

1. ВОВЕДЕН ОСВРТ КОН АКТУЕЛНОСТА НА ТЕМАТА ЗА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Одржливиот развој на градовите и актуелните концепти за „хумано живеење“ кои промовираат компактни урбани форми, поголема густина на населеност, поодлучна ориентација кон користење на јавен градски превоз, пешачење, велосипедизам и воопшто концепт за пристапност, се во колизија со про-автомобилската сообраќајна стратегија која со децении промовира ниска густина на населеност, техничко-технолошки подобрувања на перформансите на возилата, изградба на автопатишта, брзи градски сообраќајници и нагла пораст на мобилноста.

Евидентно е и ширење на градовите (посебно на големите), како и пораст на степенот на моторизација, кои просторно и временски не се следат со соодветни зафати на уличната мрежа. Ваквата состојба има за последица појава на низа проблеми, како урбанистички, така и од аспект на функционирањето на сообраќајот.

Сообраќајот и движењето на возилата играат една од главните улоги во сложениот градски систем. Од таму, градските активности и сообраќајот прават единствен планерски концепт, во кој уличниот дизајн е помеѓу најбитните сегменти. Планирањето и проектирањето на сообраќајниот систем, а пред се неговата мрежа, денес, претставува неразделен дел на севкупното урбанистичко планирање и проектирање и е во најцврста спрега со намената на површините.

Посебно интересна за анализа е улична мрежа на град од земја во развој, со ниско развиена економија, демографски и економски пораст и инфраструктура со низок капацитет и дизајн. Имено, тука настанатите проблеми, предизвикуваат намалена пропусна способност на функционалните елементи на улиците, опаѓање на квалитетот на превозната услуга, зголемен број на сообраќајни незгоди и нарушување на животната средина. Оваа состојба резултира со задушување на улиците, загадување на околината, намалена безбедност и конфор во текот на патувањето, пораст на стресот кај сите корисници на сообраќајниот систем, а посебно **намалена безбедност за ранливите (незаштитени) корисници на улицата – VRU⁽¹⁾, односно, пешаците и велосипедистите.** Впрочем, директно е затекната ефикасноста на системот и урбаната продуктивност.

На процесот на планирање, проектирање, управување и одржување на уличната мрежа треба да претходи соодветна анализа на однесувањето на системот и анализа на системски интегрираните елементи. Идејата и пристапот кон истражувањето во предметната докторска дисертација се подредени токму во насока на унапредување на овој процес.

Имено, соодветно на идејата предложената тема за докторска дисертација со наслов:

„Анализа на влијанието на бочните пречки врз перформансите на текот на градските сообраќајници од секундарната улична мрежа“,

која,

во согласност со принципите на современите и актуелни концепти за промовирање на нови облици за анализа на квалитетот на живеење во градовите **“Human Living”** и **“Quality of Life LOS”**, прокламирани во неколку од Европските документи за развој:

- **Action Plan on urban mobility [COM(2009) 490],**
- **Directive 2008/96/EC;**
- **Directive 2006/123/EC;**
- **долгорочниот европски план Transport 2050: Commission outlines ambitious plan to increase mobility and reduce emissions [IP/11/372, 28/03/2011],**

некои од **начелата на европската стратегија “White paper 2011”,**

како и **целите на националната транспортна стратегија** во смисла на:

- **Безбедност во транспортниот систем;**
- **Пристапност и мобилност;**
- **Одржлива заштита на животната средина (во делот на намалување на негативните влијанија врз активностите на населението),**

¹ VRU - Vulnerable Road Users

е,

- актуелна и погодна за научно истражување,
- досега мошне малку истражувана на европско и светско ниво, а во нашата држава воопшто неистражувана,
- теоретски и практично применлива, и
- ја одразува структурата и содржината на докторската дисертација од подрачјето на техничко-технолошките науки, за полето сообраќај и транспорт.

2. ПРОБЛЕМ И ПРЕДМЕТ НА ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА

Основен (главен) проблем на истражување во дисертацијата е влијанието на елементите на состојбата „странично триење“⁽²⁾ врз движењето на возилата и пешаците и врз зависностите помеѓу основните параметри на текот, посебно врз брзината на отсек од градска улица од секундарна мрежа⁽³⁾.

Имено, да се анализира брзината на текот под влијание на некои елементи од уличната опрема, уличното паркирање, потоа елементи од профилот на улицата (посебно ширината на коловозот како функционално-урбанистички елемент), протокот на возила и други фактори, а за различни профили од ист тип на бавна градска улица е исклучително комплексен проблем за истражување.

Врз основа на проблемот на истражување определен е и **предметот на истражување**: „**Ќе се истражат, идентификуваат, соодветно ќе се изберат, апроксимираат и моделираат елементи на „странично триење“ кои согласно на анализата покажуваат влијание првенствено врз брзината на движење на возилата, а потоа и врз останатите параметри на текот на бавна градска улица**“.

3. ОСНОВНА И ПОМОШНА НАУЧНА ХИПОТЕЗА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО ВО ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА

Врз основа на предметот на истражување поставена е и **основната работна хипотеза**: „**Одредени елементи урбана опрема, ширината на сообраќајната лента, пешаците и улично паркираните возила покажуваат влијание врз брзината на движење на возилата, нивната густина и интензитет, но и обратно, страничното триење влијае на нивото на услуга кое пешаците го уживаат на пешачките сообраќајници,** како и следната,

Помошна хипотеза: Елементите на страничното триење се објекти со сопствени габаритни димензии, кои соодветно влијаат на брзината на сообраќајниот тек, односно на зависностите „брзина-густина“ и „брзина-проток“ на бавна градска улица. Со тоа индиректно влијаат на нивото на услуга кое возилата и пешаците го чувствуваат на улицата. А таа пак, зависноста „брзина-густина“ е основа за да се разбере состојбата задушување на сообраќајот.

4. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Основната и останатите цели на истражувањето беа поставени со цел за прифаќање или отфрлање на работната хипотеза, а во согласност со проблемот и предметот на истражување.

Основната цел дефинирана уште во текот на постапката за пријавување на докторска дисертација, гласеше: да се развие брзински модел на сообраќаен ток под влијание на елементите на состојбата странично триење, а за различен профил на ист тип на бавна градска сообраќајница. Имено, се планираше развиениот брзински модел, да се искористи за анализа на нивото на услуга кое сите учесници а посебно пешаците и велосипедистите го чувствуваат на улицата.

² СТРАНИЧНО ТРИЕЊЕ е директен превод на терминот „Side Friction“, со кој во стручните кругови се објаснува состојбата со која се опишува влијанието на некои елементи и активности во непосредната околина или на самата улица.

³ ГРАДСКА УЛИЦА ОД СЕКУНДАРНАТА МРЕЖА е класа на улица која во исто време обезбедува и мобилност и пристап за корисниците кон урбаните содржини, со посебен акцент врз безбедноста и комфорот на пешаците и велосипедистите. Тоа се улици со ограничување на брзината до 60 km/h, во понатамошниот текст и во стручните кругови познати како **БАВНИ ГРАДСКИ УЛИЦИ**.

Во насока на постигнување на основната цел, беа поставени и неколку:

Поважни подцели:

1. Да се истражат и утврдат урбано-просторни и улично-функционални елементи и да се анализира нивното влијание врз брзината, густината, интензитетот на моторниот сообраќајот и нивото на услуга за пешаците;
2. Да се развие методологија за прибирање и анализа на податоци опфатени со состојбата „странично триење“.
3. Да се истражат и утврдат фактори со кои страничните пречки го намалуваат безбедното движење на возилата и пешаците;
4. Да се даде придонес кон постапката за анализа на емисиите и нивото на загадување на воздухот покрај бавните градски улици.

Ако се знае дека за стручните работници од областа сообраќај и транспорт, е предизвик да се даде предлог и избор на мерки кои ќе обезбедат повисок степен на ускладеност помеѓу барањата на сообраќајот од една страна и обележјата на урбаниот простор од друга, а врз основа на научно засновани факти, станува јасно зошто со решавањето на проблемот на научното истражување, со остварувањето на предметот и со докажувањето на научната хипотеза, би се постигнале целите на истражувањето и би се дале научно поткрепени одговори на **актуелни прашања** како:

1. Кое е практичното значење од анализата на интеракцијата помеѓу движењето на возилата и пешаците и начинот на уредување и употреба на земјиштето и објектите изградени на него⁽⁴⁾?
2. Кое е практичното значење од истражувањето на влијанието на страничното триење во процесот на моделирање на тековите?
3. Кое е практичното значење на обидот да параметрите на сообраќајниот тек и урбано-просторните елементи се инкорпорираат во единствен процес за анализа на уличниот дизајн, управување и одржување на уличната мрежа?

Од значење за целта, релевантноста и подобноста на докторската дисертација беше и фактот дека до денес во светски рамки постојат мошне мал број на истражувања, кои во постапката за анализа на состојбата на сообраќајниот тек го вклучуваат и влијанието на различните улични и урбани елементи.

5. КОРИСТЕНИ НАУЧНИ МЕТОДИ

При изработката на докторската дисертација и презентирањето на резултатите искористени и соодветно комбинирани се поголем број на научни методи, од кои најважни се:

- **Метод на анализа, синтеза и класификација:** За расчленување на работната библиографија во научни целини, за да преку поединечно набљудување и анализирање извлекувам соодветни заклучоци и составувам одделни делови и елементи во целина.
- **Метод на апстракција, конкретизација и генерализација:** За одделување на незначајни од значајни елементи за истражувањето, како и за избирање и извлекување на реални од воопштени заклучоци.
- **Метод на дескрипција и компарација:** Паралелно со претходните методи, користењето на овој метод ми помогна да без научно толкување на истражувањето на останатите автори, на едноставен начин ги опишам нивните емпириски потврдени поими, и потоа да ги споредувам.
- **Математички метод:** Истиот беше посебно искористен во текот на експерименталното моделирање.
- **Метод на прибирање на податоци од реалниот систем:** Искористен во процесот на валидација и верификација на симулациониот модел.
- **Метод на моделирање и симулација:** Симулационата програма е изработена во соодветен програмски јазик за програмирање, симулација, визуелизација и програмска обработка на податоци.

⁴ Начинот на уредување и употреба на земјиштето и објектите изградени на него, во урбанистичкото планирање се опфатени со поимот НАМЕНА НА ЗЕМЈИШТЕ.

6. ПРИКАЗ НА ДИСЕРТАЦИЈАТА

Содржината на дисертацијата е изложена во следните делови:

- ПОГЛАВЈЕ 1 – ВОВЕД
- ПОГЛАВЈЕ 2 - ОСВРТ КОН МОДЕЛИРАЊЕТО НА СООБРАЌАЈНИТЕ ТЕКОВИ
- ПОГЛАВЈЕ 3 - ОСВРТ КОН РЕЛАЦИЈАТА СООБРАЌАЈ – УРБАНИЗАМ: УЛИЧНА МРЕЖА - УЛИЧЕН ПРОСТОР - НАМЕНА НА ЗЕМЈИШТЕ
- ПОГЛАВЈЕ 4 - ОСВРТ КОН ИЗУЧУВАЊЕТО НА БРЗИНАТА НА УЛИЦИТЕ ОД СЕКУНДАРНАТА МРЕЖА
- ПОГЛАВЈЕ 5 - РАЗВОЈ НА МИКРОСКОПСКИ СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ НА ОДВИВАЊЕ НА СООБРАЌАЈ НА ГРАДСКА УЛИЦА ОД СЕКУНДАРНА МРЕЖА
- ПОГЛАВЈЕ 6 - ИЗЛЕЗНИ ПАРАМЕТРИ, ВЕРИФИКАЦИЈА, ВАЛИДАЦИЈА И КАЛИБРАЦИЈА НА МОДЕЛОТ
- ПОГЛАВЈЕ 7 – РЕЗУЛТАТИ
- ПОГЛАВЈЕ 8 - ЗАКЛУЧОЦИ, ПРИДОНЕС И ПРЕПОРАКИ
- ЛИТЕРАТУРА
- ДОДАТОК 1
- ДОДАТОК 2

Во рамките на **првото поглавје – ВОВЕД**, се дадени основните начела на кои се темели докторската дисертација односно проблемот и предметот на истражување, поставената научна хипотеза и основната и останатите цели на истражувањето. Во ова поглавје е претставена и генералната состојба во поглед на сознанијата и достигнувањата од предметната проблематика во периодот до реализацијата на докторската дисертација.

Второто поглавје е синтеза од проучување и ползување на различни искуства и литература, како основа за понатамошно дефинирање и објаснување на компонентите потребни за креирање, моделирање и симулација на движење на возила и пешаци на улица од секундарна мрежа. Со второто поглавје, е даден осврт кон истражувањата од областа сообраќајно инженерство, а кои се однесуваат на системот возач-возило-околина, на основната теорија и параметрите на текот, нивото на услуга како и моделирањето на сообраќајните текови.

Преку содржините во **третото поглавје** покажан е обидот да релацијата помеѓу сообраќајот и урбанизмот, се доближи кон предметната проблематика. Акцентот во ова поглавје е ставен на секундарната улична мрежа, како и на деталното представување на елементите урбана опрема, нивна идентификација и класификација, со цел за нивна понатамошна анализа од аспект на целите на дисертацијата.

Четвртото поглавје е комплетно посветено на брзината како еден од основните параметри на сообраќајниот тек. Детално се претставени видовите на влијанија врз брзината во услови карактеристични за секундарна улична мрежа, даден е опсежен преглед на досегашните достигнувања на оваа тема, како и на голем број математичко-статистички модели со кои се опишуваат различните влијанија врз брзината.

Во рамките на **петтото поглавје** дефинирани и детално претставени се сите елементи на постапката за равој на микроскопскиот симулационен модел Side Friction Street SIMulation Model – SFStreetSIModel, version 1.1. Поголавјето ја содржи структурата на моделот, неговата формулација, принципите и логиката на движење на возилата и пешаците, нивните состојби и атрибути, како и генералните секвенцијални дијаграми за нивна иницијализација, распределба и симулација.

Верификацијата и евалуацијата на резултатите од одредени истражувања или пресметки е еден од клучните чекори без кој немаме заокружен циклус на секоја респектабилна научно-истражувачка работа. Процесот на валидација, верификација и калибрација на развиениот микроскопски симулационен модел, како и излезните параметри, односно мерки за ефикасноста, безбедноста и еколошките услови во кои се одвива сообраќајот на отсек од улица симулирана со моделот се дел од **шестото поглавје**.

Примената на моделот и резултатите добиени со десет-часовна симулација на неколку сценарија се дел од **седмото поглавје**. Ова поглавје е збогатено и со компаративна анализа на функционалноста, особините, карактеристиките и можностите на моделот во споредба со неколку слични микроскопски симулациони модели.

Конечно, во **поглавје осум** се формулирани и претставени најзначајните заклучоци од истражувањето. Дефинирана е практичната и теоретска подобност на докторската дисертација, придонесот на истата, како и насоките и препораките за понатамошно истражување на оваа тема.

Дисертацијата содржи и два (2) Додатоци. Во Додаток 1, табеларно се претставени најзначајните теренски прибрани податоци искористени во процесот на верификација и калибрација на симулациониот модел. Во Додаток 2 се дадени деталните секвенцијални дијаграми за иницијализација, распределба и симулација на објектите во SFStreetSIModel, version 1.1.

7. РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО

Со реализацијата на докторската дисертација, а согласно ставот на комисијата за оценка на истата, м-р Јасмина Буневска Талевска комплетно одговорила на поставените цели при дефинирањето на истата.

Генералните резултати кои произлегуваат од истражувањето се:

1. Тоа што врз база на анализираната научна и стручна литература е направен систематски преглед на моменталните сознанија и достигнувања во предметната област и извлечени се сите релевантни показатели врз чијашто основа се темели и е реализирано ова истражување.
2. За прв пат во Р.Македонија и пошироко развиен е микроскопски стохастички симулационен модел на движење на хетероген тек од патнички, лесни товарни возила и пешаци на отсек од градска улица од секундарна мрежа. Моделот е алатка која овозможува анализа на ефективноста, безбедноста и еколошките услови во кои се одвива сообраќајот на улиците од секундарната мрежа.
3. Анализирана е интеракцијата помеѓу движењето на возилата и пешаците и начинот на уредување и употреба на земјиштето и објектите изградени на него. Со тоа се обезбедуваат резултати за големината на промената на параметрите на сообраќајниот тек, (капацитетот и нивото на услуга на улицата), а под влијание на анализираните бочни пречки.

7.1. СТРУКТУРА И ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МОДЕЛОТ

Креираниот симулационен модел со наслов Side Friction Street Simulation Model (**SFStreetSIModel, version 1.1.**) е објектно-ориентиран, микроскопски и дискретен.

Со примена на моделот се симулира движење на хетероген тек од патнички и лесни товарни (доставни) возила, на две ленти, во две насоки, на отсек од бавна градска сообраќајница.

Со негова примена се симулира и уличниот дизајн, структурата на пречки од уличната околина: паркирање и урбана опрема, како и движење на пешаци во две насоки по должина на тротоарите од двете страни на уличниот отсек.

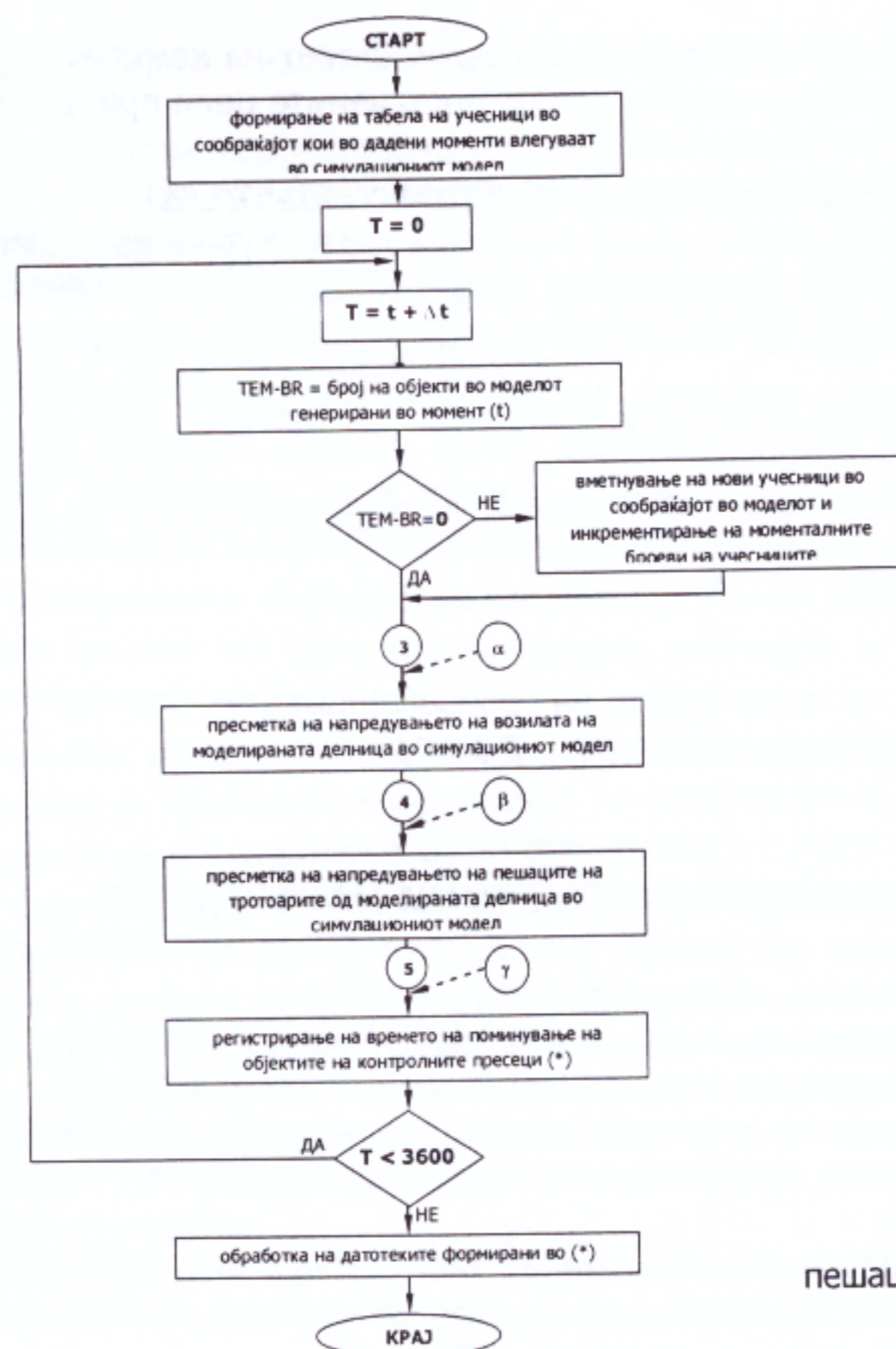
Возилото и возачот кој го управува се набљудуваат како еден објект. Моделот е ограничен да може да симулира движење на 1500 (voz/h). Генерирањето на објектите на отсекот е изведено со примена на методот на Knuth's.

SFStreetSIModel, version 1.1 е испишан во програмскиот јазик Action Script 3, имплементиран во Adobe Flash и Adobe Flex технологија. Калибрацијата на моделот се реализира преку автоматските Excel макроа (скрипти напишани во VBA), додека секвенцијалните дијаграми за иницијализација, распределба и симулација на објектите, предметите и појавите во SFStreetSIModel, version 1.1., се изработени во Microsoft Visio 2010.

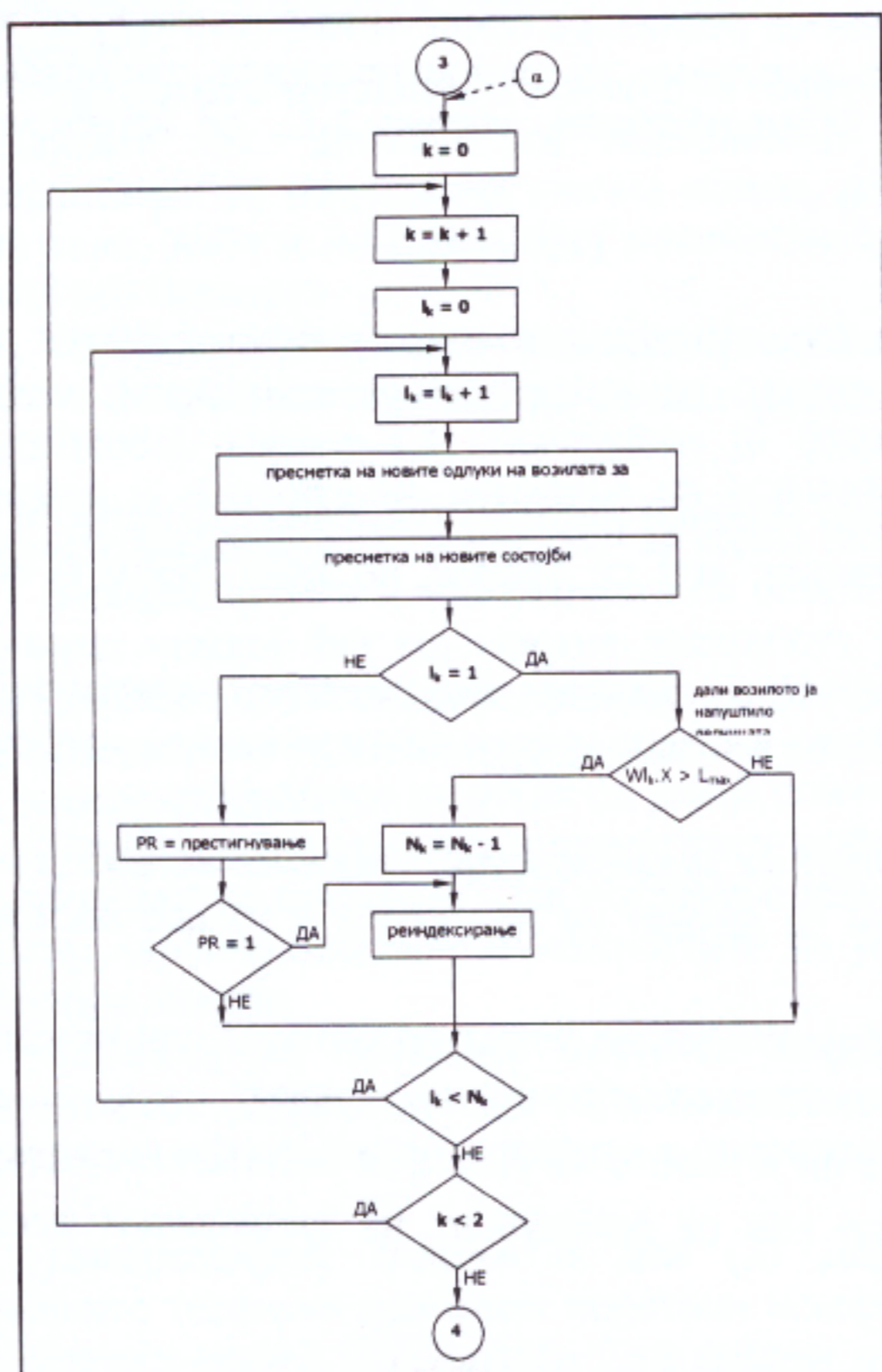
7.1.1. Можности на SFStreetSIModel, version 1.1

- Симулација на одвивање на сообраќај во приближно идеален тек, односно, хомоген тек од патнички возила со различни габаритни димензии, кои се движат на една лента и во една насока, а на отсекот нема бочни пречки;
- Симулација на одвивање на сообраќај во условно наречен идеален тек, односно, хомоген тек од патнички возила со различни габаритни димензии, кои се движат на една лента и во една насока, а на отсекот има бочни пречки;
- Симулација на одвивање на сообраќај во приближно нормален тек, односно, хетероген тек од возила (патнички и лесни товарни возила) кои се движат на две ленти и во две насоки, а на отсекот нема бочни пречки;
- Симулација на одвивање на сообраќај во услови на нормален тек, односно, хетероген тек од возила (патнички и лесни товарни возила) кои се движат на две ленти и во две насоки, а на отсекот има бочни пречки;
- Утврдување на основниот дијаграм на сообраќајниот тек на улица од интерес, кој не само што програмски се определува, туку служи и за автоматска калибрација на моделот.
- Утврдување на мерките на ефикасност на системот и нивото на услуга за возилата и пешаците.
- Утврдување на неколку безбедносни и мерки кои се однесуваат на еколошкиот аспект на системот.

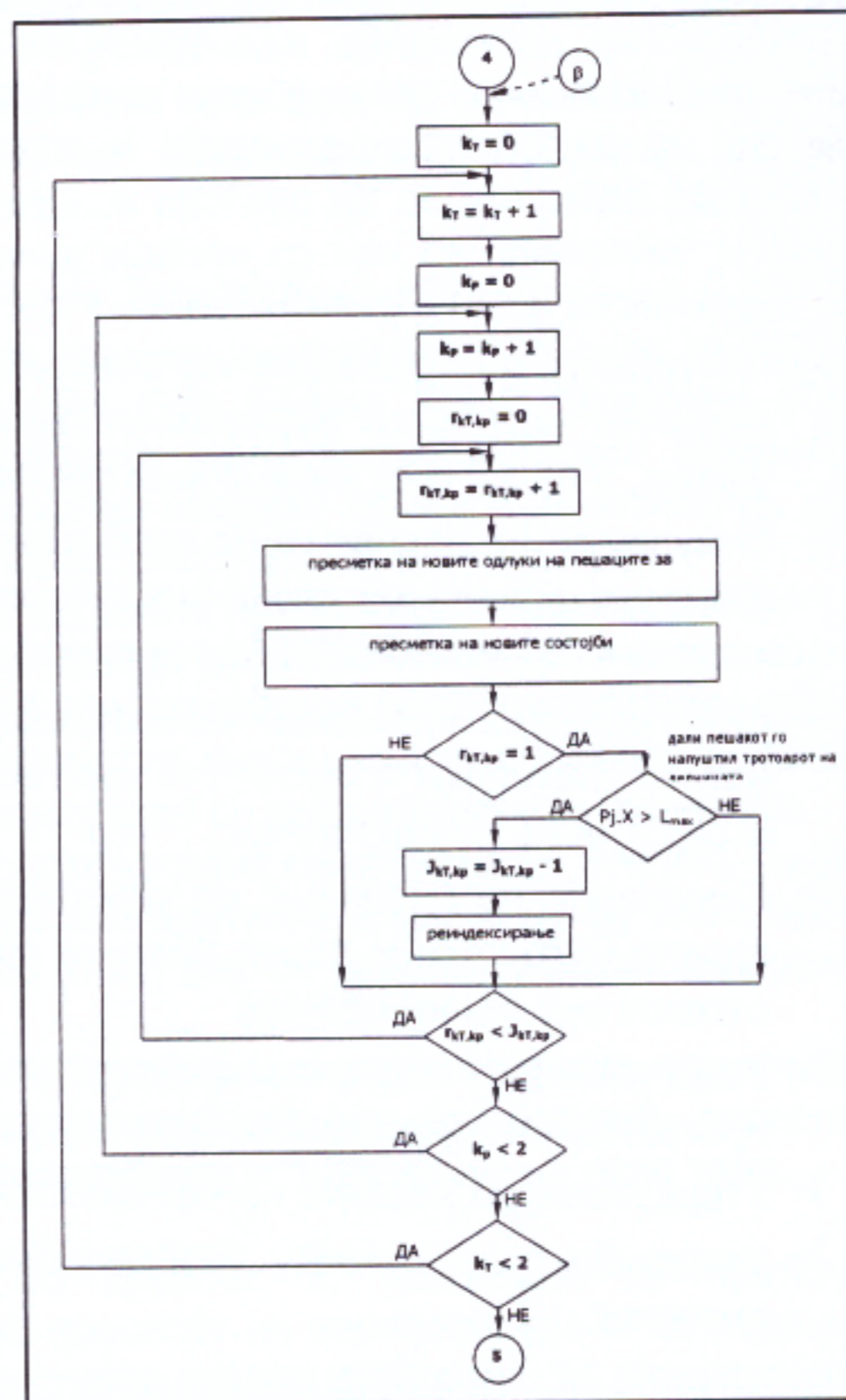
7.1.2. Основни секвенцијални дијаграми на SFStreetSIModel, version 1.1



Дијаграм 1: Алгоритам за симулација на движење на возила и пешаци на отсек од дволентна двонасочна бавна градска улица



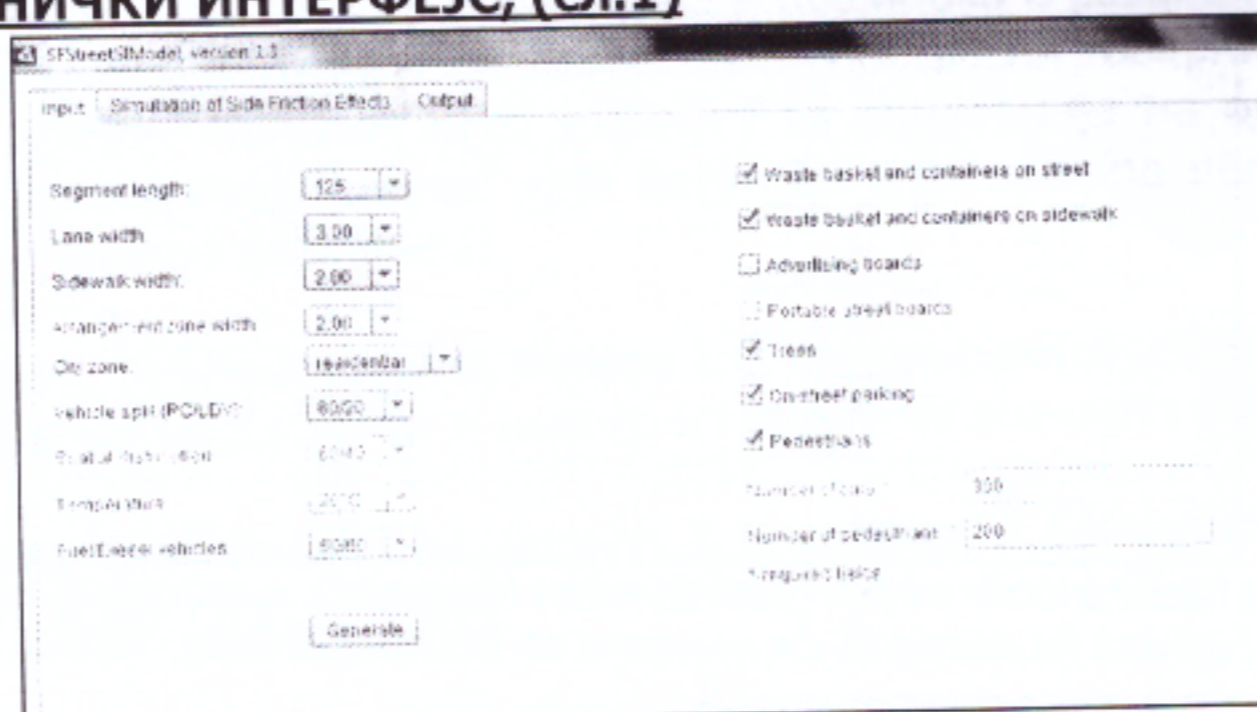
Дијаграм 2: Алгоритам за симулација на напредувањето на возилата во моделот



Дијаграм 3: Алгоритам за симулација на напредувањето на пешаците во моделот

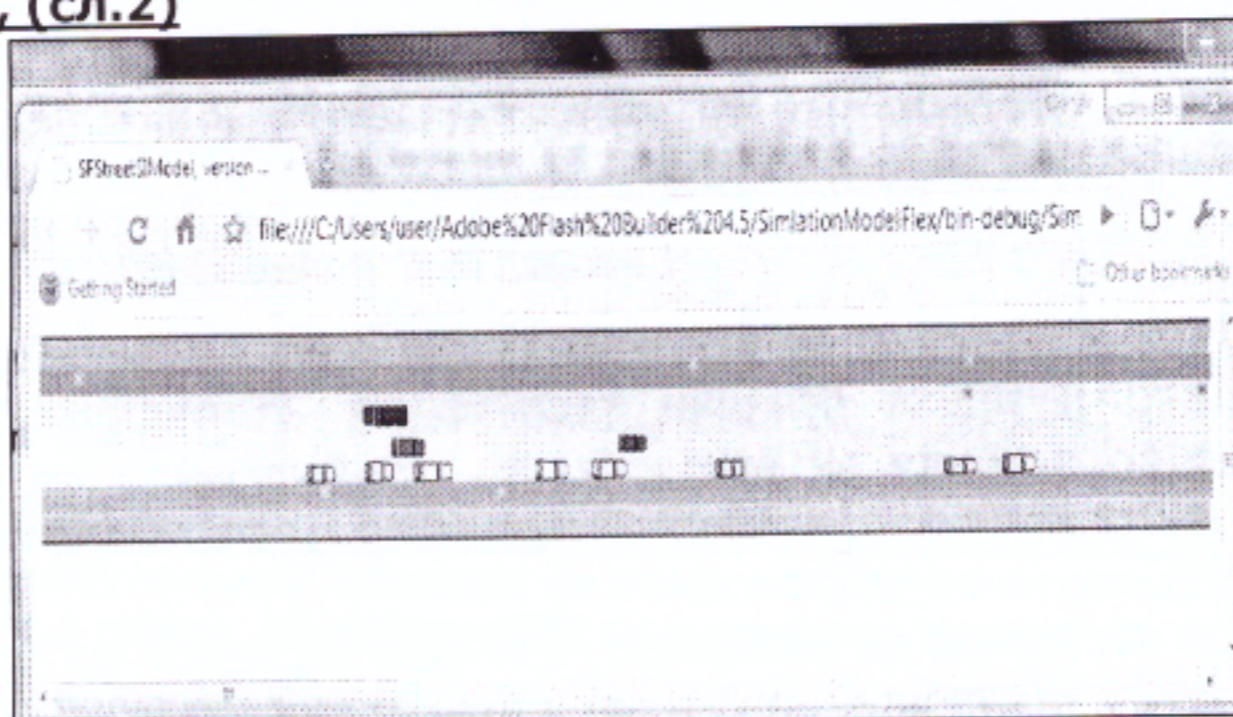
7.1.3. SFStreetSIModel, version 1.1: ПРИЈАТЕЛ НА КОРИСНИКОТ

➤ ВЛЕЗЕН КОРИСНИЧКИ ИНТЕРФЕЈС, (сл.1)



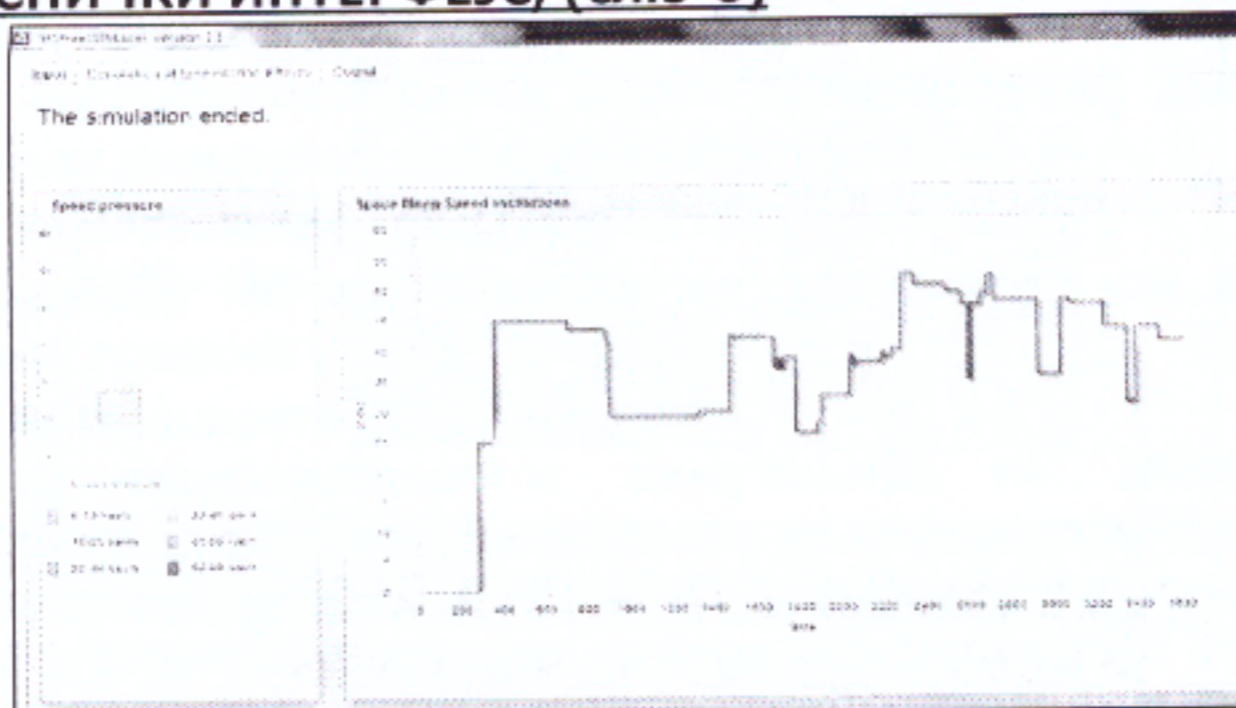
Сл. 1: Геометриски, функционални и амбиентални карактеристики на локација од интерес, како влезни параметри во SFStreetSIModel, version 1.1

➤ 2D АНИМАЦИЈА, (сл.2)

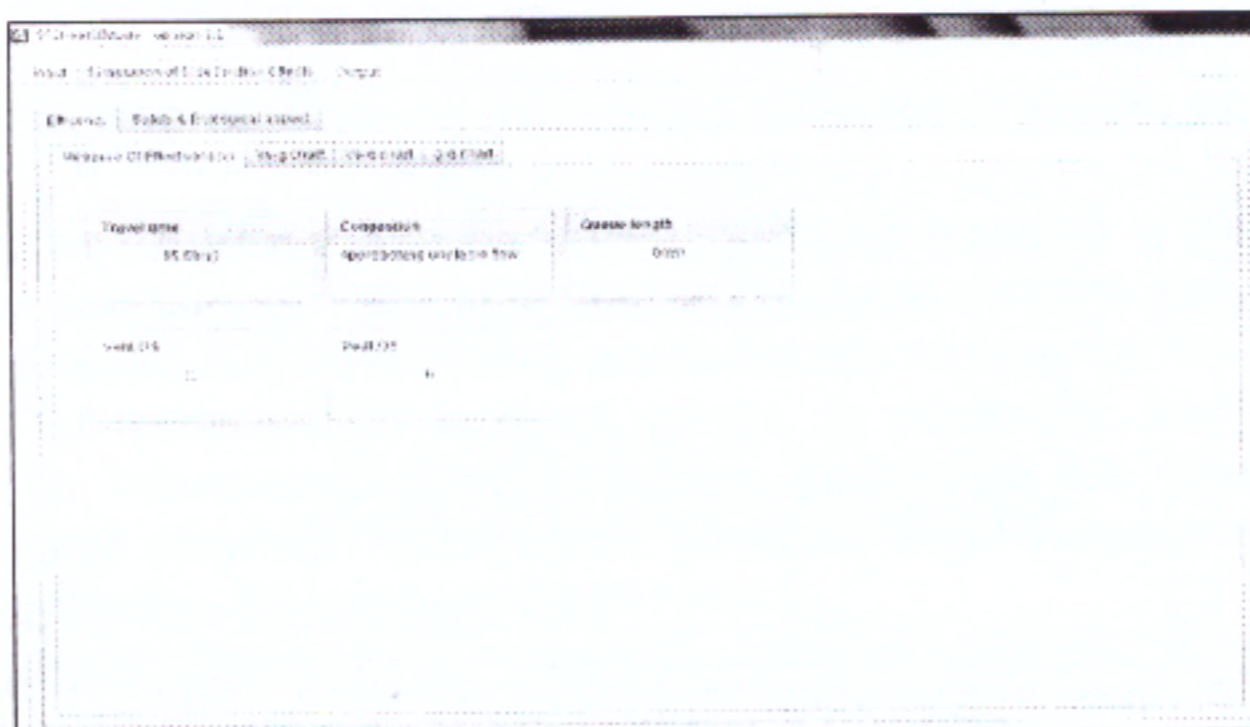


Сл. 2: Пример на симулација на улична околина, елементи „странично триење“ и движење на возила и пешаци на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1

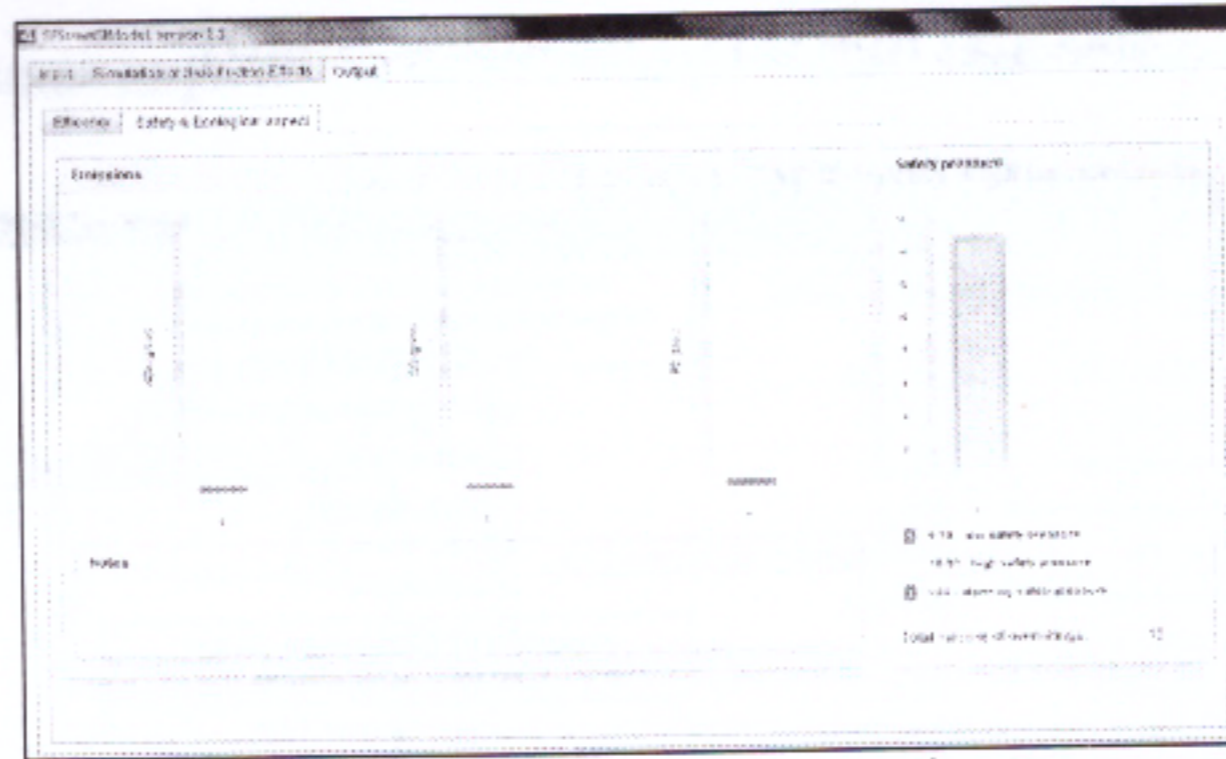
➤ ИЗЛЕЗЕН КОРИСНИЧКИ ИНТЕРФЕЈС, (сл.3-8)



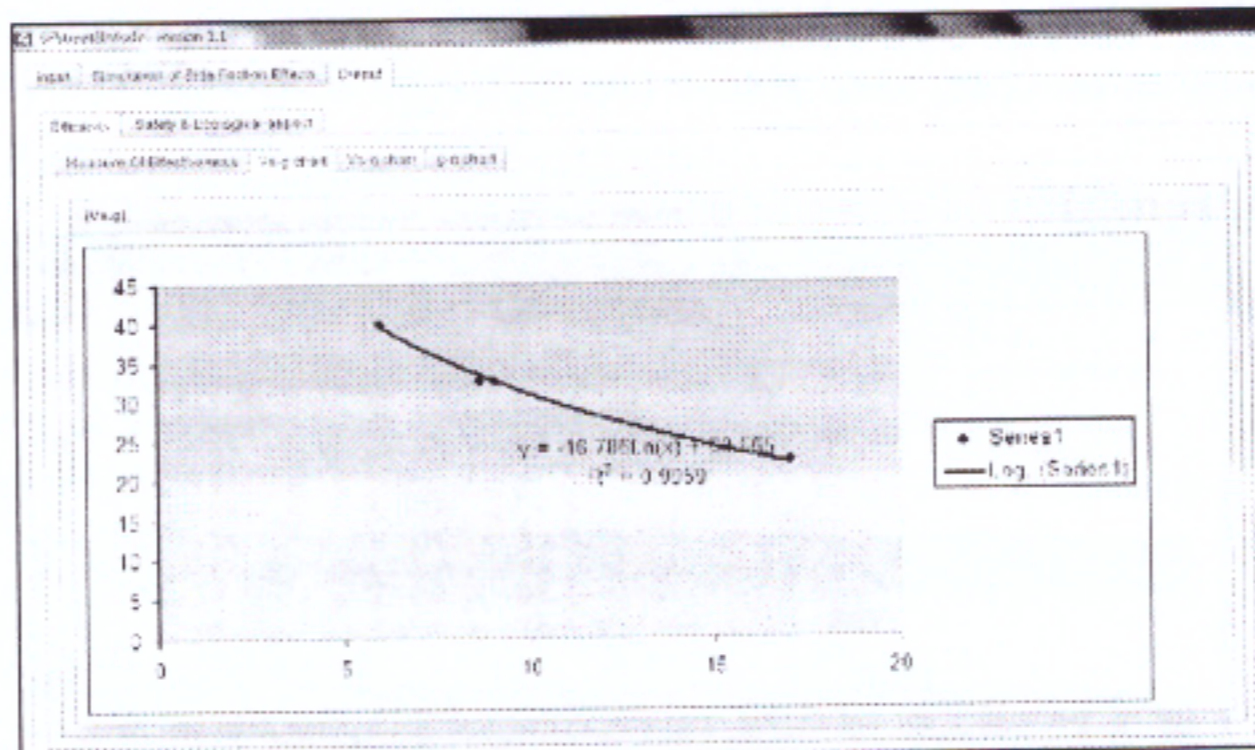
Сл. 3: Пример на симулација на влијанието на елементите „странично триење“ врз средната просторна брзина на возилата во секој момент ($t=1, \dots, 3600s$) и големината на брзинскиот притисок на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1



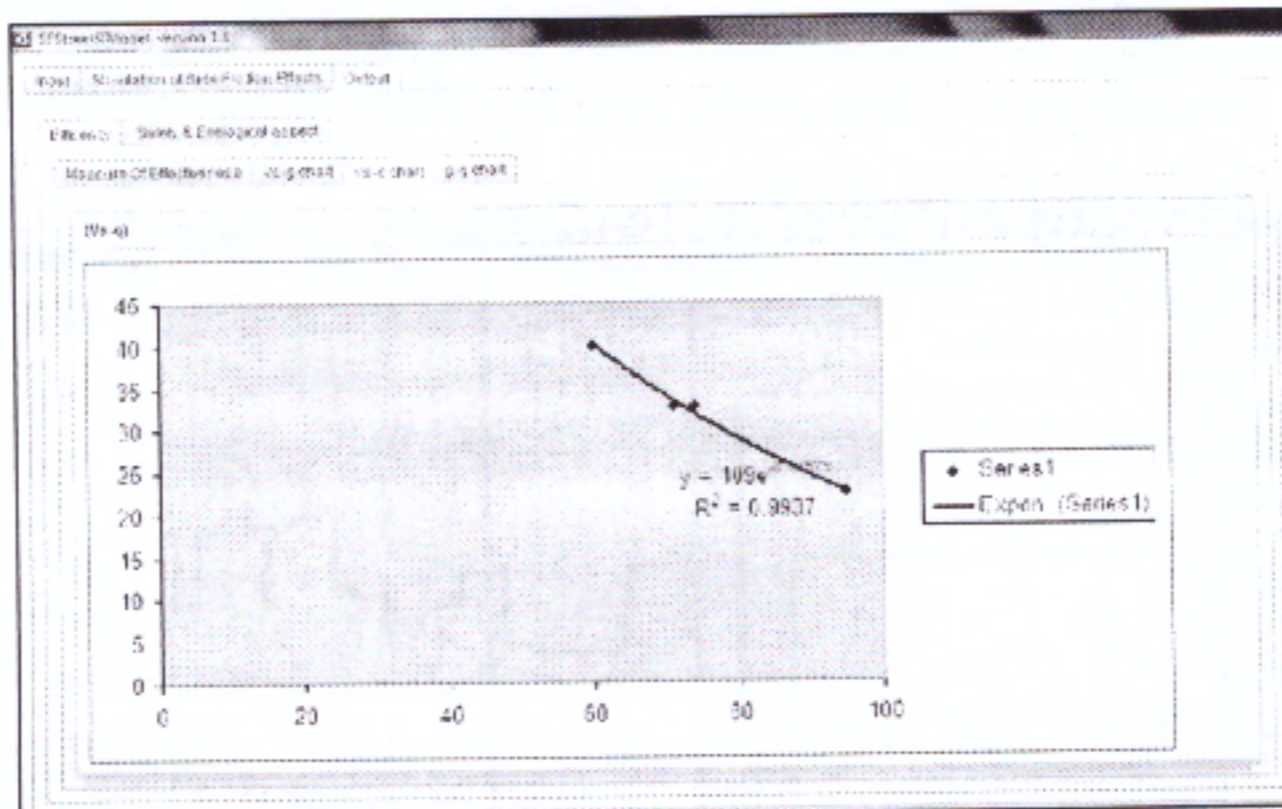
Сл. 4: Пример на симулирани мерки на ефикасност на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1



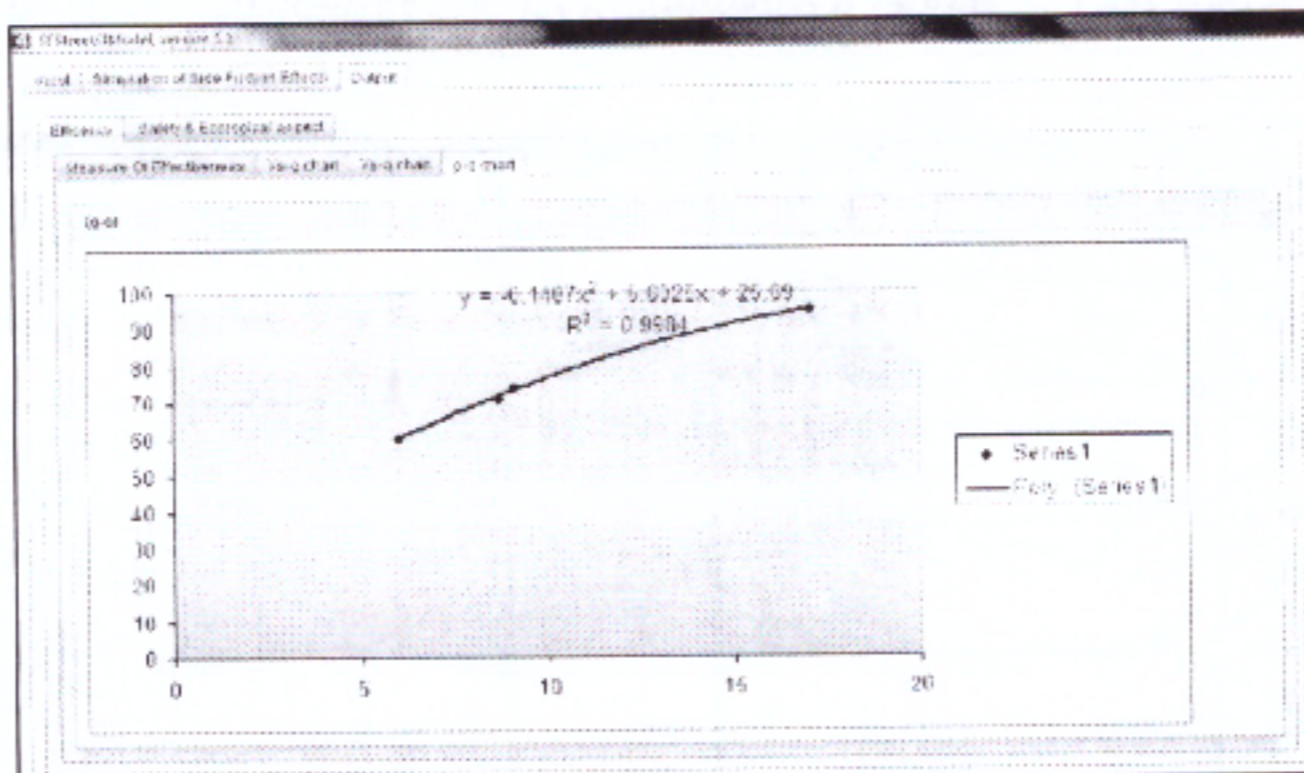
Сл. 5: Пример на симулирани безбедносни мерки (безбедносен притисок) и еколошки мерки (емисији и потрошувачка на гориво) на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1



Сл. 6: Пример на симулирана крива на зависност "брзина-густина" (V_s-g), на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1



Сл. 7: Пример на симулирана крива на зависност "брзина-проток" (V_s-q), на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1



Сл. 8: Пример на симулирана крива на зависност "проток-густина" ($q-g$), на локација симулирана во SFStreetSIModel, version 1.1

8. ЗАКЛУЧОЦИ ОД ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА

Во докторската дисертација за прв пат во Р.Македонија и пошироко е развиен микроскопски стохастички симулационен модел на движење на хетероген тек од патнички, лесни товарни возила и пешаци на отсек од улица од секундарна мрежа. Моделот нуди можност за симулација на одвивање на сообраќај под влијание на т.н. состојба „странично триење“ која вклучува елементи од целокупната улична околина: урбана опрема, дрвореди и улично паркирање.

Во првата верзија на моделот SFStreetSIModel, version 1.0, симулираните излезни параметри се однесуваа само на мерките на ефикасност на системот и нивото на услуга за возилата и пешаците.

Втората, подобрена верзија SFStreetSIModel, version 1.1, содржи и безбедносни мерки и мерки кои се однесуваат на еколошкиот аспект на системот.

Примената на моделот во постапките при утврдување на потреба од воведување на мерки за смирување на сообраќајот и подобрување на квалитетот на живеење во една станбена зона, е труд публикуван и презентираан на III-та Меѓународна конференција Towards a humane city – Travel demand management, October 2011, Novi Sad *).

***) Jasmina Bunevska Talevska, Marija Malenkovska Todorova, Ivo Dukoski., Application of microscopic simulation model SFStreetSIModel, version 1.1 in the residential area traffic calming procedures: case study.**

Интеракцијата помеѓу објектите на системот (возач-возило-околина) е симулирана со високо ниво на доверба и правила кои детално ги дефинираат нивните акции и реакции. Моделот претставува платформа за тестирање на однесувањето на објектите на улиците од секундарната мрежа, додека неговата визуелизација ја поддржува и разјаснува потребата од моделирање.

Калибрацијата на системот со теренски податоци прибрани со мануелни броења и GPS технологија во возило (уред GARMIN nuvi 1390t) покажа високо ниво на стабилност.

SFStreetSIModel, version 1.1 симулира:

- 1. Движење на патнички и лесни товарни возила кои ги управуваат возачи со просечни психо-физички карактеристики на отсек од дволентна двонасочна бавна градска улица, со различни димензии на попречниот профил;**
- 2. Ниво на услуга за возилата (Veh LOS);**
- 3. Движење на пешаци во две насоки на тротоарите од отсекот на дволентната двонасочна бавна градска улица;**
- 4. Ниво на услуга за пешаците (Ped LOS);**

Алгоритамот за моделирање и симулација на движењето на пешаците, функционирањето и примената на моделот за определување на нивото на услуга кое пешаците го чувствуваат на пешачките сообраќајници е дел од дисертацијата презентираан на III-та Меѓународна научна конференција Transport Problems 2011 и публикуван во Меѓународното научно списание Transport Problems ISSN 1896-0596, The Silesian University Of Technology, Faculty of Transport ***).

***) Jasmina Bunevska Talevska, Marija Malenkovska Todorova, Contribution to sidewalk pedestrian level of service analysis.

- 5. Надолжно улично паркирање на патнички и лесни товарни возила;**

- 6. Избрани елементи од уличната околина: урбана опрема и дрвореди.** Имено, за прв пат во нашата држава и пошироко анализирана и утврдена е група од урбано-просторни и улично-функционални елементи кои покажуваат влијание врз параметрите на текот од моторни возила, на нивното ниво на услуга и нивото на услуга за пешаците кои се движат по должина на сообраќајниците за пешачење. **Делот кој се однесува на уличната мрежа, уличниот простор и урбаната опрема: категории и нивни карактеристики е труд публикуван во Зборникот на трудови „50 години ТФБ“****).**

****) Јасмина Буневска Талевска, Марија Маленковска Тодорова, Придонес кон истражувањето на релацијата улична мрежа-урбана опрема.

Методологијата за прибирање на податоци за уличната околина, нивна обработка и анализа, како и делот кој се однесува на развивање на статистички регресиони модели „странично триење“ е дел од дисертацијата презентирани на XVIII Симпозиум „Transport Systems 2011“, одржан во Април 2011.та во Опатија, Хрватска и публикуван во Двомесечното списание *Suvremeni Promet* ISSN 0351-1898, Hrvatsko znanstveno društvo za promet, Zagreb 2011 *****).

*****) Jasmina Bunevska Talevska, Marija Malenkovska Todorova, Development of low speed urban street "side friction" models: case study.

- 7. Основен дијаграм на сообраќајниот тек на улицата (Vs-g-q);** Предизвик за секој сообраќаен инженер кој работи во полето на теоријата на сообраќајните текови е токму определување и анализа на овој дијаграм. Во SFStreetSIModel, version 1.1, не само што програмски се определува основниот дијаграм на сообраќајниот тек на секундарна улица од интерес, туку тој служи и за автоматска калибрација на моделот.
 - 8. Ниво на задушување на сообраќајот на улицата;**
 - 9. Емисиони концентрации NOx, CO и потрошувачка на гориво FC.** SFStreetSIModel, version 1.1, е првиот микроскопски модел во нашата и соседните држави со кој се анализира нивото на азотни оксиди и јаглероден моноксид, како и потрошувачката на гориво на отсек од улица од секундарната мрежа.
 - 10. Број на прстигнувања.** Овој показател во моделот е дефиниран како безбедносен притисок, а е моделиран и симулиран за да го покажува притисокот кој објектите го чувствуваат по сопствената безбедност, движејќи се во различните сообраќајни услови на уличниот отсек.
- Претходниот, еколошкиот аспект и овој безбедносниот, го вбројуваат SFStreetSIModel, version 1.1, во онаа група од 52% односно 26%, од симулационите модели во кои се моделирани овие показатели.**
- 11. Должина на колона.** Уште една мерка на ефикасност, која е земена во предвид во дури 65% од постојните симулациони модели. Во врска е со задушувањето и нивото на услуга за возилата.

SFStreetSIModel, version 1.1, може да се применува во следните услови:

- 1. Приближно идеален тек,** односно, хомоген тек од патнички возила со различни габаритни димензии, кои се движат на една лента и во една насока, [(PC/LDV=100/0); ($q_1 / q_2 = 100/0$)] и кога на отсекот НЕМА елементи на „странично триење“;
- 2. Условно наречен идеален тек,** односно, хомоген тек од патнички возила со различни габаритни димензии, кои се движат на една лента и во една насока, [(PC/LDV=100/0); ($q_1 / q_2 = 100/0$)] и кога на отсекот ИМА елементи на „странично триење“;
- 3. Приближно нормален тек,** односно, хетероген тек од возила (патнички и лесни товарни возила) кои се движат на две ленти и во две насоки и кога на отсекот НЕМА елементи на „странично триење“.
- 4. Нормален тек,** односно, хетероген тек од возила (патнички и лесни товарни возила) кои се движат на две ленти и во две насоки и кога на отсекот ИМА елементи на „странично триење“.

Примената на SFStreetSIModel, version 1.1, покажа:

- 1.** Ширината на попречниот профил на улицата покажува поголемо влијание врз параметрите на сообраќајниот тек во услови на приближно идеален тек. Во вакви услови, со зголемување на попречниот профил брзината расте за (0.2-5.0)km/h.
- 2.** Во останати услови на одвивање на сообраќајот, ширината на попречниот профил на улицата покажува влијание врз бројот на прстигнувања кои се намалуваат со намалување на ширината на профилот, како и врз формирањето и должината на колона, која исто така се појавува со намалување на ширината на профилот.
- 3.** При условно наречен идеален тек и во услови на нормален тек влијанието на ширината на попречниот профил на улицата е во сенка на влијанието на елементите „странично триење“.
- 4.** При условно наречен идеален тек и во услови на нормален тек елементите „странично триење“ покажуваат значително влијание врз параметрите на текот. Се забележува осцилирање и пад на брзината, потоа формирање и поголеми должини на колони од возила, застои, зголемување на времето на патување и зголемување на густината.

Анализата на влијанието на секој елемент посебно врз брзината, покажа:

- ПАРКИРАЊЕ - Пад на брзината и до 15.6 km/h
- КОНТЕЈНЕРИ ЗА ОТПАДОЦИ НА КОЛОВОЗ - Пад на брзината за (4.0-16.0)km/h
- ПРЕНОСЛИВИ рекламни паноа – Опаѓање на брзината за (2.0-4.0)km/h
- ДРВА - Опаѓање на брзината за (0.2-2.5)km/h
- СЛОБОДНОСТОЕЧКИ рекламни паноа – Опаѓање на брзината за (0.1-1.0)km/h
- КОНТЕЈНЕРИ ЗА ОТПАДОЦИ НА ТРОТОАР - Опаѓање на брзината за (0.2-0.7)km/h

Анализата на вкупното влијание на елементите „странично триење“ покажа пад на брзината и до 30 km/h.

5. Дека, трендот и јачината на врската помеѓу основните параметри на сообраќајниот тек на улиците од секундарната мрежа е:
- А) Зависност „брзина - густина (Vs-g)“**
- ЛИНЕАРНА, $\approx 25\%$ од симулациите и тоа најчесто во услови на приближно и условно наречен идеален тек;
 - ЕКСПОНЕНЦИЈАЛНА, $\approx 35\%$ од симулациите
 - ЛОГАРИТАМСКА, $\approx 35\%$ од симулациите
- Б) Зависност „брзина – проток (Vs-q)“**
- ПАРАБОЛИЧНА, $\approx 95\%$ од симулациите
 - ЕКСПОНЕНЦИЈАЛНА, $\approx 5\%$ симулации
- В) Зависност „проток – густина (q-g)“**
- ПАРАБОЛИЧНА, $\approx 95\%$ од симулациите
 - ЕКСПОНЕНЦИЈАЛНА, $\approx 5\%$ симулации
6. Дека, емисиите NOx се зголемуваат со зголемување на должината на анализираниот отсек, додека емисиите CO и потрошувачката на гориво се зголемуваат со пораст на брзината на сообраќајниот тек.
7. Хетерогеноста на текот (видовната распределба) покажува поголемо влијание врз густината на сообраќајниот тек, за да во услови (PC/LDV= 50/50) истата се зголеми за 10 (voz/km); Во вакви услови брзината опаѓа за (0.2-0.3)km/h, времето на патување се зголемува за (0.5-4.5)s, а се забележува и пораст на бројот на престигнувања.
8. Распределбата на текот по насоки, покажува поголемо влијание од видовната распределба. Во услови ($q_1 / q_2 = 50/50$) брзината опаѓа за (0.4-3.0)km/h.
9. Нивото на услуга или квалитетот „безбедност-удобност-загадување-време на патување“, кој објектите (возач-возило) го чувствуваат движејќи се по уличниот отсек е во врска со задушувањето на улицата, односно резултат на нивната меѓусебна интеракција и влијанието од околината.
- **Ниво на услуга А (Veh LOS A*)**. Меѓусебна интеракција помеѓу возилата нема или е незначителна, елементи на „странично триење“ нема или се наоѓаат во делот на периферната видливост на возачот, додека нивото на емисионите концентрации е во долниот праг на толеранција;
 - **Ниво на услуга В (Veh LOS B*)**. Меѓусебната интеракција помеѓу возилата е сеуште незначителна, елементите на „странично триење“ се наоѓаат во делот на изострена видливост, додека нивото на емисионите незначително расте;
 - **Ниво на услуга С (Veh LOS C*)**. Се забележува зголемување на бројот на престигнувања и опаѓање на брзината на возилата. Расте % од должината на отсекот под улично паркирање, зголемен е и бројот на елементи урбана опрема, како и загадувањето.
 - **Ниво на услуга D (Veh LOS D*)**. Ретко, но се забележува колона од возила. Брзинскиот и безбедносниот притисок растат, исто како и загадувањето и потрошувачката на гориво.
 - **Ниво на услуга Е (Veh LOS E*)**. Движењето во колона е често. Брзинскиот и безбедносниот притисок се високи, додека емисионите концентрации го достигнуваат горниот праг на толеранција.
 - **Ниво на услуга F (Veh LOS F*)**. Чести и долги застои за возилата, а алармантна состојба со загадувањето на околината
- Оваа градација е и предлог за различните нивоа на услуга за возилата на секундарната улична мрежа.**

*) Насловите се соодветни на HCM-TRB, 1950-2010 номенклатурата.

III. Амбиенталните и функционални карактеристики на улиците од секундарната мрежа и влијанието на елементите „странично триење“ кои во значителен број се појавуваат токму на тротоарите, покажаа исклучително влијание и врз квалитетот (сигурност – атрактивност - загадување) кој го добиваат пешаците движејќи се по должина на тротоарите.

- **Ниво на услуга А (Ped LOS A*).** Единечниот простор за пешаците е поголем од $20\text{m}^2/\text{пешак}$. Чистиот и прегледен тротоар опкружен со дрвореди, како и малиот интензитет на возила на отсекот, го прават уличниот тротоар атрактивно место за нивно движење.
- **Ниво на услуга В (Ped LOS B*).** Единечниот простор за пешаците е поголем од $5\text{m}^2/\text{пешак}$. Нема појава на ред од пешаци. Има елементи урбана опрема на тротоарот, и поголем интензитет на возила но тие не покажуваат големо влијание врз изборот на насоката, сигурноста и атрактивноста на просторот за пешаците.
- **Ниво на услуга С (Ped LOS C*).** Единечниот простор за пешаците опаѓа на $2\text{m}^2/\text{пешак}$. Се забележува ред од 3-4 пешаци/ред. Урбаната опрема е погусто распределена со што е намалена атрактивноста и безбедноста на просторот за пешачење.
- **Ниво на услуга D (Ped LOS D*).** Единечниот простор за пешаците опаѓа под $2\text{m}^2/\text{пешак}$. Редовите пешаци се зголемуваат на 5-8 пешаци/ред. Условите во кои се одвива вкупниот сообраќај се нестабилни, а емисиите високи. Пешаците се чувствуваат несигурно.
- **Ниво на услуга Е (Ped LOS E*).** Единечниот простор за пешаците е недоволен за избегнување на конфликти и движење со некоја посакувана брзина. Нивото на услуга е ниско, со чести застои и долги редови од пешаци.
- **Ниво на услуга F (Ped LOS F*).** Нестабилен пешачки тек. Натрупување на пешаците аналогно на состојба во услови соодветни за акумулациони зони на пешаци.

Оваа градација е и предлог за различните нивоа на услуга кои пешаците ги чувствуваат на тротоарите од улиците на секундарната мрежа.

***) Насловите се соодветни на HCM-TRB, 1950-2010 номенклатурата.**

II. Задушувањето е во врска со зависноста „брзина-густина (Vs-g)“. Така, во зависност од големината на интензитетот и густината на сообраќајот, како и видот и бројот на пречки, возилата можат да се најдат во некоја од следните состојби:

- **Слободно возење (Free Flow*).** Состојба во услови на мал интензитет и густина на возила и кога по должина на отсекот, на тротоарите и во зоната за уредување или нема елементи „странично триење“ или се наоѓаат во делот на периферна видливост;
- **Слободно возење под влијание (Reasonably Free Flow*).** Услови на мал интензитет и густина на возила, а елементите „странично триење“ се наоѓаат во делот на изострена видливост.
- **Стабилен сообраќаен тек (Stable Flow*).** Доаѓа до пораст на интензитетот и густината на возилата, има „странично триење“ но неговото влијание не е до мера која би предизвикала задушување.
- **Приближно нестабилен тек (Approaching Unstable Flow*).** Има и пораст на интензитетот и густината на возилата, намалување на брзината а и елементите „странично триење“ се густо распределени.
- **Нестабилан тек (Unstable Flow*).** Значителен пораст на интензитетот и густината на возилата, често движење во колона, ниски брзини, и чести и густо распределени елементи „странично триење“.
- **Форсиран тек (Forced Flow*).** Услови на чести и долги застои на возила.

Имено, ваквата класификација се предлага за категоризација на видовите задушување на сообраќајот на секундарната улична мрежа.

***) Насловите се соодветни на AASHTO, 2001 класификацијата.**

9. ПРИДОНЕС НА ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА

Истражувањето во докторската дисертација остварува директен придонес како во теоретска (за развој на научната мисла), така и во апликативна смисла.

Придонесот во теоретска смисла се огледа преку:

1. Теоретска поддршка кон анализата на интеракцијата помеѓу движењето на возилата и пешаците и објектите урбана опрема поставени на улицата и тротоарот.
2. Погодноста за утврдување на показатели со кои би се обезбедил повисок степен на ускладеност меѓу барањата на сообраќајот од една страна и обележјата на урбаниот простор од друга, а врз основа на научно засновани факти.
3. Поставување на теоретски начела и принципи за инкорпорирање на урбано-просторните елементи во процесот на управување и одржување на уличната мрежа, преку микроскопски симулирани параметри;
4. Теоретско унапредување на анализата на квалитетот на превозната услуга за пешаците и доставните возила.
5. Оствареното математичко моделирање и компјутерска симулација на движење на хетероген сообраќаен тек од патнички, лесни товарни возила и пешаци во услови и околина карактеристични за секундарната улична мрежа;
6. Можноста за примена на истражувањето во процесот на развивање на способност за математичко моделирање и анализа на реален систем со помош на дискретна симулација, како и разбирање на моќта, карактеристиките и ограничувањата на истата.
7. Корисноста на истражувањето при развој, имплементација и верификација на модел, како и за вреднување и анализа на симулационите резултати и споредување на алтернативни решенија.
8. Употребливоста на симулациониот модел во истражувањето на веројатноста на одредена појава во сообраќајниот тек, со повторување на реални и хипотетички ситуации;

Придонесот на истражувањето во апликативна смисла, се огледа низ:

1. Примена на истражувањето во процесот на утврдување, анализа и валидација на резултати за големината на емисиите и големината на потрошувачката на гориво на улиците од секундарната мрежа;
2. Афирмација на адаптираната методологија за прибирање и анализа на податоци опфатени со состојбата „странично триење“;
3. Корисност во процесот на креирање и поставување на стандарди и нормативи за урбанистичко планирање со кои се уредуваат основите за рационално планирање, уредување и користење на просторот во сегментот на секундарната улична мрежа;
4. Веројатноста за употреба во постапка за утврдување на стандарди и нормативи за поставување на урбана опрема;
5. Погодноста за употреба во процесот на организација на логистичката достава и отпрема на продукти во градовите.
6. Применливоста на развиениот симулационен модел во постапките и методологиите за идентификување на меродавни критериуми (маршрута, време на патување, емисиони концентрации), во постапките на креирање на урбани логистички стратегии.
7. Можноста за директна примена на симулациониот модел при проектна анализа на квалитетот на превозната услуга за возилата и пешаците (мултимодална анализа);
8. Практичната корисност на симулациониот модел и истражувањето воопшто во постапките за вреднување на секундарната улична мрежа, преку утврдување на постојните сообраќајни, безбедносни и амбиентални услови брзо, без експерименти на терен и поевтино;
9. Можноста за примена на симулациониот модел како проектантска алатка за предвидување на перформансите на системот, во процесот за управување, контрола и одржување на секундарната улична мрежа;

10. ПРЕПОРАКИ ЗА ПОНАТАМОШНО ИСТРАЖУВАЊЕ

За продолжување на истражувањето на оваа тема се препорачува како теоретско продлабочување на анализата и ставовите во поедини делови, пред се во делот на освртот кон релацијата сообраќај-урбанизам, така и препораки за програмско проширување на SFStreetSIModel, version 1.1, од модел кој симулира сообраќај на отсек од улица (во стручните кругови познат како „link model“), во симулационен модел кој би се однесувал на коридор или мрежа.

Генералните препораки за продолжување на ова научно истражување, се:

1. Воведување на концептот Quality of Life Level Of Service (QoLLOS) како мерка за квалитетот на живеење/работа во некоја станбена/комерцијална зона... *).
- *) QoLLOS е најнов, сеуште недоволно истражен и апстрактен концепт, кој станува се поактуелен и позначаен во сообраќајно-транспортните и урбано-просторни истражувања. Не е во потполност и егзактно дефиниран, но се верува дека е резултат на поголем број социјални, еколошки, економски, инфраструктурни....и останати влијанија.
2. Моделирање и симулација на пристап на возила и пешаци од и кон пониска/повисока класа на улица.
3. Моделирање и симулација на останати елементи урбана опрема;
4. Подобрување на траекторијата на движење на пешаците, како и моделирање и симулација на движење на пешаци на пешачки премини по должина на уличниот отсек;
5. Моделирање и симулација на несигнализирани и сигнализирани крстосници и адаптација на SFStreetSIModel, version 1.1, кон примарната улична мрежа;
6. Моделирање и симулација на друга категорија ранливи учесници во сообраќајот (велосипедисти, на пример) кои би се движеле по должина на велосипедска патека, како и анализа на нивното ниво на услуга;

Во текот на процесот на валидација и верификација на SFStreetSIModel, version 1.1, се констатираше потреба од адаптирање на емпириските изрази за некои од безбедносните растојанија искористени во процесот на моделирање на движењето на возилата на уличниот отсек.

Во насока на постигнување на повисок степен на безбедност на одвивање на сообраќајот на улиците од секундарната мрежа, како и за потребите на најразличните видови на анализи на одвивањето на истиот, во продолжение се дадени предлог-изрази за предопределување и анализа на безбедно движење на возила во градски услови.

7. Како израз со кој би се утврдувало минималното безбедно растојание на следење помеѓу возилата на бавните градски улици, се препорачува:

$$D_n \geq (3 \cdot l_n)$$

каде:

D_n минимално безбедно растојание на следење помеѓу возилата

l_n должина на возило

8. Предлог изразот за прифатливата безбедна должина за постигнување, се препорачува да гласи:

$$D_{PR} = \frac{V_n \cdot [l_n + l_{n+1} + L3 + L4]}{V_n - V_{n-1}} + l_m$$

каде:

D_{PR} прифатлива безбедна должина за престигнување, (m)

V_n брзина на движење на возилото кое престигнува, (m/s)

V_{n-1} брзина на движење на престигнуваното возило, (m/s)

I_n должина на возилото кое престигнува, (m)

I_{n-1} должина на престигнуваното возило, (m)

$L_3 = 0.5 \cdot V_{n-1}$ емпириски израз со кој е определено безбедно растојание помеѓу возилата на почетокот од процесот на престигнување, (m)

$L_4 = 0.5 \cdot V_{n-1}$ емпириски израз со кој е определено безбедно растојание помеѓу возилата на крајот од процесот на престигнување, (m)

I_m дополнително безбедното растојание помеѓу возилата после престигнување до безбедно вклучување и евентуално застанување, (m)

9. Предлог изразот за прифатливата безбедна оддалеченост помеѓу возилото кое го врши престигнувањето и возилото кое му доаѓа во пресрет од спротивната насока, се препорачува да ја има следната форма:

$$D_{PR3} = \left[D_{PR} \frac{V_n + V_{2n}}{V_n} \right] + I_n + I_{2n} + I_{npr} \quad (m)$$

каде:

D_{PR3} прифатлива безбедна оддалеченост помеѓу возилото кое го врши престигнувањето и возилото кое му доаѓа во пресрет од спротивната насока

D_{PR} прифатливата безбедна должина за престигнување, (m)

V_n брзина на движење на возилото кое престигнува, (m/s)

V_{2n} брзина на движење на првото возило кое му доаѓа во пресрет од спротивната насока, (m/s)

I_n должина на посматраното возило, (m)

I_{2n} должина на посматраното возило од спротивната насока, (m)

I_{npr} просечна должина на возило - 4 (m)

11. ЛИТЕРАТУРА

За подготовка и остварување на научното-истражување, со наслов

„Анализа на влијанието на бочните пречки врз перформансите на текот на градските сообраќајници од секундарната улична мрежа“,

анализирани се 166 библиографски единици (книги, статии, трудови) и 27 релевантни web страници потесно поврзани со предметната проблематика.