

INVESTIGATION AND MODELING OF ROAD TRAFFIC IN THE AREA OF INTERSECTIONS IN RUSE¹

Assist. Prof. Pavel Stoyanov, PhD

Department of Transport,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: 082 888 515

E-mail: pstoyanov@uni-ruse.bg

Abstract: The paper shows the results of an application of system VISSIM to the microscopic simulation of traffic flow for a fragment of a real urban road network. First, the problem of traffic flow modelling and simulation was described, and the selected system is introduced. A crossroad on one of the main boulevards in the city of Ruse was chosen to be explored through a simulation model. The model examine the impact of traffic light cycle on the queue, the transport delay and the number of vehicles that have passed.

Keywords: traffic flow, urban, simulation, microscopic, VISSIM

ВЪВЕДЕНИЕ

Голямата интензивност на движение и транспортните задръжки представляват два външни фактора, влияещи на транспортните разходи, замърсяването на околната среда и повишаването на шума от МПС, затова намаляването на тяхното въздействие често е една от основните цели при оптимизирането на транспортната организация, [Pencheva V., 2011, Pencheva V., 2015]. Предполага се, че може да има обратна връзка между транспортните задръжки по пътищата и пътните злополуки, като редица автори се опитват на потвърдят или отхвърлят тази хипотеза [Lybenov, D.A., Chao Wang Mohammed, A. Quddus Stephen, G. Ison, D. M. Belmont, T. W. Forbes, A. Ceder, M. Livneh]. Транспортните задръжки влияят върху здравето на човека чрез различното замърсяване което генерират, като замърсяването може да бъде с отработени газове и шум [Mats Wilhelmsson]. Въпроса дали са безопасни или не транспортните задръжки е важен за обществото, също толкова колкото и влиянието на задръстванията върху икономиката на градовете и държавите. Редица проведени изследвания в тази насока доказват такава връзка [T. F. Golob, W. W. Recker, Richard Arnott, Kenneth Small]. Също така се търсят и пътища за оптимизиране на движението на подвижния състав, които водят до намаляване на замърсяването, оптимизират движението на автомобилите и намаляват разходите, като цяло [Pencheva V., 2017]. Намирането на правилния баланс на посочените съображения при моделирането на организацията на движението в градовете, е от особено значение за създаването на добра среда за живеене.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1.1. Анализ на организацията на пътното движение по основните улици в Русе.

Община Русе разполага с добра и сравнително равномерно развита пътна мрежа. Движението на превозни средства в града се осъществява предимно по еднопосочни улици и булеварди. По този начин се канализират транспортните потоци към главните артерии на града.

Главните булеварди и улици на град Русе, които поемат основната част от трафика на града са: бул. “Тутракан”, ул. “Плиска”, бул. “Цар Освободител”, бул. “Липник”, бул. “Генерал Скобелев”, ул. “Борисова”, ул. “Николаевска”, бул. “Христо Ботев” и бул. “България”.

¹ Докладът е представен на пленарната сесия на 27 октомври 2018 с оригинално заглавие на български език: Изследване и моделиране на пътното движение в зоната на кръстовища в град Русе

Организацията и управлението на пътнотранспортното движение се основава на изследвания на неговите показатели със съответните количествени стойности и зависимости между тях. Видът на изследванията и методите за тяхното провеждане се определя от целите поставени за конкретните условия на движение и видът на търсената информация.

Транспортните потоци се характеризират с параметрите интензивност, скорост, плътност и типов състав. Интензивността на транспортния поток се определя за дадено пътно платно, пътна лента или направление като отношение на броя преминали автомобили A за период от време t по следната формула:

$$I_a^f = \frac{A_m}{t}, \text{ Е/ч} \quad (1)$$

При зададени транспортни условия скоростта и плътността на транспортния поток зависят пряко от интензивността. Непрекъснатото измерване на скоростта е технически възможно, но използването ѝ като входен параметър за моделиране и оптимизация е неприложимо за различни условия на движение. Плътността на транспортния поток изисква изследване върху големи участъци от пътните платна, което изисква голям технически ресурс.

1.2. Методика на изследване.

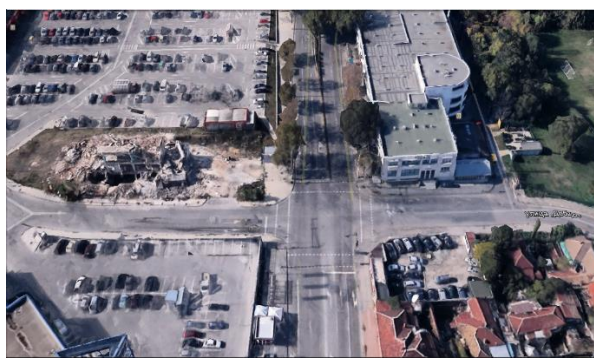
Булевард „Липник” е един от основните пътни артерии в гр. Русе, свързващи централната част на града с източната промишлена зона. Той е основен булевард за достъп до бул. "България", и един от изходните артерии на града в посока към границата с Румъния. Също на него се намират най-големите търговски центрове в град Русе.

За изпълнение на целите на настоящата работа са избрани 5 от кръстовищата по протежението на бул. „Липник”. Те са избрани поради своето възлово местоположение, натовареност и наличие на светофарна организация на движението. За улеснение кръстовищата приемат номерация от „1” до „5”, като номерацията зависи от местоположението.

Кръстовище №1 - Това е първото кръстовище със светофарно управление по протежение на булевард „Липник” в посока централната част на града. Пресичат се бул. „Липник” и ул. „Иван Вездър”. Кръстовището служи за връзка на ж.к. Изток и източната част на ж.к. Здравец Изток с главната градска пътна артерия. В близост до кръстовището се намират автогара „Изток” и ж.п. гара „Разпределителна”. През кръстовището преминава голяма част от ежедневния транспортния поток генериран от работещите извън градската част на гр. Русе.



Фиг. 1. Обзор на кръстовище №1



Фиг. 2. Обзор на кръстовище №5

Кръстовище 5 – Намиращо се в непосредствена близост до няколко големи търговски обекти е кръстовището което е едно от най – натоварените в града. Транспортните потоци преминаващи през това възлово място са причина за ежедневно затруднение на движението в следобедния пиков период от 16:30 до 18:30. От края на 2016 година поради изграждането на ул. „Лозен Планина“ кръстовището придобива важно значение за живущите в ж.к Родина 1 и ж.к. Родина 2. Новоизградения участък свързва изброените квартали с бул. „Липник” както и със северната част на града чрез ул. „Дебър”.

1.3. Софтуер за компютърна симулация на транспортни процеси.

За провеждане на симулациите е използван софтуерния продукт VISSIM.

Използваният софтуер е програмен продукт специализиран в изграждането на детайлизирани симулационни модели. Детайлността ѝ позволява голяма прецизност в разчертаването на транспортната мрежа, както и многобройни функции за изграждане на напълно реалистична симулация на транспортния процес.

Софтуера може да анализира транспортни операции, като конфигурация на лентите, брой от превозни средства, светофарно управление и предимства на движение, спирки на градския пътнически транспорт и други, като по този начин тя е работещ инструмент за оценка на различни алтернативи базирани на транспортното инженерство и повишаване на ефективността. Съответно могат да се моделират и пешеходни потоци както самостоятелно така и комбинирано с частния и/или публичния транспорт.

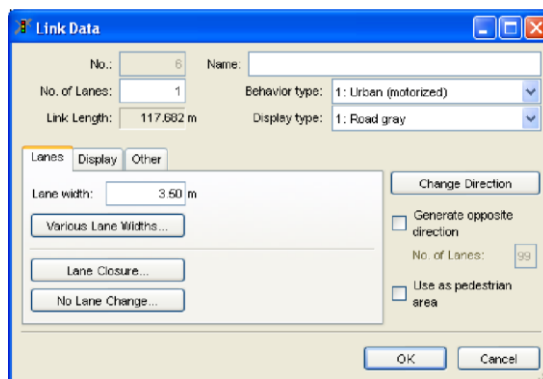
1.4. Моделиране на уличното движение и организацията на управление чрез програмен продукт „VISSIM“.

1.4.1. Изграждане на пътни платна.

При започване на нов проект, е нужно да се осигури правилното първоначално оразмеряване. Това става чрез използването на заден план (фон, снимка на пътната мрежа), на който знаем реалните размери на обектите. За симулацията бяха използвани сателитни снимки на избраните за изследване и симулация възлови кръстовища. За правилното оразмеряване на пътната мрежа са използвани данни за реалните размери на кръстовищата.



Фиг. 3. Фонова снимка на кръстовище №1

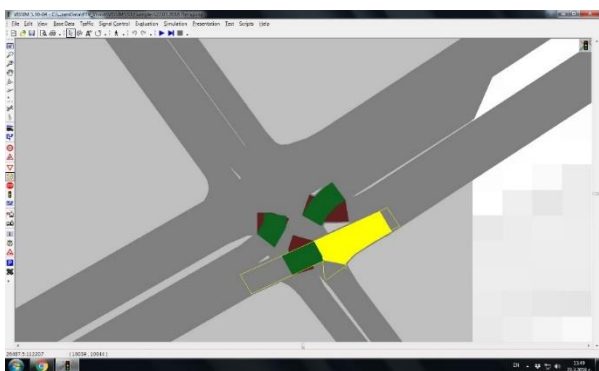


Фиг. 4. Работен прозорец от създаване на пътен участък

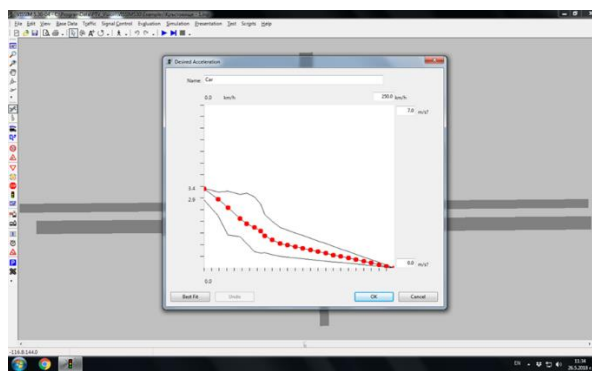
1.4.2. Дефиниране на конфликтните точки и поведение на движение в градска среда.

На фиг. 5 са показани част от конфликтните точки на кръстовище с четири направления и дефинирани правила за приоритет на движение. Селектираната конфликтна точка е точка на вливане. Нужно е активирането на такава организация на движението в тази конфликтна точка, позволяваща приоритетно движение за движещите се по бул. „Липник“.

- Зелено – Път с приоритет, право на предимство
- Червено – път без приоритет, без право на предимство
- Червени маркери – без правила за приоритет. Автомобилите са длъжни да спрат преди навлизане в конфликтната точка
- Жълти маркери – без правила за приоритет



Фиг. 5. Дефиниране на приоритет на движение в конфликтна точка

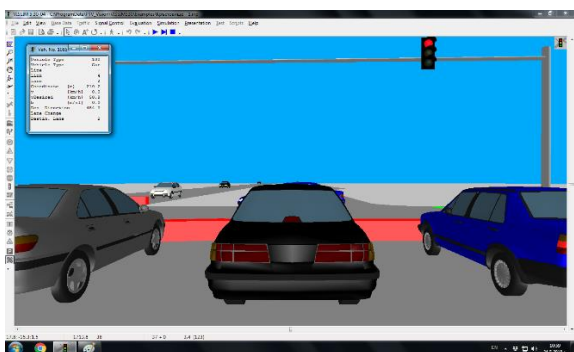


Фиг. 6. Работен прозорец за дефиниране на желаното ускорително движение

За реалното представяне на движението през избраните кръстовища е нужно отделянето на внимание на човешкия фактор (фиг.6). Водачите на МПС се различават по своето пътно поведение, опит и умения. Поради тази причина те реагират различно на създадените ситуации. Разлики има и в скоростта на реакция, ускорителните и замъснителните движения или дори при допуснатите замъснения при тръгване поради невнимание. Чрез VISSIM са дефинирани всички тези детайли.

1.4.3. Провеждане и резултати от симулацията.

Софтуерът дава възможност за проследяване на движението на всяко превозно средство в 2D и 3D режими. Освен това има и опция която проследява отблизо движението на превозното средство и се дава възможност за проследяване на постоянно актуализираща се таблица с информация за самото превозно средство (фиг.7).



Фиг. 7. Визуализация на транспортен поток в 3D режим

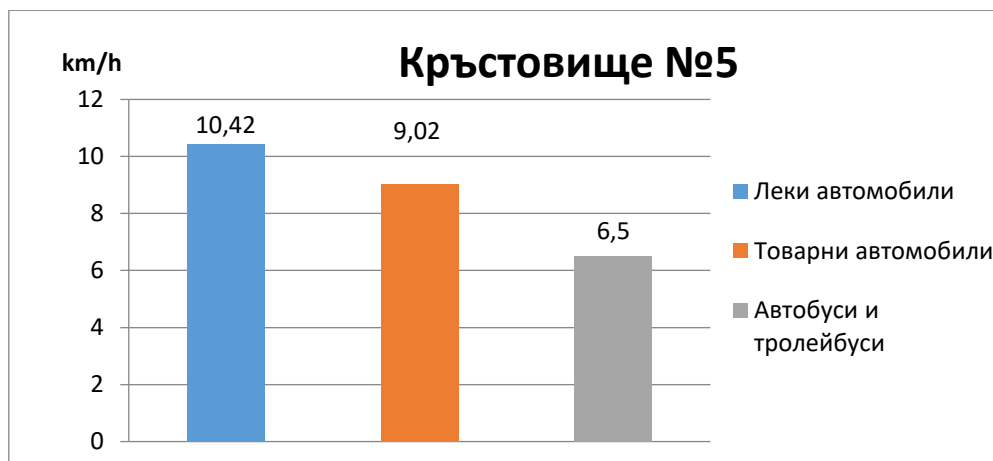
		95% Queues per Run				
		Max	95%	Median	Average	Standard Deviation
Intersection	Left 1	38.2	75.2	38.2	11.1	12.8
	Thru	38.2	75.2	38.2	11.1	12.8
	Right 1	0	0	0	0	0
	Left 2	72.0	77.8	72.7	0	38.2
IFB	Thru	79.8	83.1	79.8	22.8	28.1
	Left 1	79.8	83.1	79.8	22.8	28.1
	Left 2	69.4	84.8	69.4	37.3	48.4
	Thru	69.4	84.8	69.4	37.3	48.4
VAB	Left 1	23.8	13.4	13.4	0	7.6
	Right 2	0	0	0	0	0

Фиг. 8. Дължина на транспортната опашка по ленти

Извеждането на данни става след протичане на пълна симулация. В случая разглежданият период е от 16:30 до 18:30 часа, затова за нас са важни данните за целия този период. При приключване на симулацията данните преминават през софтуер за база данни, а след това автоматично се генерира файл с таблици подходящ за отваряне чрез Microsoft Excel (фиг. 8). Броят и пълнотата на таблиците зависят от детайлността на изградения модел и избраните преди симулацията желани параметри за следене.

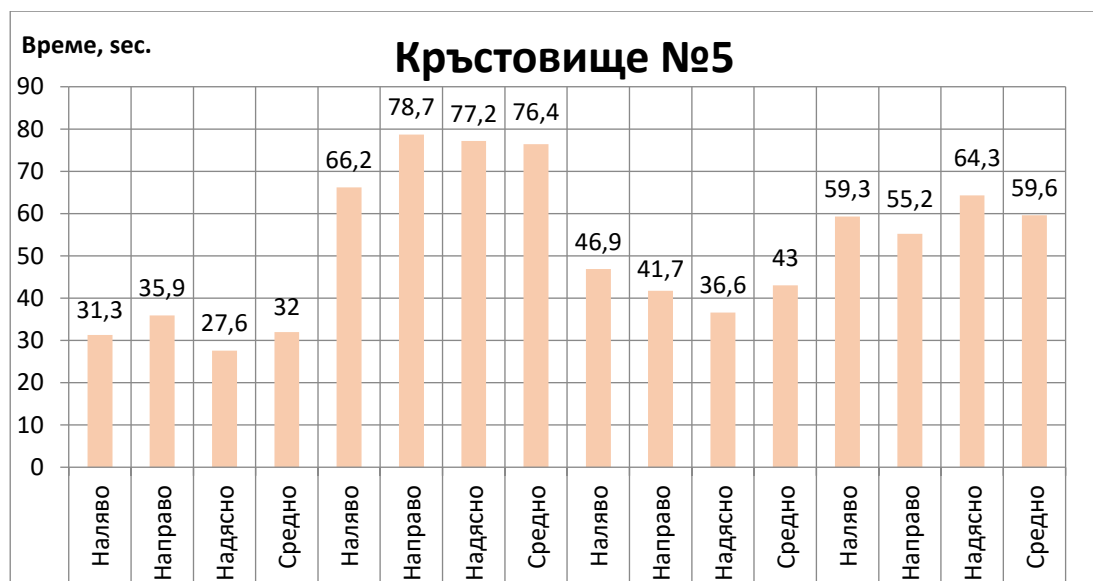
1.5. Резултати от изследването и симулацията.

В сравнение с останалите разглеждани кръстовища, кръстовище №5 се откроява като най-натоварено по отношение на интензивност на движението – над 3000 единици за час. В случая градския пътнически транспорт представлява едва 0,39% от общата часова интензивност. Главна причина за натовареността е ключовото за цели жилищни квартали местоположение на кръстовището и наличието на големи търговски обекти в близост.



Фиг. 9. Средна скорост на движението на ППС

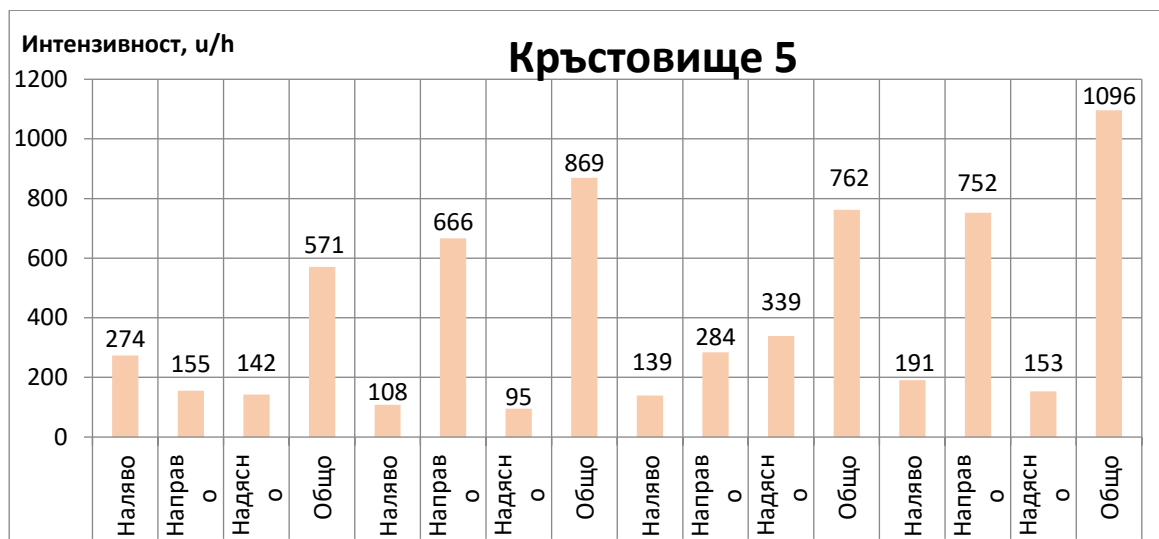
Както в участъка на кръстовище №4 така и тук средната скорост на движение на ППС е ниска. Тя е следствие на времето прекарано в покой при изчакване на зелен сигнал и дължината на образувалите се опашки. Близките данни за отделните видове ППС сочат за недостатъчна пропускателна способност в отделни направления и наличие на транспортни опашки водещи до стационарно положение на ППС в очакване на зелен сигнал на светофарната уредба.



Фиг. 10. Средни времеви задръжки за преминаване през кръстовище №5 по различните направления

Данните от симулацията показват най-голяма затрудненост на движението от кръстовище №4 към централната част на града. Задръжката по това направление е средно 76,4 секунди. При сравнение със задръжките в обрната посока това е с 22% повече. Средната дължина на опашките в изследвания период от време е 58,4.

Най – ниски са задръжките за ППС движещи се по ул. „Лозен планина“. Те са в рамките на 32 секунди, което е над 2 пъти по-малко от тези за движещите се по бул. „Липник“ превозни средства.



Фиг. 11. Разпределение на интензивността на движението по направления

Интензивността в кръстовището е висока. По бул. „Липник” за 1 час са успели да преминат 1965 единици, което е 64,38% от преминалия транспортен поток през кръстовището във всички направления. Главната част (3/4) от потоците приближаващи по бул. „Липник” продължават движението си направо по булеварда, а останалите 25% се отклоняват в посока ж.к Възраждане или ж.к Родина 1 и 2.

ИЗВОДИ

Поради разликите в ускорителното движение на отделните видове ППС и ограниченото време за преминаване по време на зеления сигнал, взаимодействието между главния поток и автобусите/тролейбусите влошава пропускателната способност на кръстовищата и води до образуването и удължаването на опашките за преминаване през него.

По отношение на интензивността на движението - кръстовище №5 е най-натоварено – 3042 Е/ч

Най-ниска е интензивността на движението в кръстовище №3 – 1614 Е/ч

Товарните автомобили и превозните средства на градския пътнически транспорт представляват около 4% от общия транспортен поток по бул. Липник.

Средната дължина на транспортната опашка на движещите се от кръстовище №4 към кръстовище №5 е 58,4м, а максималната надвишава 100м. Средната времева задръжка за това направление на движение е 76,4 секунди.

За преминаването през 5-те избрани за изследване кръстовища, от кръстовище №1 до кръстовище №5, натрупаната транспортна задръжка възлиза на 6 минути и 12 сек.

От направените изследвания може да се заключи, че е възможно изследването на различните показатели за оптималност на организацията на движение на кръстовище чрез използване на компютърна симулация. Поради възможността да се провеждат многобройни опити с цел оптимизиране на организацията на движението, компютърната симулация трябва да бъде етап преди окончателното предприемане на промени.

Докладът отразява резултати от работата по проект № 2018 - ФТ - 02, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

REFERENCES

- Lybenov, D.A. "Izsledvane na niakoi ot osnovnite harakteristiki na transpornia potok po ul. "Pliska" v grad Ruse. (**Оригинално заглавие:** Любенов Д.А. „Изследване на някои от основните характеристики на транспортния поток по ул. "Плиска", гр. Русе". Trans & MOTAUTO 2011. c. 8 – 10. ISBN: 1310-3946.)
- Chao Wang Mohammed, A. Quddus Stephen, G. Ison, *Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England*. Accident Analysis & Prevention Volume 41, Issue 4, July 2009, Pages 798-808
- D. M. Belmont, T. W. Forbes, *Effect of average speed and volume on motor-vehicle accidents on two-lane tangents*, Proceedings of the Highway Research Board, 32 (1953), pp. 383-395
- A. Ceder, M. Livneh, *Relationships between road accidents and hourly traffic flow*. I. Analyses and interpretation. Accident Analysis and Prevention, 14 (1) (1982), pp. 19-34
- T. F. Golob, W. W. Recker, *Relationships among urban freeway accidents, traffic flow, weather, and lighting conditions*. Journal of Transportation Engineering, 129 (4) (2003), pp. 342-353
- Mats Wilhelmsson, *The Impact of Traffic Noise on the Values of Single-family Houses*. Journal of Environmental Planning and Management, Volume 43, 2000 - Issue 6, pp. 799-815
- Pencheva, V., A. Asenov, E. Savev. Noise Reducing in urban environments, using alternative vehicles. Beograd. Serbia. Ecologica. 2011, ISBN 978-86904721-8-5
- Pencheva V., I. Beloev, A. Asenov, D. Topchu. A study on the noise pollution from traffic flows. IN: Scientific forum Challenges in engineering and information science, Sinaia, Romania, 2015, pp. 28-31, ISBN 978-954-8483-35-3.
- Pencheva V., A. Asenov, D. Topchu, I. Beloev, B. Evstatiev. Organisation of the work on collecting routes in postal activity through an automated system for collection of information.// Transport problems, Katowice, Poland, 2017, No 12(3), pp. 147-157, ISSN 1896-0596.
- Richard Arnott, Kenneth Small, *The Economics of Traffic Congestion*. American Scientist, Vol. 82, No. 5 (SEPTEMBER-OCTOBER 1994), pp. 446-455