типови на крстосници. Ова првенствено се гледа во зголемување на безбедноста во сообраќајот, со значително намалување на бројот и последиците од сообраќајните незгоди и подобар проток на сообраќај на крстосниците.

Реконструкцијата на класичните типови на крстосници во кружни исто така допринесува за намалување на бројот на сообраќајни незгоди и бројот на повредени лица. Брзината на движење во кружните крстосници е мала, а тоа представува и помала можност за предизвикување на сообраќајни незгоди. Кружните крстосници содржат помал број на конфликтни точки и затоа шансите за една сообраќајна незгода да заврши со фатални последици се значајно мали за разлика од класичните типови на крстосници. Освен зголемувањето на степенот на безбедност на сообраќајот, крстосниците со кружни текови можат да ја зголемат севкупната функционалност на поедини крстосници.

Од аспект гледано врз крстосниците во нашата земја може да се каже дека постои доста голем број на класични типови на крстосници кај кои се јавува проблем во сообраќајот, како од страна на безбедноста така гледано и од страна на проточноста кога во прашање е нивната функционалност. Тоа представува поттик да во иднина се продолжи со изградба на ниви патишта и нови крстосници како и пререконструкција на веќе постоечките класични крстосници во кружни. Освен зголемувањето на степенот на безбедност на сообраќајот, кружните текови можат да ја зголемат севкупната функционалност на поедини крстосници.

## 7. ДИСКУСИЈА

Резултатите од ова истражување имаат огромен придонес за изведбата на нови, современи кружни крстосници во нашата држава. Тоа може да се согледа и од направеното истражување за градот Штип, каде што со вршење на споредба на резултатите помеѓу претходно-постоечката класична крстосница на дефинираната локација и ново-изградената кружна крстосница е дојдено до резултат дека проблемот со сообраќајот во тој дел од градот е решен. Додека резултатите од направеното истражување во Нов Зеланд и Викторија имаат за цел да укажат дека бројот на сообраќајни незгоди со фатални и трагични последици може да се намали. Истражувањето беше спроведено всушност за да се согледаат придобивките од кружните крстосници и да се даде поттик за понатамошно дефинирање на нови локации на кои има намалена безбедност во сообраќајот и правење на анализи за имплементација на кружни крстосници.

## 8. ЗАКЛУЧОК

Од сето ова, може да се заклучи дека современите кружни крстосници имаат особини кои ги прават поатрактивни за примена во однос на останатите крстосници и имплементацијата во нашата земја може да се зголеми. Имајќи ги во предвид нивните предности и недостатоци, непходно е при донесувањето на одлука за нивна примена да се изврши правилна и целосна анализа за нивно воведување. Пред се е потребно да се разгледаат влијанијата за безбедноста, капацитетот, ангажирањето на просторот, еколошкото и естетското влијание, како и разгледување на алтернативни крстосници – особено семафоризирани крстосници. Сите овие влијанија треба да се квантифициваат и со примена на некоја од методите на економско вреднување да се донесе одлука за нивна примена. Само на овој начин ќе бидеме сигурни дека предностите кои ги овозможуваат кружните крстосници ќе се реализираат во пракса.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] *Google Maps*1903

[https://www.google.com/search?q=1903,+Gyratory+system&sxsrf=ACYBGNQkRFAsH2Ou3iE9WorRs9KLMjMmRGQ:1569605580563&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjrmS4xPHkAhhs4sKHW7VDjoQ\\_AUIEigC&biw=955&bih=562#imgrc=iqkRTVU9uq91dM](https://www.google.com/search?q=1903,+Gyratory+system&sxsrf=ACYBGNQkRFAsH2Ou3iE9WorRs9KLMjMmRGQ:1569605580563&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjrmS4xPHkAhhs4sKHW7VDjoQ_AUIEigC&biw=955&bih=562#imgrc=iqkRTVU9uq91dM)

- [2] Columbus\_Circle\_rotary\_plan 1909  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Columbus\\_Circle\\_rotary\\_plan,\\_William\\_Phelps\\_Eno,\\_Street\\_Traffic\\_Regulation,\\_page\\_28,\\_published\\_1909.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Columbus_Circle_rotary_plan,_William_Phelps_Eno,_Street_Traffic_Regulation,_page_28,_published_1909.jpg)
- [3] T.Tollazi Alternative Types of Roundabouts, 2015 Faculty of Civil Engineering - Maribor,  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319090832>
- [4] A. Deluka-Tibljaš, T. Tollazzi, I. Barišić, S. Babić, S. Šurdonja, M. Renčelj, M. Rencelj, & I. Pranjić Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama Dodatak A - Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja s kružnim raskrižjem, Građevinski fakultet Sveučilišta – Rijeka (2014).  
[https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment\\_file/file/108/Smjernice\\_kruzna\\_raskrizja\\_DODATAK\\_A.pdf](https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/108/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_A.pdf)
- [5] Kenjic Z. Kruzne raskrsnice –Priručnik za planirawe I projektovanje IPSA, Sarajevo 2009.  
<https://www.scribd.com/doc/163965512/Kenjic-Zoran-Izbor-Tipa-Raskrsnice>
- [6] M.Topic, Konfliktne tačke na raskrsnici, 2013  
<https://www.scribd.com/doc/189613025/Konfliktne-ta%C4%8Dke-na-raskrsnici>
- [7] P.Terzic, Raskrsnice, 2016  
<https://www.scribd.com/doc/313973188/Raskrsnice>
- [8] Roundabouts - Application and design, A practical manual, VB/SE2008.0772, 2009  
[https://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/06/RDC\\_Netherlands.pdf](https://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/06/RDC_Netherlands.pdf)
- [9] T.Tollazi Alternative Types of Roundabouts, pg.29 2015 Faculty of Civil Engineering - Maribor,  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319090832>
- [10] Legac, I., Čičak, M., Marić, V., Kos, G., Brlek, P. 2014:Smjernice za projektiranje i projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb,2014
- [11] Податоците се базирани на „Victoria crash data“ 2006–2011, „New Zealand CAS database“, 2006-2011, by NZTA, (Copied by; Jurewicz, Sobhani, Chau & Woolley, AP-R556-17)  
[https://opendata-nzta.opendata.arcgis.com/datasets/a163c5addf2c4b7f9079f08751bd2e1a\\_0](https://opendata-nzta.opendata.arcgis.com/datasets/a163c5addf2c4b7f9079f08751bd2e1a_0)
- 11.** [12] VICTORIAN URBAN CRASH DATA,2007–11“, (AUSTRoads,2015),  
<https://www.vicroads.vic.gov.au/safety-and-road-rules/safety-statistics/crash-statistics>
- [13] Jurewicz, C., Sobhani, A., Chau, P. and Woolley, J. (2017) .Understanding and improving safe system intersection performance. Safe System performance on Intersections, Austroads AP-R556-17  
<https://austroads.com.au/publications/road-design/ap-r556-17>
- [14] Maletin, M., (2008) .Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima – drugo izdanje. Beograd 2008,  
<http://www.strucnaknjizara.hr/images/planiranje-projektovanje-saobracajnica-u-gradovima.pdf>