

FRI-25.25-1-SITSTL-03

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE PASSAGE OF TRANSPORT FLOWS THROUGH A BUSY SECTION OF THE STREET NETWORK OF THE CITY OF SOFIA¹

Dimityr Stefanin, Student

Department of Combustion Engines, Automobile Engineering and Transport,
Technical University of Sofia, Bulgaria
Tel.: +359 (2) 965-2308
E-mail: d.h.stefanin@gmail.com

Ass. Prof. Georgi Mladenov, PhD

Department of Combustion Engines, Automobile Engineering and Transport,
Technical University of Sofia, Bulgaria
Tel.: +359 (2) 965-2308
E-mail: gmladenov@tu-sofia.bg

Abstract: *The main problem that is considered in the report is related to improving the conditions of passage through an extremely busy section of the street network in the city of Sofia during peak periods. Traffic is carried out in one lane per direction. The presence of bus stops on both sides of the section creates difficulties in the case of a stopped bus, which prevents the passage of cars from the respective lane. This creates queues that prevent the normal flow of traffic flows. On the basis of studies of traffic parameters, options for building an additional traffic lane or pull-out stops for buses are being evaluated. The results provide a basis for proposals that are expected to bring significant benefits to improving the passage of vehicles through this section.*

Keywords: *Bus stops, Pull-Out stops, Additional traffic line, Traffic queue*

ВЪВЕДЕНИЕ

Автомобилното движение в градовете изисква задълбочено проучване, което да бъде основа за адекватни решения, свързани с придвижването на населението и превоза на товари. Повишаване скоростта на движение, което респективно намалява времето за пътуване е приоритет при провеждане на изследванията (Todorov, T., 1982) и прилагане на мероприятия за осъществяване на тази цел. Методите за изследване на транспортните потоци дават достатъчно възможности за избор на варианти за тяхното провеждане (Zlatanov, I., 1985). От особена важност е оценка на взаимодействието между транспортните и пешеходните потоци, което налага определени подходи и принципи на организация на движението за осигуряване безопасността при тяхното придвижване (Damyanov, I., Mladenov, G., Savova-Mratsenkova, M., Palagachev, G., Hristov, V., 2017).

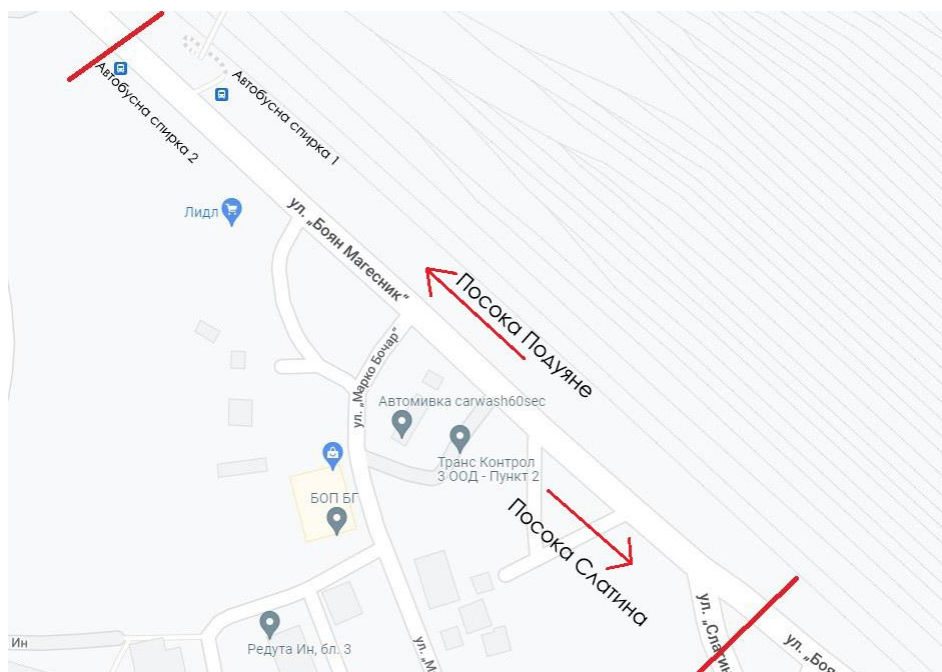
Подобряване на условията на движение в градовете налага концепцията за приоритизиране на масовия градски обществен транспорт (Lin L., etc., 2016), за което са познати различни подходи. Това провокира необходимостта от изграждане на допълнителни съоръжения по маршрутите на превозните средства за обществения транспорт, с които да не се създават затруднения на останалите участници в движението, преди всичко като обособени места за спиране на спирките, допълнителни ленти за движение за тях и други. Липсата на такива съоръжения създават затруднения на движението и натрупване на опашки от автомобили особено в стеснени участъци от уличната мрежа, което налага непрекъснатото им изследване (Ma D., etc., 2012).

¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 28.10.2022 в секция Устойчиви и интелигентни транспортни системи, технологии и логистика с оригинално заглавие на български език: ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПРЕМИНАВАНЕТО НА ТРАНСПОРТНИТЕ ПОТОЦИ ПРЕЗ НАТОВАРЕН УЧАСТЪК ОТ УЛИЧНАТА МРЕЖА НА ГРАД СОФИЯ.

Изграждането на обособени места за спиране или допълнителни ленти за движение за превозните средства от масовия градски обществен транспорт се извършва по определени критерии и технически изисквания, които различните страни определят съобразно характера на движението и видът на подвижния състав (National Association of City Transportation Officials., 2022), (Global Designing Cities Initiative 2022). Особено внимание се обръща и на изграждането на автогарите, като крайни пунктове в междуградските превози на пътници (Association of State Road Transport Undertakings (ASRTU, 2015 & Logeswaran, S., 2017). В Република България тези изисквания са регламентирани в Закон за устройство на територията, Обн. ДВ. бр.1 от 02 Януари 2001г., изм. ДВ. бр.94 от 12 Ноември 2021 г., доп. ДВ. бр.42 от 07 Юни 2022 г. и в 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 Януари 2018г., изм. и доп. ДВ. бр.79 от 04 Октомври 2022 г.

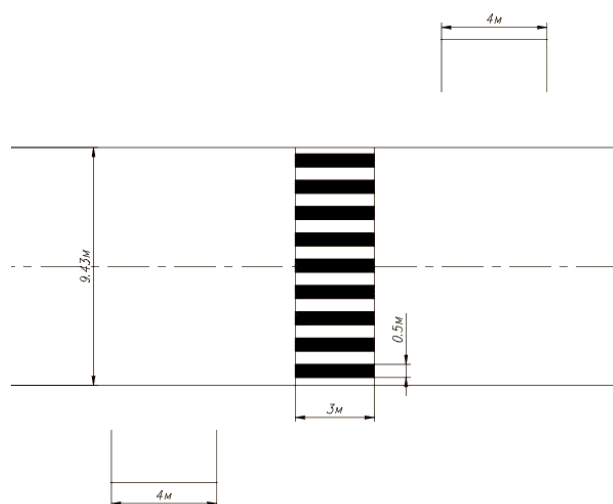
ИЗЛОЖЕНИЕ

Обектът на изследване, представен в публикацията е участък между квартал “Слатина” и квартал “Подуяне”, по-конкретно сливането на улиците „Боян Магесник“ и „Слатинска“ и автобусните спирки, които се намират на 250 метра от сливането на двете улици (фиг. 1.).



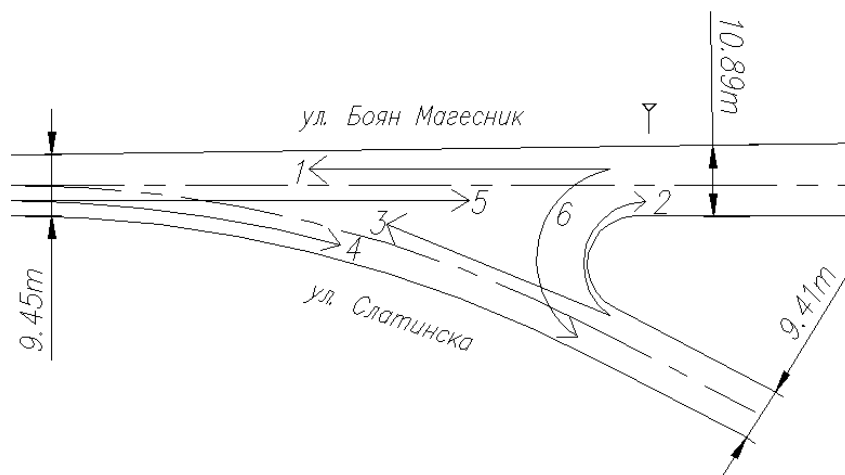
Фиг. 1. Местоположени на изследвания участък

От проведените предварителни наблюдения е установено затруднение при движението на транспортните потоци през участъка. В сутрешен и вечерен пик се получава колона от автомобили при излизане от квартал „Слатина“ към квартал „Подуяне“. Причината е автобусната спирка, която се намира в посока „Подуяне“. Движението на автомобилите е възпрепятствано, защото автобусите спират на платното за движение. Част от водачите предприемат заобикаляне, което не се позволява на път със съответната положена маркировка. Платното за движение е достатъчно широко за разминаването на два автомобила (фиг. 2.). В участъка между двете спирки съществува опасност поради изградената пешеходна пътека. Движението от квартал „Подуяне“ към квартал „Слатина“ е по-малко натоварено. Когато има спрял автобус на спирката в посока квартал „Слатина“, колоната от автомобили е с по-малка дължина. Площта на кръстовището позволява престрояването за тези, които се движат в посока квартал „Слатина“ и правят ляв завой, за да продължат по улица „Боян Магесник“ и така няма затруднение за движението автомобилите, които правят десен завой към квартал „Слатина“ по улица „Слатинска“.



Фиг. 2. Схема на местоположението и геометричните размери на автобусните спирки, пешеходната пътека и платното за движение

Участъкът има две пътни ленти за движение. При сливането на двете улици, транспортните потоци са 6 (фиг. 3.). Поток 3, който излиза от квартал „Слатина“ към „Подуяне“ се движи по път с предимство. Поток 5, който продължава движението по улица „Боян Магесник“ е без предимство. Поток 1 се движи на път без предимство в посока „Подуяне“ при излизане от квартал „Слатина“. Поток 4 се движи по улица „Боян Магесник“ на влизане към квартал „Слатина“ през улица „Слатинска“. Геометричните размери на пътните ленти са установени с помощта на Google Maps и проверка на някои от тях на място.



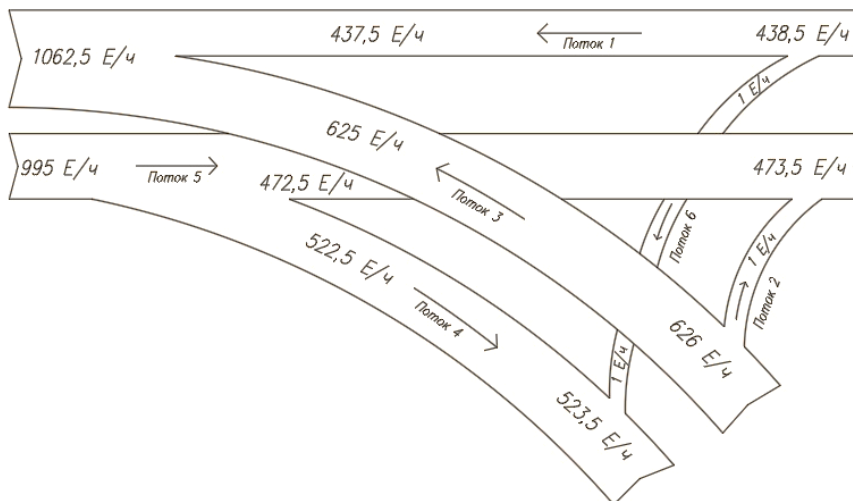
Фиг. 3. Номериране на транспортните потоци на кръстовието между ул. „Слатинска“ и ул. „Боян Магестник“

За оценка на възможностите за подобряване на преминаването на транспортните потоци през този натоварен участък са проведени изследвания за:

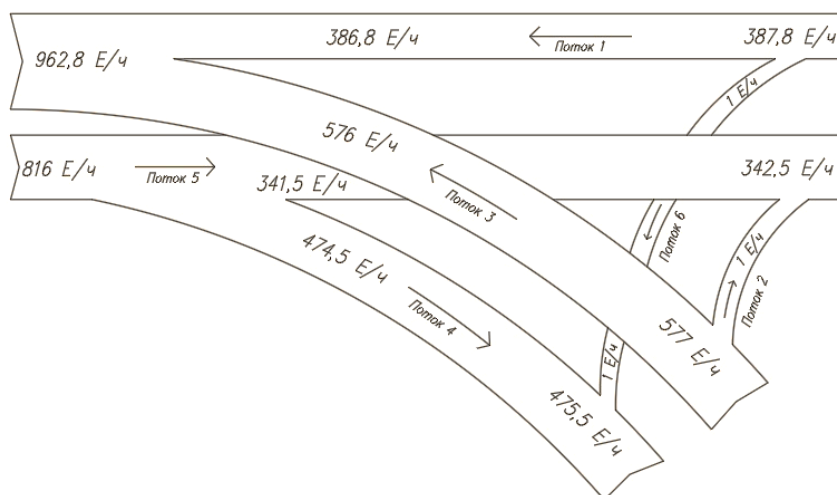
- Интензивност на транспортните потоци, които излизат от квартал „Слатина“ през двете улици „Слатинска“ (поток 3) и „Боян Магесник“ (поток 1);
- Интензивност на транспортните потоци, които влизат в квартал „Слатина“, и правят десен завой към улица „Слатинска“ (поток 4) и тези, които правят ляв завой и продължават по улица „Боян Магесник“ (поток 5);
- Времето за престой на автобус на спирка;
- Времето за изчакване на автомобилите при спрял автобус;

- Времето, необходимо за изтегляне на колоната от автомобили след изчакване при спрял аавтобус.

Интензивността на транспортните потоци е измерена в сутрешния и вечерния върхов период за продължителност от един час. Резултатите показват, че интензивността на транспортните потоци по ул. „Боян Магестник“ (поток 1 и поток 5) е около 450 Е/ч за сутрешния пик (фиг. 4.) и с около 100 Е/ч по-малко за вечерния пик (фиг. 5.). За транспортните потоци по ул. „Слатинска“ интензивността е относително еднаква за сутрешния и вечерен пик със стойности около 600 Е/ч за поток 3 и около 500 Е/ч за поток 4. Корепонденциите между двете улици е пренебрежимо малка със стойности от една приведена единица за времето за измерване през двата върхови периода.



Фиг. 4. Картограма на транспортното натоварване за сутрешния върхов период



Фиг. 5. Картограма на транспортното натоварване за вечерния върхов период

Изследванията показват, че времето за престой на автобус на спирка е средно 15 секунди за всяка от спирките. Автомобилите изчакват средно по 20 секунди при наличие на спрял автобус. Опашката от автомобили след това се изтегля средно за 35 секунди.

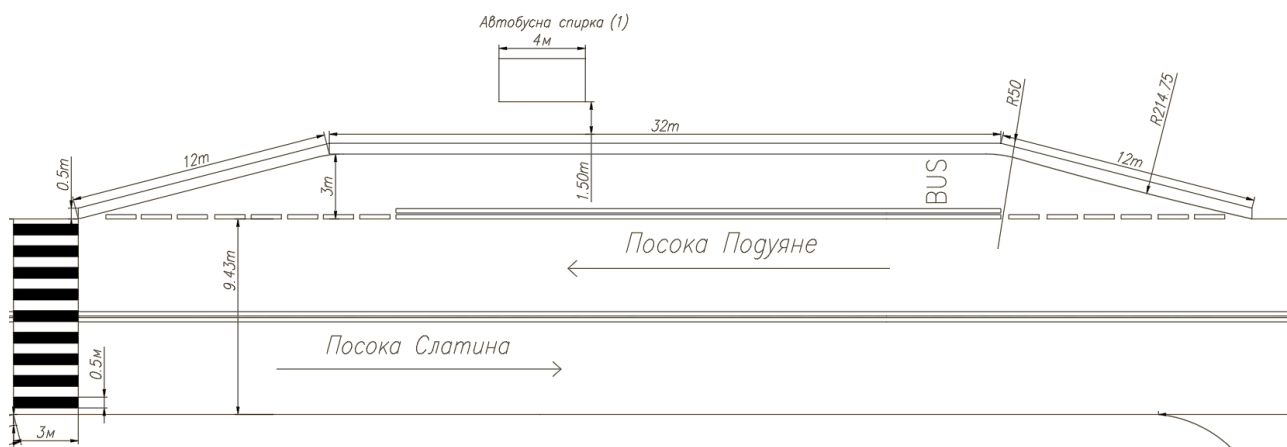
Получените резултати от направените изследвания дават основание да се предложат следните варианти за подобряване на движението по изследвания участък:

- Вариант 1 – изграждане на два джоба на автобусните спирки в посока квартал „Слатина“ и квартал „Подуяне“;

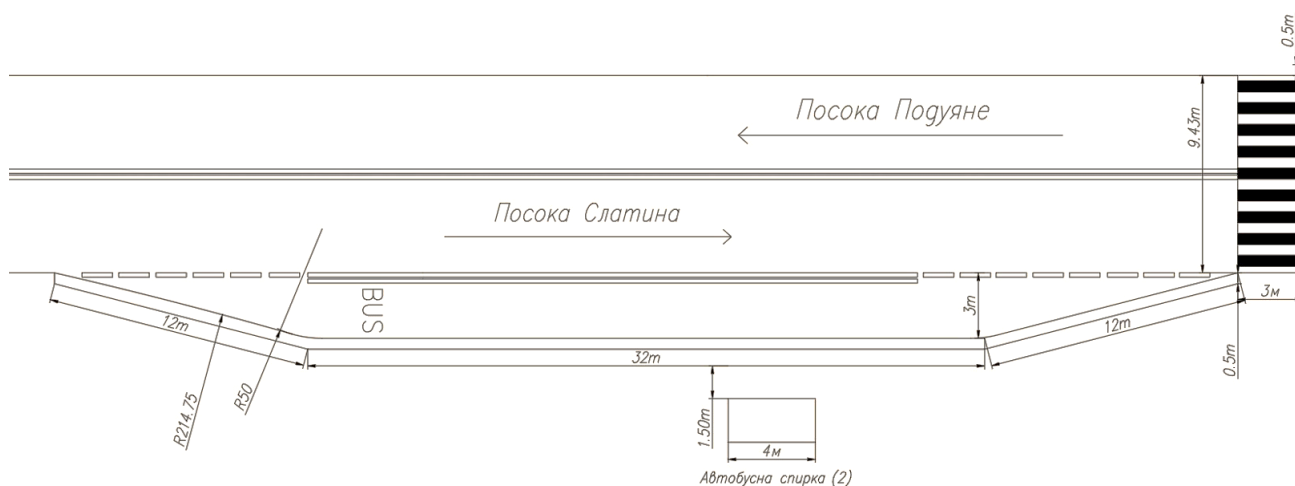
- Вариант 2 – изграждане на допълнителна лента за движение на улица „Боян Магесник“ в посока „Подуяне“.

При оценка на вариантите се спазват изискванията за изграждане на такива съоръжения на действащите в Република България нормативни документи.

Варианта с изграждане на джобове на автобусните спирки е онагледен на фиг. 6. и фиг. 7.



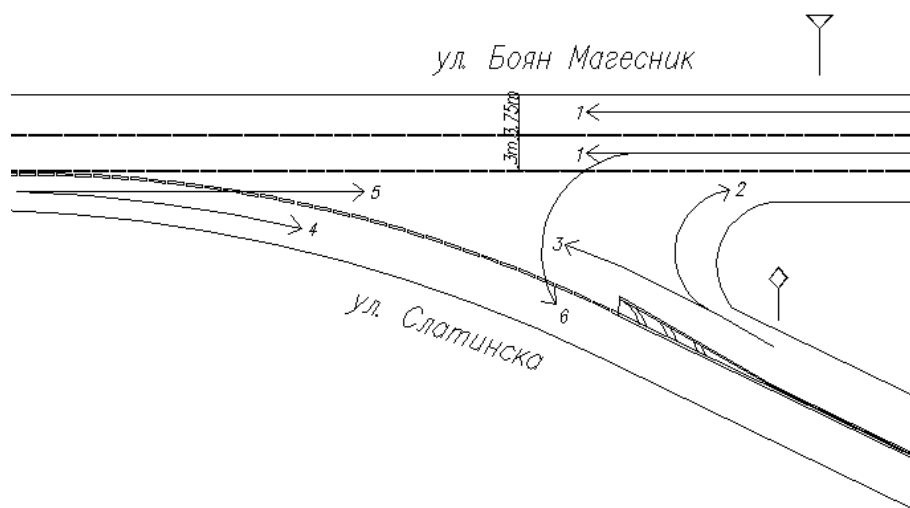
Фиг. 6. Автобусен джоб в посока “Подуяне”



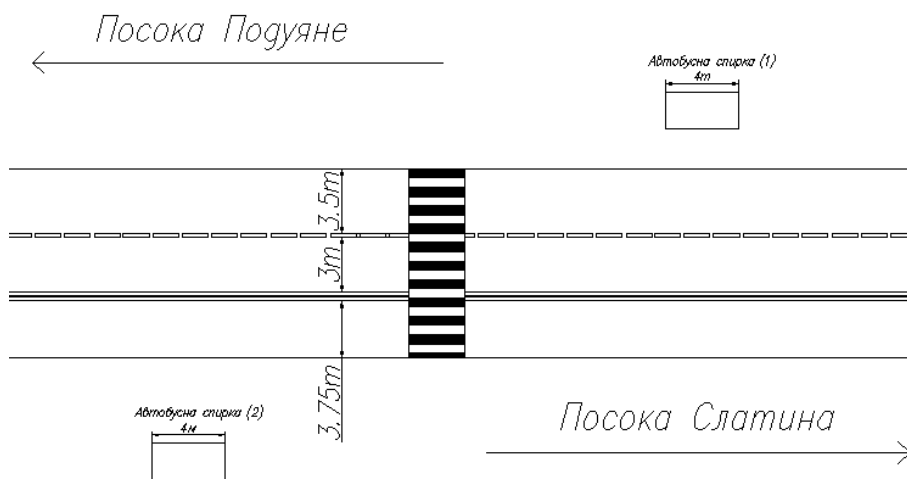
Фиг. 7. Автобусен джоб в посока “Слатина”

Проектирането на автобусните джобове ще облекчи движението в двете посоки. Това ще елиминира спирането на автобусите на платното за движение и така опашката от автомобили ще намалее значително, тъй като ще се образува само по време на изтегляне на автобус от джоба. Проведени изследвания показаха, че това време за състава, който спира на спирката (съчленени автобуси) е около 7 секунди. Това е повече от два пъти по-малко от сегашния престой на автобуса на спирка, което дава основание да се очаква пропорционално намаление на броя автомобили в опашка, които при съществуващото положение са около 20 и времето за тяхното изтегляне, което е провокирано от това, че автомобилите ще се движат по платното за движение при спиране на автобус и ще го изчкват единствено при неговото потегляне от джоба.

Варианта с изграждане на допълнителна лента за движение на улица „Боян Магесник“ в посока „Подуяне“ е онагледен на фиг. 8 и фиг. 9.



Фиг. 8. Допълнителна лента за движение при сливането на улиците „Боян Магесник“ и „Слатинска“



Фиг. 9. Допълнителна лента за движение при автобусните спирки

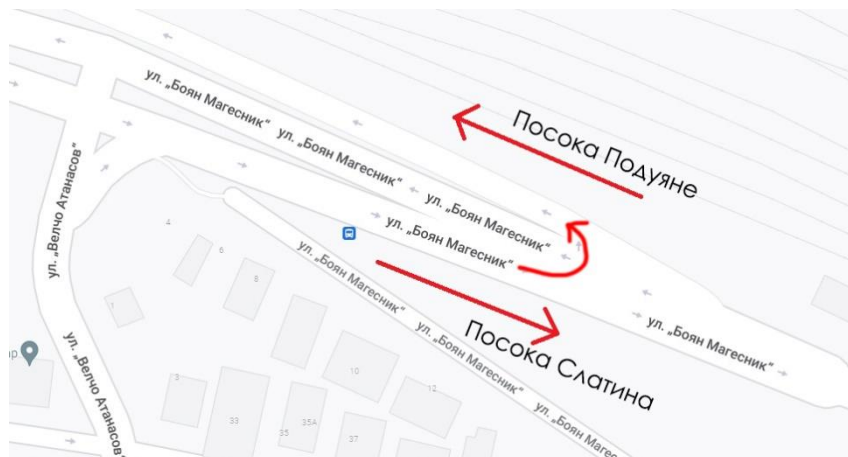
Допълнителната лента за движение ще помогне за намаляването на времето за преминаване през пътния участък в посока „Подуяне“. Предвидена е с широчина 3,75 метра при сливането на двете улици. При двете автобусни спирки е 3,5 метра като мястото позволява нейното проектиране. Участъкът е равен с неизползваема площ от тази страна съществуващото плато за движение.

В близост се намират влаковите линии на гара Подуяне разпределителна. Допълнителната лента за движение ще елиминира времето за изчакване при спрял автобус на спирка 1. Поток 1 ще има възможност да продължи своето движение, без да се налага да изчаква спрелият автобус и така няма да се получава колона от автомобили. При това автобусите, които идват от улица „Боян Магесник“ в посока „Подуяне“ ще се придвижват в крайна дясна лента за движение. Автобусът, който се движи в поток № 3 на път с предимство, може директно да се включи в допълнителната лента за движение и така да се придвижи до автобусната спирка. Евентуалното натрупване на опашка от автомобили в допълнителната лента за движение при спиране на автобус на спирка 1 се очаква да бъде многократно намалена в сравнение със съществуващото положение предвид изтъкнатите предимства на този вариант.

Изграждането на допълнителната лента за движение налага допълнителни измервания при излизане от квартал „Слатина“. Това се налага предвид необходимостта от отчитане броя на автомобилите, които се движат по ул. „Боян Магестник“ в посока „Слатина“ и правят ляв завой за включване към пътния възел на квартал „Подуяне“ (фиг. 10.). Измерванията са направени за 30 минути в сутрешния и вечерния пиков период.

В сутрешен пик, преброяването е направено между 8:00 и 8:30. Броят автомобили, които правят левият завои достига 108. Те са без предимство и изчакват автомобилите, които се движат по улица „Боян Магесник“ при излизане от квартал „Слатина“. По време на преброяването, най-дългата колона достига 11 автомобили.

Във вечерен пик преброяването е направено между 17:30 – 18:00. Броят на автомобилите, които правят ляв завои за времето на измерване е 95.



Фиг. 10. Местоположение на района на допълнителните измервания

При проектирането на допълнителна лента за движение по улица „Боян Магесник“ в посока „Подуяне“ може да се създаде затруднение на тези автомобили и по-дълги колони от чакащи автомобили, които правят ляв завои към пътния възел.

ИЗВОДИ

Анализът на данните от направените измервания показва, че изграждане на два автобусни джоба в двете посоки на движение значително ще подобрят и облекчат движението по пътния участък.

Автомобилите ще могат да преминават без да се налага да спират зад автобус и да изчакват неговото изтегляне. Това време ще се намали значително, въпреки неговото съществуване при излизане на автобуса от джоба и включване в лентата за движение.

Намаляването на опашката от чакащи автомобили на кръстовището между улиците „Боян Магесник“ и „Слатинска“ ще се реализира със скорост към нейното премахване.

Изграждане на допълнителна лента за движение също ще постигне значителни ползи, но ще наложи допълнителни решения за премахване на очакваното увеличение на дължината на опашките при поток, който не се затруднява при преминаването си до момента.

Оптимизирането на пътния участък ще повлияе и на психологическия стрес на водачите, които преминават през разглеждания участък.

REFERENCES

Todorov, T. (1982). Urban planning, urban traffic and street network. Sofia: Tehnica, 51-52. (Оригинално заглавие: Тодоров, Т., 1982. Градоустройство, градско движение и улици. София: Издателство „Техника“.)

Zlatanov, I. (1985). Road traffic organization and safety. Sofia: Tehnica, 155-178. (Оригинално заглавие: Златанов, И., 1985. Организация и безопасност на движението. София: Издателство „Техника“.)

Damyantov, I., Mladenov, G., Savova-Mratsenkova, M., Palagachev, G., Hristov, V., (2017). Examination of interaction between carriage and transport flows for improving the organization and the safety of movement, Proc. Conf. BulTrans – Sozopol 2017, Technical University Academic

Publishing House (**Оригинално заглавие:** Дамянов, И., Младенов, Савова-Мраенкова, М., Г., Палагачев, Г., Христов, В. 2017. *Изследване взаимодействието между пешеходни и транспортни потоци за подобряване на организацията и безопасността на движението*, Научна конференция с международно участие по авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии БулТранс-2017, Созопол, Сборник доклади, София: Издателство на Техническият университет – София) ISSN 1313-955X, 118-121.

Lin L., etc., (2016). *Evaluation of a Public Transport Priority Methodology*, Series: Advances in Social Science, Education and Humanities Research, Proceedings of the 2016 International Forum on Management, Education and Information Technology Application, <https://doi.org/10.2991/ifmeita-16.2016.18>.

Ma D., etc., (2012). *A Method for Queue Length Estimation in an Urban Street Network Based on Roll Time Occupancy Data*, Mathematical Problems in Engineering, Special Issue: Modeling and Simulation in Transportation Engineering, <https://doi.org/10.1155/2012/892575>.

Global Designing Cities Initiative (2022). Guides & Handbooks. *Stop Types*. URL: <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide/designing-streets-people/designing-transit-riders/transit-stops/stop-types/> (Accessed on 12.10.2022).

National Association of City Transportation Officials. (2022). *Transit Street Design Guide, Platform Length*. URL: <https://nacto.org/publication/transit-street-design-guide/stations-stops/stop-design-factors/platform-length/> (Accessed on 12.10.2022).

Association of State Road Transport Undertakings (ASRTU). (2015). *Bus Terminal Design Guidelines*. SGArchitects. New Delhi-110 070.

Logeswaran, S. (2017). *Design Standards For Planning A Bus Terminus*. International Journal of Advanced Research in Basic Engineering Sciences and Technology (IJARBEST) Vol.3, Special Issue.24, March 2017. ISSN (ONLINE): 2395-695X. ISSN (PRINT): 2395-695X.

Ministry of Regional Development and Public Works. (2022). *Regulation no. rd-02-20-2 of december 20, 2017 on planning and designing the communication and transportation system of urbanized territories*, The State Gazette was published. No. 7 of January 19, 2018, as amended and supplemented by the State Gazette No. 79 of October 04 2022. (**Оригинално заглавие:** Министерство на регионалното развитие и благоустройството, 2022. *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 Януари 2018г., изм. и доп. ДВ. бр.79 от 04 Октомври 2022 г.) Available on 12.10.2022 at: <https://lex.bg/en/laws/ldoc/2137180231>.

Ministry of Regional Development and Public Works. (2022). *Territory development law*, The State Gazette was published. No. 1 of January 02, 2001, as amended by the State Gazette No. 94 of November 12 2021 and supplemented by the State Gazette No. 42 of 07 June 2022. (**Оригинално заглавие:** Министерство на регионалното развитие и благоустройството, 2022. *Закон за устройство на територията*, Обн. ДВ. бр.1 от 02 Януари 2001г., изм. ДВ. бр.94 от 12 Ноември 2021 г., доп. ДВ. бр.42 от 07 Юни 2022 г.) Available on 12.10.2022 at: <https://www.lex.bg/laws/ldoc/2135163904>.