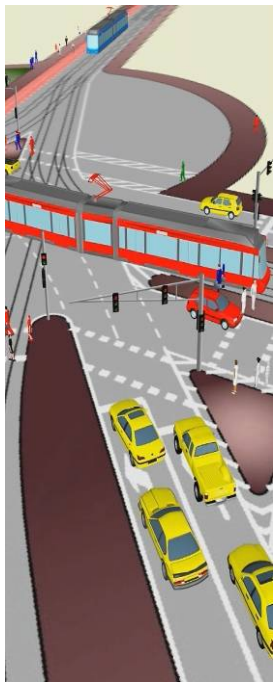

Генерален План за Организация на Движението на Територията на Столична Община

Разработка на кръстовища с помощта на компютърно микро-моделиране

Октомври 2010

Столична община

Mott MacDonald

Генерален План за Организация на Движението на Територията на Столична Община

Разработка на кръстовища с помощта на компютърно микро-моделиране

Октомври 2010

Столична община

ул. "Московска" No. 33
1000 София

Mott MacDonald, Ул. Дамян Груев 13, 1606 София, България
T +359 2 953 18 67 F +359 2 953 20 08 W www.mottmac.com

Справка за ревизиите

Ревизия	Дата	Автор	Проверил	Техническо одобрение	Описание
1	Юни 2010	Огнян Ников	Тодор Тодоров	Тодор Тодоров	Първо издание
2	Октомври 2010	Огнян Ников	Тодор Тодоров	Тодор Тодоров	Второ издание

Този документ е изготвен за горепосочения проект или за определена част от него и не може да бъде цитиран или използван за друг проект, без провеждане на независима проверка на неговата пригодност и без получаване на предварително писмено съгласие от Мотт Макдоналд. Мотт Макдоналд не поема отговорност за последиците от използването на този документ за цели, различни от тези, за които е възложен. Всеки, който използва или се позовава на този документ за такива други цели, трябва да потвърди съгласието си да обезщети Мотт Макдоналд за всички загуби и щети, възникнали в резултат на това използване.

“Мотт Макдоналд” не поема отговорност за този документ пред други лица, освен пред тези, които са възложили изготвянето му.

Доколкото този доклад се основава на предоставена от други информация, Мотт Макдоналд не поема отговорност за каквито и да е загуби и щети, договорни или закононарушителни, произтичащи от заключения, основаващи се на данни, предоставени от страни, различни от Мотт МакДоналд и използвани от Мотт Макдоналд за изготвяне на доклада.

Съдържание

Част	Име	Страница
Резюме	1	
1.	Обхват и съдържание на задачата	6
1.1	Въведение	6
1.2	Обхват	6
2.	Входни данни	7
2.1	Данни, предоставени от Столична община	7
2.1.1	Кръстовище „Петте кьошета”	7
2.1.2	Кръстовище при НДК	8
2.2	Данни, набавени от Консултанта	8
2.2.1	Разработка на проектна схема за светофарно кръстовище на пл. Македония	8
2.2.1.1	Отличителни характеристики на предложения вариант	10
2.2.2	Преброявания на движението	11
2.2.3	Картограми на натоварването	11
3.	Моделиране и симулация на движението на кръстовищата	13
3.1	Предпоставки при създаването на моделите	13
3.1.1	Моделиране на кръстовище 5-те кьошета	13
3.1.2	Моделиране на кръстовище при НДК	14
3.1.3	Моделиране на кръстовище при пл. Македония	15
3.1.3.1	Калибриране на модела	15
3.1.3.2	Валидиране на модела	18
3.1.3.3	Оптимизиране на светофарния цикъл	18
4.	Резултати	20
4.1	Изходни резултати за кръстовището при 5-те кьошета	20
4.2	Изходни резултати за кръстовището при НДК	21
4.3	Изходни резултати за кръстовището пл. Македония	22
5.	Заключение	26
5.1	Кръстовище при „5-те кьошета”	26
5.2	Кръстовище при НДК	27
5.3	Кръстовище при пл. Македония	27
5.4	Развитие на микро-моделирането	28

Appendices 29

Appendix A. Компютърни модели на разработените кръстовища 30

Фигури

Фигура 2.1: Схема на ситуационната промяна на кръстовище „Петте кьошета” 7
Фигура 2.2: Схема на ситуационната промяна на кръстовище при НДК 8
Фигура 2.3: Схема на проектната разработка за кръстовище при пл. Македония 9

Фигура 2.4: Промяна в посочността на движение в района на пл. Македония 10
Фигура 2.5: Кръстовище „5-те кьошета" Картограма на натоварването ЕЛА/ч – сутрешен пик 12
Фигура 2.6: Кръстовище НДК Картограма на натоварването ЕЛА/ч – сутрешен пик 12
Фигура 2.7: Кръстовище пл. Македония Картограма на натоварването ЕЛА/ч – сутрешен пик 12
Фигура 3.1: Бул. Христо Ботев – участък между пл. Македония и „5-те кьошета". 16
Фигура 3.2: Бул. Христо Ботев – вход/изход от 5-те кьошета 16
Фигура 3.3: Бул. Христо Ботев – трамвайна спирка до ул. Бистрица 17
Фигура 3.4: Бул. Христо Ботев – блокиране на кръстовището при трамвайната спирка при изхода към 5-те кьошета 17
Фигура 3.5: Бул. Христо Ботев – десен завой към бул. Македония и пешеходно пресичане. 17
Фигура 3.6: пл. Македония – опасна траектория на лявозавиващи МПС 17
Фигура 3.7: Пл. Македония – тактове на светофарната уредба 18
Фигура 4.1: Входящите превозни средства от бул. Евлоги Георгиев изпитват сериозни затруднения при навлизане в кръга 22
Фигура 4.2: Сравнителни експлоатационни характеристики на съществуващо и проектно решение на пл. Македония 23
Фигура 4.3: Визуална симулация на движението на пл. Македония – проектно положение. Опашките по бул. Христо Ботев не надвишават 60м. 24
Фигура 4.4: Допълнителната лента за лявозавиване по бул. Македония намалява опашките с 95%. 25
Фигура 4.5: Велосипедното пресичане се извършва безопасно на отделна светофарна фаза (такт). 25

Таблици

Таблица 3.1: Циклограма на проектната светофарна уредба за пл. Македония 19
Табл 4.1: Сравнение на пропускателната способност, която е възможно да се постигне в кръстовището при светофарен цикъл на твърд режим – съществуващо и проектно положение 20
Табл 4.2: Сравнение на транспортните задръжки – съществуващо и проектно положение 20
Табл. 4.3: Резултати от симулацията на кръстовище при НДК 21
Табл. 4.4: Транспортни характеристики 21
Табл 4.5: Сравнение на екплоатационни характеристики – съществуващо и проектно положение 22
Таблица 4.6: Сравнителна таблица за дължина на опашки 23

Резюме

Настоящият доклад представя данните от проведено транспортно компютърно моделиране на проекти за изолирани кръстовища – светофарно регулирано кръстовище при „Петте кьошета”, кръгово кръстовище „бул. България – бул. Черни връх” при НДК и проект за подобряване на екплоатационното състояние на светофарно-регулирано кръстовище при пл. Македония.

При компютърното микро-моделиране се изгражда динамичен компютърен модел, пресъздаващ до голяма степен реалната обстановка и поведението на участниците в движението. От модела могат да бъдат извлечени резултати за експлоатационните характеристики на кръстовищата и да се направи съпоставка на вариантни решения.

Ситуационното разположение и проектното решениеза геометрията на кръстовищата при НДК и „Петте кьошета” са предоставени от ОП „София проект”.

Проектът с предложенията за промяна на геометричните елементи и посочността на движение в кръстовището при пл. Македония е разработен от инженерен екип от специалисти на Мот Макдоналд.

В кръстовището при „Петте кьошета” трамвайното трасе се премества от тунела на НДК, преминава по бул. Скобелев и осъществява директна връзка на едно ниво с бул. „Витоша” по обособено платно. Частта от съществуващия тунел, чрез който е била осъществявана трамвайната връзка с бул. Черни връх”, се предвижда да се реконструира за провеждане на автомобилно движение до кръстовището на НДК.

Кръстовището при НДК е разработено със схема на четириклонно кръгово кръстовище, регулирано с предимство в кръга. Платното за кръгово движение, входовете и изходите са с три ленти, по всички клонове са обособени ленти за дясно завиване, отделени от главните платна с разделителни острови с бордюри.

За установяване на съществуващото натоварване бяха предприети двудневни преброявания в продължение на 3 часа в сутрешния пиков период – от 07:30 до 10:30 часа.

Предпоставки при изработване на моделите:

1. Кръстовище при 5-те кьошета:
   a. Трамвайните платна са кодирани като обособени, т.е. по тях не се допуска движение на автомобили
   b. Оразмеряване на нов светофарен цикъл с продължителност 120 секунди, с оптимизиране на фазите и тяхната продължителност по начин, който да минимизира общите задръжки за цялото кръстовище.
   c. Валидиране на модела чрез влагане на измерените на място скорости и дължини на опашки.
   d. Маршрутите на градския транспорт и тяхната честота са съгласно лятното часово разписание.

2. Кръстовище при НДК
   a. Скоростта на движение в кръга е изчислена съгласно утвърдена формула в „Roundabouts: An informational guide", САЩ
   b. Преизчисляване на матрицата „Произход-Предназначение" съгласно новата схема поради това, че трамвайното платно ще бъде премахнато и по него ще се изгради двулентово еднопосочно платно за автомобилно движение. Очакваното преразпределяне на потоците главно от бул. „Пенчо Славейков" (5-те кьошета) не би могло да бъде прогнозирано твърде надеждно поради липсата на прогнозен макро-модел. Въпреки това е направена субективна оценка на база инженерен опит и познания на уличната мрежа и е изработена прогнозна матрица.
3. Кръстовище при пл. Македония
   a. Затваряне на ул. Алабин за автомобилно движение от ул. Лавеле до бул. Христо Ботев
   b. Изграждане на двупосочна велосипедна алея по бул. Македония и ул. Алабин
   c. Организиране на безконфликтно и безопасно преминаване на всички участници в движението, вкл. пешеходците и велосипедистите, чрез реконструкция на кръстовището и изграждане на разделителни (спасителни) острови и спирки
   d. Оптимизиране на светофарния цикъл

Резултати от проведените симулации:

1. Кръстовище при 5-те кьошета:
   a. Пропускателната способност се увеличава със 7%
   b. Общите транспортни задръжки съществено намаляват с почти 33%
   c. Задръжките по бул. Скобелев се увеличават почти 2-пъти поради методиката за оптимизация на светофарния цикъл
2. Кръстовище при НДК
   a. Много ниска пропускателна способност на входа от бул. Евлоги Георгиев и частично от бул. Черни Връх
   b. Входът от бул. „България" доминира над цялото кръстовище и ограничава влизащите от другите клонове.
3. Кръстовище при пл. <акедония
   a. Нарастване на пропускателната способност с 14%
   b. Общите транспортни задръжки по бул. Христо Ботев и бул. Македония намаляват средно с 80%.

Предимства на схемата на кръстовището при 5-те кьошета:

- Намаляване на времето за изчакване независимо от по-продължителния светофарен цикъл;
- Повечето превозни средства успяват да преминат на първи или максимум на втори пореден цикъл.
- Голяма част от най-натоварените направления преминават на два последователни такта.
- Пешеходното движение е по-добре организирано, с по-къси разстояния за пресичане и отделено от автомобилното движение. Не се налага увеличаване на продължителността на фазите за осигуряване на минимално време за преминаване.

Недостатъци:

- Малки радиуси на завиване поради съществуващото застрояване, водещи до продължително време за преминаване през кръстовището.

- Малка дължина на трамвайните спирки. Очакваният по-голям брой на трамвайни маршрути поражда опасност от възникване на опашка от изчакващи мотриси и съответно блокиране на кръстовището.
- Тролейбусната спирка по изходящия клон на бул.Скобелев, посока НДК, е разположена непосредствено преди изходящия шлюз. Създават се предпоставки за затруднено включване на тролейбусите в движението, липса на достатъчно разстояние за престрояване и затруднена видимост.
- Тролейбусните спирки по останалите клонове са разположени по платната за движение и практически не се използват от автомобилното движение.

Препоръки:

- Създаване на физически препятствия за автомобилното движение по трамвайните платна по бул. Христо Ботев. По този начин ще се осигури точното следване на разписанието на трамвайните маршрути и съответно не би се достигнало до пораждането на опашки от трамвайни мотриси вътре в кръстовището.
- Да се потърси възможност от изместване на тролейбусната спирка от бул. Скобелев към бул. Прага.
- По възможност тролейбусните спирки по изходящите клонове да бъдат отдалечени от кръстовището или изградени в джобове.

Въпреки съществуващите обективни ограничения, породени най-вече от околното застрояване, може да се заключи, че схемата, предложена за кръстовището при 5-те кьошета, е приложима и целесъобразна и няма да създаде затруднения за движението и участниците в него.

Кръгово кръстовище при НДК:

Схемата тип кръгово кръстовище, регулирано само с пътни знаци, създава сериозни проблеми за транспортната обстановка, в най-голяма степен за входящите потоци по бул. „Евлоги и Христо Георгиеви” и бул. „Черни връх.

Недостатъци:

- При регулиране на кръговото кръстовище само с пътни знаци не може да се постигне такава пропускателна способност, която да провежда съществуващото натоварване.
- Голям радиус на централния остров, допринасящ за движение с високи скорости по платното за кръгово движение. Това води до нужда от по-продължителен „празен” интервал за входящите превозни средства и съответно редуциране на капацитета. Високата скорост води и до повишаване на риск от ПТП.
- Големият брой на лентите в кръга, входовете и изходите не повишават капацитета. При обследванията на място се оказва, че външната лента в кръга често е блокирана от чакащи превозни средства и не може напълно да се използва. Многолентовите изходи създават затруднения за водачите при процесите на вливане, отливане и преплитане.

- Опашките по клоновете достигат до предидущите светофарни кръстовища и биха могли да „блокират" и задръстят.

Препоръки:

- Намаляване на броя на лентите във входовете, изходите и кръга. По този начин ще се получи по-голяма наситеност на транспортните потоци.
- Въвеждане на светофарна уредба по клоновете и по платното за кръгово движение. Ще се постигне „накъсване" на доминиращите потоци (бул. България).
- Да се обследват и съпоставят други варианти на пресичане. Като подходящ вариант би могло да бъде конвенционално светофарно кръстовище или две отделни, близко разположени кръгови кръстовища, т.н. „двойни" кръгови кръстовища тип „дъмпбел". В европейската практика този вид кръгови кръстовища са се доказали с добрата си пропускателна способност и ниската строителна стойност.
- В дългосрочен план да се намали транспортното търсене към Централната градска част, което значително ще намали интензивността на циркулиращите автомобили.

Преди да се пристъпи към конкретната реализация на схемата е необходимо да бъдат разгледани възможно най-голям брой вариантни решения, които да бъдат съпоставени и изследвани на база експлоатационни характеристики и сравнени по икономически показатели.

Светофарно-регулирано кръстовище при пл. Македония

Проектното решение на светофарното кръстовище при пл. Македония със затваряне на автомобилния достъп до ул. Алабин следва подхода на Консултанта за постепенното ограничаване на автомобилното движение в Централната Градска Част. Сравнителният анализ на микро-моделите на съществуващото и проектно положение показва сериозни преимущества в експлоатационните характеристики на проекта.

За да отговори на нарастващите нужди от оптимизиране на трафика Столична община трябва да създаде стройна и обширна програма за създаване на подробна база данни, чрез която реално да бъде отразено действителното експлоатационно състояние на транспортната мрежа.

Компютърното микро-моделиране на мрежата е средството, чрез което проектните разработки за оптимизиране на движението могат да бъдат изпитани и подобрени. Моделирането се е доказало като един от най-ефективните методи за непосредствена оценка на транспортно-комуникационни решения в градската среда. Визуалното представяне на резултатите и триизмерното моделиране е отличен подход за запознаване на обществеността с намеренията на административните институции за развитието на уличната мрежа.

Препоръки:

За създаването на микро-модела, неговото калибриране и валидиране е необходим пакет от задължителни входни данни, които включват:

Денонощни автоматични преброявания на движението за установяване на средно-дневните колебания на трафика и определяне на пиковото натоварване както през работната седмица, така и през почивните дни;

Редовно провеждане на ръчни преброявания на движението за установяване на класификацията (видовете) на превозните средства;

Непосредствено измерване на времето за пропътуване в пиков час с тестов автомобил;

Ръчни (автоматични) преброявания на движението в улични сечения;

Измерване дължината на опашките по клоновете на кръстовищата в пикови часове;

Спецификата на софтуерните продукти, които служат за моделиране на движението, налагат и нуждата от създаване на звено от висококвалифицирани инженери, които да бъдат отговорни за разработката на микро-моделите и проверката на проектните решения.