

УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА НОРМАТИВНА БАЗА С ЦЕЛ ПОДОБРЯВАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕТО В ГРАДОВЕТЕ

Мирена Тодорова
mirena_todorova@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
София 1574, ул. Гео Милев 158,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** трафик, пътни превозни средства, светофарна уредба, регулиране на движението*

***Резюме:** С всяка година количеството на превозни средства в градовете се увеличава, което води до задръствания и необходимост от реконструкция на редица кръстовища. За да се намалят задръстванията и чакането по кръстовищата през миналата година се прие ново Приложение 28 към Наредбата 17 за регулиране на движението в зависимост от способа за следене на потока от превозни средства. В доклада е направена класификация на начините за управление на светофарната уредба и на етапите, през които трябва да се мине при регулиране на кръстовище по приетото приложение. Направено е изследване на натоварването на конкретно кръстовище за трите специфични часови периоди и при определянето на показанията на светофарната уредба се установява, че:*

- липсват ясни правила при определяне на броя на фазите на показанията на светофарната уредба;

- формулата за определяне на продължителността на цикъла не може да се използва при голямо натоварване на кръстовището.

За намаляване на противоречията при прилагане на Наредбата е дадено предложение за промяна на член от Приложение 28 и план за изчистване на „Методика за определяне на продължителността на междинните времена, преходните интервали, разрешителните сигнали и цикъла” от неточности.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

София е в период на бързо нарастване на броя на личните превозните средства по уличната мрежа, като тази мрежа няма необходимия капацитет да се справи с това нарастване. От своя страна, това води до увеличаване на задръстванията, големи транспортни задръжки за масовия градски транспорт и тежки проблеми с паркирането. Столична община признава, че действащата система за регулиране на движението и ИТС инфраструктурата се нуждаят от усъвършенстване, така че да съдействат на действащата програма за да се справят със задръстванията в София [1].

Методологията за регулиране и проектиране на движението и принципите за управлението на мрежата от светофарни уредби са заложи в разработената политика за регулирането на движението за София. В нея конкретно се препоръчва да се извърши подробен преглед на съществуващата мрежа за управление на градския транспорт по зони и райони за по-добро координиране на движението, които да допринесат за намаляване на задръстванията и закъсненията. Да се оптимизират методите за сигнализация на кръстовищата за ефективно и безопасно филтрирано движение на потока и включването на съоръжения за пешеходци. Там, където светофарите работят под контрола на системата за контрол на градския транспорт, използвайки само един план в рамките на деня, следва да се увеличи броя на плановете, за да се осигури гъвкавост и точен контрол през целия ден. В разработеният през 2010 г. Генерален план за организация на движението на територията на Столична община се анализира и „Наредба 17 за регулиране на движението по пътищата със светлинни сигнали”, като е установено че голяма част от проблемите, свързани с експлоатацията на светофарите са неясно формулирани и липсват необходимите подробности. Например, в Глава 6 от Наредбата са представени начините за управление на светофарните уредби, но не е включена никаква подробна информация или препоръка за координирано управление. Споменава се Приложение, което обаче съдържа неясни диаграми на оборудване, неговото поставяне и график на работа. Препоръчва се на Столична община да предприеме собствен подход като изготви собствени технически документи, разбира се в съответствие с националните наредби, но да съдържат подробна спецификация на изискванията за техническа функционалност, проектиране, управление и експлоатация на светофарната сигнализация, така че да бъдат обхванати и препоръките, залегнали в най-новите европейски добри практики [2], [3], [5]. На базата на тази препоръка през 2015 г е прието Приложение №28 ”Методика за определяне на продължителността на междинните времена, преходните интервали, разрешителните сигнали и цикъла” в сила от 18.05.2015г. към НАРЕДБА № 17/2001 г. за регулиране на движението по пътищата със светлинни сигнали [4].

2. ПОКАЗАНИЕ НА СВЕТОФАРНАТА УРЕДБА

При регулиране на кръстовищата се използват различни начини на управление на светофарната уредба. Смяната на светлинните сигнали, подавани от една светофарна уредба, може да се извършва автоматично от контролер (режим на автоматично управление) или ръчно от оператор (режим на ръчно управление). Когато светофарната уредба работи на автоматично управление продължителността на светофарния цикъл и на подаваните светлинни сигнали, моментът на тяхната смяна и продължителността на преходните интервали се определят предварително (твърдо програмно управление). Те могат да се определят и в процеса на работа на светофарната уредба в съответствие с транспортните и пешеходните потоци (гъвкаво управление).

Твърдото програмно управление може да се реализира с една или няколко предварително определени програми. Смяната на програмите е необходима, когато интензивността на движението на транспортните потоци се променя с повече от 30%.

За да се определи дали трябва да се оптимизират показанията на светофарната уредба трябва да се извърши статистическо наблюдение на избрано кръстовище и да се отчетат потоците от превозни средства в различните направления на кръстовището в различните специфични интервали от време през денонощието. Основната цел е на базата на статистическата информация да се определи необходимата продължителност на светофарните секции, така че да се намали големината на опашката в определените натоварени направления и от там да се намалят закъсненията в следствие на чакане на светофара и замърсяването на околната среда.

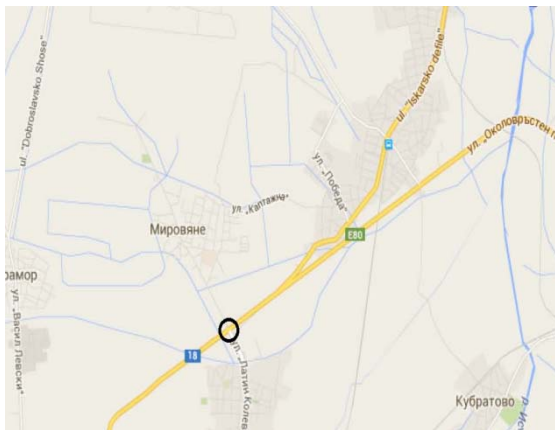
За да се оразмерят показанията на светофарната уредба по цитираната наредба трябва да се премине през следващите стъпки за определяне на:

- Междинни времена за освобождаване на платното за движение от ППС и пешеходци в конфликтната зона на регулираното място в зависимост от техническите параметри на кръстовището;
- Продължителността на разрешителните сигнали;
- Пропускателна способност на разрешителен сигнал за автомобили;
- Определяне на задръжките на автомобилите на регулираното място;
- Определяне на параметрите на регулирането на движението в зависимост от режима на светофарната уредба:
 - a. при гъвкав режим на регулиране;
 - b. при твърд режим на регулиране.

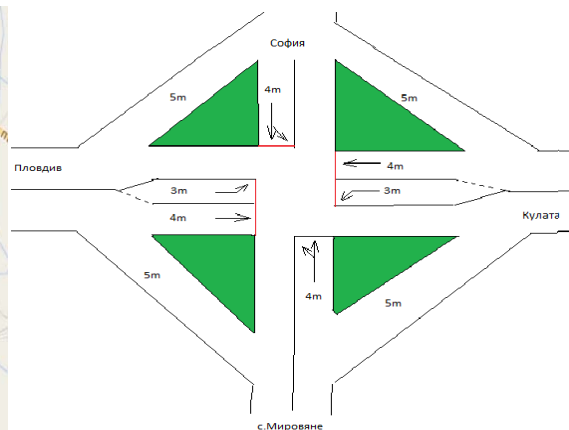
Фазите, с които работи светофарната уредба трябва да са толкова на брой, че да позволяват безопасно преминаване на транспортните и пешеходните потоци през кръстовището.

3. ПРИЛАГАНЕ НА ПРИЛОЖЕНИЕ 28 ОТ НАРЕДБА 17

За прилагането на Приложение №28 е избрано четириклонно кръстовище намиращо се на Околовръстен път, свързващо кв. „Требич“ и село „Мировяне“ /фиг. 1/ Това кръстовище е основната връзка на град Своге и околните села от Искърското дефиле със столицата и въпреки, че е част от околовръстния път е еднолентов. При него няма пешеходци и преминаване на трамваен и тролейбусен транспорт. В пиковите часове, сутрин, когато целия трафик е насочен в посока центъра на София и вечер, когато трафика е в обратна посока се получава задръстване.



фиг.1 Карта на северната околовръстна магистрала



фиг.2 Геометрични размери на кръстовището

При направеното проучване се установи, че за избраното кръстовище се прилага регулиране на транспортните потоци в две фази като се използва твърдо програмно управление без промяна на фазите през денонощието в зависимост от часовото изменение на интензивността на движението на пътни превозни средства /ППС/. Броят на фазите по Чл. 53. ал. 2 е не по-малък от две и не повече от пет. Допуска се да се използват четири и пет фази за регулиране на движението само при висока интензивност на движението, сложно разпределение на потоците от ППС и пешеходци и при наличие на четири и повече входа на регулираното място. При направеното изследване се установява следните общо натоварване на кръстовището: сутрешен пик – 3662 приведени ППС, обяд – 2570 ППС и вечер – 3373 ППС. При сутрешният пик се наблюдава за направление Пловдив-София голям поток от 744 ППС-

та, което е 20% от общото натоварване и изисква отделна фаза за завой на ляво. При вечерния пик има аналогичен поток за направление София-Пловдив, но в този случай потока не минава през регулираното кръстовище, а през отделна лента се включва направо след кръстовището. Съгласно Чл. 55. Ал.(1) от използваната Наредба за въвеждане на отделна фаза за регулиране движението на ППС, които завиват на кръстовище наляво или надясно, е необходимо на входа на кръстовището да има обособена най-малко една пътна лента за съответната посока. Интензивността на движение на завиващите наляво ППС трябва да е по-голяма от 120 Е/ч, което за изследваното кръстовище е валидно, но се осигурява само обособена лента за 5 леки автомобили и ППС за направление направо и наляво са на една обща опашка пред светофара. Това означава, че не може да се обособи отделно показание за завиващите наляво, а трябва да се отделят двете направление по главния път за да се осигури възможност за завой наляво. По Наредба няма определени изисквания за въвеждането на фаза с изключение на изискванията по чл.55 за завиване на наляво или надясно и за определен пешеходен поток. Това дава свобода на определящия фазите на даденото кръстовище, но е и възможност за грешки поради субективни причини. Затова трябва да се разработят за типовите кръстовища в зависимост от големината на потоците от ППС и пешеходните потоци препоръчителни или задължителни ситуации на регулиране.

След анализ на Наредба 17 и Приложение 28 се установява, че няма правила при определяне на броя на фазите на показанията на светофарната уредба.

След проведеното преброяване в трите определящи времеви периоди – сутрешен, обеден и вечерен пик се установява, че има разлика повече от 30% и трябва да има различни програми за часовите периоди. От таблица 1 се вижда, че потокът от ППС пътуващи към София от направление Пловдив в сутрешния пик е по-голям от потока ППС по главното направление Плд-Кул и по цитирания чл.55 се налага да се въведе нова трета фаза. За определянето на продължителността на фазите са определени фазовите коефициенти y_i .

$$(1) \quad y_i = Q_i/S_i$$

където:

Q_i - интензивност на потока i - фаза [Е/ч];

S_i -стойност на наситените потоци отчитащи терена и спецификата на движението – условия и потоци по направления за i -фаза [Е/ч];

i - фаза на показание на светофарната уредба.

$$(2) \quad S_i = S_i' * K_i(\text{терена и спецификата на движението})$$

където: S_i' - стойност на наситените потоци в зависимост от ширината лентата за i -фаза [Е/ч];

При използваната „Методика за определяне на продължителността на междинните времена, преходните интервали, разрешителните сигнали и цикъла” дадена в Приложение № 28 към чл. 56а за продължителността на цикъла $T_{\text{ц}}$ се определя, както следва:

$$(3) \quad T_{\text{ц}} = \frac{1,5*L+5}{1-\sum_{i=1}^f y_i} \quad [\text{сек} \quad] \quad ;$$

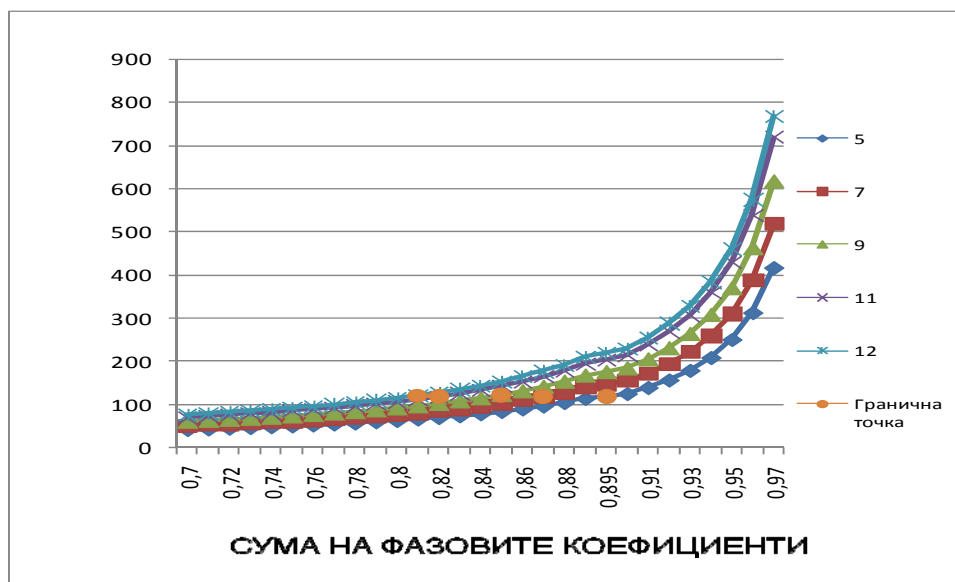
където L продължителността на показанията на светофара светещи жълто [сек];
 f - броя на фазите.

Таблица 1

Параметри на кръстовището при сутрешен пик

Направление	ППС	S'	S	Интензивност на потока Q	Фазови коефициенти $\gamma=O/S$	Фаза	Зелено Тз	Жълто L
Плд-Кул	579	2030	1734,54			I		
Плд-Сф	744	1950	1666,18	1173	0,70	I	42	3
Плд-Мир	150	2030	2436,00	150	0,06	I		
Кул-Плд	586	2030	2030,82	763	0,38	II	23	3
Кул-Сф	196	2030	2436,00	196	0,08	II		
Кул-Мир	178	1950	1625,66		0,00	II		
Мир-Сф	300	2030	1450,38	386	0,27	III	16	3
Мир-Плд	86	2030	2047,59		0,00	III		
Мир-Кул	149	2030	2436,00	149	0,06	III		
Сф-Мир	155	2030	1292,75	351	0,27	III		
Сф-Кул	196	2030	1825,06		0,00	III		
Сф-Плд	345	2030	2436,00	345	0,14	III	81	9
	3662				1,35			

Очевидно, че при достатъчно висока интензивност на движение се установява недопустимо значение на знаменателя във формулата (3) при сума на фазовите коефициенти близки до 1 и над тази стойност. Както се вижда от табл.1 сумата на фазовите коефициенти е 1,35, а дори и при две фази тя ще е равна на 0,97. Изследвана е продължителността на цикъла T_c в зависимост от големината на загубеното време L в цикъла на регулиране и големината на сума на фазовите коефициенти е дадена на фиг.3



Фиг.3 Зависимост на продължителността на цикъла от L -големината на времето за превключване

От фиг.3 се вижда, че при ограничение на продължителността на цикъла до 120 секунди дадената формула за определяне на продължителността на цикъла $T_{\text{ц}}$ може да се използва в зависимост от големината на времето за превключване в цикъла при:

- 5 секунди до 0,895 за сумата на фазовите коефициенти;
- 12 секунди до 0,8 за сумата на фазовите коефициенти.

Тоест при увеличаване на натоварването на кръстовището дадената формула не дава реални резултати и е необходимо изследване за определянето на адекватна формула по която да се определя продължителността на цикъла. В наредбата продължителността на цикъла може и да се определи и в зависимост от Чл. 54. (Изм. и доп. - ДВ, бр. 35 от 2015 г., в сила от 18.05.2015 г.) (1) (Доп. - ДВ, бр. 35 от 2015 г., в сила от 18.05.2015 г.), където той се определя в зависимост от броя на фазите:

1. при двуфазно регулиране на движението - от 70 s;
2. при трифазно регулиране на движението - от 90 s;
3. при четири- и петфазно регулиране на движението - от 120 s.

На базата на този член се предлага в Приложение №28 2.1.8 Определяне на оптималната продължителност на цикъла на регулиране $T_{\text{ц}}$ да се добави: ”В случаите, когато сумата на фазовите коефициенти е по-голяма от 0,8 продължителността на цикъла да се определи по чл.54 ”. За конкретния случай продължителността на цикъла $T_{\text{ц}}$ е приет да равен на 90 секунди.

На база на направеното изследване се стига до извода, че формулата за определяне на продължителността на цикъла не може да се използва при всички случаи на натоварване на кръстовището.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приетото Приложение №28 “Методика за определяне на продължителността на междинните времена, преходните интервали, разрешителните сигнали и цикъла” в сила от 18.05.2015г. към НАРЕДБА № 17/2001 г. за регулиране на движението по пътищата със светлинни сигнали е стъпка напред към решаване на проблемите с регулиране на трафика в градовете. За съжаление в него има неточности и недоизяснени ситуации. Затова трябва в бъдеще да се разработят в зависимост от големината на потоците от ППС и пешеходните потоци за типовите кръстовища правила за определяне на броя на фазите и големината на цикъла и по този начин ще се използват всички аспекти на движението, които в дадения пример липсват. Така ще може да се изчисти от неточности методиката дадена в Приложение 28 и ще облекчи работата на органите занимаващи се с регулирането на движението по кръстовищата и ще се намали чакането на ППС по кръстовищата.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Генерален план за организация на движението на територията на Столична община, 2010г., <http://sofia.bg/pressecentre/foto/16-02.pdf>

[2] Интелигентни транспортни системи в градовете, ИНФРАБИЛД - списание за инфраструктурно строителство

<http://stroiteli.elmedia.net/sti/bg/2015-2/editorials/%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B8-%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%B8-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D0%B2->

[%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B5_03335.html](#)

[3] НАРЕДБА № 2 от 29 юни 2004 г. за планиране и проектиране на комуникационно-транспортните системи на урбанизираните територии,

[4] НАРЕДБА № 17 от 23 юли 2001 г. за регулиране на движението по пътищата със светлинни сигнали (Обн., ДВ, бр. 72 от 2001 г.; изм., бр. 18 от 2004 г.; изм. и доп., ДВ, бр. 35 от 2015 г.) http://www.api.bg/files/8114/5923/5059/Naredba_17_23-07-2001_v_sila_2015.pdf

[5] Райков Р., Георгиев Н., Стойков Д., Беров Т., Стоянов И., Техническа експлоатация и безопасност на транспорта, София, ВТУ "Тодор Каблешков", 2002 г.

IMPROVEMENT OF REGULATIONS AIMED TO IMPROVE TRAFFIC MANAGEMENT IN CITIES

Mirena Todorova
mirena_todorova@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
1574 Sofia, 158 'Geo Milev' Street,
BULGARIA*

Key words: *traffic, vehicles, trafficlights, trafficcontrol*

Abstract: *Every year the number of vehicles in cities increases leading to congestions and decisions on reconstruction of certain intersections. To reduce congestions and waiting at intersections, a new Annex 28 to Ordinance 17 of Traffic Control depending on the ways of vehicle flow monitoring was adopted. The paper presents a classification of methods to manage signalized intersections and the stages necessary to go through with intersection regulation according to the accepted Annex. A study on the degree of saturation of a particular intersection has been made for three specific time periods and with determining the traffic lights indications, it has been established that:*

- there are no clear rules of determining the number of phases of traffic lights indications;

- the formula of determining the cycle duration cannot be used with a high degree of saturation of intersections.

To reduce the contradictions in applying the Ordinance, a proposal to modify one of articles in Annex 28 and a plan how to clear inaccuracies in the "Methodology of determining the duration of the intermediate times, transitional intervals, permission signals and the cycle" are given.