

## ROAD TRAFFIC PARAMETERS INVESTIGATION ON THE ROUTE IN THE CITY OF SOFIA USING THE MOBILE OBSERVER METHOD <sup>1</sup>

---

### **Assoc. Prof. Durhan Saliev, PhD**

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

### **Vladimir Madjarski, PhD Student**

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

***Abstract:** Parameters of the traffic study is an important and responsible task, which is related to the correct analysis of the existing conditions for its state. This results provide adequate solutions to improve the traffic organization, regulation and safety. In this regard, there are a number of methods for the traffic parameters studying. In modern conditions, these methods are improved with modern technical means, which partially replace the observers used to perform measurements. The present development presents an improved version of the traffic study by the mobile observer method with the use of a camera, which replaces one of the team members provided in the method. The conducted survey along the route in Sofia city and the obtained results can be used for further improvement of the traffic flow in the considered section.*

***Keywords:** Traffic flows, Traffic study, Road safety, Traffic parameters, Mobile observer method.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Изследването на пътнотранспортното движение предполага използването на различни методи. Те могат да включват използването на наблюдатели (Madjarski, E., etc., 2016), технически средства (Mishalani, R., etc., 2019), (Hristov, V., 2016, p11-16), (Hristov, V., 2016, p17-21) или комбинация от двете (Czogalla, O., Naumann, S., 2007) за събиране на необходимите данни, съобразени с поставената цел на изследване на движението.

Един от широко използваните методи в близкото минало е методът на подвижния наблюдател. Разработен е в Обединеното кралство от пътната изследователска лаборатория. За пръв път е описан в публикация през 1954 година (Mulligan, A., Nicholson, A., 2020). Той е универсален метод за определяне едновременно на интензивността, средната скорост и задръжките на транспортния поток. Съчетан със съответен софтуер е изключително ефикасен (Todorov, T., 1982).

Методът позволява използването на един (Mulligan, A., Nicholson, A., 2020) или два (Todorov, T., 1982) автомобила, които се движат със скоростта на потока по определен маршрут. По време на изследването се отчитат броя на срещнатите автомобили, времето за пропътуване на отделните отсечки и общо за маршрута, времената за спиране и потегляне на всяко място от маршрута, провокиращо престой на превозното средство и други.

Изследванията на специалисти в последните години показват възможността за приложение на методът на подвижния наблюдател в съчетание със съвременните средства за наблюдение и извличане на данни за движението на превозните средства (Czogalla, O., Naumann, S., 2007), което е особено ефикасно в градски условия със относително високи стойности на интензивността на транспортните потоци (Mulligan, A., Nicholson, A., 2020).

---

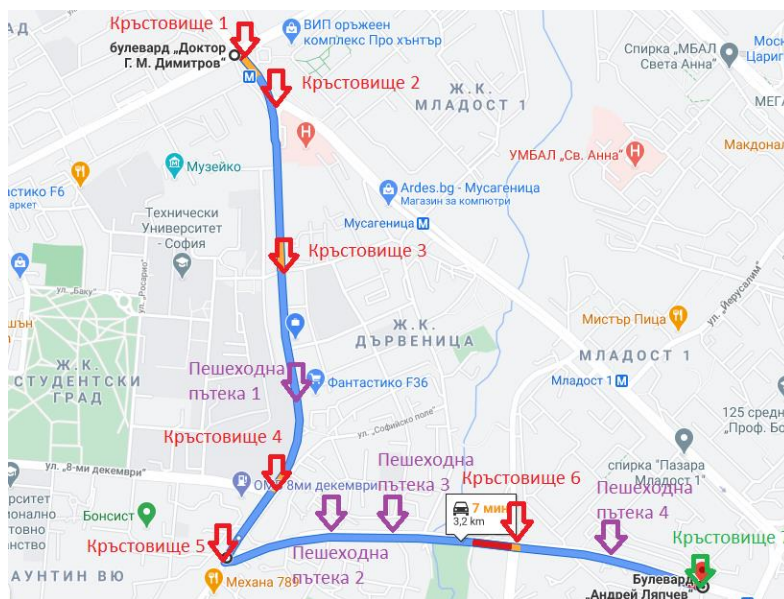
<sup>1</sup>Докладът е представен на пленарната сесия на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ПЪТНИЯ ТРАФИК ПО МАРШРУТА В ГРАД СОФИЯ ПО ИЗПОЛЗВАНЕ НА МЕТОДА НА МОБИЛЕН НАБЛЮДАТЕЛ

## ИЗЛОЖЕНИЕ

### Избор на маршрут и параметри за изследване на пътнотранспортното движение в град София

Статията представя изследване на параметри на пътнотранспортното движение с използване на метода на подвижния наблюдател. Някои специалисти препоръчват използването на екип от трима човека за провеждане на изследването по този метод (Todorov, T., 1982). В проведеното изследване се прилага комбинирането на технически средства, обезпечено с използването на видеокамера, и наблюдатели, което премахва необходимостта от трети човек в екипа за записване на данните от реалното протичане на движението, а от друга страна намалява количеството на предаваната информация от члена на екипа, натоварен със задължението да наблюдава и диктува тези данни.

Изследването е направено по маршрут в град София, който включва четири светлинно регулирани кръстовища, едно, регулирано с пътни знаци за предимство, една светлинно регулирана пешеходна пътека, която се управлява с бутон за пешеходци и три пешеходни пътеки изградени с изкуствена неравност на платното за движение (Фиг. 1).



Фиг. 1. Изследван маршрут в град София

Автомобилът в потока с наблюдателния екип стартира от кръстовището на бул. „Г. М. Димитров“ с бул. „Св. Климент Охридски“ (кръстовище 1). Премахва през кръстовището на бул. „Св. Климент Охридски“ с ул. „Проф. Марко Семов“ (кръстовище 2), след което преминава и през кръстовището на бул. „Св. Климент Охридски“ с ул. „Трайко Станоев“ (кръстовище 3), известно като кръстовище на Технически университет - София. Маршрутът продължава с преминаване на светлинно регулираната пешеходна пътека на бул. „Св. Климент Охридски“ (пешеходна пътека 1), намираща се пред централния вход на Лесотехническият университет. Пресича се кръстовището на бул. „Св. Климент Охридски“ с ул. „8-ми декември“ (кръстовище 4), след което се завива наляво на кръстовището на бул. „Св. Климент Охридски“ с бул. „Андрей Ляпчев“ (кръстовище 5). Премахва се през две пешеходни пътеки (пешеходна пътека 2 и пешеходна пътека 3). Следва пресичане на кръстовището между бул. „Андрей Ляпчев“ и бул. „Андрей Сахаров“, което е изградено на две нива (кръстовище 6). Премахва се през следващата пешеходна пътека (пешеходна пътека 4). Маршрутът завършва с преминаване на кръстовището предхождащо това между бул. „Андрей Ляпчев“ и бул. „Александър Малинов“, след което се преминава в движение по обратната посока (Фиг. 1).

Маршрутът е изключително натоварен предвид преминаването му през няколко квартала, за което свързващ се явява бул. „Св. Климент Охридски“. Голяма част от

автомобилите преминават от ж. к. „Дървеница“ към ж. к. „Младост“ именно по изследвания маршрут. В определени часове на денонощието натрупаните автомобили в опашка на някои от кръстовищата блокират работата и на предходни такива, което най-силно е изразено на кръстовището между бул. „Св. Климент Охридски“ и бул. „Андрей Ляпчев“.

### Провеждане на изследването

Изследването по метода на подвижния наблюдател е проведено през месец октомври 2020 година в ден четвъртък, в часовия диапазон от 12:00 до 16:00 часа. Направени са девет обиколки по описания маршрут в двете посоки. Денят е избран като част от дните (ворник, сряда и четвъртък), които не се различават съществено по стойностите на показателите на транспортните потоци. Часовия диапазон е времето на обедния пик в градски условия. Отчетените данни са:

- Брой на срещнатите автомобили (А);
- Времето на спиране за изчакване на кръстовището или пешеходната пътека;
- Времето на преминаване през кръстовището или пешеходната пътека;
- Начало на пътуване в посока;
- Край на пътуване в посока.

Наред с отчетените данни се установи и разстоянието между отделните кръстовища и пешеходни пътеки (не се отчитат разстоянията между пешеходните пътеки, които не са светлинно регулирани, а именно – пешеходна пътека 2, пешеходна пътека 3 и пешеходна пътека 4) и разстоянието на маршрута (Таблица 1).

Таблица 1. Разстояние между кръстовищата в двете посоки по маршрута

Кр. № 1 - Кр. № 2	Кр. № 2 - Кр. № 3	Кр. № 3 - П.П. № 1	П.П. № 1 - Кр. № 4	Кр. № 4 - Кр. № 5	Кр. № 5 - Кр. № 6	Кр. № 6 - Кр. № 7	Дължина в посока
м	м	м	м	м	м	м	м
158	536	412	289	262	890	615	3162
Кр. № 7 - Кр. № 6	Кр. № 6 - Кр. № 5	Кр. № 5 - Кр. № 4	Кр. № 4 - П.П. № 1	П.П. № 1 - Кр. № 3	Кр. № 3 - Кр. № 2	Кр. № 2 - Кр. № 1	Дължина в посока
м	м	м	м	м	м	м	м
592	890	195	318	408	523	221	3147
<b>Обща дължина на маршрута, м</b>							6309

Отчетените данни позволяват да се определят следните параметри на пътнотранспортното движение, които описват начина на протичане на движението по изследвания маршрут:

- Време за пропътуване на маршрута (t) – общо, за всяка от посоките и за всяка отсечка между кръстовищата;
- Скорост на придвижване на транспортните потоци по маршрута (V) – общо, за всяка от посоките и между всяко от кръстовищата (светлинно регулираната пешеходна пътека);
- Време за престой (задръжки на транспортните потоци) – общо за пропътуване по маршрута, за пропътуване на всяка от посоките и за всяко кръстовище (пешеходна пътека) поотделно;
- Интензивност на транспортния поток (q) за всяка отсечка между отделните кръстовища (светлинно регулираната пешеходна пътека).

### Резултати от изследването

Времетраянето (Таблица 2) между отделните кръстовища варира в широки граници, което е обяснимо с различната големина на задръжките (Таблица 3) за преминаване през всяко кръстовище. Това време е включено при отчитане на времетраянето предвид определянето му от момента на преминаване на кръстовище до момента на преминаване на следващото, съобразно посоката на движение. Стойността на времетраянето зависи и от

интензивността на транспортния поток по посока на движението, чиято стойност провокира по-слабо или по-силно изразено взаимодействие между автомобилите от потока, което води до промяна в скоростта на движение.

Предвид изложеното скоростта на движение на потока също се изменя, но средните стойности за пропътуваните обиколки от наблюдаващия автомобил в отделните отсечки е приблизително еднакъв, с изключение на скоростта между кръстовище 2 и кръстовище 1, което се обяснява отново с високите стойности на времето за чакане в опашка на кръстовище 1 в посока при завършване на обиколката.

Таблица 2. Средни стойности за времепътуване (t, сек.) и скорост (V, км/ч) между кръстовищата в двете посоки по маршрута за времето на изследване

Кр. № 1 - Кр. № 2		Кр. № 2 - Кр. № 3		Кр. № 3 - П.П. № 1		П.П. № 1 - Кр. № 4		Кр. № 4 - Кр. № 5		Кр. № 5 - Кр. № 6		Кр. № 6 - Кр. № 7		Общо за посока	
t	V	t	V	t	V	t	V	t	V	t	V	t	V	t	V
33.9	26.8	75.4	29.0	41.7	37.3	50.8	25.9	46.1	25.8	106.2	31.1	64.7	35.8	472.9	24.2
Кр. № 7 - Кр. № 6		Кр. № 6 - Кр. № 5		Кр. № 5 - Кр. № 4		Кр. № 4 - П.П. № 1		П.П. № 1 - Кр. № 3		Кр. № 3 - Кр. № 2		Кр. № 2 - Кр. № 1		Общо за посока	
t	V	t	V	t	V	t	V	t	V	t	V	t	V	t	V
76.9	29.6	87.1	37.3	29.1	34.1	34.6	36.2	71.1	22.8	81.6	28.9	106.1	9.5	497.4	23.0
Средни стойности общо за времето на изследване										t	970.3	V	23.4		

Таблица 3. Време за престой в опашка при осъществяване на пътуванията

Посока Кр. №1 - Кр. №7, сек.												
Обиколка	Кр. № 1	Кр. № 2	Кр. № 3	П.П. № 1	Кр. № 4	Кр. № 5	П.П. № 2	П.П. № 3	Кр. № 6	П.П. № 4	Кр. № 7	
1	5	0	51	0	24	0	0	0	0	0	30	
2	47	62	30	0	0	0	0	0	43	0	0	
3	30	7	46	16	24	7	0	0	16	0	27	
4	28	0	49	22	59	35	0	0	10	0	0	
5	48	31	57	0	38	53	0	6	21	0	13	
6	32	22	59	0	68	23	0	0	56	0	0	
7	73	0	0	0	24	61	0	0	34	4	8	
8	83	0	0	35	24	33	0	0	0	0	0	
9	50	0	23	0	0	54	0	0	52	0	0	
Средно	44	14	35	8	29	30	0	1	26	0	9	
Посока Кр. №7 - Кр. №1, сек.												
Обиколка	Кр. № 7	П.П. № 4	Кр. № 6	П.П. № 3	П.П. № 2	Кр. № 5	Кр. № 4	П.П. № 1	Кр. № 3	Кр. № 2	Кр. № 1	
1	2	0	0	0	0	0	40	0	50	11	98	
2	4	0	32	0	0	0	22	22	47	48	147	
3	5	0	5	0	0	0	0	0	24	51	158	
4	3	0	32	0	0	0	0	6	28	126	53	
5	3	3	30	0	0	0	0	0	42	63	25	
6	7	0	29	7	0	21	0	12	51	76	57	
7	7	0	35	0	0	0	0	23	0	0	172	
8	5	0	26	0	0	0	0	23	47	17	77	
9	5	5	36	6	0	0	45	0	67	0	72	
Средно	5	1	25	1	0	2	12	10	40	44	95	

Задръжките породени от пресичането на пешеходци показват адекватността на решението за вида на изградените пешеходни пътеки, което се подкрепя и от проведени преди това изследванията (Damyanov, I., etc., 2017, p118-121). Отчетените задръжки на кръстовищата по маршрута е възможно да бъдат намалени с използване на представени методики от други специалисти в областта ((Damyanov, I., etc., 2017, p122-125).

Изследването показва, че интензивността на срещнатите транспортни потоци от наблюдавания автомобил е около 0.5 А/сек. в повечето отсечки между отделните кръстовища по маршрута (Таблица 4). Впечатление с различни стойности на този показател правят отсечките между кръстовище 1 и кръстовище 2 и съответно между кръстовище 7 и кръстовище 6. Тези разлики се обясняват с цялостното натоварване на отправното кръстовище и възможността за движение със средна скорост от около 30 км/ч, която е над средната за изминаването на разстоянието по маршрута.

Таблица 4. Интензивност на транспортният поток срещу движението на наблюдавания автомобил

Посока Кр. №1 - Кр. №7														
Обиколка	Кр. № 1 - Кр. № 2		Кр. № 2 - Кр. № 3		Кр. № 3 - П.П. № 1		П.П. № 1 - Кр. № 4		Кр. № 4 - Кр. № 5		Кр. № 5 - Кр. № 6		Кр. № 6 - Кр. № 7	
	А	q	А	q	А	q	А	q	А	q	А	q	А	q
	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.
1	32	2.46	33	0.35	22	0.61	28	0.67	19	0.90	47	0.50	27	0.28
2	50	0.53	52	0.70	12	0.32	16	0.80	18	0.82	51	0.45	18	0.33
3	60	1.88	41	0.47	14	0.30	23	0.50	10	0.40	31	0.34	30	0.36
4	24	1.71	48	0.55	16	0.30	36	0.42	17	0.46	48	0.53	13	0.24
5	49	1.00	64	0.64	16	0.44	23	0.40	30	0.42	46	0.43	30	0.45
6	26	0.59	43	0.43	19	0.56	32	0.36	17	0.43	47	0.34	33	0.59
7	37	1.48	24	0.63	24	0.71	22	0.48	34	0.44	37	0.33	24	0.39
8	29	3.22	30	0.75	36	0.56	18	0.38	36	0.75	38	0.48	11	0.21
9	33	1.32	31	0.53	23	0.68	10	0.45	34	0.47	47	0.36	21	0.40
Средно	37.8	1.58	40.7	0.56	20.2	0.50	23.1	0.49	23.9	0.56	43.6	0.42	23.0	0.36
Посока Кр. №7 - Кр. №1														
Обиколка	Кр. № 7 - Кр. № 6		Кр. № 6 - Кр. № 5		Кр. № 5 - Кр. № 4		Кр. № 4 - П.П. № 1		П.П. № 1 - Кр. № 3		Кр. № 3 - Кр. № 2		Кр. № 2 - Кр. № 1	
	А	q	А	q	А	q	А	q	А	q	А	q	А	q
	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.	Бр.	А/сек.
1	20	0.48	24	0.27	51	0.78	22	0.85	23	0.28	19	0.36	52	0.45
2	13	0.15	45	0.53	18	0.46	13	0.25	22	0.24	32	0.36	46	0.29
3	19	0.36	37	0.48	18	1.06	6	0.26	16	0.31	34	0.40	48	0.29
4	18	0.21	58	0.70	19	1.19	6	0.19	28	0.47	73	0.44	16	0.25
5	19	0.22	50	0.60	11	0.65	17	0.74	23	0.34	42	0.44	11	0.30
6	18	0.22	45	0.38	16	1.07	13	0.36	17	0.20	48	0.41	28	0.39
7	19	0.21	47	0.58	6	0.40	19	0.40	26	0.79	35	0.95	55	0.31
8	19	0.25	46	0.60	16	1.07	17	0.38	26	0.33	21	0.42	29	0.36
9	19	0.21	49	0.53	29	0.46	21	0.78	29	0.32	21	0.51	25	0.30

Средно	18.2	0.26	44.6	0.52	20.4	0.79	14.9	0.47	23.3	0.36	36.1	0.48	34.4	0.33
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

### ИЗВОДИ

Проведеното изследване е изпълнено с използване на технически средства, които подпомагат автоматизирането на метода на подвижния наблюдател. Съчетаването на метода с необходимия софтуер може да повиши използването му в значителна степен в съвременните условия на повишена интензивност на транспортните и пешеходните потоци в градовете и поставяните изисквания за повишаване скоростта на движение и намаляване на времето за пътуване.

Получените резултати показват сравнително висока средна скорост на придвижване по изследвания маршрут (около 23 км/ч). Тя се постига при относителна висока интензивност на транспортния поток (около 900 А/час).

Отчетената средна скорост на придвижване по маршрута е постигната въпреки високата стойност на транспортни задръжки, чиито стойности достигат средно до 45 % от времето за пътуване. Посоченият негативен резултат е възможно да бъде намален с подобряване на организацията и регулирането на движението по изследвания маршрут, при което трябва да се спазват предвидените нормативни изисквания, предвидени в Република България (Ordinance of December 20, 2017).

### 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“.)

Czogalla, O., Naumann, S. (2007). *Travel time estimation using floating car observers*. 14th ITS World Congress, Beijing, P.R. China, Availabel on 07.10.2020 at: [https://www.researchgate.net/publication/275040036\\_TRAVEL\\_TIME\\_ESTIMATION\\_USING\\_FLOATING\\_CAR\\_OBSERVERS](https://www.researchgate.net/publication/275040036_TRAVEL_TIME_ESTIMATION_USING_FLOATING_CAR_OBSERVERS).

Mishalani, R., McCord, M., Coifman, B., Hansel, G. (2019) *Roadway Traffic Flow Estimation using Video Imagery Data Collected from Transit Bus Cameras*, TRANSITDATA2019, Availabel on 07.10.2020 at: [http://transitdata2019.fr/wp-content/uploads/2019/07/TransitData2019\\_paper\\_58.pdf](http://transitdata2019.fr/wp-content/uploads/2019/07/TransitData2019_paper_58.pdf).

Mulligan, A., Nicholson, A. (2020). *Uncertainty in Traffic Flow Estimation Using the Moving-Observer Method*, SEMANTIC SCHOLAR, Corpus ID: 17412544, Availabel on 07.10.2020 at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Uncertainty-in-Traffic-Flow-Estimation-Using-the-Mulligan-Nicholson/2b96c741a1472fbfda232d22e0ae3b3448900827>.

Hristov, V., Savova-Mratsenkova, M., Damyanov, I., Mladenov, G., Palagachev, G. (2017). *Analysis of the means for monitoring the indicators of road traffic and selection of a methodology for determining the indicators*. Proc. Conf. TechCo – Lovech 2017, Lovech: Gabrovo University press (**Оригинално заглавие:** Христов, В., Савова-Мраенкова, М., Дамянов, И., Младенов, Г., Палагачев, Г. 2017. Анализ на средствата за мониторинг на показателите на пътно транспортното движение и избор на методика за определянето на показателите, TechCo – Lovech 2017, Сборник доклади, Габрово: Университетско издателство “Васил Априлов”), ISSN 2535-079X, 11-16.

Hristov, V., Damyanov, I., Savova-Mratsenkova, M., Palagachev, G., Mladenov, G. (2017). *An unmanned aerial vehicle selection for the traffic indicators monitoring*, Proc. Conf. TechCo – Lovech 2017, Lovech: Gabrovo University press (**Оригинално заглавие:** Христов, В., Дамянов, И., Савова-Мраенкова, М., Палагачев, Г., Младенов, Г. 2017. Избор на безпилотен летателен апарат за мониторинг на показателите на пътнотранспортното движение,

TechCo – Lovech 2017, Сборник доклади, Габрово: Университетско издателство “Васил Априлов”), ISSN 2535-079X, 17-21.

Damyanov, 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.

Damyanov, I., Mladenov, G., Hristov, V., Savova-Mratsenkova, M., Palagachev, G. (2017). *Research, analysis and optimization of the indicators of the road traffic of light regulated crossroads*, Proc. Conf. BulTrans – Sozopol 2017, Technical University Academic Publishing House (**Оригинално заглавие:** Дамянов, И., Младенов, Христов, В., Савова-Мраенкова, М.,Г., Палагачев, Г. 2017. *Изследване, анализ и оптимизация на показателите на пътнотранспортното движение на светлинно регулирани кръстовища*, 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, 122-125.

Ministry of Regional Development and Public Works. (2018). *Ordinance of December 20, 2017 on planning and design of the communication and transport system in urban areas*, amended and supplemented by the State Gazette No. 98 of 2020. (**Оригинално заглавие:** Министерство на регионалното развитие и благоустройството, 2018. *Наредба № РД-02-20-2 от 20 декември 2017 г. за планиране и проектиране на комуникационно-транспортната система на урбанизираните територии*, изменена и допълнена с Държавен вестник бр. 98 от 2018г.) Available on 08.10.2020 at: <https://www.mrrb.bg/bg/naredba-rd-02-20-2-ot-20-dekemvri-2017-g-za-planirane-i-proektirane-na-komunikacionno-transportnata-sistema-na-urbaniziranite-teritorii-obn-dv-br-7-ot-2018-g-popr-br-15-ot-2018-g-izm-i-dop-br-98-ot-2018-g/>.

Madjarski, E., Saliev, D., Mladenov, G. (2016). *Laboratory exercises manual on modeling and analysis of traffic and transport*, Sofia: Technical University Academic Publishing House. (**Оригинално заглавие:** Маджарски, Е., Салиев, Д., Младенов, Г. 2016. *Ръководство за лабораторни упражнения по Моделиране и анализ на трафика и превозите*. София: Издателство на Техническият университет – София). ISBN 978-619-167-211-0, 32-37.