

STUDY OF THE CAPACITY OPPORTUNITIES OF ROUNDABOUTS¹

Eng. Kremena Mineva, PhD Student

Department of Transport,

Univesity of Ruse

E-mail: kmineva@uni-ruse.bg

Abstract: Modern (increasing) automobileization has led to a sharp increase in the load on the street network of cities and inconsistency in their planned solutions related to the amount of transport and pedestrian traffic, an increase in the number of traffic accidents, noise and environmental pollution. Effective management of intersections can solve a number of problems related to their capacity, the formation of traffic congestion, giving priority to public transport and reducing traffic accidents.

Keywords: transport flows, unevenness, traffic, intersection

JEL Codes: L10, L11

ВЪВЕДЕНИЕ

Проектирането на пътната инфраструктура трябва да почива на задълбочен анализ за състоянието на транспортните и пешеходните потоци. Това е процес на набиране на изключително голяма информация за всички елементи от системата: водач, автомобил, път и околна среда. Основните методи за планиране и организация на градското движение се основават на разделянето, хомогенизирането и разпределението на транспортните потоци по вид, място и време, при спазване изискванията на нормативната уредба.

Кръстовището е част от пътната мрежа, където два или повече пътя се пресичат, разклоняват или събират на едно и също ниво или на различни нива. Срещат се равнозначни и неравнозначни кръстовища, с кръгово движение и с прилежащи пътища, регулирани и нерегулирани.

Изборът на подходящи улични кръстовища се извършва съгласно техническите характеристики и класа на пресичащите се улици, интензивността и вида на транспортния поток, броя и видовете ПТП, както и градоустройствената и пространствената ситуация на мястото, където се предвижда изграждането на кръстовище. Уличните кръстовища трябва да бъдат своевременно разпознаваеми от всички входящи клонове; да бъдат лесни за ориентиране с ясно сигнализиран предимства за всички участници в движението, с осигурена видимост към възможните конфликти с другите участници в движението, както и да имат навременна сигнализация за възможностите за престрояване и завиване. Те трябва да са достатъчно компактни, за да позволяват на всички участници в движението, които са без предимство, своевременно да разпознаят участника с предимство преди приближаване към конфликтната точка. Кръстовищата следва да осигуряват безопасно преминаване за всички участници в движението, като по възможност се осигурява приоритет на уязвимите участници в движението (велосипедисти, пешеходци и др.).

Едни от видовете кръстовища, които стават все по-разпространена форма в европейски и световен мащаб са кръговете. В градовете те са полезни инструменти за решаване на множество проблеми с трафика в сравнение с останалите видове на кръстовища. Те често повишават достъпността, връзката, безопасността и намаляват вредните емисии от превозните средства. Преди тяхното проектиране, обаче, се налага да се правят проучвания, анализи и моделиране, свързани със състоянието на редица параметри и емпиричната им

¹ Докладът е представен на пленарната сесия на 27 октомври 2023 в секция УИТСТЛ с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА КАПАЦИТЕТНИТЕ ВЪЗМОЖНОСТИ НА КРЪГОВОТО КРЪГОВИЕ

база за конкретното населено място, като се отчита географско местоположение, техните ограничения и произтичащите от тях проблеми, които възникват при прилагането им към новите проекти.

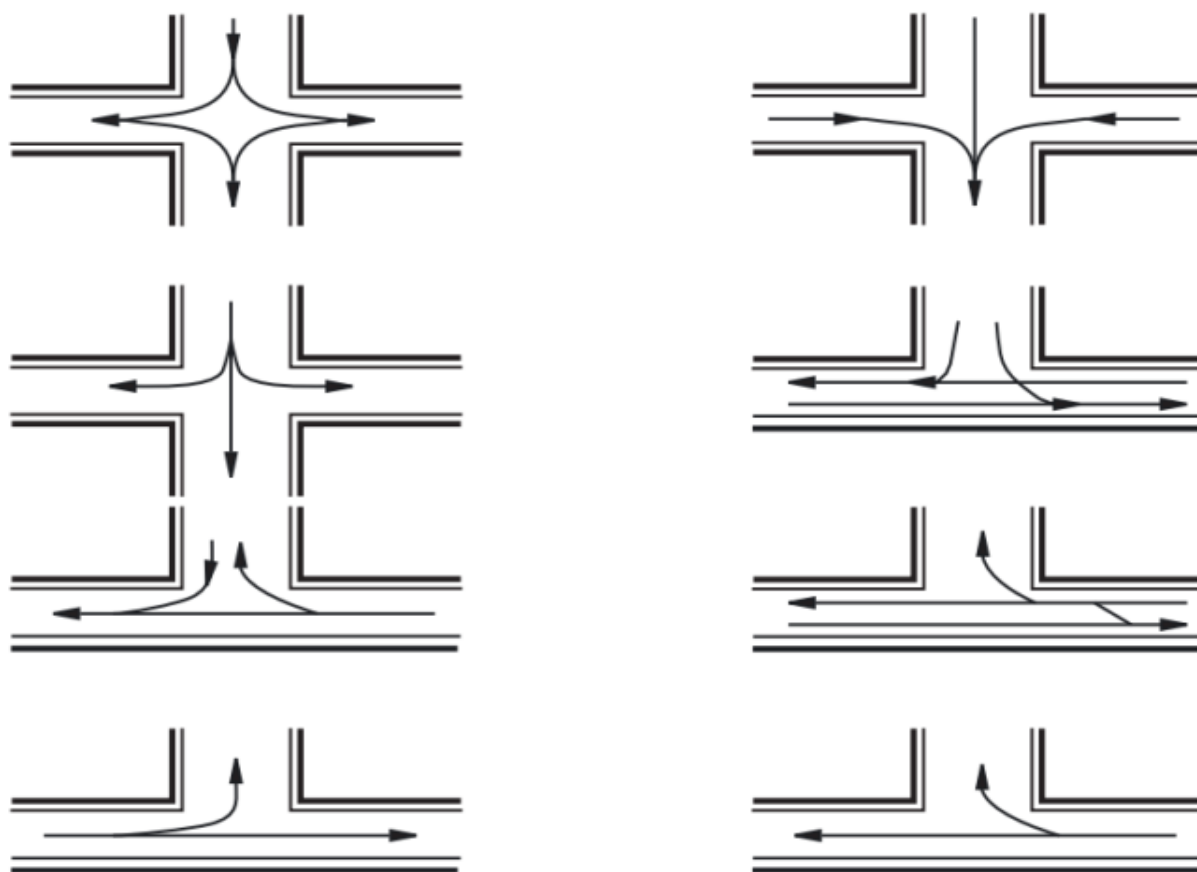
ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Видове кръстовища

В зависимост от начина на регулиране, кръстовища биват следните видове:

- нерегулирано кръстовище по правилото на дясно стоящия;
- кръстовище с регулиране на движението с пътни знаци;
- светофарно регулирано кръстовище;
- кръстовище с кръгово движение, регулирано с предимство на движещите се в кръга;
- кръстовище с кръгово движение, при които предимството е на някои от входовете в кръга.

През нерегулираните кръстовища се преминава по правилото на дясностоящия и същите се прилагат за обслужващи улици, които попадат в зона с ограничение на скоростта на движение 30 km/h и където интензивността на транспортния поток не превишава 500 Е/ч. По изключение се предвижда през такъв тип кръстовище да преминават редовни маршрути от линиите на обществения транспорт. Не се допуска през тях преминаване на маршрути от релсовия обществен транспорт за превоз на пътници. Схеми на нерегулирани кръстовища са показани на фигура 1.

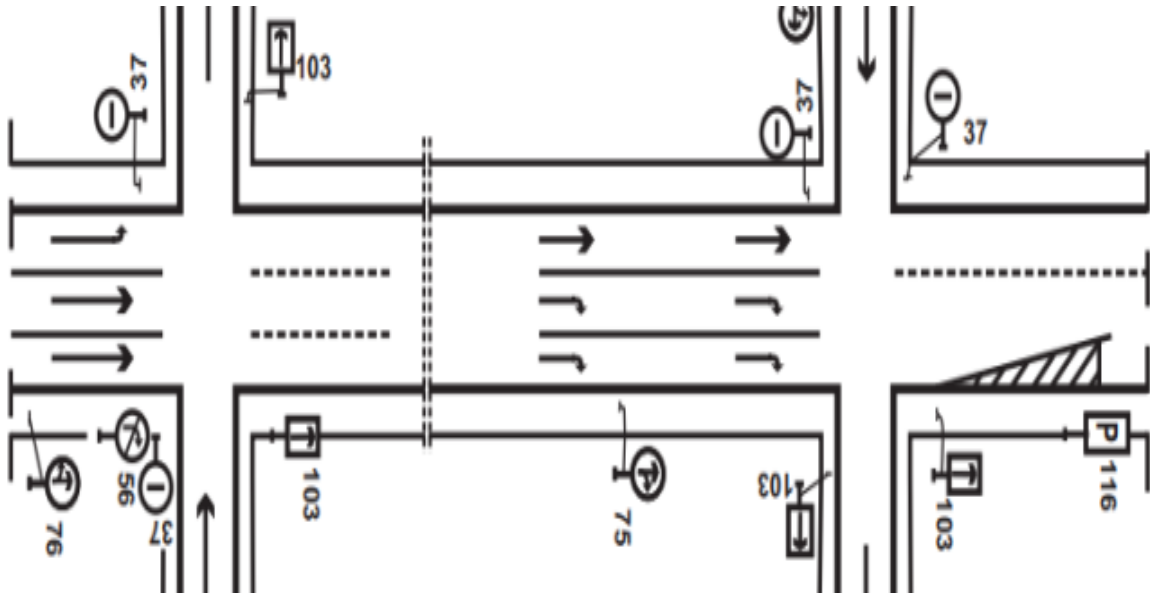


Фиг. 1. Нерегулирани кръстовища

Кръстовища с регулиране на движението с пътни знаци се прилагат, когато улиците са от различен клас и/или интензивността на транспортните потоци по тях значително се различава. Цели се осигуряване на предимство за движение на по-натоварените направления,

като се осигурява приоритет на велосипедистите по велосипедните алеи. Когато по едната улица се движи обществен транспорт за превоз на пътници с приоритет се сигнализира с предимство направлението, по което се движи той. Не се прилага такъв тип кръстовища при наличие на висока интензивност на транспортния поток по главното направление, при което участниците в движението по улицата от второстепенното направление разполагат с кратко време за пресичане, както и при висока интензивност на транспортния поток по второстепенната (подчинена) улица и скоростта на движението по улицата на главното направление е по-висока от 50 km/h.

Схема на кръстовища, регулирани с пътни знаци е показана на фигура 2.

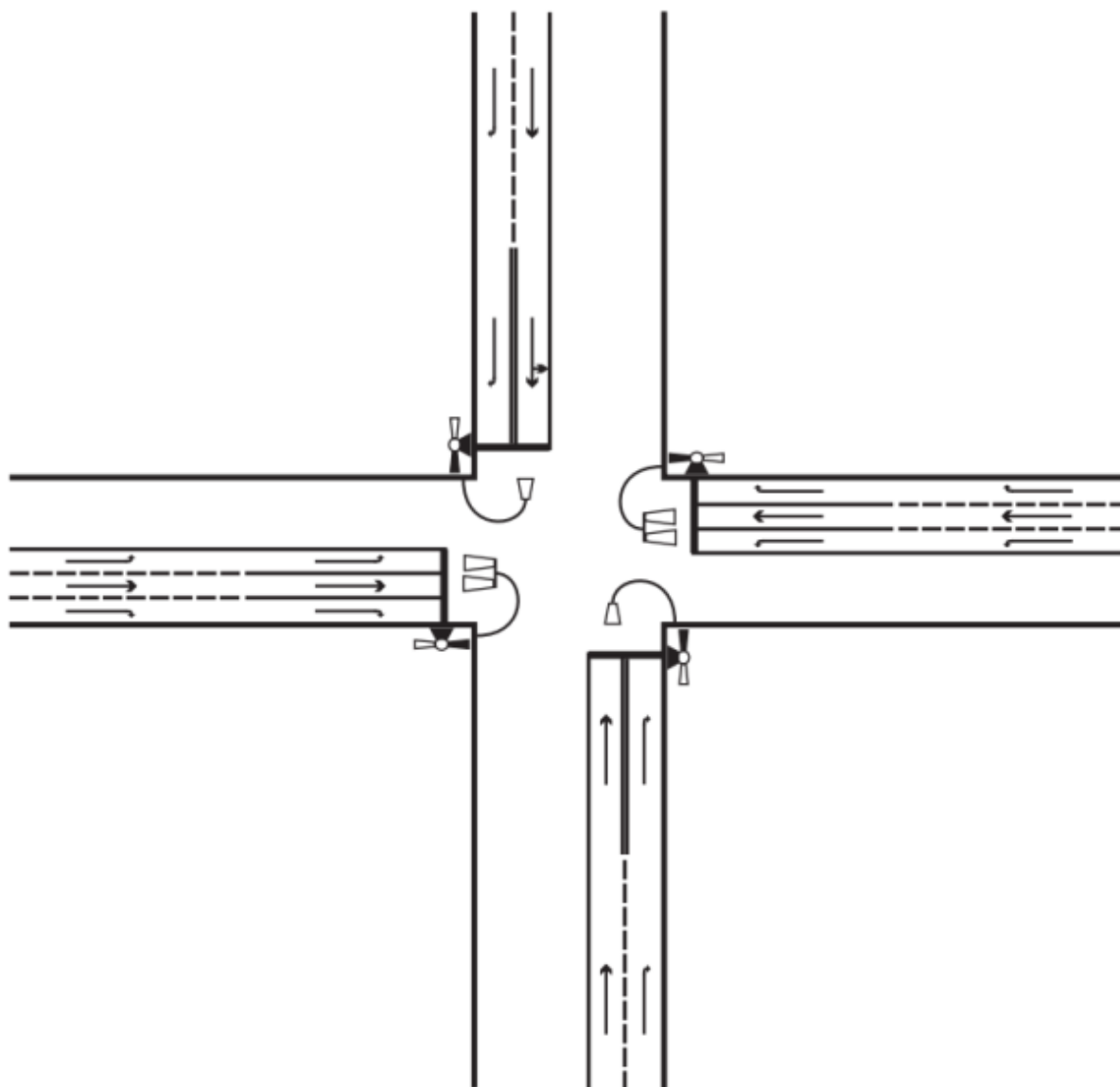


Фиг.2. Кръстовище, регулирано с пътни знаци

Кръстовища, при които движението се регулира със светлинни сигнали се предвиждат в следните случаи:

- при съществуващи кръстовища с равностойна интензивност на транспортните потоци по главните направления;
- при новоизградени кръстовища, с доказана необходимост от светофарна уредба или реконструкция на съществуващи кръстовища при установени проблеми по отношение на пътната безопасност;
- при съществуващи кръстовища, когато има чести или при очаквано увеличаване на ПТП, свързани с отнемане на предимство между автомобили, извършващи ляв завой, и тези, движещи се насреща, произшествия между МПС и пресичащи велосипедисти или пешеходци, произшествия между превозните средства на обществения транспорт за превоз на пътници и останалите участници в движението, които могат да бъдат предотвратени с пътен светофар и когато други мерки се окажат неефективни или с незадоволителен ефект;
- при съществуващи кръстовища, когато се установят натрупвания на закъснения от графика на движение на превозните средства на обществения транспорт за превоз на пътници или се цели ускоряване на преминаването му през кръстовищата;
- при наличие на завиващи линии на обществения транспорт за превоз на пътници;
- за координация на транспортните потоци;
- за подобряване на възможностите за пресичане за пешеходци и велосипедисти.

Схема на светофарно регулирано кръстовище е показана на фигура 3.



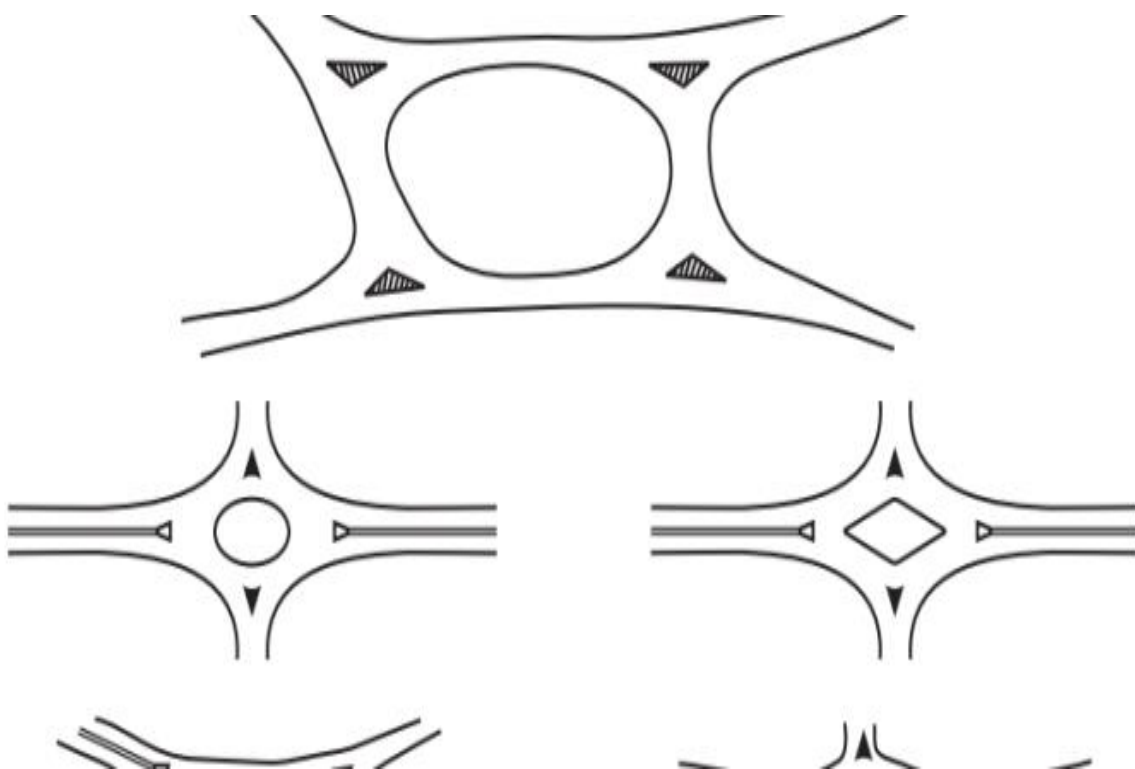
Фиг. 3. Светофарно регулирано кръстовище

Основа за вземане на решения за проектиране на вида кръстовище са проучванията за състава, плътността и интензивността на транспортните потоци (Madjarski E., Mladenov G., Saliev D., Draganov D. (2009).)

Специфичен вид улични кръстовища са кръстовища с кръгово движение. При тях пътното движение преминава в кръгова посока около централен остров. Кръговите движения, в съвременния им вид, са стандартизирани във Великобритания, въз основа на опита от кръговия трафик в САЩ, но сега са често срещани в много страни по света и броят им нараства бързо.

Схеми на кръгови кръстовища са показани на фигура 4.

Кръговото движение има за цел да се намали скоростта на движение на МПС в кръстовищата и да се избегнат сблъскванията под прав ъгъл и челните удари. Кръговото движение има по-голяма пропускателна способност от обикновените кръстовища, дори и от регулираните със светофар.



Фиг. 4. Кръгови кръстовища

При приближаване на кръгово движение водачът е принуден да намали скоростта си на влизане, което намалява тежестта на ПТП. Потокът, излизаш от кръговото движение, идва от една посока, вместо от три, което опростява визуалната среда на пешеходеца. Превозните средства се движат достатъчно бавно, за да се позволи визуална ангажираност с пешеходците, насърчавайки уважението към тях. Освен това, други предимства, които има кръговото кръстовище са: по-малка е вероятността от объркване на посоките от водача, спрямо перпендикулярните кръстовища и значително намалено чакане на опашки, спрямо светофарно регулираните кръстовища. Кръговите кръстовища позволяват обратни завои в рамките на нормалния трафик, които често не са възможни при другите форми на кръстовища. Освен това, тъй като превозните средства, с конвенционални двигатели, прекарват средно по-малко време на празен ход на кръговите кръстовища, отколкото на кръстовищата със сигнализация, използването на кръгово движение потенциално води до по-малко замърсяване на околната среда. При влизане в кръстовището, превозните средства могат само да намалят, без да спрат напълно; в резултат на което, запазвайки част от импулса им, двигателят ще произведе по-малко работа, за да възвърне първоначалната скорост, което води до по-ниски вредни емисии. Изследванията показват също, че бавно движещият се поток в кръговите кръстовища създава по-малко шум от трафика, който трябва да спира и тръгва или се ускорява и спира, както е при другите видове кръстовища.

Съвременните кръгови кръстовища са стандартизирани за първи път в Обединеното кралство през 1966 г. и е установено, че представляват значително подобрене в сравнение с предишните кръгови и ротационни движения. Оттогава съвременните кръгови кръстовища са станали обичайни в целия свят

2. Анализ на възможностите за преустройство на конвенционални светлинно регулирани кръстовища в кръстовища с кръгово движение в град Русе

Община Русе е разположена в Североизточна България на високия десен бряг на р. Дунав. Тя граничи с общините Сливо Поле, Ветово, Иваново и Кубрат. Река Дунав свързва централния град на общината - Русе с десетте дунавски страни, както и със страните по Рейн

чрез каналните връзки на Западна и Централна Европа. Намира се върху твърде сложен и разнообразен терен, в обсега на който се различават: долината на река Русенски Лом, заливната и двете незаливни тераси на река Дунав, стръмен льосов склон и високите билни части на южното льосово плато.

Географските координати на центъра на общината гр. Русе са: 25 градуса и 58 минути източна дължина и 43 градуса и 50 минути северна ширина. Градът е разположен на високия южен бряг на реката на 496 км от нейното устие в Черно море.

Селищната мрежа на общината включва 14 населени места – 2 града и 12 села. Средната ѝ гъстота от 2,77 селища на 100 кв. km. е почти два пъти по-ниска от средната гъстота за страната (4,80). Средното разстояние между населените места е сравнително малко - 4,44 km, като варира в широк диапазон – от 1,00 до 8,00 km.

Характерен белег за транспортната инфраструктура на град Русе е подреждането по протежение на някои главни улици на система от различни по големина и форма /обикновено неправилна/ площадни пространства, към които водят множество радиално разположени второстепенни улици. Развитието на тези пространства придава индивидуалност на цялостната градоустройствена структура, създава интересни ансамбли с неповторим архитектурен стил и богатство на уличните силуети.

Развитието на устойчива градска мобилност е приоритет в работата на община Русе (Asenov A., V. Pencheva (2021))

На територията на гр. Русе съгласно съществуващата организация на движение има 25 бр. светофарно регулирани кръстовища, разположени по главната и второстепенната улична мрежа. Светофарно регулираните кръстовища в гр. Русе са както следва:

1. бул. „Липник“ – ул. „Иван Ведър“;
2. бул. „Липник“ – ул. „Братислава“;
3. бул. „Липник“ – ул. „Котовск“;
4. бул. „Липник“ – ул. „Никола Петков“ и ул. „Чипровци“;
5. бул. „Липник“ – ул. „Дебър“ и ул. „Лозен планина“;
6. бул. „Цар Освободител“ – ул. „Панайот Хитов“ и ул. „Шипка“;
7. бул. „Цар Освободител“ – бул. „Христо Ботев“ и бул. „Неофит Бозвели“;
8. бул. „Цар Освободител“ – бул. „Съединение“ и ул. „Петко Д. Петков“;
9. бул. „Съединение“ - ул. „Майор Атанас Узунов“ и ул. „Свети Наум“;
10. ул. „Плиска“ - ул. „Тулча“ и ул. „Яребична“;
11. ул. „Доростол“ - ул. „Яребична“;
12. ул. „Тулча“ - ул. „Цветница“ и ул. „Студентска“;
13. ул. „Потсдам“ - ул. „Акад. Михаил Арнаудов“;
14. бул. „Ген. Скобелев“ - ул. „Борисова“;
15. бул. „Ген. Скобелев“ - ул. „княз Ал. Дондуков-Корсаков“;
16. ул. „Стефан Стамболов“ - ул. „Сент Уан“;
17. ул. „Николаевска“ - ул. „Сент Уан“;
18. бул. „Трети март“ - ул. „Ерма“ и ул. „Струма“;
19. ул. „Борисова“ - ул. „Константин Иречек“ и ул. „Хан Крум“;
20. ул. „Борисова“ - ул. „Панайот Хитов“ и ул. „Рила“;
21. ул. „Борисова“ - ул. „Мария Луиза“;
22. ул. „Борисова“ - бул. „Неофит Бозвели“;
23. бул. „Христо Ботев“ - бул. „Васил Левски“;
24. ул. „Даме Груев“ - ул. „Еленин връх“ и бул. „Васил Левски“;
25. ул. „Чипровци“ - ул. „Тича“.

Всички тези 25 бр. светофарно регулирани кръстовища са разположени предимно по главната улична мрежа на града и регулират движението на високо интензивни транспортни и пешеходни потоци. През последните години с увеличения ръст на автомобилизацията, същите генерират все по-големи транспортни задръжки, което води до увеличаване времето за придвижване и замърсяването на околната среда с вредни емисии. Това налага да се търсят решения, с които да се подобри пропускателната способност чрез промяна в начина

на регулиране на транспортните потоци или чрез реконструкция на кръстовищата където съществуващата инфраструктура позволява.

Пропускателната способност на улиците и кръстовищата е важен параметър на автомобилното движение. Тя се определя като максималният брой транспортни средства, които могат да преминат с максимална безопасност и рационална скорост за единица време и показва максималното количество превозни средства, което може да пропусне през кръстовището за единица време (Е/ч). Пропускателната способност зависи до голяма степен от редица други условия, като метеорологични, видимост, състояние на пътя, състава на транспортните потоци и др.. При светофарно регулиране на движението на кръстовището последователно се пропускат транспортните средства за определено време, от което се определя и пропускателната способност на всяка от улиците.

На 18 от регулираните със светофар кръстовища в град Русе не се наблюдават съществени задръжки и задръствания към настоящия момент, като всички транспортни потоци преминават през светлинно регулираните кръстовища в рамките на един два светофарни цикли. Повечето от действащите циклограми на управление на светофарите в Русе са 4-фазни, с което е постигнато безпрепятствено движение на потоците при навлизане на кръстовището и при извършване на маневри, но е влошена пропускателната способност за разлика от 2-фазното и 3-фазното регулиране.

След анализ на допуснатите пътно-транспортни произшествия са изведени най-опасните седем кръстовища в Русе (табл. 1).

Табл. 1. Списък с най-опасните регулирани кръстовища

N	Кръстовище
1	бул. „Липник“ – ул. „Котовск“
2	бул. „Цар Освободител“ – ул. „Панайот Хитов“ и ул. „Шипка“
3	бул. „Цар Освободител“ – бул. „Христо Ботев“ и бул. „Неофит Бозвели“
4	бул. „Цар Освободител“ – бул. „Съединение“ и ул. „Петко Д. Петков“
5	ул. „Доростол“ - ул. „Яребична“
6	ул. „Тулча“ - ул. „Цветница“ и ул. „Студентска“
7	ул. „Борисова“ - ул. „Константин Иречек“ и ул. „Хан Крум“

Анализът на трафика показва, че най-натоварените кръстовища в Русе са осем (табл. 2).

Установено е, че максималните стойности на интензивността на движението на кръстовищата са достигнати в часовия интервал 17,00 ч. -18,00 ч. В този диапазон проличават недостатъците в действащата организация на движението и в съществуващата инфраструктура. Обсъжда се възможността за преустройство на посочените кръстовища в кръстовища с кръгово движение.

Табл. 2. Списък с най-натоварените кръстовища

N	Кръстовище
1	бул. „Липник“ – ул. „Никола Петков“ – ул. „Чипровци“
2	Бул. „Липник“ – ул. „Дебър“ – ул. „Лозен планина“
3	бул. „Цар Освободител“ – ул. „Панайот Хитов“ и ул. „Шипка“
4	бул. „Цар Освободител“ – бул. „Христо Ботев“ и бул. „Неофит Бозвели“
5	бул. „Цар Освободител“ – бул. „Съединение“ и ул. „Петко Д. Петков“
6	бул. „Съединение“ - ул. „Майор Атанас Узунов“ – ул. „Свети Наум“
7	ул. „Ген. Скобелев“ - ул. „Борисова“
8	бул. „Христо Ботев“ - бул. „Васил Левски“

Литературният анализ и практиката показват, че кръговите кръстовища са една от контрамерките за безопасност, основани на доказателства. В някои региони по света дори са приели политики на „първо кръговото кръстовище“, изискващи кръговите кръстовища да се

считат за предпочитана алтернатива при изграждане на нови кръстовища или модернизиране на стари, ако е осъществимо (Министерство по транспорта на щата Ню Йорк, 2011; Департамент по транспорта на щата Вирджиния, 2009 г. <https://www.virginiadot.org/business/locdes/rdmanual-index.asp>). Посочва се, че кръговите кръстовища са подходящи за изграждане на места, където има концентрация на пътно-транспортни произшествия (ПТП) и при кръстовища с натоварен трафик, сложна геометрия (повече от четири подходни пътя, например), чести движения наляво и относително балансирані потоци на трафика.

Понякога пространствените ограничения или топографията правят невъзможно изграждането на кръгово кръстовище. Детайлите на геометричния дизайн варират от един обект на друг и трябва да вземат предвид обема на трафика, използването на земята, топографията и други фактори. Кръговите кръстовища често изискват повече пространство в непосредствена близост до кръстовището, отколкото сравнимите традиционни кръстовища. Въпреки това, тъй като кръговите кръстовища могат да намалят закъсненията и дължините на опашките, те изискват по-малко пространство на подходните пътища, отколкото сравними кръстовища, контролирани от знаци за спиране или пътни сигнали.

Преустройството на 8-те кръстовища в Русе в кръгово движение ще доведе до следните предимства за организация на движението в града:

- осигуряване на безопасност;
- ефективност на трафика;
- ползи за околната среда;
- енергийна ефективност.

Осигуряване на безопасност. На традиционните кръстовища със знаци „Стоп“ или пътни сигнали някои от най-често срещаните видове ПТП са сблъсък под десен ъгъл, ляв завой и челен сблъсък. Тези видове сблъсъци често са тежки и с жертви, защото превозните средства обикновено се движат през кръстовището с висока скорост. При кръговите кръстовища тези видове потенциално сериозни ПТП по същество се елиминират, тъй като превозните средства се движат в една и съща посока и с ниска скорост.

Конфликтите между превозни средства, които възникват на кръгови кръстовища, обикновено включват превозно средство, което влиза с кръговото платно.

Освен, че има по-малко сериозни конфликти между превозни средства в сравнение с традиционните кръстовища, кръговите кръстовища като цяло са по-безопасни и за пешеходците. В кръговото движение пешеходците се движат по тротоарите около периметъра на кръговото платно. Ако трябва да пресекат пътното платно, те пресичат само една посока на движение. Освен това разстоянията за пресичане са сравнително къси и скоростите на превозните средства обикновено са ниски.

Пресичането на многолентови кръгови кръстовища може да бъде по-трудно за пешеходците, отколкото пресичането на еднолентови кръгови кръстовища.

Проучвания на кръстовища в Европа и Австралия, които са превърнати в кръгови кръстовища, съобщават за 25-87 % намаление на ПТП с наранявания и 36-61 % намаление на всички ПТП (Rodegerdts et al., 2010). Проучвания на кръстовища в Съединените щати, превърнати в кръгови кръстовища, са установили намаляване на ПТП с наранени хора от 72-80 % и намаление на всички ПТП от 35-47 % (Eisenman S et al, 2004, J; Rodegerdts L et al, 2010)

Ефективност на трафика.

Няколко проучвания, проведени в САЩ, съобщават за значителни подобрения в трафика след преминаване от традиционните кръстовища в кръстовища с кръгово движение. Проучване на три кръстовища в Канзас, Мериленд и Невада, при замената им с кръстовища с кръгово движение, установи, че закъсненията на превозните средства са намалени с 13-23 %, а делът на спрелите превозни средства е намален с 14-37 % (Retting,R. et all) . Друго проучване на три места в Ню Хемпшир, Ню Йорк и щата Вашингтон, където кръговите кръстовища заменят пътните сигнали или знаците за спиране, установи 89% средно

намаление на закъсненията на превозните средства и 56% средно намаление на спиранията на превозни средства (Retting, R. et all, 2006)

В случай на многолентови кръгови кръстовища, конфликти могат да възникнат и при излизане на превозни средства.

Ползи за околната среда и енергийна ефективност. Установено е, че изграждането на кръстовища с кръгово движение на мястото на пътни сигнали или знаци за спиране намалява емисиите на въглероден оксид с 15-45 %, емисиите на азотен оксид с 21-44 %, емисиите на въглероден диоксид с 23-34 % и емисиите на въглеводороди с 0-40 % (Wen Hu et all, 2014 ; Várhelyi et all, 2002) .

Изграждането на кръгови кръстовища на мястото на светофари или стоп знаци намали разхода на гориво с приблизително 23-34 процента (Wen Hu et all, 2014 ; Várhelyi, 2002 ; Höglund & Niittymäki, 1999).

Въпреки, че разходите за изграждане на кръгови кръстовища могат да бъдат много по-високи от модернизиранието на съществуващо сигнализирано кръстовище, разходите за поддръжка са по-ниски. Това е така, защото няма разходи за електричество или такси за ремонт на оборудване на кръстовище, контролирано от кръгово движение. Срокът на експлоатация на кръговото кръстовище също е по-дълъг, приблизително 25 години от този на сигнализираните кръстовища, за който се посочват 10 години (Rodegerdts L. et all, 2010)

В последните години кръстовищата с кръгови движения навлизат все повече в пътната инфраструктура в България.

Проектирането на кръстовища с кръгови движения е комплексна задача, включваща редица променливи, които трябва да бъдат разгледани, за да се гарантира, че проектът е възможно най-безопасен и в същото време ще има възможност да поеме транспортното натоварването на конкретния възел, не на последно място поносима цена спрямо възможните алтернативи.

Различните геометрични конфигурации при проектиране на кръстовища с кръгови движения дават възможност за редуциране скоростта на влизане, излизане или движение в самото кръстовище, като обикновено това оказва влияние върху безопасността на пешеходците.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кръговите кръстовища могат да осигурят значителни ползи за безопасността, ефективността на трафика, ползи за околната среда и енергийната ефективност в сравнение с конвенционалните, светлинно регулирани кръстовища.

От 25-те светофарно регулирани кръстовища на територията на град Русе към настоящия момент могат да се отделят 8, в които се наблюдава натоварен трафик, настъпили ПТП или опасност от настъпване. Преустройството им в кръстовища с кръгово движение ще доведе до по-добра организация на движението в града.

REFERENCES

Asenov A., V. Pencheva (2021). Sustainable urban mobility - modern development and perspectives Proceedings – Third International Conference "Transport for Today's Society" 14 - 16 October, , 156-159, doi: 10.20544/TTS2021.1.1.21.

Ordinance № RD-02-20-2 of 20 December 2017 on planning and design of the communication and transport system of urban areas, prom. DV. issue 7 of 19.01.2018, amended DV. issue 15 of 16.02.2018, amended and ext. DV. issue 98 of 27.11.2018, in force since 20.02.2018 (Оригинално заглавие: НАРЕДБА № РД-02-20-2 от 20 декември 2017 г. за планиране и проектиране на комуникационно-транспортната система на урбанизираните територии, обн. ДВ. бр.7 от 19.01.2018г., в сила от 20.02.2018 г.)

Stoichkov, A.Y., Sthilyanov, G., Minchev, A.T., Dimitrov, E. K., Communication and transport in settlements, S., Technics, 1970.

Todorov, T. Y., Town planning, urban movement and streets, S., Technology, 1992.

Madjarski, E. M., Mladenov, G. D., Saliyev, D. N., Analysis of the transport flows of complex intersection in the city of Sofia, Trans&Motauto, 2009

Pursula M., Simulation of Traffic Systems, Journal of Geographic Information and Decision Analysis, vol.3, no.1, pp. 1-8, 1999

Astinov I., Madjarski E., Stoiadinov S., Saliev D., Mladenov G., Kovachev K., Fileva P. (2011). Research and improve the capacity of intersections in urban conditions, Automation and Informatics ISSN 0861-7562, pp 62-65. (*Оригинално заглавие: Астинов И., Маджарски Е., Стоядинов С., Салиев Д., Младенов Г., Ковачев К., Филева П., Изследване и подобряване на пропускателната способност на кръстовища в градски условия, Автоматика и информатика, Година XLV, 3/2011, ISSN 0861-7562, стр. 62-65.*)

Madjarski E., Mladenov G., Saliev D., Draganov D. (2009). Research and analysis of traffic flows at a complex roundabout, XVI International scientific and technical conference trans&MOTAUTO '09, Sunny Beach, Volume 2, ISSN 1313-5031, pp. 83-85. (*Оригинално заглавие: Маджарски Е., Младенов Г., Салиев Д., Драганов Д. Изследване и анализ на транспортните потоци на сложно кръгово кръстовище, XVI Международна научно-техническа конференция trans&MOTAUTO '09, Слънчев бряг, Септември 2009 г., Том 2, ISSN 1313-5031, стр. 83-85.*)

Vaiana R., Gallelli V. & Iuele T. (2012). Analysis of Roundabout Stop-Line Delay: Effects of Kinematical and Behavioural Parameters in the Simulation Process of Observed Traffic Conditions. Proceeding of 91th TRB Annual Meeting, Washington D.C., U.S.A.

Lyubenov D. (2012) Opportunities to improve traffic safety in Ruse region, Scientific PAPERS of university of Ruse - 2012, volume 51, series 4 (*Оригинално заглавие: Любенов Д., Възможности за подобряване безопасността на движение в област Русе, научни трудове на Русенския университет - 2012, том 51, серия 4*)

Rodegerdts L., M. Blogg, E. Wemple. et al. Roundabouts in the United States. ISBN 978-0-309-42333-5 | DOI 10.17226/23216. 2007

Retting, R. L. Gregory, R. Eugene. Public opinion and traffic flow impacts of newly installed modern roundabouts in the United States. ITE Journal, 2002

Retting, R. M. Srinivas, R. Eugene, R. McCartt, Roundabouts, traffic flow and public opinion. Traffic Engineering & Control. 2006

Hu, Wen / McCartt, Anne T. / Jermakian, Jessica S. / Mandavilli, Srinivas., 2014 ; Várhelyi, 2002

Wen Hu, McCartt A., Mandavilli S., Public opinion, traffic performance, the environment, and safety after the construction of double-lane roundabouts, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. et al., Volume 2402, Issue 1, <https://doi.org/10.3141/2402-06> 2014 ; Várhelyi, 2002 ; Höglund & Niittymäki, 1999.