НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет механіко технологічний

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та

(назва кафедри)

засобів у АПК _____

_____Савченко Л.А.

(підпис) (ПІБ)

«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Організація і моделювання дорожнього руху на вул. Максима Берлінського (між вул. Ризькою і вул. Юрія Глушка) у м. Києві»

Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

(код і назва)

Гарант освітньої програми

к. т. н., доцент__ _____ Опалко В.Г

(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Доктор філософії__ _____ Нагорний Т.В.

(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ Попок М.О.

(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
транспортних технологій та засобів у АПК
_____ _____ Савченко Л. А.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
«____» _____2026

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
Попку Максиму Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(код і назва)

Тема випускної бакалаврської роботи «Організація і моделювання вулиці Ольжича міста Києва»
затверджена наказом ректора НУБіП України від
Термін подання завершеної роботи на кафедру _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи:
Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Виконати натурні обстеження геометричних параметрів вулиці Максима Берлінського, а також структури й інтенсивності транспортно-пішохідних потоків у пікові періоди.
2. Побудувати детальну цифрову векторну схему наявного стану досліджувальної ділянки в середовищі САПР IndorDraw.
3. Розробити пакет інженерно-проєктних рішень щодо оптимізації геометрії проїзної частини, впорядкування паркування, інтеграції велосмуг та дислокації нових ТЗОДР.
4. Розорбити та відкалібрувати мікроскопічну імітаційну модель ділянки вулиці Максима Берлінського в програмному комплексі PTV Vissim відповідно до реальних вихідних даних.
5. Провести порівняльний сценарний аналіз транспортно-експлуатаційних показників функціонування мережі для наявного та проєктного варіантів реорганізації руху.

Дата видачі завдання «1» вересня 2025 р.

Керівник випускної бакалаврської роботи_____ Нагорний Т.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Попок М.О.

(підпис) (прізвище та ініціали студента)

Реферат

Бакалаврська робота присвячена вдосконаленню організації та безпеки дорожнього руху на конкретній ділянці вулиці Максима Берлінського в Києві, що розташована між вулицями Ризькою та Юрія Глушка. Дослідження охоплює теоретичні аспекти управління дорожнім рухом та його безпекою. На основі детального аналізу наявної ситуації та польових обстежень було виявлено, що основними причинами аварійності на цій ділянці є погана видимість та хаотичне паркування автомобілів. Для вирішення цих проблем було розроблено комплексний план організації дорожнього руху, який базується на сучасних підходах, таких як "дорожня дієта" (Road Diet – концепція, спрямована на зменшення кількості смуг руху для підвищення безпеки та створення простору для інших видів транспорту) та принципах Vision Zero (філософія, яка ставить за мету нульову кількість смертей та серйозних травм у дорожньо-транспортних пригодах). Запропоновані зміни включають оптимізацію дорожніх знаків, нанесення нової горизонтальної розмітки, впорядкування паркувального простору, а також створення безпечної інфраструктури для пішоходів та виділення окремої смуги для зустрічного руху велосипедів. Для об'єктивної оцінки ефективності цих заходів було використано програмний комплекс PTV Vissim для створення детальної транспортної моделі.

Ключові слова: організація дорожнього руху, імітаційне транспортне моделювання, PTV Vissim, IndorDraw, дорожня дієта, велосмуга, паркувальний простір, безпека руху.

Зміст

Вступ 7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ 8
1.1 Теоретичні та прикладні розробки в Україні та світі 10
1.2 Методологія і методика досліджень 15
Висновок до розділу 1 18
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ УМОВ РУХУ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ МАКСИМА БЕРЛІНСЬКОГО 19
2.1 Географічна та містопланувальна характеристика дорожнього руху вулиці Максима Берлінського 19
2.2 Польове обстеження організації дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського 24
2.3 Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського 25
Висновок до розділу 2 26
РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ПРОГРАМІ INDORDRAW 27
3.1 Створення цифрової копії наявного стану 27
3.2 Створення безпечних умов руху для пішоходів та маломобільних груп населення 29
3.3 Впровадження нових технічних засобів організації дорожнього руху 30
Висновок до розділу 3 36
РОЗДІЛ 4 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ 38
4.1 Збір вихідних даних для проведення імітаційного транспортного моделювання 38
4.2 Розробка транспортної моделі наявного стану 40
4.3. Налаштування параметрів мікромоделі PTV Vissim 42
4.4 Розробка транспортної моделі проєктного стану 49
4.5 Аналіз мережевих показників та впливу на швидкісний режим 54
Висновок до розділу 4 59

ВИСНОВКИ 60
Список джерел 61
Додатки: 63

Вступ

Актуальність теми

Сучасні міста потребують нового підходу до планування. Замість того, щоб зосереджуватися виключно на автомобілях, ми маємо створювати міські простори, які є екологічними, зручними для різних видів транспорту та безпечними для всіх. У великих містах, таких як Київ, вулиці місцевого значення часто перевантажені автомобілями в години пік. Крім того, хаотичне паркування призводить до безладу та проблем з організацією простору.

Вулиця Максима Берлінського є яскравим прикладом цих проблем. Неправильно припарковані автомобілі звужують проїжджу частину, створюють затори та обмежують видимість на пішохідних переходах, особливо біля таких важливих об'єктів, як Київський міський центр крові.

Застосування сучасних інженерних рішень, таких як "дорожня дієта" (Road Diet) та принципи Vision Zero, разом з передовим програмним забезпеченням для моделювання руху (PTV Vissim), дозволяє нам об'єктивно оцінити та покращити транспортні потоки. Це допоможе зробити вулиці безпечнішими для найменш захищених учасників руху, не вимагаючи значних фінансових вкладень у будівництво. Тому обраний напрямок дослідження є надзвичайно актуальним та практично важливим.

Мета і завдання дослідження

Наша мета – розробити комплекс інженерних та планувальних рішень, а також створити оптимізовану схему організації та моделювання дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського (ділянка між вулицями Ризькою та Юрія Глушка) у Києві. Це дозволить підвищити безпеку руху, впорядкувати паркування та розвинути інфраструктуру для мікромобільності.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Сучасні транспортні технології виходять за рамки простого переміщення

Вони перетворилися на складні системи управління, що опираються на моделювання та прогнозування. Саме тому організація дорожнього руху стала невід'ємною частиною цих технологій [1,13].

Системний погляд на дорожній рух. Система ВАДС

Головним елементом дослідження організації дорожнього руху у транспортних технологіях є взаємодія системи "Водій-Автомобіль-Дорога-Середовище". Кожен елемент цієї системи має свої характеристики.

Водій: Вивчає психофізіологічний стан людини та швидкість реакції.

Автомобіль: Визначає динаміку потоку через свої габарити, швидкість та гальмівні можливості.

Дорога: Обмежує рух своїми геометричними параметрами.

Середовище: Включає планування, освітлення та погодні умови.

В роботі "Planning for Man and Motor" автор зазначає що людство пройшло шлях від пріоритету автомобіля до потреби їх гальмівного існування[10]. Ігнорування людських потреб заради швидкості призводить до погіршення міського середовища.

Урбаністика та транспорт. Нові парадигми

Розвиток транспортних технологій пов'язаний з міським плануванням. "Новий урбанізм", як зазначається в "New Urbanism and Beyond" [11], вимагає припинення автоцентричного підходу. Тож тепер транспортні технології

фокусуються на доступності та сталій мобільності, а не лише на пропускній здатності.

В роботі “Future Transport in Cities” Брайан Річардс зазначає що бачить майбутнє в інтеграції громадського транспорту та пішохідних зон [9]. Він закликає до необхідності прогнозування попиту, а не лише існуючого графіку[9]. Це використовується і в Україні де до повномаштабного вторгнення активно впроваджувались європейські стандарти сталої мобільності(SUMP).

Безпека. Фундаментальний принцип

Безпека руху- це показник якості транспортної системи[1].“Strategy” робить пріоритет на зниження смертності на дорогах, за принципом концепції Vision Zero [15]. Ця концепція перекладає відповідальність за безпеку з водія на проєктувальників системи.

Методологія сучасних досліджень організації дорожнього руху

Метод спостереження: фіксація реальної інтенсивності та складу потоку.

Метод імітаційного моделювання: створення цифрових копій вулиць.

Аналіз соціальних запитів: врахування потреб маломобільних груп.

Регулювання руху на перехрестях

Сучасна технологія передбачає перехід від жорсткого циклічного регулювання до адаптивного, це дозволяє підвищити безпеку а також знизити викиди шкідливих газів в житлову зону.

Предмет ОДР включає в себе архітектурно-планувальні рішення. У роботі “Благоустрій авто. доріг” зазначається , що правильно підібране освітлення, якісна розмітка та засоби заспокоєння руху є інструментами , які змушують водіїв дотримуватись безпечної швидкості [6].

1.1 Теоретичні та прикладні розробки в Україні та світі.

Сучасний розвиток транспортних технологій зміною парадигми: від максимізації пропускної знатності доріг для автомобілів до створення гуманного простору створеного за принципом сталої мобільності та безпеки.

Світові теоретичні концепції: від “автомобільного міста” до “міста для людей”

У фундаментальній праці “Planning for Man and Motor” [10] розповідається, що головною помилкою минулого було підлаштувати структуру системи міста під габарити та швидкість автомобіля, ігноруючи біологічні та психологічні потреби людини. Рітер запропонував теорію раціонального розділення, де пішохідні та транспортні потоки повинні мінімально перетинатися, що є базою сучасного проектування житлових зон.

Ці ідеї отримали розвиток в концепції “New Urbanism and Beyond” [11], де найбільше звертають увагу на пішохідну доступність. З таким підходом, організація руху на таких вулицях, як Максима Берлінського має залучати змішане використання простору, де пріоритет надається активним видам мікромобільності. Брайан Річардс у роботі “Future Transport in Cities”[9] доповнює це твердженням що майбутнє міст не в будівництві нових розв’язок, а в розумному управлінні наявним простором. Він розповідає що обмеження використання автомобілів в центрах та житлових зонах є єдиним варіантом запобігання транспортного колапсу.

Прикладні зорзробки в Україні. Стратегія 2025 та сталий розвиток.

Україна активно додає світовий досвід в національну нормативну базу.

Основним документом якої є “Strategy 2025”(Національна стратегія з безпеки дорожнього руху). Згідно даної стратегії, основні зусилля спрямовані на впровадження концепції Vision Zero. Основні прикладні розробки в Україні фокусуються на:

Створення безпечної інфраструктури; Цифровізації управління рухом

Посилення контролю над швидкісним режимом

У роботі “Ukrainian cities: sustainable development on the eve of full-scale war” [12] зазначається, що Українські мегаполіси до 2022 року демонстрували стрімкий прогрес у впровадженні сталої міської мобільності. Особлива увага приділялась реорганізації другорядних вулиць, що виконують транзитних коридорів, що досить актуально до Щевченківського району.

Для кращого розуміння трансформації транспортних технологій проведемо порівняльний аналіз ключових парадигм, що наведені в таблиці 1.

Таюлиця1.1.

Порівняльний аналіз концептуальних парадигм організації міського простору та транспортного планування.

Критерій порівняння	Стара програма	Нова програма	Джерело/основа
Основна мета	Максимізація та пропускної здатності для авто	Забезпечення доступності та комфорту для всіх	Richards B. Future Transport in Cities [9]
Головний пріоритет	Автомобіль	Пішохід, мікромобільність, громадський транспорт	New Urbanism and Beyond [11]
Підхід до безпеки	Покладання відповідальності на водія	Концепція Vision Zero: інфраструктура має прощати помилки	Strategy 2025

Продовження таблиці 1.1.

Критерій порівняння	Стара програма	Нова програма	Джерело/основа
Інструмент планування	Статичні розрахунки та розширення проїзної частини.	Імітаційне моделювання	Polianskyi et al. [14]
Показник успіху	Кількість автомобілів за годину	Якісне життя, рівень шуму, безпека та екологічний вплив	Ukrainian cities: sustainable development [12]
Дизайн вулиці	Вулиця як транзитний коридор	Complete Streets: вулиця як спільний життєвий простір	Planning for Man and Motor [10]
Роль регулювання	Жорсткі цикли світлофорів для автомобілів	Адаптивне регулювання з пріоритетом громадського транспорту.	Монографія Форнальчика та Могили [8]
Благоустрій	Мінімізація перешкод для швидкості авто.	Засоби заспокоєння руху	Навч. посібник Литвиненко [6]
Методологія	Техніко-економічне обґрунтування	Урбаністичне дослідження та аналіз ліній бажання	Коненко, Гнатюк [7]

Дані, представлені в цій таблиці, демонструють, що стратегічне планування Києва зазнає системної трансформації. Згідно з “Strategy 2025” транспортна політика столиці відходить від автоцентричної моделі, а симуляційне моделювання стає вирішальним інструментом мінімізації ризиків для вразливих учасників дорожнього руху.

Інноваційні технології. Моделювання інтелектуальні системи

Сучасні прикладні розробки неможливі без використання імітаційного моделювання. Як свідчать дослідження Polianskyi et al.(40-47) [14], застосування передового програмного забезпечення для моделювання дозволяє об’єктивно оцінити ефективність організації дорожнього руху, виходячи з чітких показників ефективності, таких як затримка, довжина черги та рівень викидів шкідливих речовин, а не на основі суб’єктивних вражень14].

Важливим аспектом є управління рухом на перехрестях. У монографії Є. Форнальчика представлені розробки адаптивного управління світлофорними об’єктами[8]. В Україні вже впроваджуються сучасні прикладні рішення, що використовують датчики інтенсивності руху. Це дозволяє системі динамічно змінювати тривалість фаз світлофора відповідно до реального транспортного навантаження, що сприяє мінімізації заторів на таких перехрестях як перетин вулиць Максима Берлінського і Щусєва.

Методологія досліджень та впорядкування міського простору

Сучасна методологія, як зазначено в посібнику “Методи урбаністичних досліджень” , вимагає виходити за рамки простого підрахунку транспортних засобів та проводити комплексний просторовий аналіз[7]. Це включає:

Аналіз пішохідних потоків та “ліній бажання” (найбільш зручні шляхи пересування)

Дослідження міської інфраструктури для осіб з обмеженими можливостями(що зараз дуже актуально)

Оцінку якості публічних просторів

Ці підходи узгоджуються з рекомендаціями щодо благоустрою вулиць де підкреслюється , що впорядкування міського простору є невід'ємною частиною забезпечення безпеки[6]. Наприклад, встановлення антипаркувальних стовпчиків та створення зелених зон, що відокремлюють тротуари від проїжджої частини, є розумним рішенням.

Клименко та Нагорний [13] у своїй роботі наголошують, що сучасний транспортний інженер в Україні повинен володіти як кібернетики (для моделювання), так і соціології (для розуміння потреб суспільства). Вони зазначають що транспортні технології виступають як інструмент соціальної справедливості, забезпечуючи рівні права на безпеку руху для всіх учасників дорожнього руху, від водіїв екстрених служб до дітей на самокатах.

Таким чином, сучасні підходи до транспортного планування та управління вимагає інтеграції передових технологій моделювання та інтелектуальних систем з глибоким розумінням соціальних аспектів та потреб громади. Це дозволяє створити більш безпечні, ефективні та справедливі системи, що відповідають урбаністичному розвитку.

Інтеграція даних та аналітика для прийняття рішень

Ефективне управління транспортними системами стає можливим завдяки збору та аналізу великих обсягів даних. Як зазначають експерти у галузі транспортної інженерії, використання сучасних платформ для інтеграції даних з різних джерел (датчики трафіку, GPS-трекери, мобільні додатки) дозволяє отримати повну картину транспортної ситуації. Це дає змогу не тільки оперативно реагувати на надзвичайні події, а й прогнозувати розвиток ситуації та приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації транспортних потоків.

Наприклад, аналіз даних про швидкість руху, інтенсивність потоків та час проходження ділянок дозволяє виявляти вузькі місця та розробляти заходи для їх усунення. Це може включати зміну режиму роботи світлофорів, оптимізацію маршрутів громадського транспорту. Такий підхід що базується на даних, ключовим для досягнення цілей розвитку міста та підвищення якості життя жителів міста.

Роль громадськості та залучення до процесів планування

Сучасні тенденції все більше акцентують увагу щодо залучення громадян до транспортного планування і до процесу прийняття рішень. Тому інженери та планувальники повинні враховувати не тільки технічні аспекти а й залучати до планування мешканців, громадські організації та інші зацікавлені сторони.

Проведення громадських обговорень, опитувань та консультацій дозволяє зрозуміти потреби та очікування різних груп населення. Це може стосуватись питань безпеки пішоходів, зручності громадського транспорту, доступності велосипедних доріжок. Врахування цих аспектів на ранніх стадіях допомагає уникнути конфліктів.

Таким чином, успішне транспортне планування в сучасному місті вимагає комплексного підходу, що поєднує технологічні інновації, наукову методологію, аналітику даних та залучення громадян. Це дозволяє створити транспортні системи, які є не тільки ефективними та безпечними, але й соціально справедливими та відповідають потребам усіх мешканців.

1.2 Методологія і методика досліджень.

Методологічна основа дослідження організації дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського ґрунтується на інтегрованому застосуванні загальнонаукових методів аналізу, натурних обстежень та передових підходів імітаційного моделювання транспортних систем. Як зазначено в роботі Кононенка і Гнатюка “Методи урбаністичних досліджень” [7], транспортну мережу слід розглядати як невід’ємну частину міської інфраструктури, що вимагає комплексного багатофакторного аналізу.

Етапи та структура дослідження

Методика дослідження реалізується через послідовність п’яти основних етапів:

Теоретико-аналітичний етап

Аналіз світових концепцій урбаністики і транспортного планування. На цьому етапі застосовано метод аналізу Пола Ріттера (Planning for Man and Motor) та Брайана Річардса (Future Transport in Cities) [9,10], що забезпечило формування уявлення гуманну міську вулицю.

Діагностичний етап(польові обстеження)

Використання методів спостереження та відеофіксації для збору даних про інтенсивність руху, склад транспортного потоку і геометрію вулиці.

Етап моделювання поточної ситуації

Відновлення існуючого стану транспортної інфраструктури у програмному середовищі з використанням підходів Polianskyi et al. для проведення імітаційного моделювання[14].

Проєктний етап

Розробка інтегрованої схеми організації дорожнього руху з урахуванням цілей “Strategy 2025” і стандартів благоустрою. [6]

Оціночний етап

Порівняння результатів моделювання наявного та проєктного станів об’єкта

Методика збору та обробки вихідних даних

Для створення точного моделювання ділянки дороги від вулиці Ризької до вулиці Глушка використовують такі методи:

Метод натурного підрахунку

Встановлення інтенсивності транспортного потоку у пікові періоди за даними прямого спостереження. Всі маневри досліджуються окремо на ключових перехрестях відповідно до рекомендацій та методики оцінки транспортних вузлів міст[8].

Метод поділу транспорту на класи

Поділ транспортних засобів на категорії(легкові, вантажні, спеціалізовані) для врахування їхньої специфіки поведінки на моделі.

Інвентаризація засобів організації дорожнього руху

Аудит дорожніх знаків, розмітка, освітлення та відповідність стандартам ДСТУ і рекомендаціям щодо безпечного облаштування вулиць[6].

Методологія імітаційного моделювання

Основа дослідження – мікромоделювання, застосування якого спирається на напрацювання Клименка і Нагорного [13]. Ця методика дозволяє детально моделювати поведінку кожного транспортного засобу як окремого об’єкта.

Процес моделювання охоплює наступні етапи:

Створення графа транспортної мережі

Детальне відновлення геометрії вулиці із зазначенням ширини смуг та зон паркування.

Налаштування поведінкових параметрів

Урахування дій водіїв для прогнозування конфліктних ситуацій на дорогах

Калібрування

Узгодження результатів моделі з реальними даними, отриманими під час польового обстеження

Критерії оцінювання ефективності проєктних рішень

Для аналізу та співставлення існуючого стану із запропонованими проєктними рішеннями застосовують ключові показники ефективності, які базуються на міжнародних стандартах і положеннях “Strategy2025”

Часові затримки: Середня тривалість очікування транспортних засобів на перехресті

Довжина черги: Максимальна та середня кількість автомобілів що утворюють черги під час пікових годин

Показники безпеки: Частота і тяжкість потенційних конфліктних ситуацій, визначених на основі імітаційного моделювання

Екологічний вплив: Обсяги викидів шкідливих газів та споживання пального, розраховані відповідно до принципів сталого розвитку, наведених в проєкті “Ukrainian cities sustainable development” [12].

Висновок до розділу 1

Перший розділ заклав теоретичну основу дослідження, що призвело до таких ключових висновків:

Зміна пріоритетів у міському плануванні: Відбувається перехід від моделі, де головне – зручність для автомобілів, до нової концепції "сталої мобільності" та "Нового урбанізму". Це означає, що міста мають стати більш комфортними та безпечними для пішоходів і тих, хто користується засобами мікромобільності (самокати, велосипеди тощо), створюючи гуманний міський простір.

Безпека як головний пріоритет (Концепція Vision Zero): Безпека дорожнього руху визнана найважливішим показником якості транспортної системи. Сучасні рішення мають базуватися на принципах Vision Zero, де відповідальність за безпеку покладається не лише на водіїв, а й на проєктувальників. Інфраструктура має бути спроєктована так, щоб фізично спонукати до безпечної їзди та мінімізувати наслідки людських помилок.

Перевага комп'ютерного моделювання: Для глибокого аналізу взаємодії між водіями, автомобілями, дорогами та навколишнім середовищем застарілі статичні методи розрахунків вже не підходять. Найефективнішим є мікроскопічне транспортне моделювання. Воно дозволяє створювати точні цифрові моделі вулиць та об'єктивно оцінювати затримки, черги та потенційні конфліктні ситуації, використовуючи математичні алгоритми поведінки водіїв.

Ефективні методи заспокоєння трафіку: Архітектурні та планувальні рішення, такі як "дорожня дієта" (зменшення кількості смуг для автомобілів) та інші засоби "заспокоєння руху", виявилися дуже ефективними. Грамотне планування простору, правильна розмітка, встановлення знаків та обмежувачів швидкості є доступними інструментами для покращення ситуації в житлових зонах.

Ці теоретичні напрацювання стануть основою для подальших практичних досліджень та розробки проєктних рішень для вулиці Максима Берлінського, які будуть представлені в наступних розділах.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ УМОВ РУХУ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ МАКСИМА БЕРЛІНСЬКОГО

2.1 Географічна та містопланувальна характеристика дорожнього руху вулиці Максима Берлінського.

Розташування та роль в міській мережі

Досліджувана частина вулиці Максима Берлінського знаходиться в північно-західній частині Києва, на місцевості Сирець. Вулиця простягається з північного заходу на південний схід.

Межі досліджуваної ділянки: від перехрестя з вулицею Ризька до перехрестя з вулицею Юрія Глушка

Призначення вулиці: ця вулиця місцевого значення[2], призначена для обслуговування житлових забудов. Вона також виконує функцію важливої об'їзної дороги для основних магістралей, що призводить до збільшення потоку транзитного транспорту в години пік.

Містобудівне оточення та забудова

Забудови на цій ділянці є змішаними, що безпосередньо впливає на рух транспортних засобів.

Житлова забудова: Переважають багатоповерхові будинки середньої висоти ("хрущовки" та 9-поверхівки). Це забезпечує постійний потік пішоходів-мешканців району.



Рисунок 2.1. Житлова забудова

Київський міський центр крові (вул М. Берлінського 12): Важливий об’єкт інфраструктури, який створює значний трафік приватних автомобілів та машин швидкої допомоги.

Офісні будівлі: Будинок №19 (де розташовані ІТ-компанії та інші організації), що призводить до пікових навантажень на вулиці в ранкові та вечірні години.

Навчальні заклади: Поблизу знаходяться школи та дитячі садочки, що вимагає особливої уваги до безпеки дітей на пішохідних переходах.

Держана науково-педагогічна бібліотека України імені В.О. Сухомлинського



Рисунок 2.2. Держана науково-педагогічна бібліотека

Характеристика вулично-дорожньої мережі

Геометрія: Оскільки рух односторонній, проїзна частика фактично розділена на функціональні зони: одна смуга для транзитного проїзду, а інша для паркування (зокрема біля центру крові та офісів).

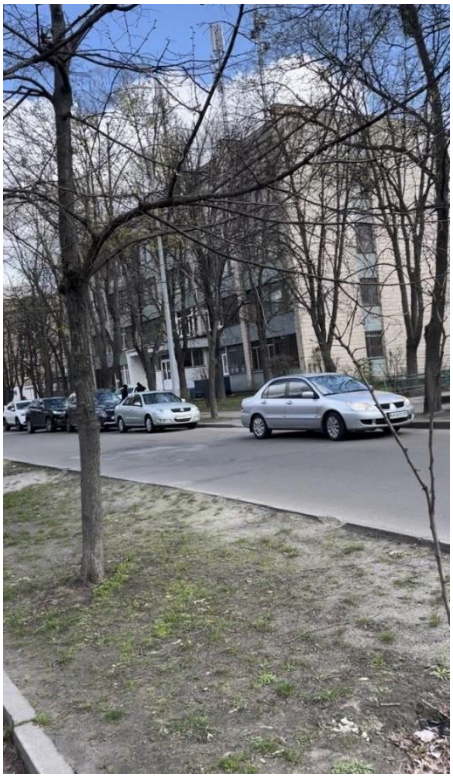


Рисунок 2.3. Припарковпні автомобілі

Рельєф: Ділянка має невеликий ухил в бік вулиці Щусєва. Цей фактор є важливим для розрахунків гальмівного шляху та ефективного відведення води.

Покриття: Дорожнє покриття виконане з асфальтобетону(з ремонтом)



Рисунок 2.4. Дорожнє покриття

Тротуари присутні з обох боків але їхня ширина часто обмежена через зелені насадження або припаркованих автомобілів.



Рисунок 2.5. Тротуари

Ландшафтні та екологічні особливості

Район відзначається високим рівнем озеленення. Вздовж вулиці Максима Берлінського ростуть старі дерева які:

Створюють тінь та покращують мікроклімат.

Обмежують видимість: Влітку густа зелень дерев може закривати дорожні знаки та світлофори, що є важливим аспектом для аналізу безпеки дорожнього руху.

Транспортні вузли та розриви

Ключовою містобудівною особливістю досліджуваної ділянки є її перетин з вулицею Щусєва. Це значний транспортний вузол, який розділяє цю частину вулиці на дві фактичні зони:

Північна частина (від Ризької до Щусєва): Характеризується більш спокійною, житловою атмосферою.

Південна частина (від Щусєва до Глушка): Більш насичена адміністративними та медичними установами.

2.2 Польове обстеження організації дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського.

Метою польового обстеження є отримання актуальних даних про стан транспортної та пішохідних потоків, а також оцінка ефективності технічних засобів організації дорожнього руху.

Методологія польових досліджень

Спостереження проводиться шляхом спостереження та відеозапису в денний час. Для отримання максимальних даних було обрано період максимального навантаження у робочі дні: з 8:00 до 9:00

Основні показники що збирались:

Інтенсивність руху транспорту: Кількість транспортних засобів за одиницю часу.

Структура транспортного потоку: Співвідношення легкових автомобілів, вантажівок, мотоциклістів, маршрутних транспортних засобів.

Паркування: щільність та способи розміщення транспортних засобів.

Аналіз інтенсивності потоку

Інтенсивність: Оскільки рух односторонній основна кількість транспортних засобів рухалась в напрямку вулиці Щусєвва.

Склад потоку: Переважну більшість становили легкові автомобілі тому що більшість транспортних засобів їхали зі сторони житлових забудов. Проте були ще вантажні автомобілі, мотоцикли, велосипеди.

Оцінка елементів організації дорожнього руху

Під час обстеження було проаналізовано стан дорожнього обладнання.

Дорожні знаки: Знаки відповідають стандартам ДСТУ 4100 [3]

Дорожня розмітка: На багатьох ділянках, особливо перед перехрестям з вулицею Щусєва, горизонтальна розмітка 1.1 (суцільна лінія) та 1.14.1 (зебра) зношені потребує відновлення згідно з нормами. [4]

Конфлікті точки та безпека пішоходів

Конфлікт Транспорт-Пішохід: Через односторонній рух водії схильні до перевищення швидкості, тоді як пішоходи, що прямують до метро або установ, часто перетинають дорогу поза межами переходів.

Результати рольового обстеження свідчать, що існуюча схема ОДР на вулиці Максима Берлінського працює в умовах перевантаження через неконтрольоване паркування. Це створює затримки та потенційні загрози для пішоходів.

2.3 Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського.

Геометричні параметри та функціональне зонування

Смуга руху для автомобільного транспорту

Зменшення ширини дорожньої смуги з ненормованого розміру до нормованого(3м) слід розглянути як засіб психофізичного впливу на водіїв. Як зазначає Пол Ріттер у своїй праці Planning for Man and Motor [10], менша ширина дороги підсвідомо спонукає знизити швидкість. Це має суттєвий вплив в межах житлової зони. Окрім того така ширина дороги є достатньо комфортною для безпечного руху легкових транспортних засобів.

Контрсмуга для велосипедистів (1,5м) [2]

Цей найбільш інноваційний елемент схеми. Контрсмуга розташовується з лівого боку проїжджої частини (відносно напрямку автопотоку) і дозволяє велосипедистам рухатись назустріч автомобільному потоку. Таке рішення забезпечує пряму видимість між водіями та велосипедистами, що підвищує безпеку на дорозі. Як зазначають в “Ukrainian cities: sustainable development” [12] впровадження таких контрсмуг є важливим кроком для створення велосипедної інфраструктури.

Зона паралельного паркування (3м)

З метою упорядкування хаотичного паркування проєктом заплановано облаштування спеціальної смуги для паралельного паркування, яка відокремлена від основної смуги розміткою 1.1.[4]

Таким чином створена геометрична модель вулиці загальною шириною 7.5 метрів є оптимальним рішенням між інтересами різних груп мобільності.

Висновок до розділу 2

У другому розділі проведено комплексний аналіз існуючих умов руху на вулиці Максима Берлінського та обґрунтовано планувальні рішення щодо їх покращення, що дозволило сформулювати такі висновки:

Опис вулиці: Вулиця Максима Берлінського – це місцева вулиця, але в години пік вона стає важливим об'їзним шляхом для основних доріг. У напрямку вулиці Щусєва тут проїжджає до 480 машин на годину.

Виявлені недоліки: На вулиці постійно виникають затори через неправильне паркування автомобілів під кутом. Це звужує дорогу і робить пішохідні переходи небезпечними, обмежуючи видимість до 15 метрів.

Пропозиції щодо покращення: Щоб виправити ситуацію, пропонується змінити планування вулиці (шириною 7,5 м) за принципами "дорожньої дієти" та Vision Zero. Планується зробити смугу для машин вужчою (3 м) для сповільнення руху, додати місце для паралельного паркування (3 м) та виділити смугу для велосипедистів (1,5 м) у протилежному напрямку.

РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ПРОГРАМІ INDORDRAW

3.1 Створення цифрової копії наявного стану.

Основою для розробки будь-якого інженерного рішення є точна цифрова модель поточного стану об’єкта. Використовуючи IndorDraw компанії можуть вносити з детальних обстежень, що значно спрощує процес подальшого аналізу та проєктування.

Створення точної основи: Для детального аналізу було використано фотокартку високої точності (маштаб 1:500). Це дозволило точно визначити розміри проїзної частини, які в середньому становлять 7,5 метрів.

Інвентаризація та оцінка наявних засобів регулювання дорожнього руху: На цифрову модель було додано всі існуючи дорожні знаки, дорожня розмітка, та світлофори.

Виявлення проблеми: Цифрова модель показала, що основною є неефективне використання простору проїзної частини. Це спричинено хаотичним паркуванням, яке значно звужує ширину проїзду.

Пропозиції щодо покращення:

Концепція “Road diet”: Запропоновані рішення базуються на принципі “дорожньої дієти”. Цей підхід спрямований на оптимізацію дорожнього простору без необхідності масштабних будівельних робіт.

Оптимізація смуги руху: Ширина основної смуги буде зменшена до 3 метрів. Це рішення має на меті створити ефект “заспокоєння” трафіку, спонукаючи водіїв підсвідомо зменшувати швидкість у житловій зоні.

Організація пакувального простору: Пропонується створення впорядкованої зони(3 метра) вздовж правого краю поїзної частини. Це дозволить чітко розділити рухомі транспортні потоки та місця для паркування.

Створення велосипедної інфраструктури: Вздовж лівого боку дороги буде створено велосипедну смугу шириною 1,5 метра[4,5,6]. Це забезпечить інтеграцію цієї ділянки в загально міську мережу велосипедних доріжок.

Ефективність запропонованих змін

Застосування концепції “дорожньої дієти” дозволяє досягти комплексної оптимізації дорожнього простору. Зменшення ширини основної смуги руху до 3 метрів, окрім психофізичного ефекту зниження швидкості, також сприяє більш передбачуваному та безпечному руху. Це особливо важливо в умовах житлової забудови, де пріоритет це безпека пішоходів та мешканців.

Впорядкування паркувального простору шляхом відокремлення окремої зони (3 метра) вирішує проблему хаотичного паркування, яке раніше блокувало проїзд. Чітке розмежування динамічних та статичних потоків підвищує пропускну здатність ділянки та зменшує ризик дорожньо-транспортної пригоди. Це також покращує естетичний вигляд вулиці та створює комфортні умови для всіх учасників дорожнього руху.

Інтеграція велосипедної смуги (1,5 метра), є важливим кроком до сталої мобільності. Це забезпечує безпечний простір для руху велосипедистів, відокремлюючи їх від автомобільного руху, та стимулює використання велосипеда як екологічного та здорового виду транспорту. Таким чином проєктне рішення не тільки вирішує наявні проблеми, але й сприяє створенню більш безпечного, ефективного та екологічного міського середовища.

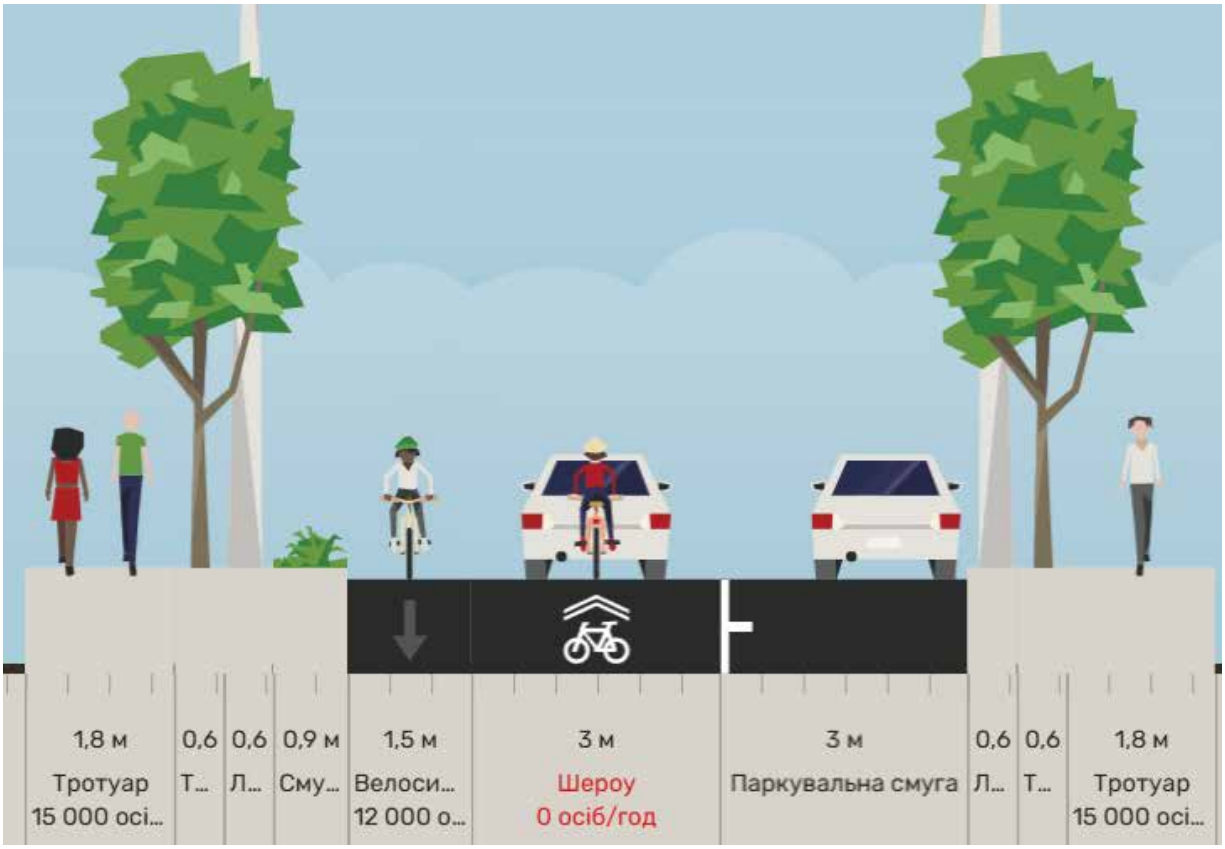


Рисунок 3.1. Майбутній вигляд вулиці

3.2 Створення безпечних умов руху для пішоходів та маломобільних груп населення.

Тактильні вказівники: Перед пішохідними переводами та на краях безпечних зон встановлюється спеціальна плитка. Вона допомагає людям з порушенням зору орієнтуватися в просторі та попереджає про наближення до небезпечної ділянки.

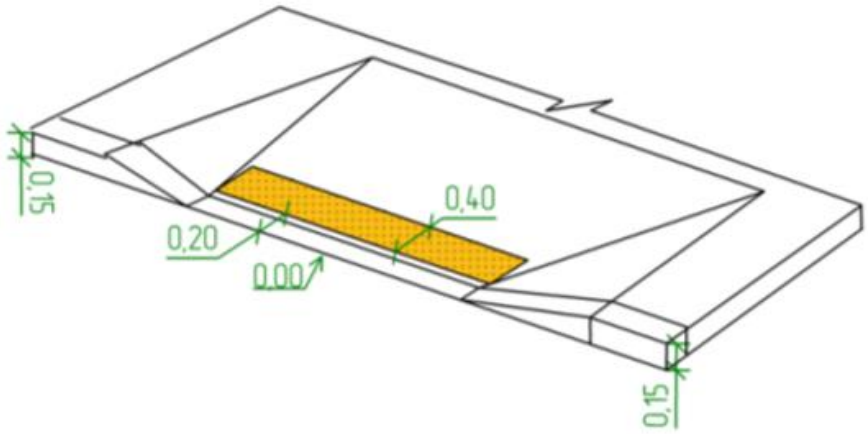


Рисунок 3.2. Типове обладнання пішохідного переходу попереджувальною тактильною плиткою

Візуальне каналізування та впорядкування зон видимості**:** Для підвищення безпеки пішоходів застосовується особливий підхід до паркування. Перед кожним пішохідним переходом та виїздами з прилеглих територій створюються спеціальні “антикишені”[4]. Це робиться за допомогою розмітки (1.16.1) [4], яка візуально виділяє зони, де паркування заборонено. Ці зони заштриховані в межах смуги паралельного паркування.

“Антикишені” виконують функцію бар’єра, що гарантує безпекову видимість для всіх учасників дорожнього руху. Це особливо важливо для дітей та маломобільних груп населення, чия безпека залежить від можливості бути поміченими. Забезпечуючи чіткий “трикутник видимості”, ці зони дозволяють водіям завчасно помітити пішоходів, а пішоходам безпечно оцінити дорожню ситуацію, роблячи вулицю більш доступною та безпечною для всіх.

3.3 Впровадження нових технічних засобів організації дорожнього руху.

Забезпечує перехід від хаотичного існуючого стану до впорядкованого мультимодального простору. [1] Для досягнення такого результату були додані наступні технічні засоби: [3]

Дорожні знаки**:** [1] [3]

Знаки пріоритету

Знак 2.1: Дати дорогу

Знак 2.3: Головна дорога

Заборонні знаки:

Знак 3.21: В’їзд заборонено

Знак 3.29: Обмеження максимальної швидкості

Знак 3.34: Зупинку заборонено

Наказові знаки:

Знак 4.1: Рух прямо

Знак 4.4: Рух прямо або праворуч

Знак 4.7: Об’їзд перешкоди з правого боку

Знак 4.23: Дорога для суміщеного руху легкових автомобілів та велосипедистів

Знак 4.24: Кінець дороги для суміщеного руху легкових автомобілів та велосипедистів

Інформаційно-вказівні знаки:

Знак 5.16: Напрямок руху по смугах

Знак 5.19.1: Використання смуги руху

Знак 5.20.1: Початок додаткової смуги руху

Знак 5.38.1: Пішохідний перехід

Знак 5.38.2: Пішохідний перехід

Знак 5.43: Зона стоянки

Знак 5.88: Велосипедна смуга

Знак 5.94.1: Дорога із зустрічною велосипедною смугою

Знак 5.94.2: Кінець дороги із зустрічною велосипедною смугою

Знак 5.95.1: Виїзд на дорогу з одностороннім рухом і зустрічною велосипедною смугою

Знак 5.95.2: Виїзд на дорогу з одностороннім рухом і зустрічною велосипедною смугою

Знак 5.69: Місце зупинки

Таблички до дорожніх знаків:

Табличка 7.5.1: Види транспортного засобу (Вантажні автомобілі більше 3.5т)

Табличка 7.5.3: Види транспортного засобу (легкові автомобілі)

Табличка 7.5.6: Види транспортного засобу (мотоцикли)

Табличка 7.6.1: Спосіб поставлення транспортного засобу

Табличка 7.9: Смуга руху

Табличка 7.17: Особи з інвалідністю

Горизонтальна розмітка: [1] [4]

Розмітка 1.2: широка суцільна лінія

Розмітка 1.4: жовтого кольору

Розмітка 1.7: переривчаста лінія

Розмітка 1.8: широка переривчаста лінія

Розмітка 1.10.1: переривчаста лінія жовтого кольору

Розмітка 1.10.2: застосовується для позначення місць, де заборонено стоянку транспортних засобів

Розмітка 1.10.3: коробчаста розмітка жовтого кольору

Розмітка 1.11: переривчаста лінія, суміщена з суцільною

Розмітка 1.12: стоп-лінія

Розмітка 1.14.1: зебра

Розмітка 1.15: велосипедний переїзд

Розмітка 1.16.1: острівці, що розділяють транспортні потоки

Розмітка 1.18: показує дозволені напрямки руху по смугах

Розмітка 1.20: попереджає про наближення до розмітки 1.13

Розмітка 1.28.3: змішаний рух велосипедистів і транспортних засобів у попутному напрямку

Розмітка 1.31: позначає на покритті проїзної частини зображення дорожнього знака 3.29

Розмітка 1.33: позначає відведені майданчики для паркування транспортних засобів

Розмітка 1.34: позначає межі окремих місць для паркування транспортних засобів.

Розмітка 1.35: означає місця для паркування індивідуального транспорту осіб з інвалідністю

Розмітка 1.37: позначає дозволені напрямки руху на велосипедній доріжці, велосипедній смузі.

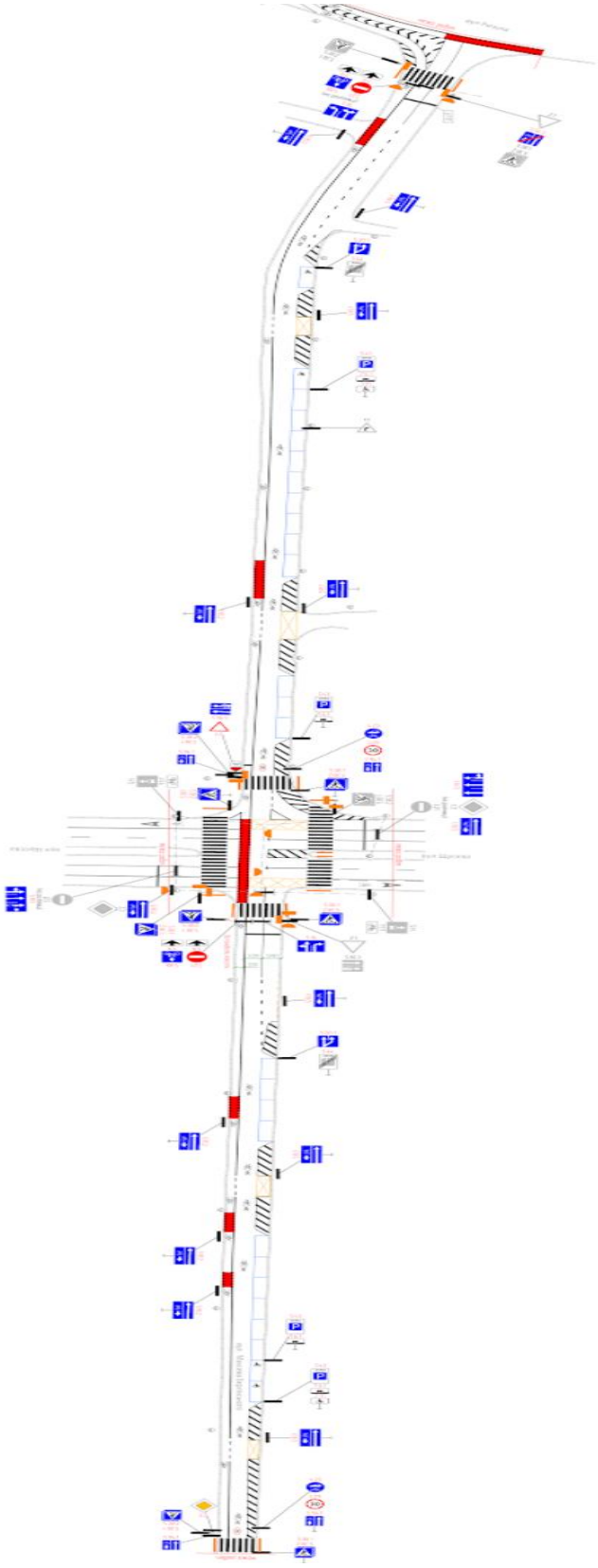


Рисунок 3.3. Майбутній план вулиці:

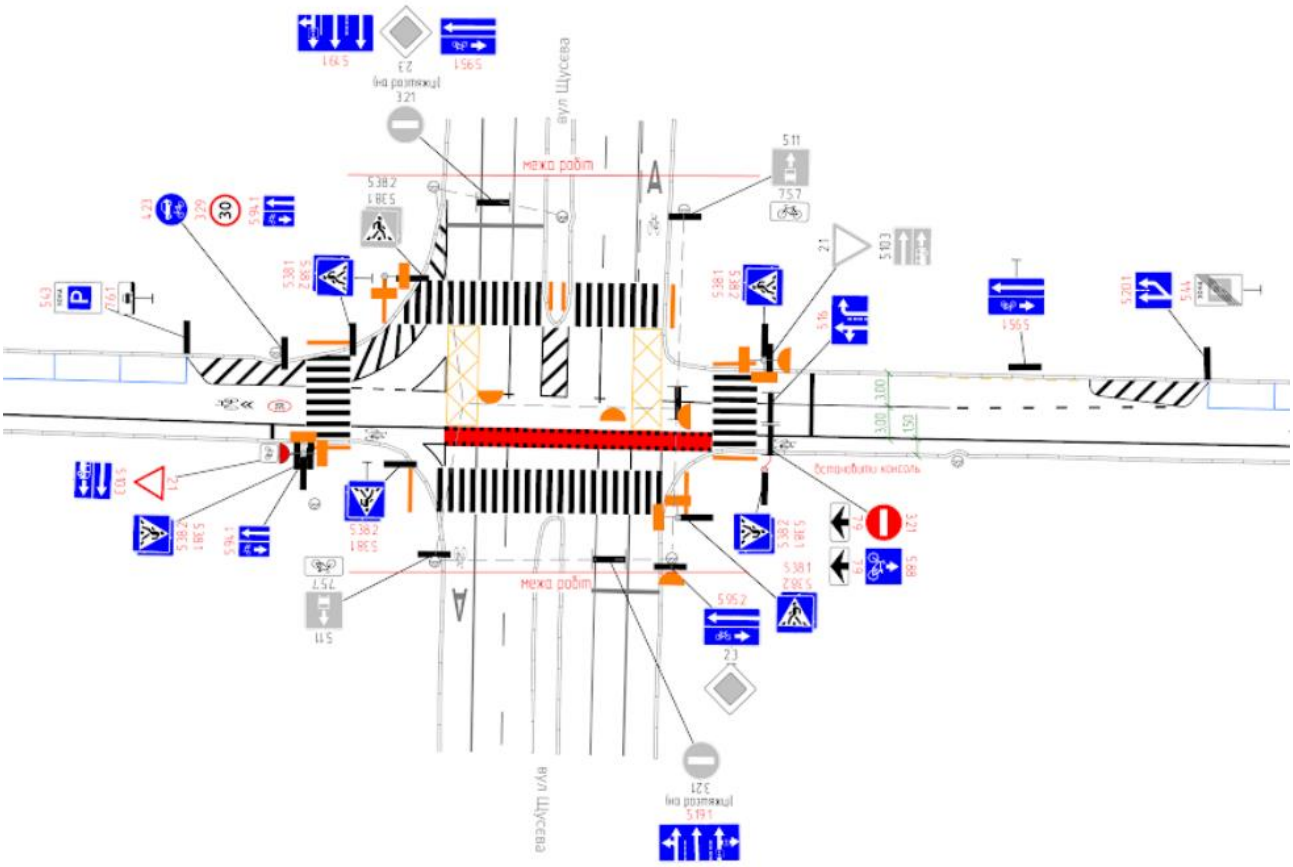


Рисунок 3.4. Схема майбутнього перехрестя вулиць М. Берлінського та Щусєва

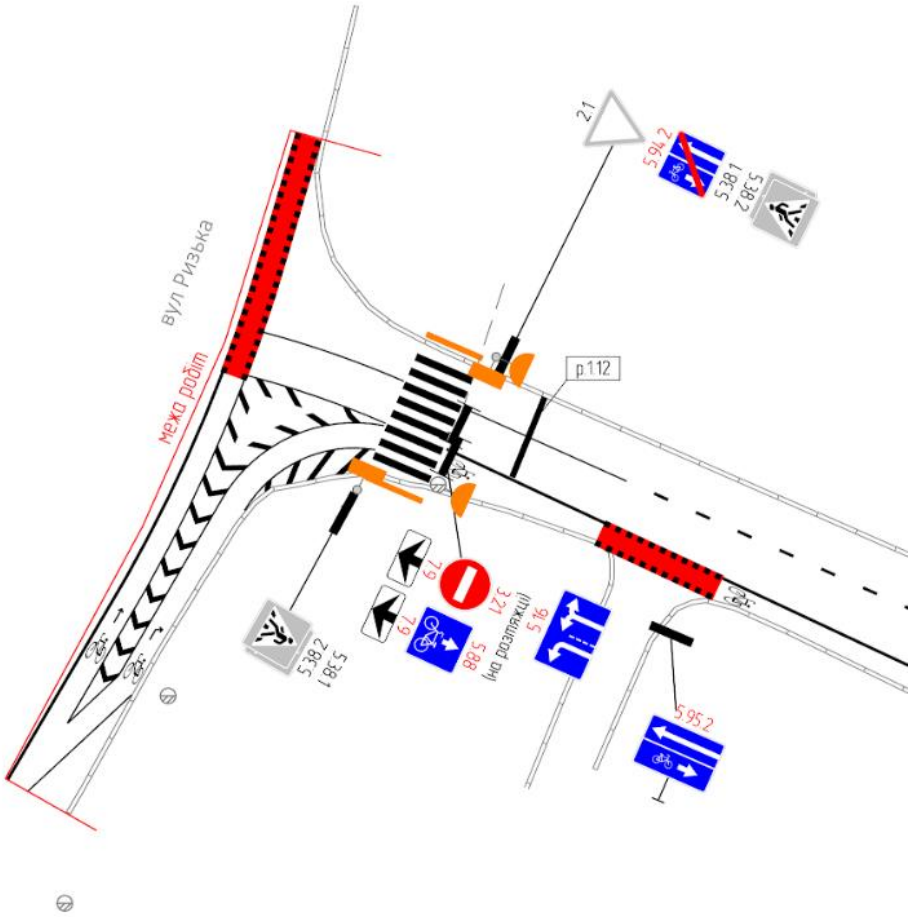


Рисунок 3.5. Схема майбутнього перехрестя вулиць М. Берлінського та Ризької

Висновок до розділу 3

За допомогою програми IndorDraw, використовуючи детальну карту місцевості (масштаб 1:500), було створено точну цифрову модель існуючої вулиці. На цій моделі була реалізована концепція "дорожньої дієти", яка передбачає більш ефективне використання простору. Ширина вулиці в 7,5 метрів була перепланована наступним чином: виділено смугу для руху транспорту шириною 3 метри, яка сприяє зменшенню швидкості потоку; організовано зручну зону для паралельного паркування автомобілів (3 метри); та створено окрему смугу для велосипедів шириною 1,5 метра, що дозволяє рухатися в обох напрямках.

Було розроблено комплекс заходів для забезпечення безпеки пішоходів, включаючи людей з обмеженими можливостями. Перед пішохідними переходами встановлено спеціальну тактильну плитку, яка попереджає про наближення до переходу. Також, за допомогою дорожньої розмітки (1.16.1), створено безпечні зони, що запобігають паркуванню автомобілів безпосередньо біля перехресть. Це дозволило повністю усунути паркування в небезпечних місцях та забезпечити чітку видимість для водіїв та пішоходів.

Розроблено детальну схему та перелік нових елементів організації дорожнього руху, які допоможуть перетворити вулицю на зручний простір для різних видів транспорту. До проєкту включено нові дорожні знаки різних категорій (що вказують на пріоритет, забороняють певні дії, наказують або надають інформацію) та розраховано площу необхідної горизонтальної розмітки.

РОЗДІЛ 4 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

4.1 Збір вихідних даних для проведення імітаційного транспортного моделювання.

Перед тим як почати створення імітаційної моделі в програмі PTV Vissim слід зібрати певну кількість даних за допомогою яких і буде проводитись аналіз вулиці. Такими даними в моєму проєкті були:

Знаки: Я фіксував всі знаки які знаходяться на вулиці Максима Берлінського (від Глушка до Ризької)

Ширина дороги: Я з допомогою друзів вимірював ширину дороги для розуміння можливостей внесення змін. Середня ширина дороги 7,5 метрів.

Таблиця 4.1.

Інтенсивність на перехресті вулиці Максима Берлінського та Щусєва

Напрямок	A-B	A-C	A-D	G-D	G-B	E-D	E-C
Легкові	84	228	446	44	400	250	1348
Мопеди, мотоцикли		2			2	2	12
Вантажні до 3,5т	6		14		12	2	2
Вантажні від 3,5 до 8т					2	4	12
Вантажні понад 8т					2		
В т.ч. з причіпом					18	2	2
Автобуси малої/середньої місткості					2		8
Автобуси/тролейбуси великої місткості					4	2	4
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості							2
Велосипеди/легкий персональний транспорт			2		2		4
Разом	90	230	462	44	444	242	1406

Час підрахунку 7:00-8:00

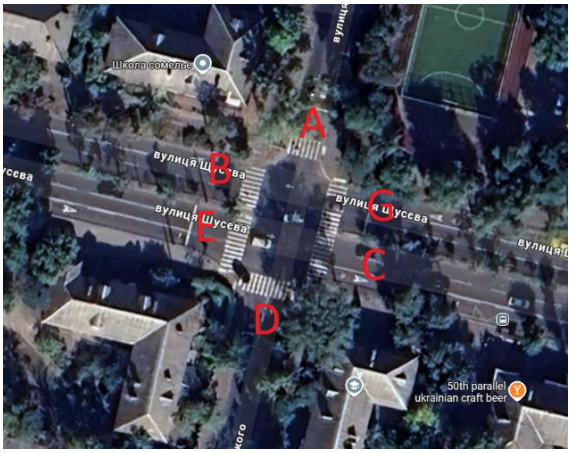


Рисунок 4.1. Схема перехрестя

Таблиця 4.2.

Інтенсивність на перехресті вулиць Максима Берлінського та Ризької

Напрямок	A-B	A-C
Легкові	686	16
Мопеди, мотоцикли	2	
Вантажні до 3,5т	26	
Вантажні від 3,5 до 8т		
Вантажні понад 8т	2	
В т.ч. з причіпом		
Автобуси малої/середньої місткості	2	
Автобуси/тролейбуси великої місткості		
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості		
Велосипеди/легкий персональний транспорт	6	
Разом	724	16

Час підрахунку 8:00-9:00

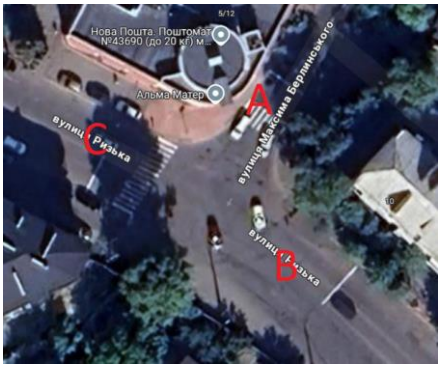


Рисунок 4.2. Схема перехрестя

4.2 Розробка транспортної моделі наявного стану.

Побудова імітаційної моделі наявного стану вулично-дорожньої моделі є важливим етапом, що дає змогу перевірити достовірність зібраних польових даних та виявити вузькі місця в існуючій системі організації дорожнього руху. Для моделювання було використано програмне забезпечення PTV Vissim[16].

Крок 1. Створення вулично-дорожньої мережі

Картографічною основою для розробки моделі стали супутниковий знімок та топографічний план масштабу 1:500. Ці дані дозволили точно відтворити геометрію проїзної частини та її ключові елементи.

Оскільки реальна ширина вулиці становить 7,5 метрів, але значна частина зайнята припаркованими автомобілями, моделювання існуючої ситуації передбачало створення однієї ширшої смуги руху. Щоб достовірно відобразити хаотичне паркування, у симуляції були додані статичні перешкоди. Це зобов’язувало віртуальних водіїв здійснювати об’їзді маневри, часто виїжджаючи на центральну лінію вулиці.

Зображення побудованої мережі в існуючому стані в PTV Vissim



Рисунок 4.3.

Крок 2. Задання транспортного потоку

На початку мережі були встановлені місця, звідки з’являтимуться транспортні потоки. Скільки трафіку буде з’являтися, визначалося за даними про те, як годинна інтенсивність згідно з реальними вимірюваннями.

Крок 3. Моделювання конфліктних точок та правил пріоритету

Оскільки ключові перехрестя досліджуваної ділянки, зокрема на перетині вулиць Максима Берлінського з Ризькою та вулицею Юрія Глушка є нерегульованими, для точного моделювання взаємодії транспортних потоків в програмному середовищі PTV Vissim були використані інструменти “Зони конфлікту” та “Правила пріоритету”. У моделі встановлено, що транспортні засоби на головних дорогах мають вищий пріоритет. Натомість для другорядних виїздів із прилеглих територій та офісних будівель були задані параметри очікування безпечного інтервалу в основному потоці транспорту.

Для точнішого моделювання пішохідного руху на ділянці визначено пішохідні й маршрути перетину проїзної частини. На нерегульованих переходах пріоритет пішоходів реалізовано завдяки налаштуванню “Зон конфлікту”, які встановлюють для водіїв статус “поступитися дорогою”. Проте,

щоб максимально відобразити реальну ситуацію, що зараз складається на об’єкті, параметри видимості перед пішохідними переходами було штучно знижено. Це дозволило змоделювати змоделювати негативний вплив неправильно припаркованих автомобілів, які обмежують нормальну видимість. Така видимість змушує водіїв приймати рішення рішення щодо гальмування із запізненням, що відповідає умовам дорожньої ситуації.

Крок 4. Калібрування моделі

Калібрування поведінкових параметрів водіїв на досліджуваній ділянці проводилося за допомогою моделі руху з лідером Wiedemann 74, яка найбільш підходить для умов інтенсивного міського трафіку[17]. Для більш точного відображення реальних умов були додані корективи у параметрах середньої дистанції зупинки та коефіцієнт безпечної відстані. Це дало змогу врахувати підвищену обережність водіїв на вузьких відрізках дороги, де спостерігається хаотичне паркування.

4.3. Налаштування параметрів мікромоделі PTV Vissim.

Щоб максимально точно відтворити реальну дорожню обстановку на ділянці, базові алгоритми моделювання в PTV Vissim були ретельно налаштовані та відкалібровані[16]. Цей розділ детально описує конфігурацію моделі як для поточного, так і для проєктного стану дорожньої мережі, а також перелічує основні модулі та параметри, що були використані для адаптації до реальних умов.

Формування складу транспортних потоків

Цей розділ описує, як визначається склад транспортних засобів, що рухаються на в'їзді до мережі. На основі реальних спостережень для кожної з вхідних точок (вул. Ризька, вул. Юрія Глушка) було розроблено детальні моделі складу транспортних потоків.

У моделі для кожного типу транспортного засобу враховуються два основні показники:

Частка в загальному потоці

Цей показник відображає, яку частину від загальної кількості транспортних засобів становить кожен тип, виходячи з базової інтенсивності на годину:

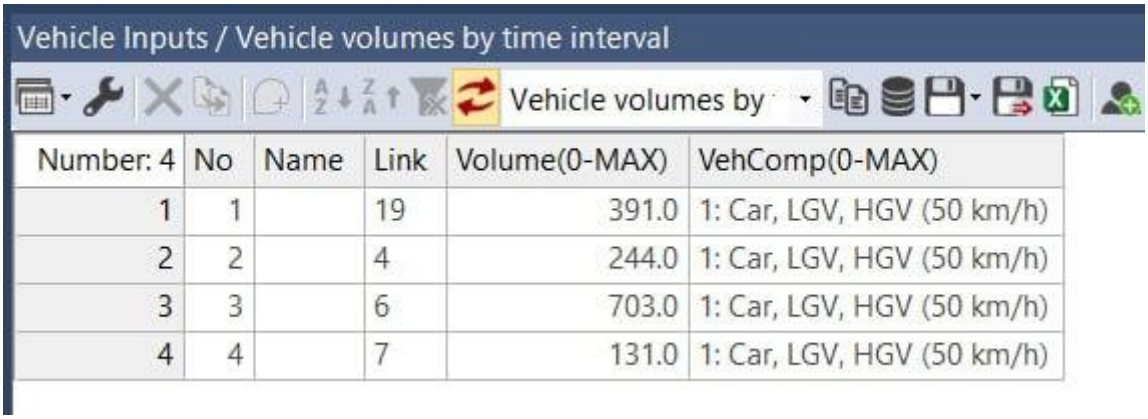
Для майбутнього стану додано нову категорію — "Велосипедисти". Їхня частка в загальному потоці становить 1,0.

Розподіл бажаної швидкості

У програмному забезпеченні Vissim швидкість кожного транспортного засобу розглядається як випадкова величина, яка моделюється за допомогою S-подібної кривої розподілу.

Поточний стан: Через поганий стан дорожнього покриття та неорганізоване паркування, швидкість руху легкових автомобілів обмежена діапазоном 25–35 км/год, а для спеціального транспорту — 30–40 км/год.

Проєктний стан: Відповідно до принципів зменшення швидкості руху, для автомобілів на основній смузі шириною 3,0 м встановлено базову швидкість у межах 30–40 км/год. Для велосипедистів, які рухатимуться окремою смугою, передбачено швидкість від 15 до 25 км/год.



Number: 4	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1		19	391.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
2	2		4	244.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
3	3		6	703.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
4	4		7	131.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)

Рисунок 4.4. Вікно для налаштування типів засобів та їх швидкостей у PTV Vissim

Керування швидкістю за допомогою інструменту "Бажані швидкості" (Desired Speed Decisions)

Щоб максимально точно змоделювати, як нова інфраструктура, дорожні знаки та засоби уповільнення руху вплинуть на поведінку водіїв у програмі PTV Vissim, було застосовано функцію постійного контролю швидкості це інструмент DSD [16].

Цей механізм відіграє ключову роль у реалізації концепції "Vision Zero" для ділянки вулиці Максима Берлинського, оскільки дозволяє водіям коригувати свою швидкість після проходження певного маркера.

Як працює DSD

Маркери DSD розміщуються на відповідних ділянках дороги. Коли транспортний засіб перетинає такий маркер, його швидкість змінюється відповідно до нового статистичного розподілу швидкості. Цей новий швидкісний режим зберігається до кінця маршруту або до наступного маркера DSD, який встановлює нові параметри руху.

Приклади використання DSD на вулиці Максима Берлінського

Для потреб проєкту було розроблено дві моделі: поточний стан та запланований стан.

Поточний стан:

Маркери були встановлені на в'їздах з вулиць Ризької та Юрія Глушка. Зважаючи на поганий стан дорожнього покриття та необхідність об'їжджати хаотично припарковані автомобілі, швидкість руху транспортних засобів була зменшена до 25–35 км/год. Це дозволило відтворити реальні затримки, які були зафіксовані під час польових спостережень.

Запланований стан:

Для автомобільного руху:

На в'їзді до ділянки, де планується встановлення знака 3.29 (30 км/год), були розміщені маркери DSD з відповідним діапазоном швидкостей – 30–35 км/год.

Вузька смуга руху шириною 3,0 метри в моделі слугує додатковим фізичним фактором, що сприяє дотриманню запропонованого швидкісного режиму.

Для велосипедної смуги проти руху:

Для велосипедистів були використані окремі маркери DSD, які встановлюють швидкісні параметри в межах 15–25 км/год. Це забезпечує плавний та стабільний рух мікромобільності, що рухається назустріч основному транспортному потоку. Такий підхід дозволяє аналізувати потенційні конфлікти на перетині велосипедного та автомобільного транспорту, особливо біля поворотів до офісних центрів.

Результати впровадження DSD

Використання інструменту Desired Speed Decisions дозволило створити модель організованого дорожнього руху з "заспокоєним" трафіком. В результаті швидкості транспортних засобів стали більш передбачуваними, що значно підвищило безпеку пішоходів, особливо в районах біля Центру крові та житлових будинків. Досягнення цієї безпеки було головною метою реорганізації дорожнього руху на цій ділянці.

Моделювання нерегульованих вузлів (Priority Rules та Conflict Areas)

Для реалізації імітації руху на нерегульованих перехрестях та виїздах із прилеглих територій (зокрема Т-подібного перехрестя між вул. Юрія Глушка та прилученням до вул. Ризької) у програмному середовищі PTV Vissim було застосовано комплексний підхід, який поєднує методи візуального аналізу та математичного моделювання пріоритетів[16].

Conflict Areas (Конфліктні зони)

Цей інструмент використовувався для базового регулювання місць, де перетинаються траєкторії руху транспорту і пішоходів. У конфліктних точках одному транспортному потоку присвоюється статус головного (зазначається зеленим кольором), а іншому — другорядного (відповідно, червоним кольором).

Ключовою складовою калібрування стало налаштування параметра Visibility distance (дистанція видимості):

У поточному стані: Значення дистанції видимості було штучно знижено до 15 метрів. Цей підхід дозволив змоделювати негативний вплив хаотично припаркованих авто біля Центру Крові та офісних будівель, які суттєво зменшують оглядовість. Таким чином, водії у моделі змушені приймати рішення щодо маневрів у безпосередній близькості до зони конфлікту.

У проєктному стані : Застосування розмітки типу «антикишень» (1.16.1) [4] та розчищення 10-метрових зон перед пішохідними переходами дало змогу збільшити дистанцію видимості у моделі до 40–45 метрів[4]. Це призвело до помітного покращення якості руху: водії мали більше часу на оцінку ситуації, що сприяло загальній плавності та безпеці дорожнього руху.

Priority Rules (Правила пріоритету)

Ця функція використовувалася переважно для моделювання складних маневрів, таких як виконання лівого повороту з вул. Юрія Глушка на вул. Максима Берлінського. Алгоритм роботи інструмента базується на комбінації стоп-ліній (червоні маркери для другорядної дороги) та контрольних ліній конфлікту (зелені маркери для головної дороги).

Для правильної імітації пропускної здатності та визначення пауз у русі були налаштовані такі технічні параметри:

Minimum headway (Мінімальна дистанція): Визначено в межах 10–15 метрів. Автомобіль на другорядній дорозі не починає рух, якщо відстань до транспортного засобу, що рухається головною дорогою, є меншою за цей поріг [16].

Minimum gap time (Мінімальний часовий інтервал):

Встановлено в діапазоні 3,5–4,0 секунди. Цей ключовий параметр вводить додатковий рівень безпеки, змушуючи транспортні засоби враховувати час, необхідний для уникнення потенційного зіткнення. Якщо розрахунковий час прибуття автомобіля на головній дорозі є меншим за 3,5 секунди, водій на

другорядній дорозі залишається нерухомим у режимі очікування безпечної можливості для маневру.

Налаштування цих параметрів сприяло ефективному моделюванню уповільненого та безпечного трафіку у проєктній моделі. Це стало особливо важливим для велосипедної контрсмуги, де пріоритетні правила забезпечують безпечний взаємний рух велосипедистів і автомобілів, які здійснювали паркування вздовж правого краю дороги.

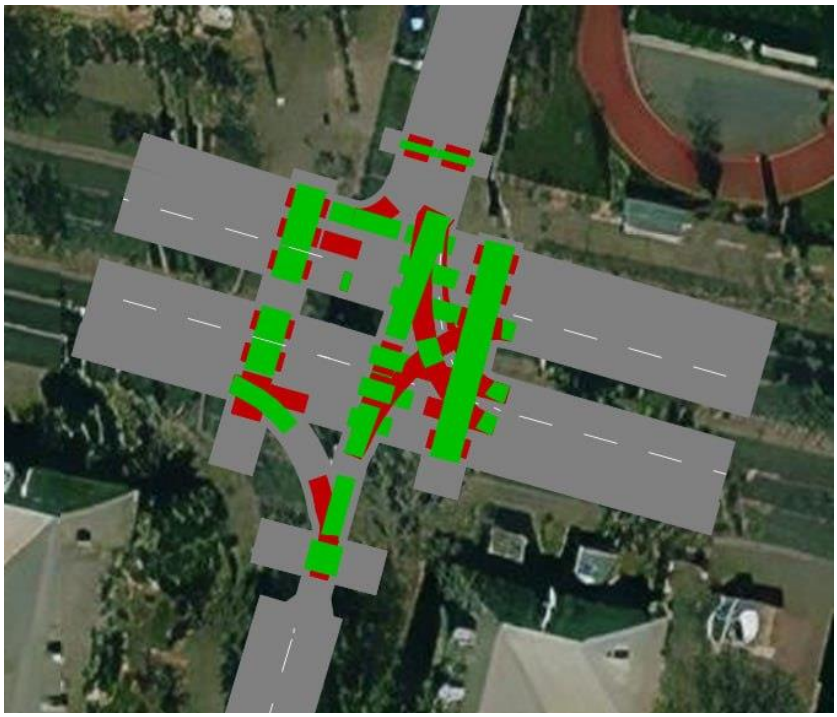


Рисунок 4.5. Візуалізація параметрів пріоритетних правил на перехресті вулиць М. Берлінського та Щуєва

Маршрутизація та розподіл транспортних потоків (Vehicle Routing Decisions)

Для забезпечення правильного спрямування транспортних засобів у вузлових точках дорожньої мережі зокрема, на перехрестях вулиці Максима Берлінського з вулицями Щусєва та Ризькою у програмному середовищі PTV Vissim було використано інструмент «Static Vehicle Routing Decisions» (Статичні маршрутні рішення).

Процес налаштування логіки розподілу транспортних потоків включав кілька основних етапів:

Встановлення маркерів: Перед кожною вузловою точкою на відповідній ділянці дороги розміщувався базовий маркер маршруту. На виходах з перехрестя, у кожному можливому напрямку руху, встановлювалися цільові маркери, які визначали можливі траєкторії подальшого руху транспортних засобів.

Параметризація розподілу потоків:

У інтерфейсі Routing Decisions List для кожного напрямку були задані значення відносного потоку (Relative Flow). Ці значення обчислювалися на основі даних польових досліджень, що відображають реальний стан транспортних потоків. Програмний комплекс Vissim автоматично моделював ймовірність виконання маневру кожним транспортним засобом-агентом, коли він наближався до точки прийняття рішення. Завдяки цьому вдалося змоделювати реальну завантаженість окремих смуг руху та отримати достовірні показники таких параметрів, як довжина черг і часові затримки перед виїздом на магістральні вулиці.

В контексті проєктного стану маршрутизація була розширена введенням спеціальних рішень для велотранспорту, який рухався по контрсмузі. Це дало змогу провести аналіз безпеки взаємодії велосипедистів із автомобілями, які здійснюють маневри повороту з вулиці Ризької, та оцінити ефективність запропонованих змін.

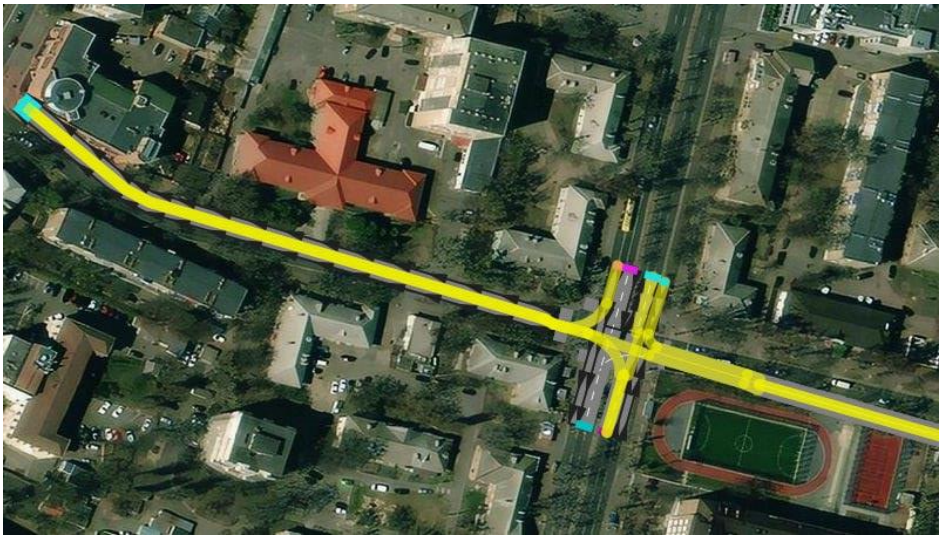


Рисунок 4.6.

4.4 Розробка транспортної моделі проєктного стану.

Після перевірки та підтвердження моделі наявного стану наступним кроком у дослідженні стала розробка імітаційної моделі майбутнього стану. Основна мета цього етапу — тестування запропонованої комплексної схеми організації дорожнього руху (КСОДР) та аналіз її впливу на пропускну здатність і рівень безпеки транспорту та пішоходів на ділянці вулиці Максима Берлінського протяжністю.

Модифікація геометричних параметрів мережі

Відповідно до розроблених у середовищі IndorDraw проєктних профілів, у моделі Vissim було внесено зміни до геометрії й топології лінків, що включало такі оновлення:

Транзитна смуга: Ширина основної автомобільної смуги була скорочена до нормативного показника — 3,0 м. Це рішення дозволило вивільнити простір для нових інфраструктурних елементів, а також сприяє зниженню швидкості руху, підвищуючи загальний рівень безпеки.

Велосипедна смуга: Вздовж лівого боку проїзної частини було додано окремий лінк шириною 1,5 м для велосипедистів із напрямком руху, протилежним основному транспортному потоку (у напрямку до вул. Ризької).

Для забезпечення безпеки у місцях перетину велосипедної смуги з автомобільними потоками були налаштовані відповідні зони конфлікту [5].



Рисунок 4.7. Велосипедна смуга в проєктній моделі

Паркувальний простір: Вздовж правого боку вулиці передбачено організовану зону паралельного паркування шириною 3,0 м. На відміну від існуючого стану, де паркування проводиться стихійно, у новій моделі чітко визначено межі паркувальних місць, що виключає можливість блокування транзитної смуги.



Рисунок 4.8. Паркувальний простір в проєктній моделі

Аналіз результатів моделювання та картограми щільності

На основі проведених ітерацій імітаційного моделювання у програмному середовищі PTV Vissim здійснено аналіз функціонування ділянки по вул. Максима Берлінського у двох сценаріях: поточному стані та стані після впровадження проєктних рішень.

Порівняльний аналіз техніко-експлуатаційних показників

Результати дослідження демонструють значущі зміни в характеристиках транспортного потоку внаслідок реалізації інженерних заходів з оптимізації дорожнього руху, зокрема звуження ширини смуг до 3,0 метрів.

Розрахунок транспортних затримок та черг

Для аналізу транспортних затримок та черг на ділянці вулиці Максима Берлінського в рамках імітаційного моделювання в середовищі Vissim застосовується дискретний стохастичний підхід. Кожен учасник дорожнього руху, незалежно від типу (від легкових автомобілів до велосипедів на зустрічній смузі), моделюється як самостійний агент з унікальними фізичними характеристиками та поведінковими параметрами, що відповідають моделі Відемана [17]. Основний критерій для оцінки якості запропонованої схеми організації дорожнього руху та визначення рівня сервісу (LOS) – це показник середньої затримки (Average Delay) [8]. Програмне забезпечення здійснює індивідуальний розрахунок затримки для кожного транспортного засобу, який проходить через визначені вузли (Nodes) на перехрестях з вулицями Ризькою та Щусєва. Індивідуальна транспортна затримка визначається як відхилення фактичного часу подолання ділянки (довжиною 0,46 км) від теоретично можливого (ідеального) часу. Математичне вираження індивідуальної затримки для i-го транспортного засобу наведено нижче:

$$\mathrm{Di} = \mathrm{T_{act}} - \mathrm{T_{theor}} \tag{4.1}$$

де:

Di це час затримки і-го транспорту, с

T_{act} це фактичний час, який автомобіль витрачає на подолання певної ділянки дороги.

T_{theor} це теоретичний час, який автомобіль мав би витравити для подолання цієї ж ділянки.

Загальна затримка

Це сукупність усіх додаткових витрат часу, які автомобіль зазнає під час руху.

Час зупинки

Це частина загальної затримки, коли автомобіль повністю зупиняється. Це особливо важливо при аналізі впливу паркування вздовж дороги. Програма PTV Vissim фіксує зупинку, коли швидкість автомобіля падає майже до нуля.

Середня затримка по всій мережі (D_{avg}):

Це середній показник затримок всіх автомобілів, які проїхали через досліджувану ділянку протягом певного періоду. Він розраховується як сума затримок всіх автомобілів, поділена на їхню загальну кількість.

$$\mathrm{Davg} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} d_i \qquad (4.2)$$

Де:

N це загальна кількість засобів, які проїхали через ділянку, яка оцінюється.

Довжина черги (Queue Length): Цей показник використовується для оцінки того, наскільки добре виїзд на вулицю Щусєва справляється з потоком транспорту.

Як фіксується черга: Програма Vissim використовує спеціальний інструмент (Queue Counter) [16] для вимірювання довжини черги. Автомобіль вважається частиною черги, коли його швидкість падає нижче 5 км/год. Він виходить з черги, коли його швидкість перевищує 10 км/год.

Результати аналізу: Вимірювання максимальної довжини черги показало, що впровадження "антикишень" (спеціальних зон для паркування) та звуження смуги до 3,0 метрів не призвело до утворення заторів на сусідніх виїздах і забезпечило стабільну роботу всієї дорожньої мережі.

Організоване паркування

Хаотичне розташування автомобілів, що спричиняло виникнення "ефекту пляшкового горла", було замінено структурованими паркувальними

локаціями. Уздовж правого боку проїзної частини (переважно у межах житлових кварталів та поблизу офісних центрів) з використанням інструменту Parking Lots змодельовано зони паралельного паркування шириною 3,0 м. [3]

Для симуляції реалістичної поведінки автомобілів у межах міської інфраструктури було активовано параметр Parking Routing Decisions, який автоматично генерує випадкові маневри заїзду та виїзду транспортних засобів протягом моделювання в часових межах однієї години [16]. У середовищі PTV Vissim процес паркування передбачає фізичне зниження швидкості для машин, які рухаються транзитною смугою поруч із паркувальною зоною, що дозволяє детально оцінити вплив організованого паркування на загальну затримку транспортного потоку. Це рішення також забезпечує безперешкодне функціонування велосипедної контрсмуги, розташованої з протилежного боку вулиці, виконуючи роль ефективного буфера.

Моделювання заходів з заспокоєння руху

Із метою підвищення безпеки найуразливіших учасників дорожнього руху в районі Київського міського центру крові та житлової забудови, у моделі впроваджено підняті пішохідні переходи, які доповнено розширеними ділянками тротуарів ("антикишені").

Моделювання у середовищі Vissim здійснювалося за допомогою таких інструментів [16]:

Зони обмеження швидкості (Reduced Speed Areas): У місцях піднятих переходів було обмежено швидкість руху автотранспорту до 20 км/год, що враховує вертикальні коливання під час подолання дорожньої нерівності та гарантує плавне зниження швидкості перед підходом до пішоходів.

Зони конфлікту (Conflict Areas): Завдяки усуненню паркувальних місць у радіусі 10 метрів від пішохідних переходів (внаслідок створення "антикишень"), дистанцію оглядовості було збільшено з 15 до 40 метрів у налаштуваннях зон конфлікту. Це дозволило мінімізувати ризик несподіваних затримок через обмежену видимість і забезпечити своєчасне та безпечне гальмування для авто.

Таблиця 4.3.

Зведені показники ефективності проєкту

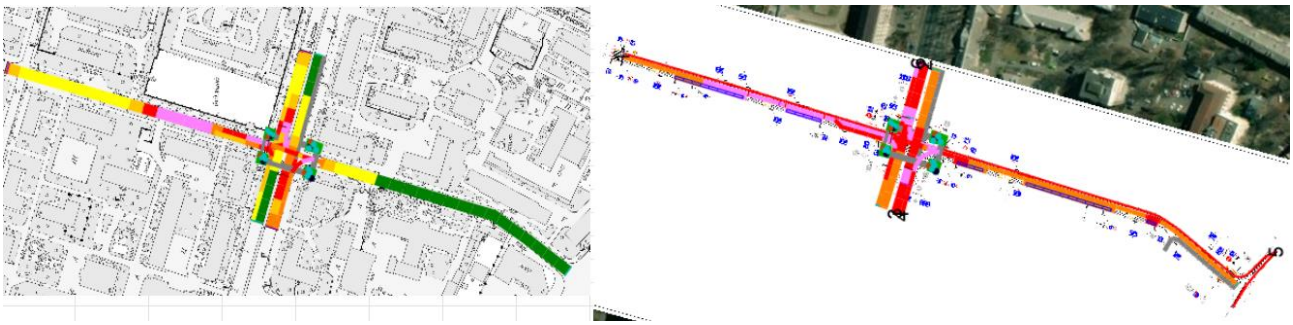
Показник ефективності	Існуючий стан	Проєктний стан	Зміна
Середня швидкість потоку	23,4 км/год	20,2 км/год	3,2км/год
Середня мережева затримка	32,5 с	36,3 с	+3,82 с
Час проїзду ділянки	64,7 с	72,1 с	+7,4 с
Максимальна довжина черги	120 м	95 м	-25 м

4.5 Аналіз мережевих показників та впливу на швидкісний режим.

Результати проведеного імітаційного моделювання виявляють свідому та ефективно контрольовану зміну динамічних характеристик транспортного потоку внаслідок реорганізації дорожнього простору. Комплекс запроваджених інженерних заходів, до якого входять звуження смуги руху до нормативної ширини 3,0 метри, облаштування велосипедної контрсмуги та встановлення піднятих пішохідних переходів, спричинив очікуване зниження швидкісного режиму на заданій ділянці.

Аналіз зібраних даних демонструє, що середня швидкість транспортного потоку зменшилася з 23,4 км/год до 20,2 км/год. У той же час середня мережева затримка зросла на 3,82 секунди, а загальний час проїзду

досліджуваної ділянки збільшився на 7,4 секунди (з 64,7 секунди до 72,1 секунди).



Наявний Проєктний

Рисунок 4.9. Порівняльні картограми швидкості наявного на проєктного стану

Аналіз ефективності вузлів та пропускної здатності:

Аналіз ефективності вузлів та пропускної здатності демонструє зміни у функціонуванні ключового виїзного перехрестя на вул. М. Берлінського вул. Щусєва. Спостерігається очікуване збільшення середньої затримки руху, яка виросла з 32,5 до 36,3 секунди. Це зростання пояснюється поліпшенням умов видимості завдяки впровадженню «антикишень» (розмітка 1.16.1) та ліквідації паркувальних місць перед пішохідними переходами [4]. Внаслідок таких змін водії отримують змогу завчасно помічати пішоходів, що змушує їх знижувати швидкість та дотримуватись правил пріоритету для людей на переходах. У попередніх умовах із хаотичним рухом і обмеженими можливостями огляду ця практика часто ігнорувалася або в принципі була складною для виконання.

Просторова візуалізація та аналіз щільності навантаження дорожньої мережі:

Окрім кількісних характеристик, таких як затримка і довжина черг, програмний комплекс PTV Vissim забезпечує інструменти для поглибленого просторового аналізу функціонування транспортних мереж [16]. Це досягається шляхом застосування візуалізації за допомогою кольорового

кодування сегментів дороги. Для всебічної оцінки впливу запропонованих заходів із модернізації було створено візуальні карти щільності транспортного потоку та рівня відносного навантаження для сценаріїв «пікової години».

Аналіз просторового розподілу щільності транспортного потоку

Щільність руху визначається через кількість транспортних засобів на кілометр смуги руху і є фундаментальним показником для оцінки якості транспортного потоку. Цей параметр дозволяє виявляти так звані вузькі місця або «пляшкові шийки», які часто не піддаються визначенню при стандартному аналізі на основі даних з окремих статичних детекторів.

Аналіз існуючого стану

Поточна візуалізація карти щільності демонструє значну нерівномірність у розподілі транспортного потоку. Моделювання наочно показує ділянки з критичною щільністю, позначені на карті червоними та помаранчевими відтінками. Такі зони найбільш виражені перед місцями хаотичного паркування (зокрема, поблизу офісного центру №19), а також на під'їздах до нерегульованих пішохідних переходів. Між зонами високої щільності помітні проміжки із низьким рівнем завантаженості (позначені зеленим кольором), які супроводжуються різкими прискореннями водіїв для компенсації втрат часу. Такий нерівномірний характер руху провокує виникнення «ударних хвиль» (shock waves), що стають основною причиною локальних затримок та дрібних дорожньо-транспортних пригод у районі Центру крові.

Аналіз проєктного стану

У запропонованому альтернативному сценарії функціональність дорожньої мережі значно покращена, що відображається на візуальних картах щільності. Удосконалення було досягнуто шляхом раціонального функціонального розмежування проїжджої частини: виділенням окремої транзитної смуги шириною 3,0 м, зон паркування та велосипедної контрсмуги завширшки 1,5 м. Це рішення призвело до значного вирівнювання щільності транспортного потоку на вул. Максима Берлінського.

Зони значного перевантаження, позначені червоним кольором, майже повністю зникли завдяки організації впорядкованого паркування та впровадженню розмітки «антикишень» (1.16.1) згідно з вимогами стандарту розмітки [4], що забезпечує розширення трикутника видимості. Як наслідок, формується стабільна конфігурація руху, де транспортні засоби підтримують прогнозовану дистанцію та дотримуються безпечної швидкості в межах 20–30 км/год. Відповідно до карти розподілу щільності, де домінують світло-зелений та жовтий кольори, стає очевидним суттєве підвищення стійкості дорожньої мережі до перевантажень, що додатково покращує безпеку всіх учасників дорожнього руху.



Наявний Проєктний

Рисунок 4.10. Порівняльні картограми щільності наявного на проєктного стану

Оцінка пропускної здатності мережі та ефективності впроваджених інженерних рішень продемонструвало, що запропонована схема організації дорожнього руху є дієздатною.

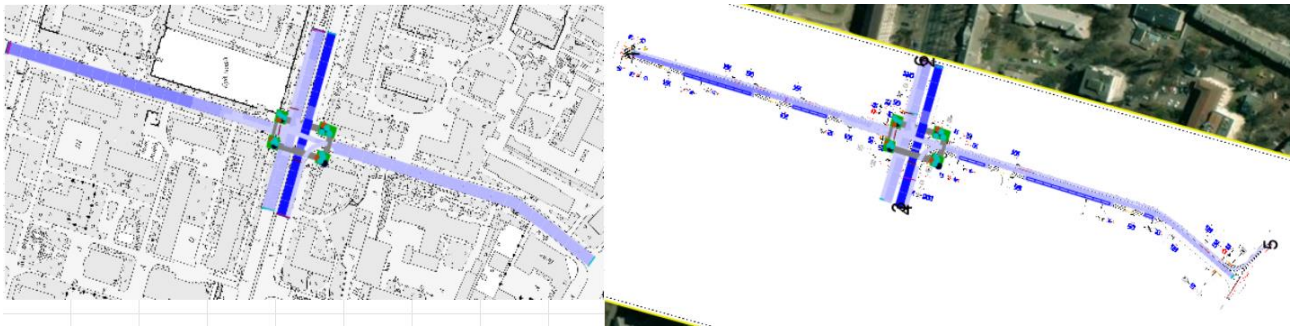
Комплексний візуальний аналіз разом із обробкою даних транспортного потоку, виконаний у моделі PTV Vissim, підтвердив доцільність змін [16].

Аналіз пропускної здатності: Результати моделювання свідчать, що нова схема дорожньої мережі з оптимізованими габаритами проїзної частини здатна ефективно обслуговувати пікове значення трафіку, яке сягає 480 автомобілів на годину. Попри зміну геометрії дороги, мережа демонструє стабільну роботу без утворення заторів, навіть за максимального навантаження.

Моніторинг навантаження: Аналіз картограм показує, що звужена до стандартних 3,0 метрів[2] транзитна смуга забезпечує достатню пропускну

здатність для поточних обсягів руху. Це доводить, що попередня ширина проїзної частини була надмірною та не виконувала жодної критично важливої функції, натомість сприяючи хаотичним паркуванням і створюючи умови для перевищення швидкісних лімітів.

Розподіл зон паркування: Введення 3-метрової смуги для паралельного паркування вздовж правої сторони дороги суттєво покращило загальну організацію руху. Паркувальні маневри, такі як заїзд і виїзд автомобілів, викликають лише нетривалі і локалізовані уповільнення транспорту. Ці тимчасові зміни швидкості швидко компенсуються і не впливають на транзитний потік чи велосипедну контрсмугу, розташовану з протилежного боку дороги.



Наявний Проєктний

Рисунок 4.11. Порівняльні картограми навантаження наявного на проєктного стану

Висновок до розділу 4

За допомогою програмного забезпечення PTV Vissim були створені та перевірені цифрові моделі вуличної ділянки, що відображають її поточний стан та запропоновані зміни. Поведінка учасників дорожнього руху моделювалася з використанням алгоритму Wiedemann 74 та механізму бажаних швидкостей.

Результати моделювання:

Безпека та швидкість: Імітаційні тести підтвердили, що запропоновані заходи зі зменшення швидкості руху були успішними. Середня швидкість транспортного потоку знизилася з 23,4 км/год до 20,2 км/год. Усунення хаотичного паркування та створення спеціальних зон покращило видимість у небезпечних місцях, збільшивши дистанцію оглядовості з 15 до 40-45 метрів.

Оптимізація руху: Аналіз щільності транспортних потоків показав повне зникнення заторів та "ударних хвиль", спричинених неорганізованою стоянкою. Незважаючи на невелике збільшення загального часу в дорозі, покращена організація руху дозволила скоротити максимальну довжину черги на виїзді до вулиці Щусєва зі 120 до 95 метрів. Модель продемонструвала, що нова схема ефективно працює навіть при високому навантаженні.

ВИСНОВКИ

Дослідження організації дорожнього руху на вулиці Максима Берлінського в Києві виявило серйозні проблеми та запропонувало ефективні рішення.

Поточний стан: Вулиця страждає від хаосу: неконтрольоване паркування та відсутність розмітки на широкій проїзній частині (7,5 м) призводять до дезорганізації. Це обмежує видимість на переходах до критичних 15 метрів, створюючи небезпечні ситуації для пішоходів.

Проєктні рішення: Застосовуючи принципи "дорожньої дієти" та Vision Zero, вулицю було перепланновано. Передбачено звуження смуг для авто до нормативних 3,0 м (для зниження швидкості), створення велодоріжки (1,5 м), виділеної зони для паркування (3,0 м), а також піднятих переходів та захисних елементів для безпеки пішоходів.

Результати моделювання (PTV Vissim): Імітаційне моделювання підтвердило успішність проєкту:

Безпека: Оглядовість на переходах зросла втричі (до 40-45 м), а середня швидкість знизилася до безпечних 20,2 км/год.

Пропускна здатність: Черги на перехресті з вулицею Щусєва скоротилися (зі 120 до 95 м) завдяки кращій організації руху.

Стабільність: Рух став більш плавним, без заторів навіть за високого навантаження.

Реалізація проєкту перетворить вулицю Максима Берлінського з транзитної артерії на безпечний простір для всіх учасників руху, з пріоритетом для пішоходів та мікромобільності, що відповідає стратегії сталого розвитку міста.

Список джерел

1. Про дорожній рух : Закон України від 30.06.1993 № 3332-XII. [Редакція від 01.01.2024].

2. Вулиці та дороги населених пунктів : ДБН В.2.3-5:2018. Київ : Мінрегіон України, 2018. 117 с.

3. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні : ДСТУ 4100:2021. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 138 с.

4. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня : ДСТУ 2587:2021. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 72 с.

5. Планування та проектування велосипедної інфраструктури : ДСТУ 8906:2019. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 64 с.

6. Благоустрій автомобільних доріг та вулиць : навч. посіб. / Т. Литвиненко, С. Солодкий та ін. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. 248 с.

7. Кононенко О., Гнатюк О. Методи урбаністичних досліджень : навч. посіб. Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2024. 147 с.

8. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах : монографія / Є. Форнальчик, І. Могила та ін. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 240 с.

9. Richards B. Future Transport in Cities. London : Spon Press, 2001. 158 p.

10. Ritter P. Planning for Man and Motor. Oxford : Pergamon Press, 1964. 384 p.

11. Haas T. New Urbanism and Beyond: Designing Cities for the Future. New York : Rizzoli, 2008. 105 p.

12. Ukrainian cities: sustainable development / Edited by Eu. Maruniak, S. Lisovskyi. Kyiv, 2023. 232 p.

13. Клименко С. В., Нагорний Т. В. Досвід організації велосипедного руху на розв'язках. *Вісник НУВГП*. 2023. Вип. 2(102). С. 347–364.

14. Полянський Ю., Карпишин М. Стала міська мобільність як чинник трансформації простору Львова. *Економічна та соціальна географія*. 2022. Вип. 88. С. 40–47.

15. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року (нова редакція). КМДА, 2017. 143 с.

16. PTV Vissim 2024 User Manual. Karlsruhe : PTV Group, 2023. 1200 p.

17. Wiedemann R. Simulation des Straßenverkehrsflusses. Karlsruhe : Universität Karlsruhe, 1974.

Додатки:

Додаток А

Таблиця 1.1.

Порівняльний аналіз концептуальних парадигм організації міського простору та транспортного планування.

Критерій порівняння	Стара програма	Нова програма	Джерело/основа
Основна мета	Максимізація та пропускної здатності для авто	Забезпечення доступності та комфорту для всіх	Richards B. Future Transport in Cities [9]
Головний пріоритет	Автомобіль	Пішохід, мікромобільність, громадський транспорт	New Urbanism and Beyond [11]
Підхід до безпеки	Покладання відповідальності на водія	Концепція Vision Zero: інфраструктура має прощати помилки	Strategy 2025
Інструмент планування	Статичні розрахунки та розширення проїзної частини.	Імітаційне моделювання	Polianskyi et al. [14]
Показник успіху	Кількість автомобілів за годину	Якісне життя, рівень шуму, безпека та екологічний вплив	Ukrainian cities: sustainable development [12]

Дизайн вулиці	Вулиця як транзитний коридор	Complete Streets: вулиця як спільний життєвий простір	Planning for Man and Motor [10]
Роль регулювання	Жорсткі цикли світлофорів для автомобілів	Адаптивне регулювання з пріоритетом громадського транспорту.	Монографія Форнальчика та Могили [8]
Благоустрій	Мінімізація перешкод для швидкості авто.	Засоби заспокоєння руху	Навч. посібник Литвиненко [6]
Методологія	Техніко-економічне обґрунтування	Урбаністичне дослідження та аналіз ліній бажання	Коненко, Гнатюк [7]

Додатки Б



Рисунок 2.1.



Рисунок 2.2.

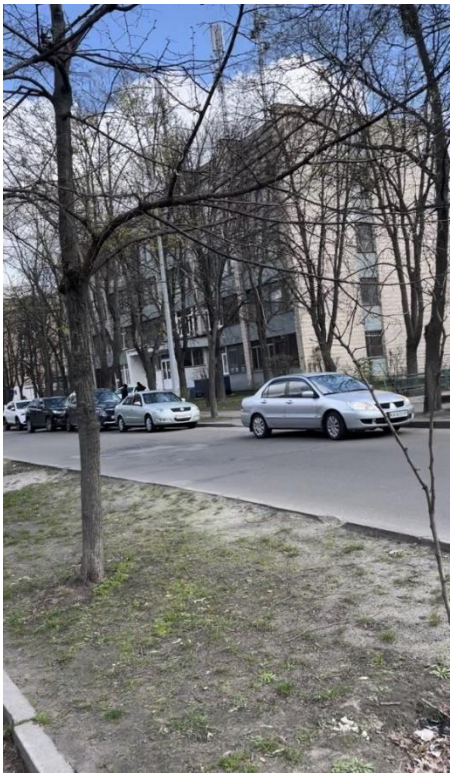


Рисунок 2.3.



Рисунок 2.4.



Рисунок 2.5.

Додаток В

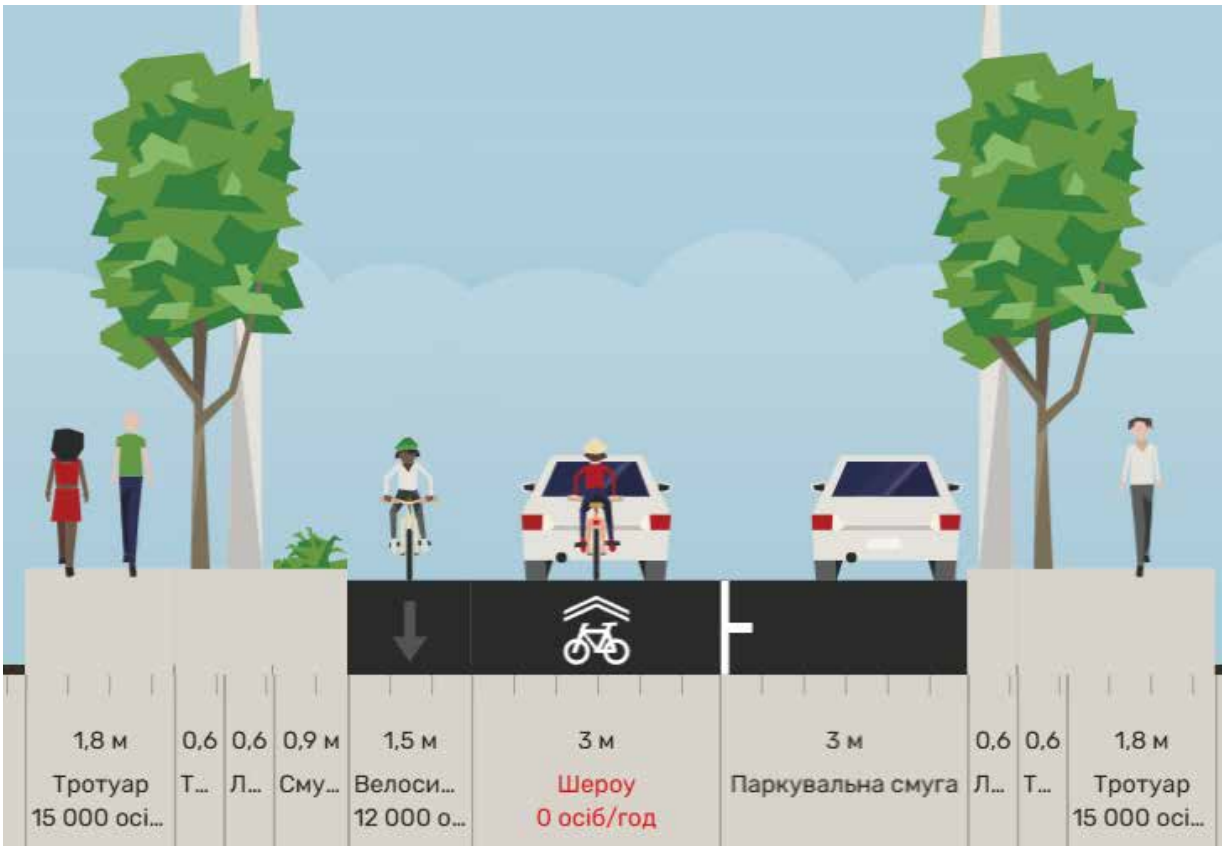
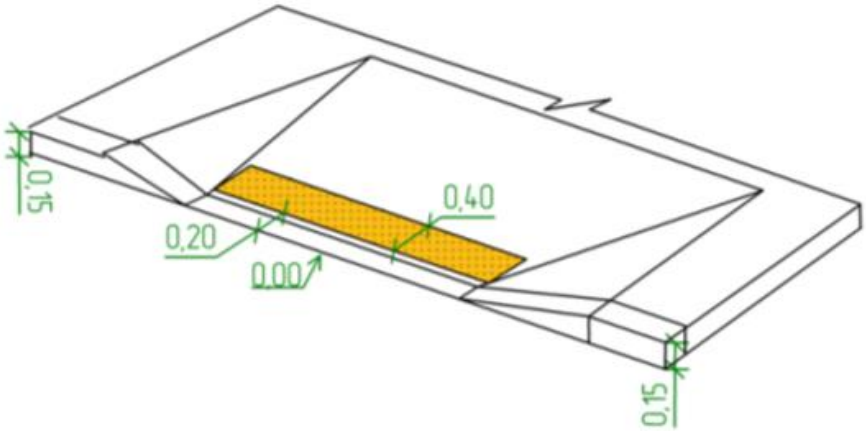


Рисунок 3.1. Майбутній вигляд вулиці

Додаток Г



Типове обладнання пішохідного переходу попереджувальною тактильною плиткою

Джерело: КП “Центр організації дорожнього руху”

Рисунок 3.2.

Додаток Д

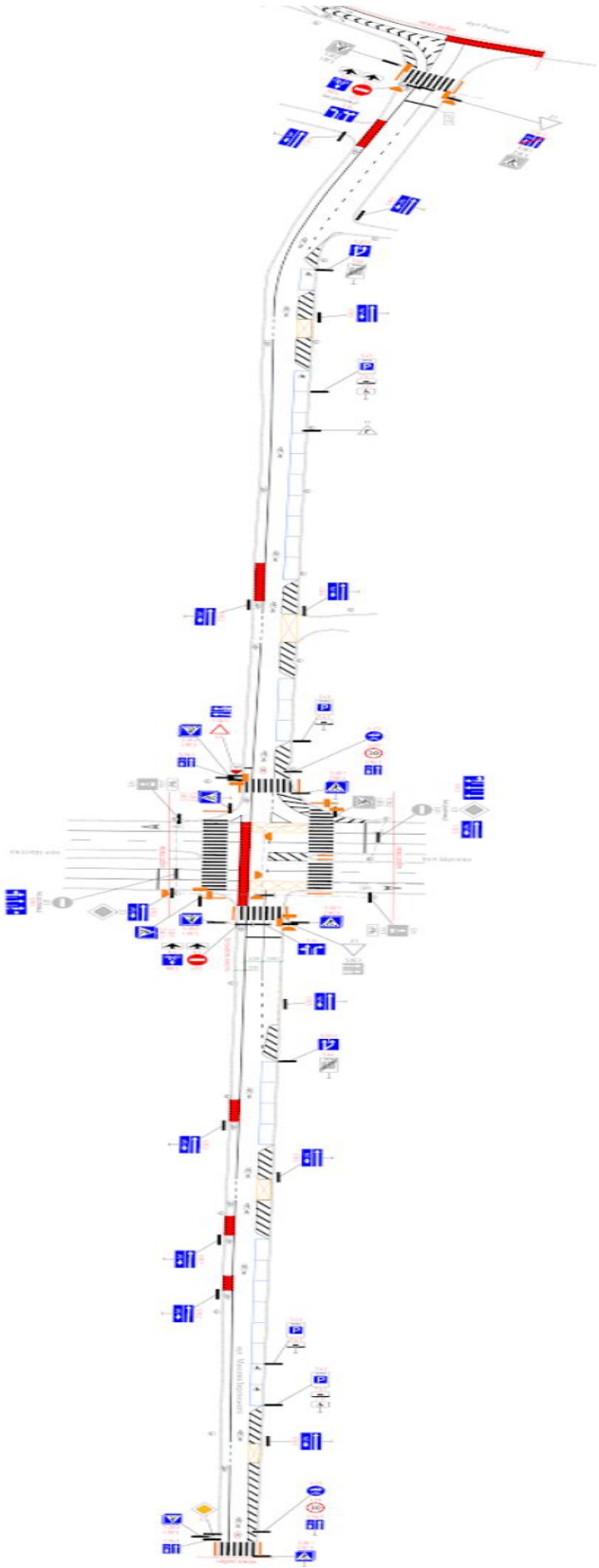


Рисунок 3.3. Майбутній план вулиці

Додаток Е

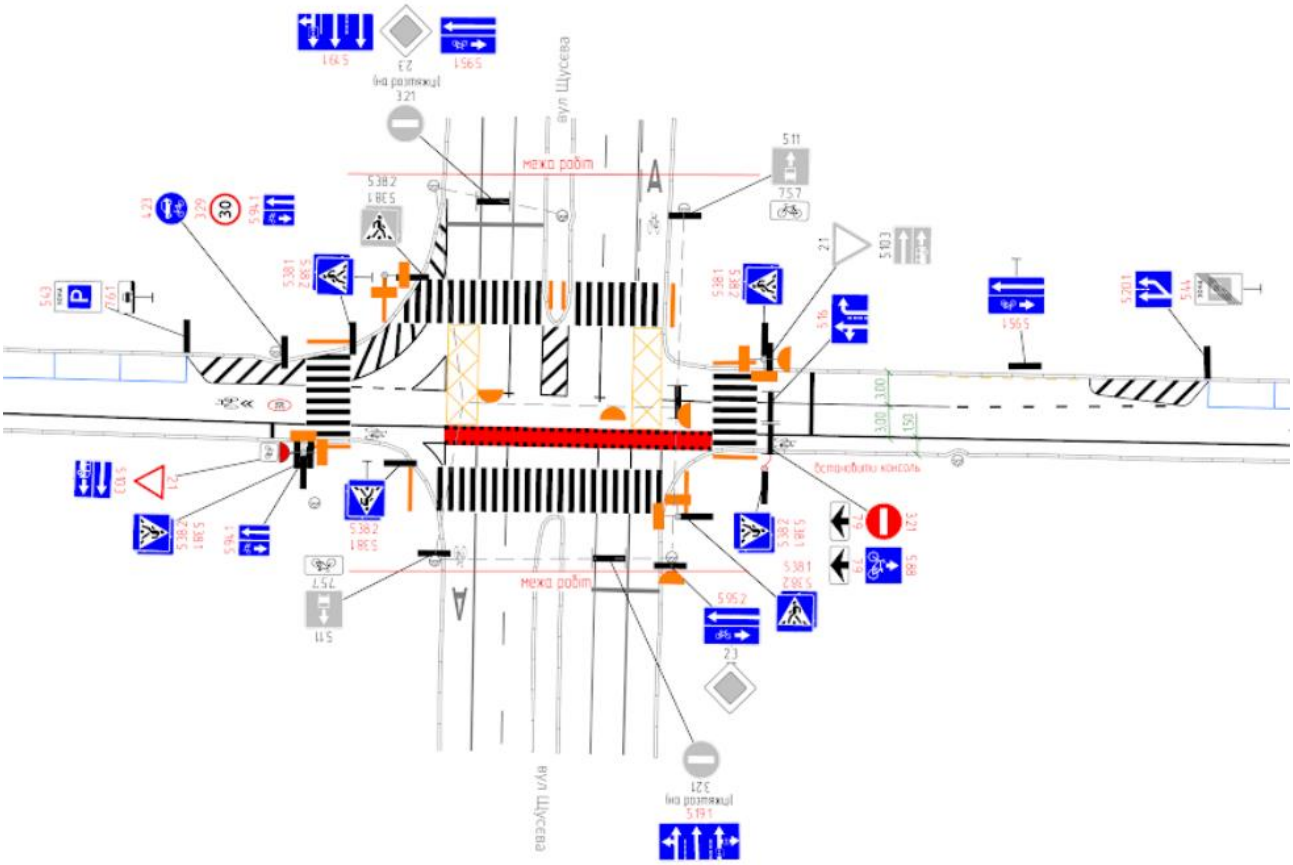


Рисунок 3.4. Схема майбутнього перехрестя вулиць М. Берлінського та Щусєва

Додаток Є

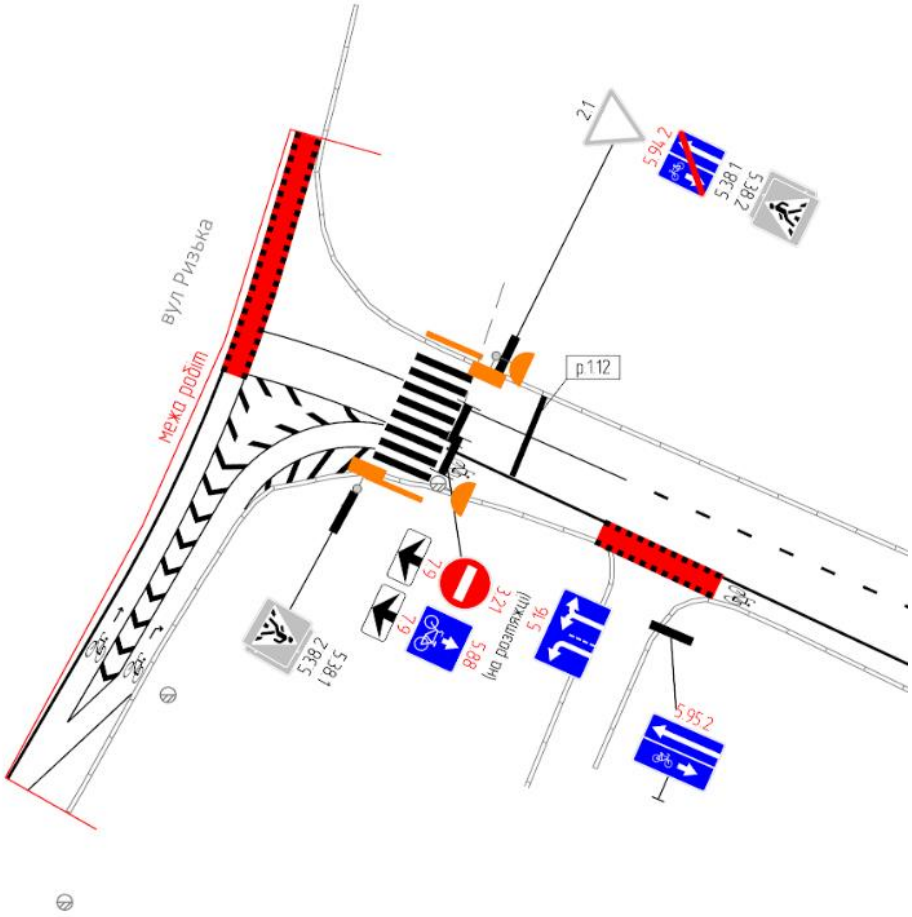


Рисунок 3.5. Схема майбутнього перехрестя вулиць М. Берлінського та Ризької

Додаток Ж

Таблиця 4.1.

Інтенсивність на перехресті вулиці Максима Берлінського та Щусєва

Напрямок	A-B	A-C	A-D	G-D	G-B	E-D	E-C
Легкові	84	228	446	44	400	250	1348
Мопеди, мотоцикли		2			2	2	12
Вантажні до 3,5т	6		14		12	2	2
Вантажні від 3,5 до 8т					2	4	12
Вантажні понад 8т					2		
В т.ч. з причіпом					18	2	2
Автобуси малої/середньої місткості					2		8
Автобуси/тролейбуси великої місткості					4	2	4
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості							2
Велосипеди/легкий персональний транспорт			2		2		4
Разом	90	230	462	44	444	242	1406

Час підрахунку 7:00-8:00

Схема перехрестя

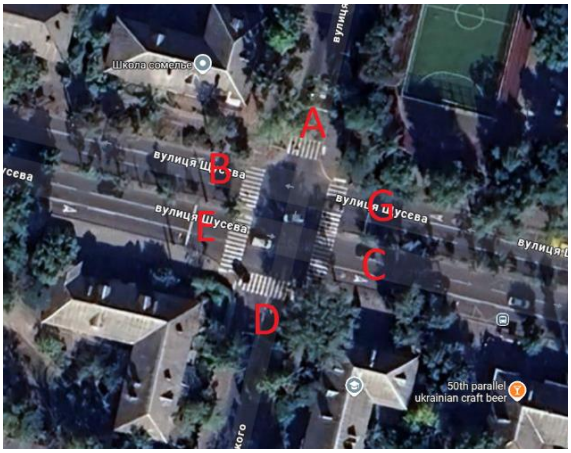


рисунок 4.1.

Додаток З

Таблиця 4.2.

Інтенсивність на перехресті вулиць Максима Берлінського та Ризької

Напрямок	А-В	А-С
Легкові	686	16
Мопеди, мотоцикли	2	
Вантажні до 3,5т	26	
Вантажні від 3,5 до 8т		
Вантажні понад 8т	2	
В т.ч. з причіпом		
Автобуси малої/середньої місткості	2	
Автобуси/тролейбуси великої місткості		
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості		
Велосипеди/легкий персональний транспорт	6	
Разом	724	16

Час підрахунку 8:00-9:00

Схема перехрестя



Рисунок 4.2.

Додаток И

Зображення побудованої мережі в існуючому стані в PTV Vissim



Рисунок 4.3.

Додаток І

Vehicle Inputs / Vehicle volumes by time interval

Vehicle volumes by

Number: 4	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1		19	391.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
2	2		4	244.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
3	3		6	703.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
4	4		7	131.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)

Рисунок 4.4. Вікно для налаштування типів засобів та їх швидкостей у PTV Vissim

Додаток Ї

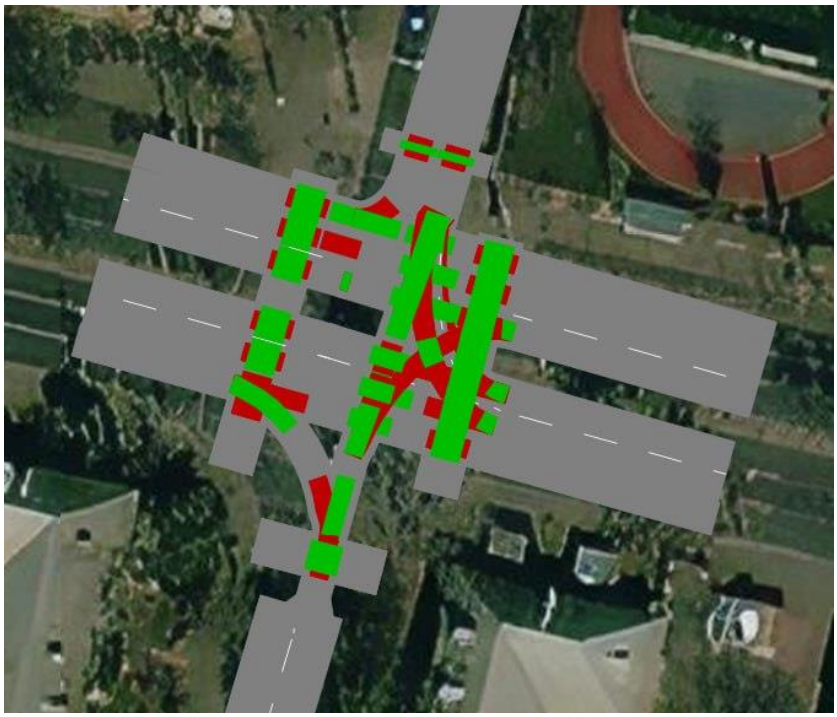


Рисунок 4.5. Візуалізація параметрів пріоритетних правил на перехресті вулиць М. Берлінського та Щуєва

Додаток Й

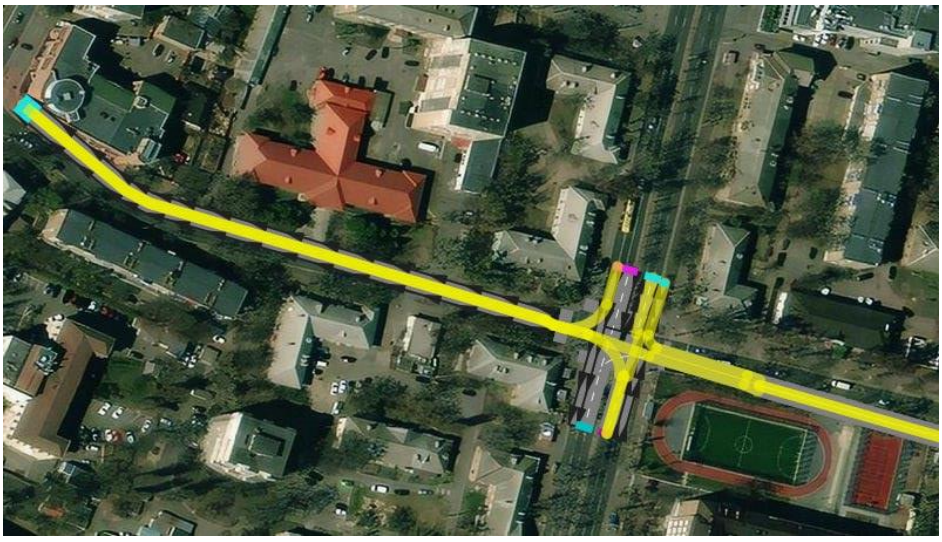


Рисунок 4.6.

Додаток К



Рисунок 4.7 Велосипедна смуга в проєктній моделі

Додаток Л



Рисунок 4.8 Паркувальний простір в проєктній моделі

Додаток М

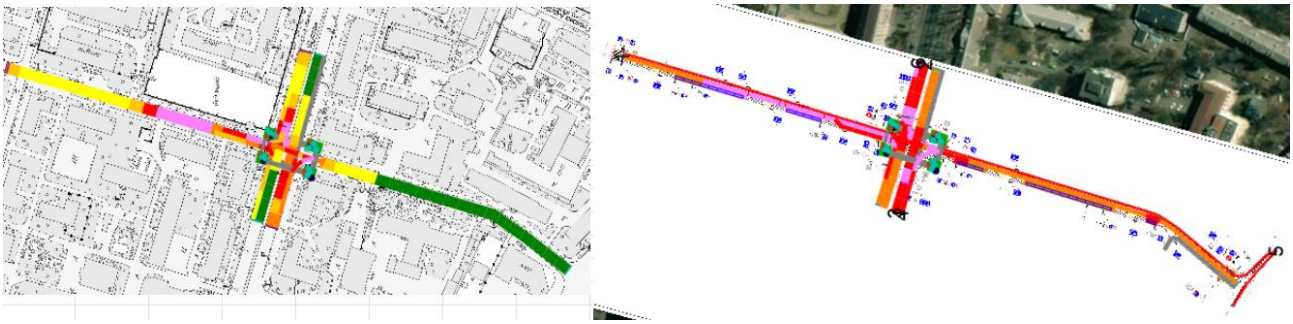
Таблиця 4.3.

Зведені показники ефективності проєкту

Показник ефективності	Існуючий стан	Проєктний стан	Зміна
Середня швидкість потоку	23,4 км/год	20,2 км/год	3,2км/год
Середня мережева затримка	32,5 с	36,3 с	+3,82 с
Час проїзду ділянки	64,7 с	72,1 с	+7,4 с
Максимальна довжина черги	120 м	95 м	-25 м

Таблиця 3

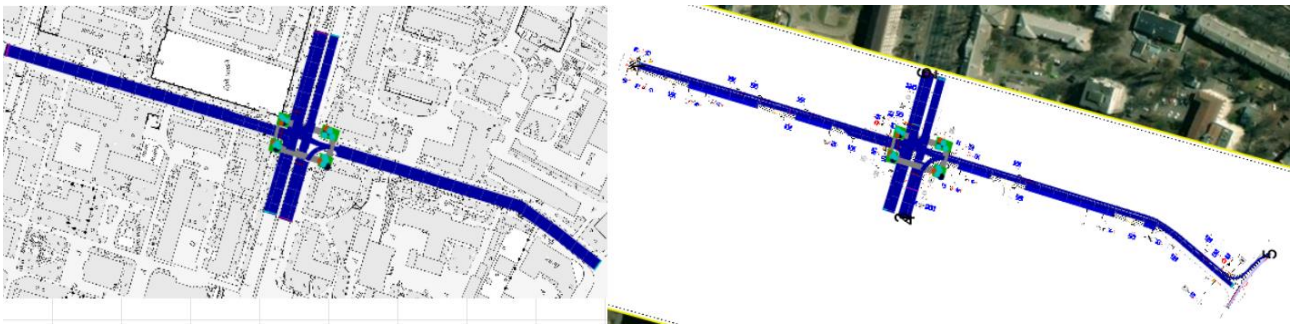
Додаток Н



Наявний Проєктний

Рисунок 4.9 Порівняльні картограми швидкості наявного на проєктного стану

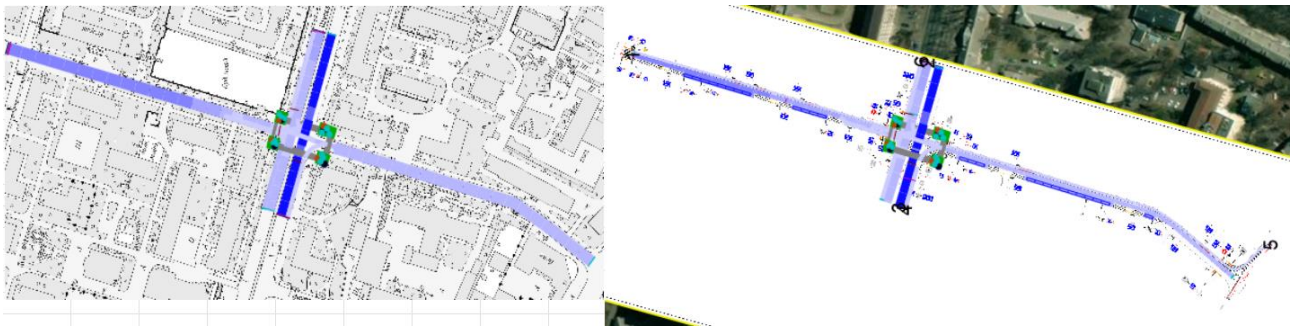
Додаток О



Наявний Проєктний

Рисунок 4.10 Порівняльні картограми щільності наявного на проєктного стану

Додаток П



Наявний Проєктний

Рисунок 4.11 Порівняльні картограми навантаження наявного на проєктного стану