

ASSESSMENT AND ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF THE TROLLEYBUS MOVEMENT¹

Eng. Aleksandar Tsekov,
Department of Transport,
“Angel Kanchev” Univesity of Ruse
Phone: 0877793788
E-mail: atsekov@uni-ruse.bg

***Abstract:** A priority for the urban transport in Rouse is the trolleybus, its organization and the quality of the transport service are an important condition for the sustainable development of the city. One of the main indicators of the quality of the transport service in passenger transport is the regularity of the movement of vehicles. In addition to the planned traffic intervals, some key factors related to the conditions of public transport (composition and intensity of traffic flow, passenger flow structure, traffic lights, etc.) are also essential. .). The work analyzes and assesses the regularity of the traffic of lines 2,13 of the trolleybus transport in the conditions of the city of Ruse, Bulgaria, by probing the estimation of the arrival intervals of the means of transport at the stops on a given route.*

***Keywords:** public transport, trolleybus, traffic intervals, regularity*

ВЪВЕДЕНИЕ

Постоянното повишаване на авто парка води до редица затруднения в транспортния трафик и намаляване на скоростта на движение, най-вече на обществения транспорт, както и до затруднения при паркиране.

Основните транспортни проблемите, които днес са пред градския транспорт са:

- съвременните високи темпове на автомобилизацията;
- намаляване на скоростта на движение на обществения транспорт;
- неконконтролируемостта на паркиране;
- пренебрежителното отношение към интересите на пешеходците.

Всичко това води към влошаване на качеството на транспортните услуги на градския транспорт. Значително се намалява скоростта на движение, предизвикват се задръствания и пътно-транспортни произшествия, затрудняващи движението както на индивидуалния превоз, така и на превозните средства на обществения транспорт (ПС). За вътрешно градските пътувания на по-голямата част от населението в град Русе се използва тролейбусен транспорт. Наред с големите предимства (добри екологични и икономически показатели), той има и някои присъщи негови недостатъци, свързани с техническото състояние на съществуващото оборудване. Остарялото оборудване и честите откази по електрическата мрежа, водят до увеличаване на задръжките (съответно намалява на съобщителната скорост), намаляване на привлекателността и качеството на транспортната услуга, осъществявана с тролейбуси. Целта на този анализ е да се установи редовността на тролейбусния транспорт в Русе на линии 2, 13 с цел предприемане на мерки за подобряване и повишаване на качеството на транспортната услуга.

От направеното детайлно проучване на трафика в гр. Русе [7], разпределението по начин на придвижване в града е показано в табл. 1.

¹ Presented a plenary report of October 28, 2018 with the original title: ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

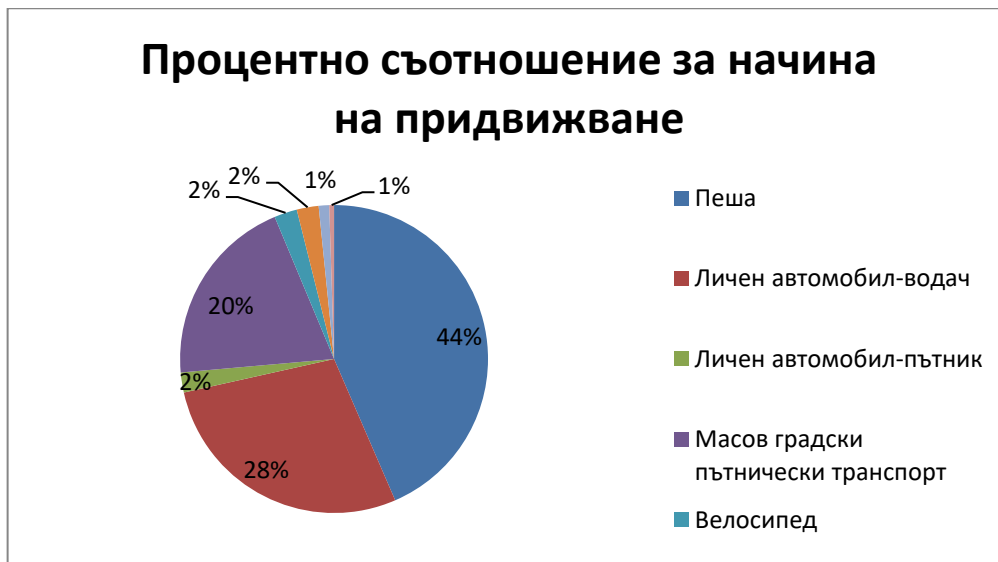


Табл. 1. Начин на придвижване в град Русе

Най-голям дял от придвижването с превозни средства (личен автомобил, ПС на градски пътнически транспорт, велосипед, таксиметров автомобил, сл. транспорт, мотоциклет) има придвижването с личен автомобил (над 30%). Намялаване използването на лични автомобили в градовете би довело до редица положителни промени в качеството на живот в градовете.

Една от мерките за намаляване на придвижванията с личен автомобил е повишаване привлекателността на градския транспорт и предприемане на мерки за насърчаване на използването на обществения транспорт.

В този смисъл изследванията за поддържането и повишаване качеството на транспортната услуга при пътническите превози са важни за подпомагане на процесите за повишаване използваемостта на обществения транспорт. Оценяване регулярността на движение на тролейбусния транспорт е важно условие подобряване оперативното управление на превозите. В настоящата работа се оценява регулярността на движението на тролейбусния транспорт в условията на град Русе на линии 2, 13, чрез вероятностна оценка на интервалите на пристигане на транспортните средства на спирките по даден маршрут.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Град Русе е петият по население град в България с над 140 000 жители. Градът е разположен на площ от 127.124 km². Плътноста на първостепенната улична мрежа общо за града е 2,37 km/km², при целесъобразно възприет параметър 3–5 km /km². В Централната градска зона плътността е 3,65 km/ km², при целесъобразни 4 – 6 km/km². Състоянието на по-голямата част от пътната мрежа в Община Русе е добро, но някои от участъците имат нужда от преасфалтиране, поставяне на нова вертикална сигнализация и хоризонтална маркировка, пътни знаци и указателни табели, ремонт на пътните съоръжения и т.н.

Град Русе е значим икономически център, разположен по поречието на река Дунав в Североизточна България по протежение на 11 км. Русе е стар български град, пристанище на река Дунав, който продължава да заема важно място в икономиката на България – в последното десетилетие основните промишлени браншове в Русе са химическия и текстилния, както и туризма. По своето местоположение Русе се явява важен национален транспортен, комуникационен и търговски възел. В Русе е единият от двата моста в страната над река Дунав - „Дунав мост“, свързващ Русе с румънския град Гюргево на 10 км разстояние. Той е най-краткият път до румънската столица Букурещ, на 60 км разстояние.

Градската транспортна схема на Община Русе включва: 8 бр. тролейбусни маршрути – с номера 2, 9, 13, 21, 24, 25, 27 и 29, които се обслужват с 41 бр. Тролейбуса.

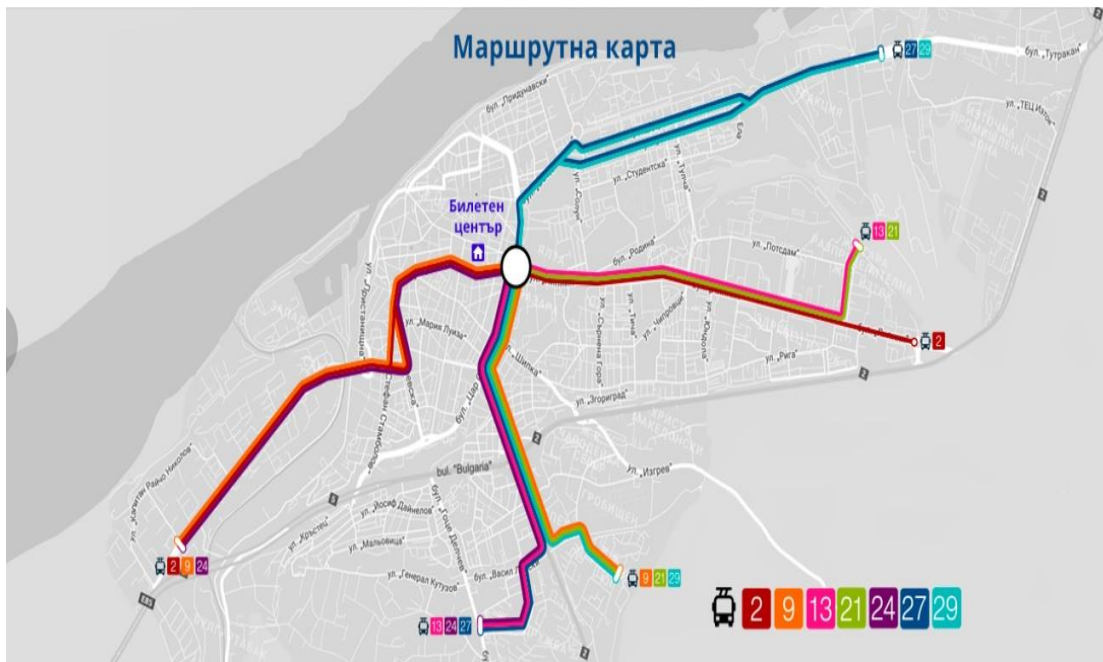
-Забелязва се тенденция към увеличаване на времето за пътуване в града. Редовно възникват транспортни задръствания, които водят до намаляване на скоростта на съобщенията и увеличаване на интервалите на движение на обществения транспорт;

-Липса на приоритет за тролейбусния транспорт при движение в транспортния поток;

-Недостатъчна приспособеност на транспортната инфраструктура на града към нуждите на гражданите с ограничени двигателни възможности;

-Замърсяване на околната среда от обществения транспорт. Средната възраст на тролейбусния парк е над 20 години [4].

На фиг. 1. е посочена маршрутната схема на тролейбусния транспорт на гр. Русе.



Фиг. 1 Маршрутната схема на тролейбусния транспорт на гр. Русе.

Оценка на редовността на движение на тролейбусния транспорт в гр. Русе

Като критерий за качество на транспортната услуга се използва редовността на движение на ТС, влияещ на продължителността на чакане на пътниците на спирките.

За оценка на редовността на движение избираме две от най-натоварените линии 2, 13 които преминават през спирки на тролейбусния транспорт в Русе: Петър Караминчев и Арена Русе. Изследването е направено чрез наблюдение и хронометражни измервания за период от време 5 работни дни в период 6:00-21:00.

В табл. 2. са представени основните числови характеристики (средната стойност и стандартното отклонение), както и доверителен интервал на средната стойност, гарантиран с вероятност $\gamma=0,95$ за реалния интервал на движение, както и интервала от време по разписание и закъснението на десетте спирки. Те са пресметнати както следва:

$$\text{-средната стойност: } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{-коригирано стандартно отклонение: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

-доверителен интервал на средната стойност:

$$I = \left(\bar{X} - \frac{s}{\sqrt{n}} t_{\frac{1+\gamma}{2}; n-1}; \bar{X} + \frac{s}{\sqrt{n}} t_{\frac{1+\gamma}{2}; n-1} \right), \quad (2)$$

където $t_{\frac{1+\gamma}{2}; n-1}$ е двустранен квантил от разпределението на Стюдънт с $n - 1$ степени на свобода, гарантиран с вероятност γ .

Таблица 1. Основни числови характеристики на интервалите от време по разписание и реално изпълнен

Спирка	Средна стойност \bar{X}	Стандартно отклонение s	Доверителен интервал, гарантиран с вероятност $\gamma = 0,95$
Спирка Петър Караминчев			
Реален интервал на движение, s	165.43	144.51	(96,25;210,62)
Интервал от време по разписание, s	143.91	118.97	(97,13;205,65)
Спирка Арена Русе			
Реален интервал на движение, s	178.24	162.13	(97,44;257,01)
Интервал от време по разписание, s	166.47	187.38	(74,95;275,94)

За всяка спирка е направен тест на Стюдънт за значимост на разликата във времената между „Реален интервал на движение“ и „Интервал от време по разписание“. Издигната е основна статистическа хипотеза H_0 – разликата е статистически незначима срещу алтернативна H_1 – разликата е статистически значима:

$$H_0: \bar{X}_{\text{реално}} - \bar{X}_{\text{разписание}} = 0 \quad (3)$$

$$H_1: \bar{X}_{\text{реално}} - \bar{X}_{\text{разписание}} \neq 0 \quad (4)$$

За статистическа проверка на хипотеза, че разликата между средните нива на $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ е равна на дадено число d_0 (в конкретния случай $d_0=0$) се изчислява критерият

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - d_0|}{s^* \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, s^* = \frac{(n_1 + 1)s_1^2 + (n_2 + 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (5)$$

Ако $t < t_{1-\frac{\alpha}{2}; n_1 + n_2 - 2}$ се приема, че разликата не се различава статистически от d_0 .

В противен случай, ако $t > t_{1-\frac{\alpha}{2}; n_1 + n_2 - 2}$ се приема твърдението за статистически значима разлика. $t_{1-\frac{\alpha}{2}; n_1 + n_2 - 2}$ отново е двустранен квантил на Стюдънт с $n_1 + n_2 - 2$ степени на свобода с ниво на значимост α .

От таблица 2 се вижда, че при всички спирки $\text{Sig. (2-tailed)} > \alpha = 0.05$, което означава че се приема нулевата хипотеза т.е. разликата във времената между „Реален интервал на движение“ и „Интервал от време по разписание“ е статистически незначима. Следователно за изследвания период като цяло продължителността на интервала от време е според планираното.

Проверката е осъществена при ниво на значимост $\alpha = 0.05$.

Тестовите са направени в програмен продукт IBM SPSS 16 [8][9] резултатите са отразени в таблица 2

Таблица 2. Доверителен интервал на интервала на движение на тролейбусите

Спирка			Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Sig.(2-tailed)
				Lower	Upper	
Петър Караминчев	Pair 1	Реално време - Време по разписание	1,42073	-55,25352	57,29799	,757
Арена Русе	Pair 1	Реално време - Време по разписание	20,76372	-88,58454	131,11555	,581

За да изследваме спазването на разписанието за движение на превозните средства е необходимо да установим стойностите на закъснение или изпреварване. В таблица 3 са отразени средните стойности на закъснението от графика на избраните възлови спирки на градския пътнически транспорт в град Русе. Не е установено изпреварване на графика.

Таблица 3. Интервална оценка и основни числови характеристики на закъснението

Спирки \ Числови x-ки	Средна стойност на закъснението - \bar{X}	Стандартно отклонение - s	Доверителен интервал, гарантиран с вероятност $\gamma = 0,95$
Петър Караминчев	124.35	104.17	(92,95;173,73)
Арена Русе	352,70	223,02	(335,35;554,01)

За всяка спирка е направен тест на Стюдънт за значимост на времената за закъснение. Хипотезите и нивото на значимост е аналогично на предходното. Резултатите са отразени в таблица 5.

При проверка на статистическа хипотеза с двустранна критична област, за равенство на средното ниво и дадено число d , се използва критерият

$$t_{набл} = \left| \frac{\bar{X} - d}{s} \right| \sqrt{n}. \quad (6)$$

При $t_{набл} < t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}$ се приема, че средното ниво статистически не се различава от числото

d . В противен случай, разликата е статистически значима.

$t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}$ е квантил на Стюдънт с $n-1$ степени на свобода, при ниво на значимост α .

Таблица 4 Закъснение на тролейбусите от разписанието в реално време

Закъснение спирки	Test Value = 0			
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean difference
Петър Караминчев	5,063	35	0,000	134,33753
Арена Русе	7,188	13	0,000	453,75488

От таблица 4 за всяка спирка имаме, че $\text{Sig.}(2\text{-tailed}) < \alpha = 0.05$, което означава че се отхвърля нулевата хипотеза за статистическа незначимост на средните времена за закъснение

т.е. всички времена на закъснение са статистически значими. Това означава, че за всяка спирка закъснението е тенденция.

Като най-малко средно закъснение се отчита в спирка „Петър Караминчев“ 134,33 s, а най-голямо закъснение на спирка „Арена Русе“ – 453,75 s секунди.

Следователно може да се направим общия извод, въпреки, че се спазва средния интервал от време между две ПС, те се движат със закъснение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Увеличаване броя на жителите на градовете и съвременната автомобилизация създава редица проблеми. Значително се понижава скоростта на движение на градския транспорт, предизвикват се редовни задръствания и пътно-транспортни произшествия, затрудняващи движението както на индивидуалния превоз, така и на превозните средства (ПС), обслужващи линиите на тролейбусния транспорт. Влошават се едни от най-важните условия за високо качество при обслужване на пътниците: безопасността; редовността на движението и надеждност на превозния процес.

2. Тролейбусният транспорт е съществена част от градския транспорт в град Русе. Подобряване качеството на транспортната услуга при тролейбусния транспорт е от голямо значение за осигуряване на неговата привлекателност и използване като алтернатива на използването на личен транспорт.

3. Редовността на движението е основен показател за качество на транспортната услуга при тролейбусния транспорт.

4. Въвеждането на самостоятелна „бус-лента“ в гр. Русе ще доведе до повишаване на скоростта на движение на ТС от ГПТ с 30% до 50%.

REFERENCES

- [1] Dragnev, Hr. G., "Optimizirane na gradskite avtobusni marshruti po kolichestveni kriterii", Disertatsia, VMEI "V. I. Lenin", Sofia, 1982, (**Оригинално заглавие:** Драгнев, Хр. Г., "Оптимизиране на градските автобусни маршрути по количествени критерии", Дисертация, ВМЕИ "В. И. Ленин", София, 1982)
- [2] Dragneva N. Vliyanie na uchastakovata skorost varhu vremeto za patuvane v sistemata "OPT", 14 NTK s mezhd. uchastie Sofia, 2004 (**Оригинално заглавие:** Драгнева Н. Влияние на участъковата скорост върху времето за пътуване в системата "ОПТ", 14 НТК с межд. участие София, 2004)
- [3] Otdel „Transport“ kam Obshtina Ruse - Danni za avtoparka na gradskia patnicheski transport na teritoriyata na Obshtina Ruse <https://transport.ruse-bg.eu/pt/> (Accessed on 10.10.2018)
- [4] Stranitsata na Firma „EGGED“ – Ruse AD - <http://www.egged-ruse.com/> (Accessed on 10.10.2018)
- [5] Stranica na Firma “Shans 99” OOD - <http://chance99.net/> (Accessed on 10.10.2018)
- [6] Stranica na Firma “Geokomers” OOD - <http://geocommerce-ruse.com/> (Accessed on 10.10.2018)
- [7] Plan za ustoychiva gradska mobilnost na gr. Ruse za perioda 2016-2026 g. (Accessed on 10.10.2018)
- [8] Andy Field „Discovering Statistics Using IBM Statistics“, SAGE, 2013
- [9] Sabine Landau, Brian Everitt, „A Handbook of Statistical Analyses using SPSS“. CHAPMAN & HALL/CRC, 2004