

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра обчислювальної математики

Математичне моделювання в науці та технологіях

СИМУЛЯЦІЯ РУХУ ТРАНСПОРТУ



Виконали:

студенти IV курсу, групи ПМп-41
напряму підготовки «Прикладна математика»

Грициндишин Віталій

Жорняк Юлія

Мандзак Маркіян

Пазин Юрій

Парашинець Юлія

Викладачі:

доц. Кухарський В. М.

доц. Ящук Ю. О.

ас. Марчук Ю. Б.

Зміст

Вступ	3
1 Постановка задачі	4
1.1 Математичне моделювання	4
1.2 Середовище розробки	4
1.3 Симуляція руху транспорту	5
2 Моделювання	6
2.1 Вибір перехрестя	6
2.2 Моделювання	7
2.3 Оптимізація кільцем 1	8
2.4 Оптимізація кільцем 2	9
3 Результати	10
3.1 Графічні результати початкової моделі	10
3.2 Графічні результати моделі після оптимізації кільцем 1	11
3.3 Графічні результати моделі після оптимізації кільцем 2	12
3.4 Порівняння чисельних результатів	13
Висновки	14
Література	15
Додаток	16

Вступ

Симуляція руху транспорту - це важлива тема в математичному моделюванні. Математичні моделі в цій галузі дозволяють нам вивчати рух транспорту на дорогах, залізницях, морях і повітряному транспорті. Використання симуляцій дозволяє аналізувати різні аспекти руху транспорту, такі як швидкість, пропускну здатність, потребу в ресурсах, трафік, відстані між транспортними засобами та інші.

У даній роботі розглянуто симуляцію руху транспорту, проаналізовано та розглянуто математичну модель, що використовується для симуляції руху транспорту. Також змодельовано різні методи симуляції, які використовуються в даній галузі, та порівняно їх ефективність. В звіті можна розглянути приклади реалізації симуляції руху транспорту на одному з львівських перехресть, а також вказано можливості його використання та оптимізації в практичних задачах.

Для реалізації моделювання було використано середовище розробки Eclipse SUMO, яке дозволяє користувачам моделювати рух транспорту в різних контекстах, включаючи міста, мікрорайони та автомагістралі.

Отже, звіт про симуляцію руху транспорту має на меті подати результати виконаї роботи. А виконана робота висвітлити важливість математичного моделювання в даній галузі, проаналізувати різні методи симуляції та їх ефективність, а також надати приклади реалізації та використання симуляції руху транспорту в практичних задачах.

1 Постановка задачі

1.1 Математичне моделювання

Математичне моделювання є потужним інструментом в науці та технологіях, який дозволяє аналізувати та передбачати поведінку різних систем і процесів. Це процес створення математичної моделі, яка відображає динаміку реального світу.

Математичне моделювання використовується у багатьох галузях науки і техніки, включаючи фізику, біологію, хімію, інженерію, економіку та інші. В науці цей підхід дозволяє проводити дослідження, які були б складні або навіть неможливі у реальному світі, наприклад, дослідження складної структури молекул або вивчення популяцій різних видів тварин.

В технологіях математичне моделювання є необхідним елементом процесу розробки нових технологій та продуктів. Він дозволяє проводити випробування та аналізувати різні сценарії роботи пристроїв та систем, що допомагає зменшити витрати на розробку та підвищити їх ефективність.

Усі математичні моделі мають свої обмеження, але вони дозволяють нам отримувати значну кількість інформації про поведінку систем і процесів, що є неможливим за допомогою інших методів. Тому математичне моделювання є незамінним інструментом для багатьох наукових та технічних задач.

1.2 Середовище розробки

Eclipse SUMO (Simulation of Urban MObility) - це безкоштовне програмне забезпечення для симуляції транспортних потоків у міських середовищах. Він може бути використаний для дослідження різних аспектів міської транспортної інфраструктури, таких як потоки транспорту, розподіл руху, вплив різних видів транспорту на навколишнє середовище, організацію дорожнього руху та інші.

SUMO дозволяє користувачам моделювати рух транспорту в різних контекстах, включаючи міста, мікрорайони та автомагістралі. Це забезпечує можливість вивчення взаємодії між транспортом та іншими елементами інфраструктури міста, такими як світлофори, зупинки громадського транспорту, перехресті та інші.

SUMO базується на агентній моделі, де кожен транспортний засіб розглядається як окремий агент зі своєю власною поведінкою, метою та можливостями. Це дозволяє більш точно відтворювати поведінку транспортних засобів та їх взаємодію в різних умовах.

SUMO має ряд інструментів для аналізу результатів симуляції, включаючи графіки, таблиці, а також інтеграцію з іншими програмними засобами. Він також може бути інтегрований з іншими інструментами для більш широкої симуляції міського середовища, наприклад з інструментами для симуляції динаміки пішоходів та інших видів транспорту.

Eclipse SUMO став популярним інструментом у дослідженнях, пов'язаних з міською транспортною інфраструктурою.

SUMO підтримує різні види транспорту, включаючи автомобілі, автобуси, вантажівки, мотоцикли, велосипеди, пішоходів та громадський транспорт. Крім того, платформа дозволяє моделювати різні види доріг, залізничних мереж та інших інфраструктурних об'єктів.

Однією з головних переваг SUMO є можливість інтеграції з іншими програмними засобами та бібліотеками, такими як Python, MATLAB, TraCI та інші. Це дозволяє розширювати функціональність та використовувати SUMO в різних дослідженнях та проектах.

SUMO складається з трьох основних компонентів: пакету інструментів для розробки моделей, пакету інструментів для симуляції та візуалізації результатів, а також інтерфейсу програмування застосувань (API), що дозволяє використовувати SUMO з інших програмних засобів.

Застосування SUMO можна знайти в багатьох областях, таких як дослідження руху транспорту, проектування доріг та транспортних систем, вивчення впливу різних факторів на трафік та інше. SUMO також може бути використано для тестування транспортних систем та стратегій управління рухом транспорту, що може допомогти зменшити негативний вплив транспорту на довкілля та поліпшити якість життя людей.

1.3 Симуляція руху транспорту

Симуляція руху транспорту - це процес створення віртуального середовища, яке дозволяє імітувати рух різного виду транспорту на дорогах, вулицях та інших об'єктах інфраструктури. Завдяки симуляції можна вивчити різні сценарії поведінки транспорту та оцінити їхні наслідки, зокрема на час руху, кількість витраченого палива, забруднення навколишнього середовища та інші.

Основні завдання симуляції руху транспорту - це вивчення та аналіз різних аспектів руху транспорту, включаючи трафік, час руху, паливну ефективність, забруднення, безпеку дорожнього руху та інші. На основі отриманих результатів можна приймати рішення про покращення дорожньої інфраструктури, розробляти нові методи управління транспортним потоком та інші стратегії оптимізації руху транспорту.

Отже, потрібно зібрати дані про рух транспорту на перехресті, а потім змоделювати його в середовищі SUMO. Провести дослідження щодо можливості оптимізації руху транспорту при наявному навантаженні та/або у випадку значного збільшення навантаження. Перехрестя повинно мати не менше 5 смуг руху, а вихідна та/або оптимізована модель повинна включати світлофор. Також можна розглянути організацію колового руху на перехресті, заміну його класичним зі світлофором або встановлення/зняття дорожніх знаків, щоб створити/відмінити смугу громадського транспорту, світлофор, односторонній рух, обмеження швидкості, пішохідний перехід, дозволити/заборонити паркування.

2 Моделювання

2.1 Вибір перехрестя

В постановці задачі було запропоновано обрати одне з львівських перехресть, яке повинне відповідати вищеописаним вимогам. Ретельно дослідивши значну кількість перехрещених доріг було вирішено обрати для моделювання перехрестя вулиць Липинського та Замарсинівська, зображеного на Рис. 1:

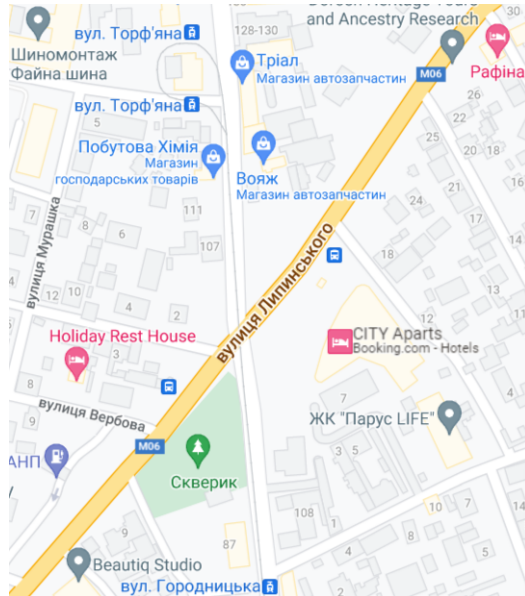


Рис. 1: Обране перехрестя.

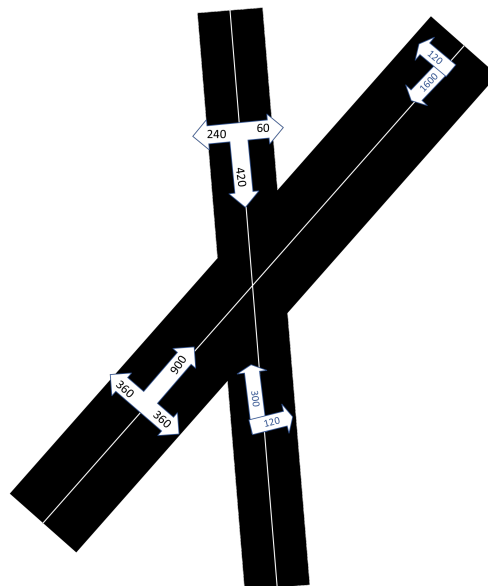


Рис. 2: Інтенсивність руху за годину.

2.2 Моделювання

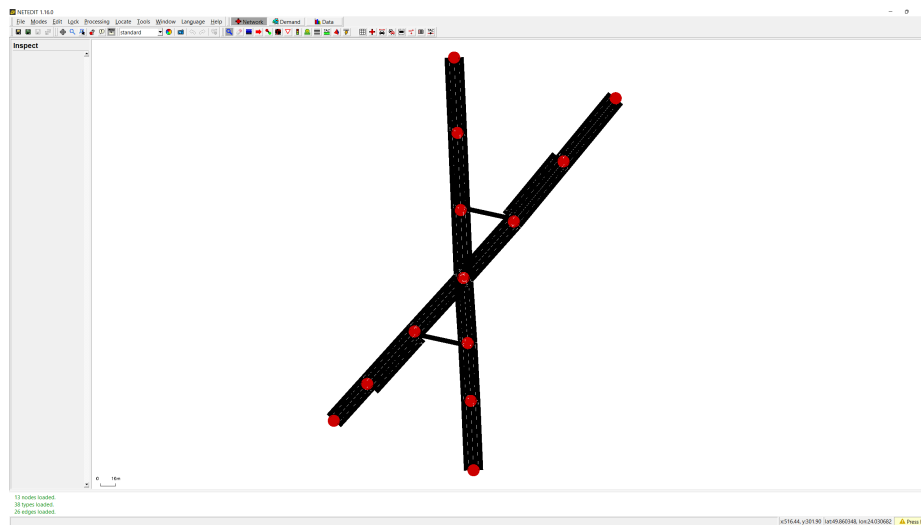


Рис. 3: Змодельоване перехрестя в середовищі NetEdit.



Рис. 4: Змодельоване перехрестя в середовищі SUMO.

2.3 Оптимізація кільцем 1

Оптимізація руху відбулась встановленням кільця.

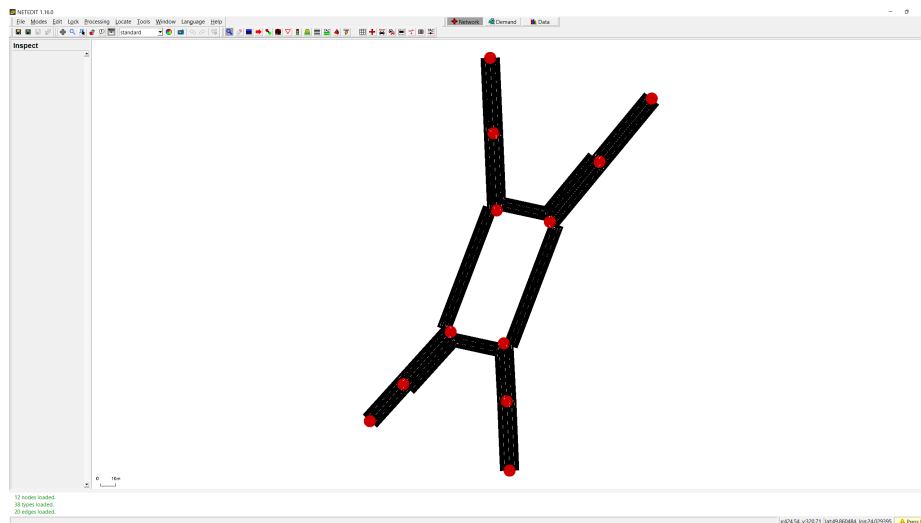


Рис. 5: Оптимізоване перехрестя в середовищі NetEdit.

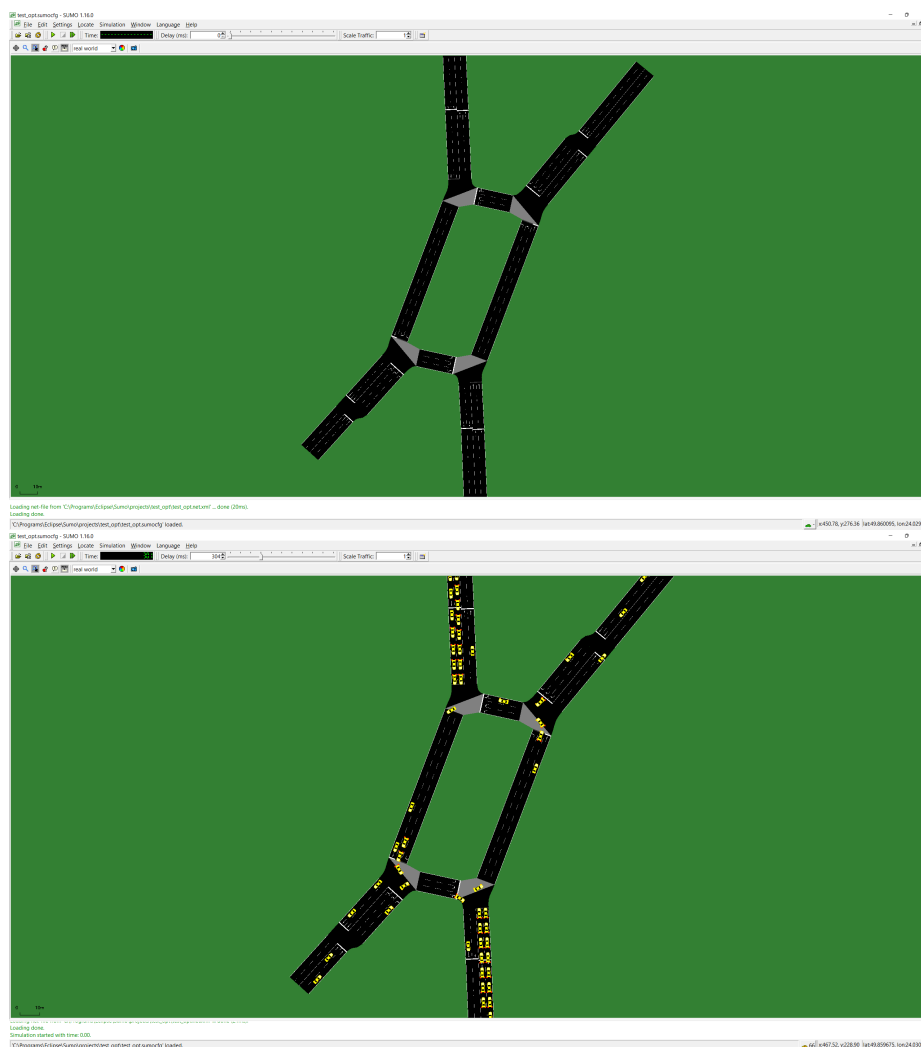


Рис. 6: Оптимізоване перехрестя в середовищі SUMO.

2.4 Оптимізація кільцем 2

Оптимізація руху відбулась встановленням кільця.

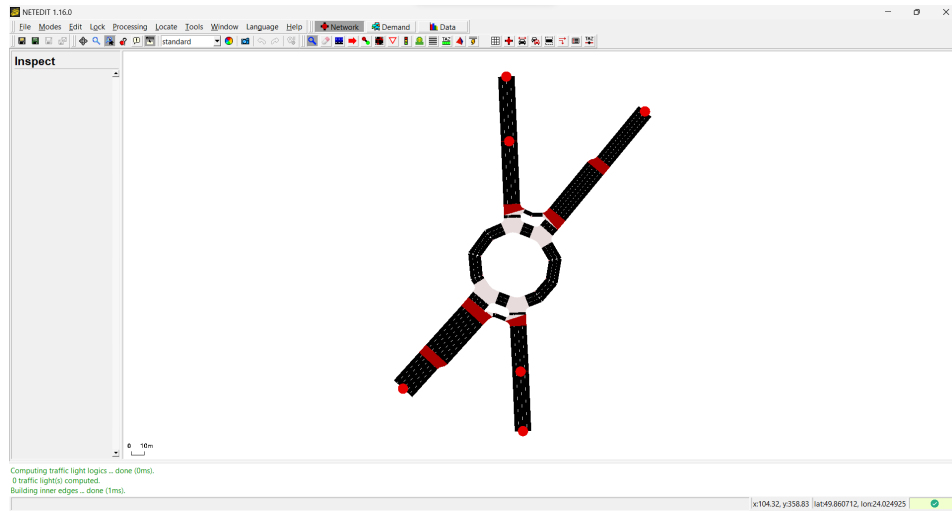


Рис. 7: Оптимізоване перехрестя в середовищі NetEdit.

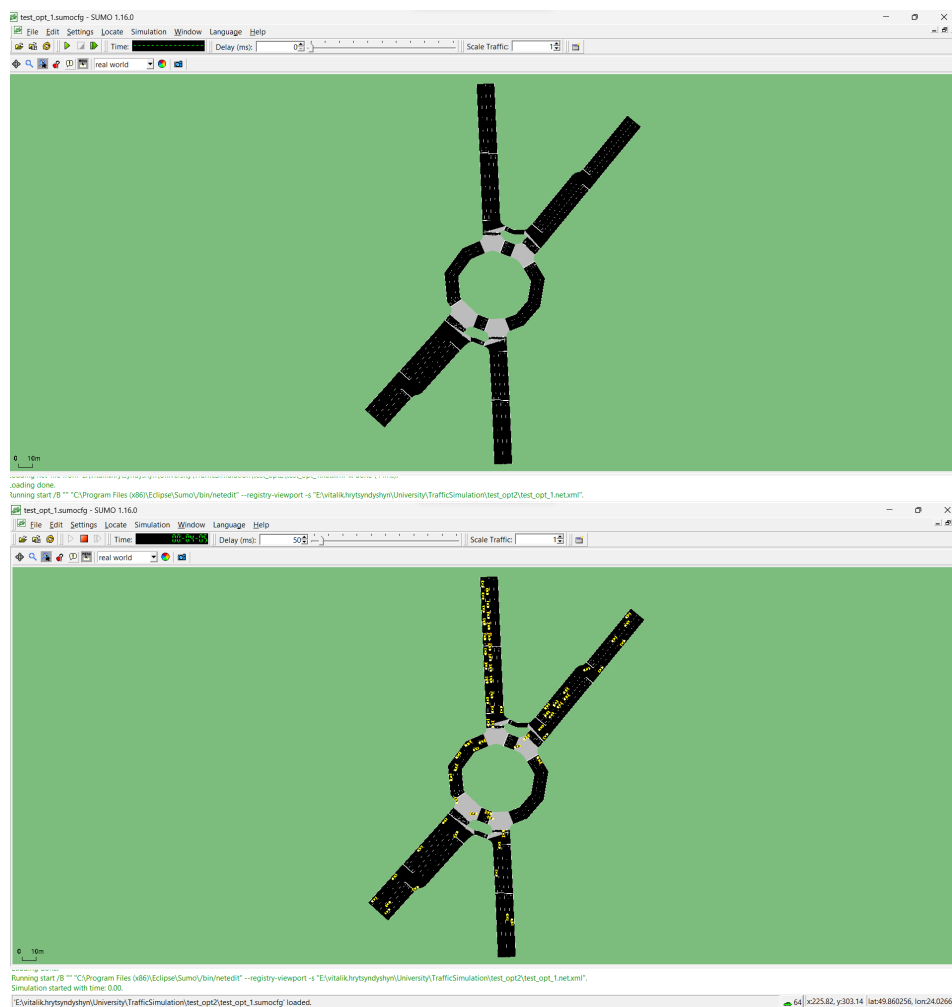


Рис. 8: Оптимізоване перехрестя в середовищі SUMO.

3 Результати

3.1 Графічні результати початкової моделі

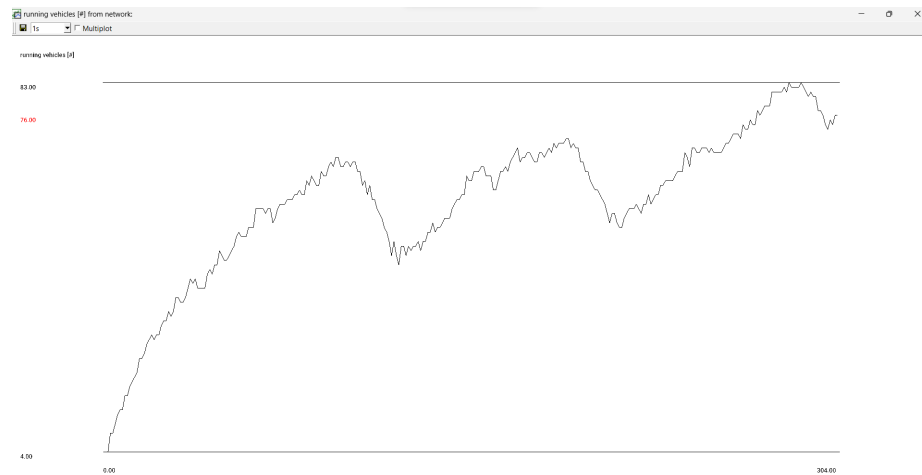


Рис. 9: Графік залежності трафіку від часу.

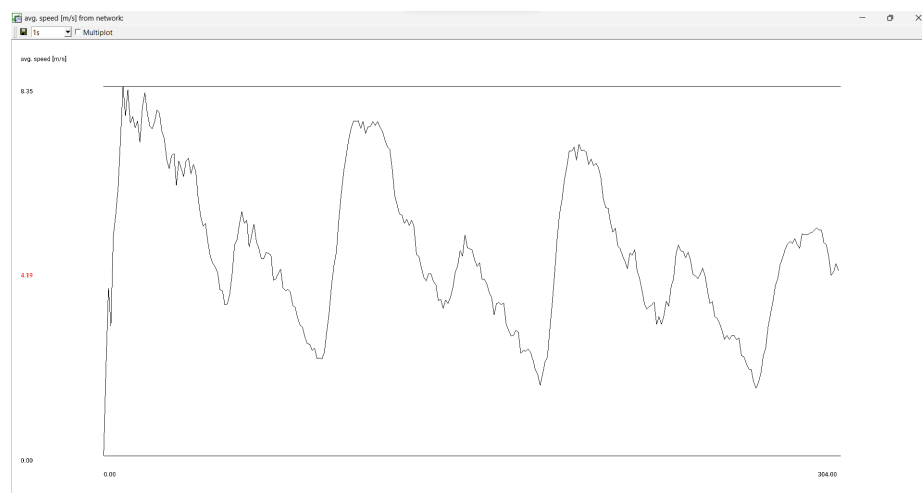


Рис. 10: Графік залежності середньої швидкості від часу.

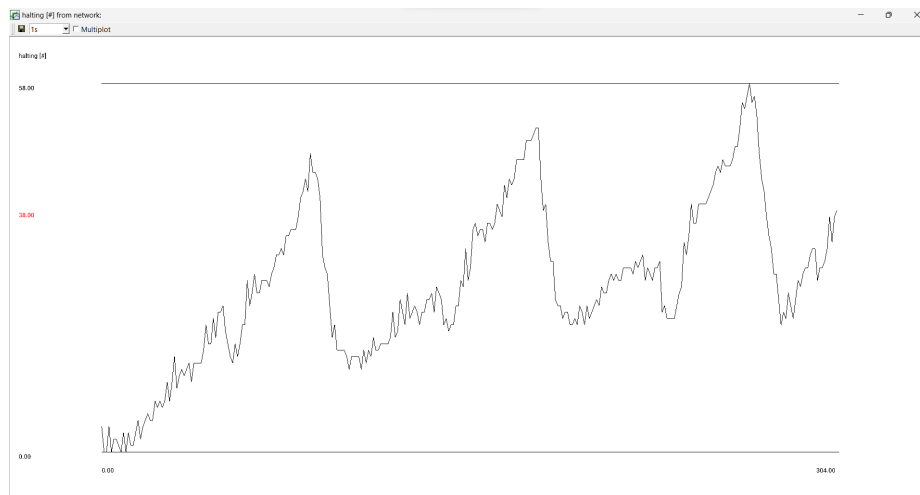


Рис. 11: Графічне зображення частки тривалості зупинки від загального часу.

3.2 Графічні результати моделі після оптимізації кільцем 1

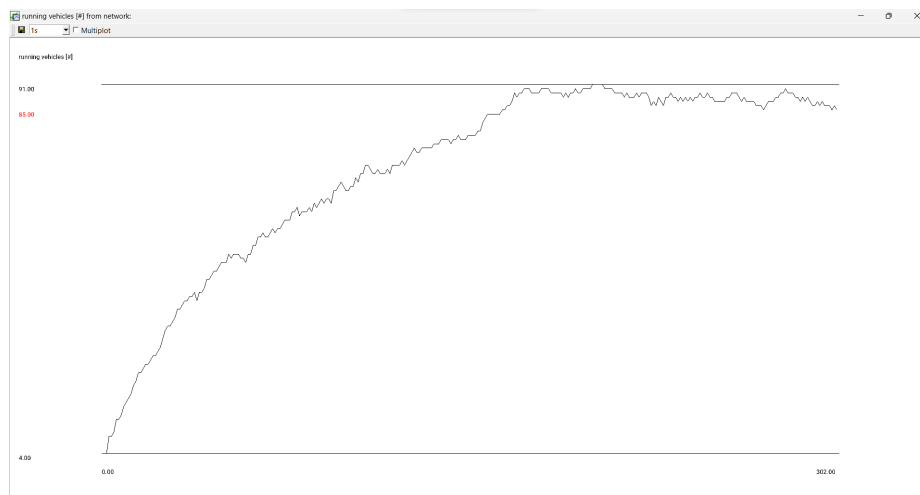


Рис. 12: Графік залежності трафіку від часу ОМ.

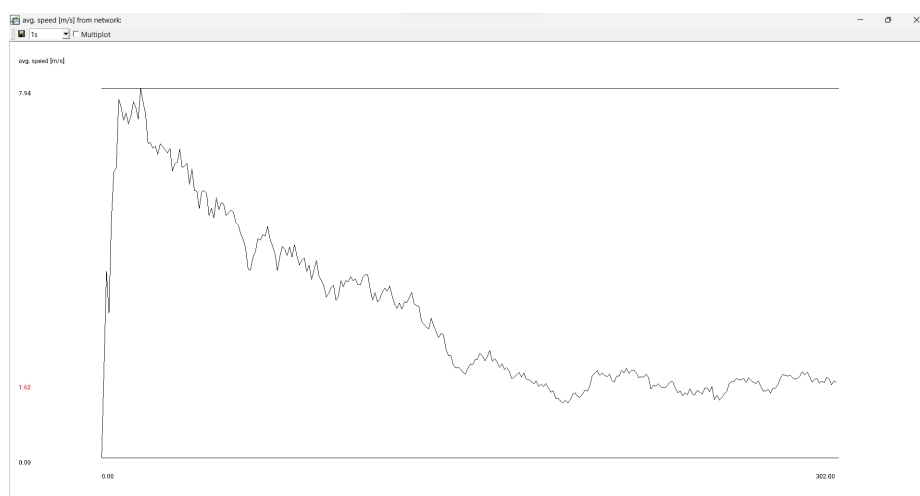


Рис. 13: Графік залежності середньої швидкості від часу ОМ.

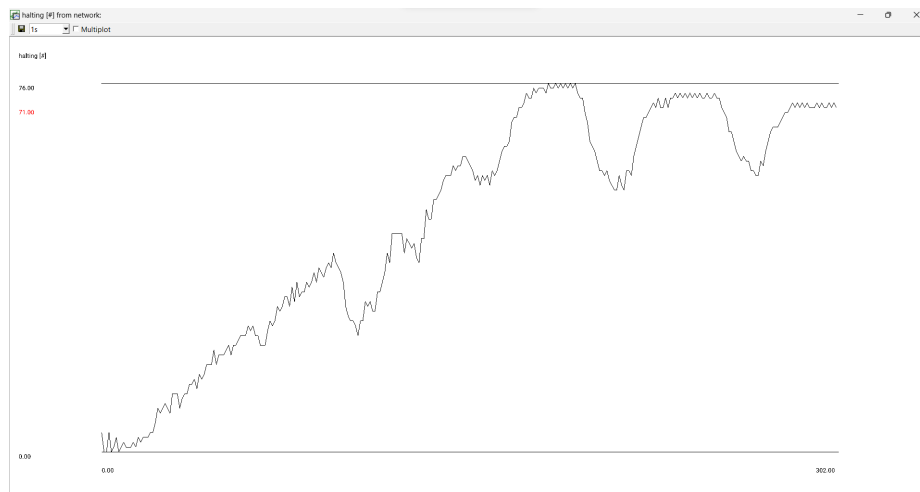


Рис. 14: Графічне зображення частки тривалості зупинки від загального часу ОМ.

3.3 Графічні результати моделі після оптимізації кільцем 2

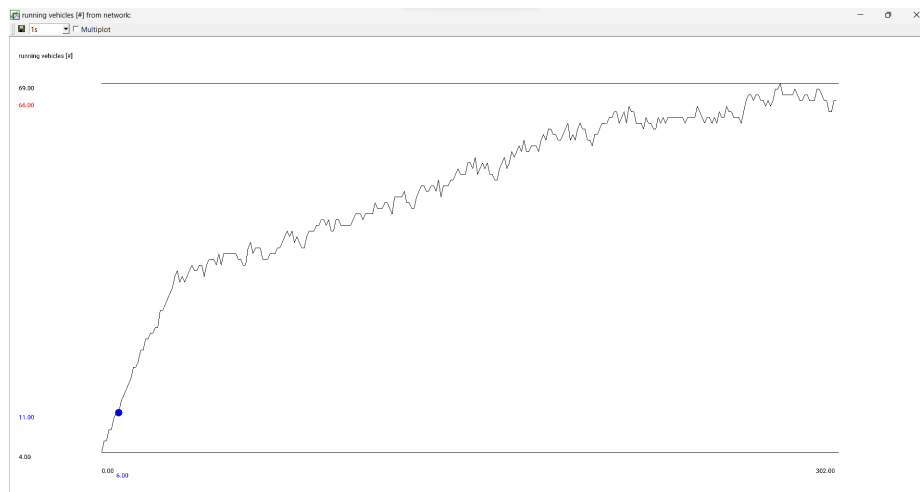


Рис. 15: Графік залежності трафіку від часу ОМ.

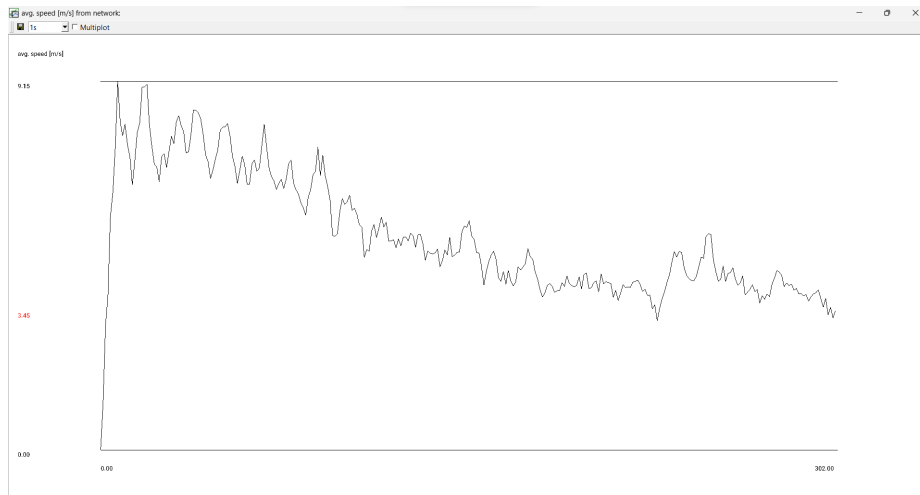


Рис. 16: Графік залежності середньої швидкості від часу ОМ.

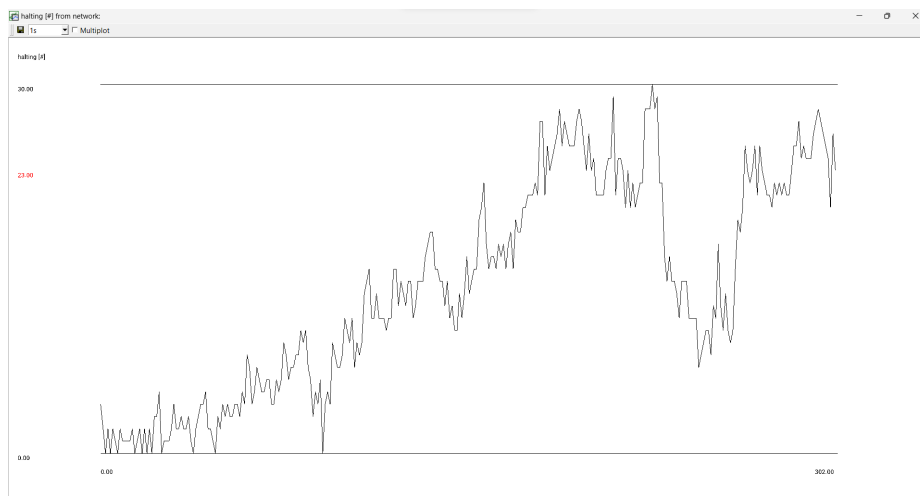


Рис. 17: Графічне зображення частки тривалості зупинки від загального часу ОМ.

3.4 Порівняння чисельних результатів

<i>value</i>	<i>test</i>	<i>test_opt1</i>	<i>test_opt2</i>
average_speed, m/s	4.623421927	3.084784053	5.315448505
halting	26.17607973	47.20265781	13.46511628
running_vehicles	57.17940199	70.54817276	50.25249169

Рис. 18: Порівняння моделювань

Висновки

Дослідили симуляцію руху транспорту на перехресті. Покращили вміння та навички в роботі з середовищем моделювання «Eclipse SUMO».

В результаті дослідження симуляції та оптимізації руху транспорту на перехресті методом організації на ньому кругового руху, двома методами з різним радіусом та кривизною кола, можна зробити висновки, що найоптимальний варіант симуляції руху з більшою кривизною кола: трафік та час зупинки зменшився, а середня швидкість зросла приблизно на 0.8 м/с в порівнянні з початковою моделю. Отже, оптимізувати рух вдалось, тому доцільніше реконструювати рух на перехресті встановленням кільця з меншим радіусом та більшою кривизною.

Література

- [1] SUMO User Documentation [Електронний ресурс] / Eclipse Foundation, 2022 – Режим доступу: <https://sumo.dlr.de/docs/>
- [2] Tutorial - SUMO User Conference 2022 [Електронний ресурс] / Eclipse Foundation, 2022 – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=urKtJj87X5M&t=19s>
- [3] Netedit (SUMO) Converting an intersection into a roundabout [Електронний ресурс] / Pure Weenakorn, 2019 – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=KPPzxSawYuM>

Додаток

З реалізацією симуляції можна ознайомитись за посиланням на GitHub репозиторій.

`https://github.com/vitalikkk19/TrafficSimulation`

