**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет урбаністики та просторового планування**

**Кафедра міського будівництва**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**
Завідувач кафедри
доц. Приймаченко О.В._____
_____
«_____» _____ 2025р.

# Пояснювальна записка

**до кваліфікаційної роботи бакалавра**
на тему

«Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Старовокзальна та вул. Жилянська у м. Києві»

Виконав: студент 4 курсу, групи МБГ-21-2
Галузь знань: 19 « Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 « Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Рудюк Д.В.

Керівники:
професор Осетрін М.М.
ст. викл. Беспалов Д.О.

м. Київ - 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **урбаністики та просторового планування**

Кафедра: **міського будівництва**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **бакалавр**

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Спеціалізація: «Міське будівництво та господарство»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, доц.

Приймаченко О.В.

_____

“____”_____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ**

**НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

**Рудюку Дмитру Васильовичу**

1. Тема проєкту: «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Старовокзальна та вул. Жилянська у м. Києві»

Керівники проекту: проф. Осетрін М.М.

ст. викл. Беспалов Д.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу № 587/25/25 від 14.05.2025.

2. Термін подання студентом проекту 16.06.2025
3. Вихідні дані до проекту*: матеріали Генерального плану м. Києва; нормативно-законодавча база на проєктування; матеріали Комплексної схеми транспорту м. Києва; навчальна версія Транспортної моделі м. Києва та його приміської зони; навчально-методична документація; літературний пошук; натурні обстеження.*

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (*перелік розділів, які потрібно розробити)*

| № розділу з/п | Найменування розділів пояснювальної записки | Орієнтовний об'єм розділів пояснювальної записки (формат – А4) |
|---|---|---|
| 1 | Вступ | ≤ 2 |
| 2 | Аналітичний розділ | ≤ 10 |
| 3 | Розрахунково-проектний розділ | ≤ 20 |
| 4 | Конструктивний розділ | ≤ 5 |
| 5 | Висновки | ≤ 2 |
| 6 | Список використаної літератури | ≤ 2 |
| | **Разом** | ≤40 |

5. Перелік графічних матеріалів проекту

| № розділу з/п | Найменування розділів графічної частини проекту | Об'єм креслень (формат – А1) |
|---|---|---|
| 1 | Детальний аналіз існуючого положення: Опорний план перетину, М 1:1000; Ситуаційна схема; Існуючі поперечні профілі магістралей, М 1:200; Схема інтенсивності транспортних засобів і пішоходів в годину пік, авт/год; Схема ОДР; Аналіз щодо дотримання вимог ДБН; Опис проблем на перетині; Задачі. | 1 |
| 2 | Визначення і аналіз предмету: Транспортна модель існуючий стан; Схема конфліктів SSAM для існуючого стану; Фактори, що впливають на вибір планувального рішення; Картограми ср. шидкості, ср. щільності, ср. навантаження, ср. часу затримки. | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | Планувальні рішення: планувальні рішення перетину магістралей №1 і №2, М 1:1000; Проектні типові поперечні профілі магістралей і на кільці,М 1:200; Схеми ОДР перетину магістралей №1 і №2. | 1 |
| 4 | Вибір планувального рішення: Транспортні моделі №1 і №2; Схема конфліктів SSAM для №1 та для №2; Фактори, що впливають на вибір рішення; SWOT-аналіз; Схема конфліктних точок №1 та №2; Картограми ср. шидкості, ср. щільності, ср. навантаження, ср. часу затримки для №1 та для №2; Висновок та обшрунтування вибору планувального рішення. | 1 |
| 5 | Поздовжні профілі магістралей | 1 |
| 6 | Вертикальне планування і конструктивні рішення: Вертикальне планування, М 1:500; Схема перекладання інженерних мереж, М 1:1000; Конструкція підпірної стінки, М 1:25; Конструкція вуличного ліхтаря, М 1:5; Конструкція дорожнього покриття проїжджої частини; Конструкція тротуару та велосипедної доріжки з асфальтобетонним покриттям; Поздовжній розріз піднятого пішохідного переходу, М 1:25. | 1 |
| 7 | Висновки: Висновки; Техніко-економічні показники. | 1 |
| | **Разом** | 7 |

6. Дата видачі завдання 02.05.2025

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № розділу з/п | Етапи дипломного проекту | Термін виконання етапу проєкту | Примітки |
|---|---|---|---|
| 1 | Видача завдання | 02.05.2025 | |
| 2 | Збір вихідних даних | 12.05.2025 | |
| 3 | Робота над графічною частиною проєкту | 10.06.2025 | |
| 4 | Оформлення пояснювальної записки | 13.06.2025 | |
| 5 | Подача на рецензію та перевірку на плагіат | 16.06.2025 | |
| 6 | Захист проєкту | 24.06.2025 | |

Студент _____ Рудюк Д. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник проєкту _____ Осетрін М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
_____ Беспалов Д.О
(підпис) (прізвище та ініціали)

# ЗМІСТ


ВСТУП ..... 7
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ ..... 9
1.1. Актуальні проблеми безпеки дорожнього руху на міських перехрестях ..... 10
1.2. Характеристика перехрестя та існуючої організації дорожнього руху ..... 10
1.2.1. Роль перетину у вулично-дорожній мережі та функціональне значення підходів ..... 12
1.3. Аналіз транспортних потоків та умов руху (за результатами транспортного моделювання) ..... 14
1.4. Виявлення небезпечних зон на основі просторового аналізу конфліктів (SSAM) ..... 18
1.5. Висновки та задачі ..... 19
2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ ..... 20
2.1. Розрахункове обґрунтування параметрів магістралей та їх елементів ..... 21
2.1.1. Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей ..... 21
2.1.2. Розрахунок параметрів проїзної частини ..... 21
Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання: ..... 22
Кількість смуг руху транспорту: ..... 22
Пропускна здатність магістралей: ..... 24
Умова забезпечення пропускної здатності магістралі: ..... 24
2.1.3. Ширина тротуарів ..... 25
2.1.4. Велосипедна інфраструктура ..... 25
2.1.5. Проектування поперечних профілей магістралей ..... 25
2.2. Розрахунок планувальних рішень ..... 26
2.2.1. Обґрунтування типу організації дорожнього руху (ОДР) ..... 26
2.2.2. Оцінка доцільності застосування нерегульованої схеми ОДР на перетині ..... 26
2.2.3. Розрахунок і проєктне визначення геометричних параметрів СКП ..... 3
2.2.4. Оцінка доцільності застосування комбінованої каналізовано-регульованої схеми ОДР на перетині ..... 27
2.2.6. Розрахунок і проєктне визначення геометричних параметрів перетину з комбінованою каналізовано-регульованою схемою ОДР ..... 29
2.3. Вибір планувально рішення ..... 30
2.3.1. Моделювання проектних рішень в програмному забезпеченні PTV Vissim і аналіз SSAM ..... 30
2.3.2. Розрахунок пргнозованої кількості дорожньо-транспортних пригод ..... 35
2.3.3. Порівняння результатів ..... 36
2.4. Висновки ..... 37
2.4.1. Обгрунтування вибору планувального рішення №2 ..... 37
2.4.2. Очікуваний ефект від реалізації ..... 38
3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ ..... 40
3.1. Проєктування поздовжніх профілів перетину магістралей ..... 41
3.2. Вертикальне планування території перетину ..... 41
3.3. Проєктування піднятого пішохідного переходу ..... 41
3.4. Інженерне обладнання перетину ..... 42
3.4.1. Перекладка підземних інженерних мереж ..... 42
3.4.2. Освітлення ..... 43
3.4.3. Озеленення ..... 43
3.4.4. Дорожній одяг ..... 44
3.4.5. Зупинки громадського транспорту ..... 45
4. ВИСНОВКИ ..... 46
5. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ..... 49
6. ДОДАТКИ ..... 51
6.1. ДОДАТОК А — Умовні позначення та пояснення до формул. ..... 51
6.2. ДОДАТОК Б — Кошторисно-фінансовий розрахунок планувальнних рішень №1 і №2 ..... 53
6.3. ДОДАТОК В — Показники витрат №1 і №2 ..... 54

# ВСТУП

Проблема забезпечення безпеки на дорогах посідає важливе місце серед завдань, які стоять перед транспортними системами сучасного міста. Зі збільшенням кількості транспортних засобів і пішоходів зростає навантаження на вулично-дорожню мережу, що вимагає особливої уваги до стану інфраструктури й організації руху. Надійна, безпечна та зручна транспортна система — необхідна умова стабільного функціонування міста та комфортного пересування його мешканців.

Особливу складність у плані безпеки становлять вузли вулично-дорожньої мережі, де перетинаються різні транспортні й пішохідні потоки. Одним із таких місць є перехрестя вулиць Старовокзальної та Жилянської у Києві — ділянка з інтенсивним рухом громадського транспорту, приватних авто, пішоходів, а також близькістю вокзалу, що додатково впливає на транспортну ситуацію. Наявні планувальні обмеження, зношена інфраструктура та відсутність ефективної координації руху створюють передумови для виникнення аварійних ситуацій.

Дослідження стану такого перехрестя дозволяє оцінити сучасні виклики в організації дорожнього руху та розробити рішення, які сприятимуть зниженню рівня аварійності. Запропоновані зміни мають базуватись як на технічних розрахунках, так і на дотриманні чинних нормативів, рекомендацій щодо сталого міського транспорту та принципів безпечного планування.

Об’єктом дослідження є перехрестя вул. Старовокзальної та вул. Жилянської в місті Києві, яке виконує важливу функцію у транспортній системі центральної частини міста.

Предметом дослідження виступають підходи до вдосконалення організації дорожнього руху, спрямовані на підвищення його безпеки.

Метою дипломної роботи є аналіз існуючої організації руху на зазначеному перехресті, виявлення ключових проблем і розробка комплексу рішень для покращення безпеки дорожнього руху з урахуванням містобудівних, технічних і соціальних аспектів.

У процесі виконання роботи необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести обстеження та аналіз поточного функціонування перехрестя.

2. Оцінити відповідність існуючих рішень чинним нормам та стандартам.

3. Ідентифікувати небезпечні ділянки, де найчастіше виникають конфлікти між учасниками руху.

4. Розробити інженерно-планувальні заходи для покращення умов пересування всіх категорій користувачів.

5. Сформувати оновлену схему організації дорожнього руху.

6. Виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованих змін.

У ході дослідження використовуються методи аналізу статистичних і просторових даних, натурні обстеження, а також розрахункові підходи до оцінки безпеки, пропускної здатності та ефективності перетину.

Структурно дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел та додатків. У ній послідовно викладено аналіз проблематики, характеристику досліджуваного об'єкта, розроблені пропозиції щодо покращення організації руху, а також оцінку їх ефективності.

Запропонована тема є актуальною та практично значущою в контексті модернізації міського транспортного середовища та забезпечення комфортного, безпечного пересування мешканців столиці.

# 1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис, дата)

_____
(підпис, дата)

## 1.1. Актуальні проблеми безпеки дорожнього руху на міських перехрестях

Організація безпечного дорожнього руху в умовах великого міста є одним з основних напрямів покращення транспортної інфраструктури. Перехрестя залишаються найбільш уразливими елементами мережі — саме тут перетинаються транспортні потоки, відбувається взаємодія автомобілів, пішоходів, велосипедистів і громадського транспорту.

За відсутності якісної координації руху, продуманої геометрії та регулювання зростає кількість конфліктів, порушень правил, заторів та затримок. У таких умовах перехрестя можуть не тільки втрачати свою пропускну здатність, а й створювати небезпеку для учасників руху. Особливо це стосується ділянок, що знаходяться в зонах підвищеної транспортної активності: біля вокзалів, ділових центрів, житлових кластерів тощо.

Вивчення реальної ситуації на таких перехрестях зазвичай спирається на статистику ДТП. Проте, у цьому дослідженні, через відсутність повноцінних статистичних даних, для аналізу безпеки було застосовано методи транспортного моделювання та просторової оцінки конфліктів, що дозволяють побачити закономірності та слабкі місця навіть без офіційної інформації про аварійність.

## 1.2. Характеристика перехрестя та існуючої організації дорожнього руху

Перехрестя вулиць Старовокзальної та Жилянської розташоване в центральній частині Києва та забезпечує транспортні зв’язки між важливими об’єктами: Центральним залізничним вокзалом, вулицею Саксаганського, проспектом Перемоги, ТЦ «Україна», зупинками громадського транспорту.

Перехрестя має регулярну геометричну форму. Воно регулюється світлофорами, однак структура підходів і наявність трамвайних колій значно ускладнюють його функціонування. Геометричні параметри, щільна забудова

та відсутність достатніх острівців безпеки ускладнюють переміщення пішоходів, а високий трафік у пікові години створює умови для заторів.

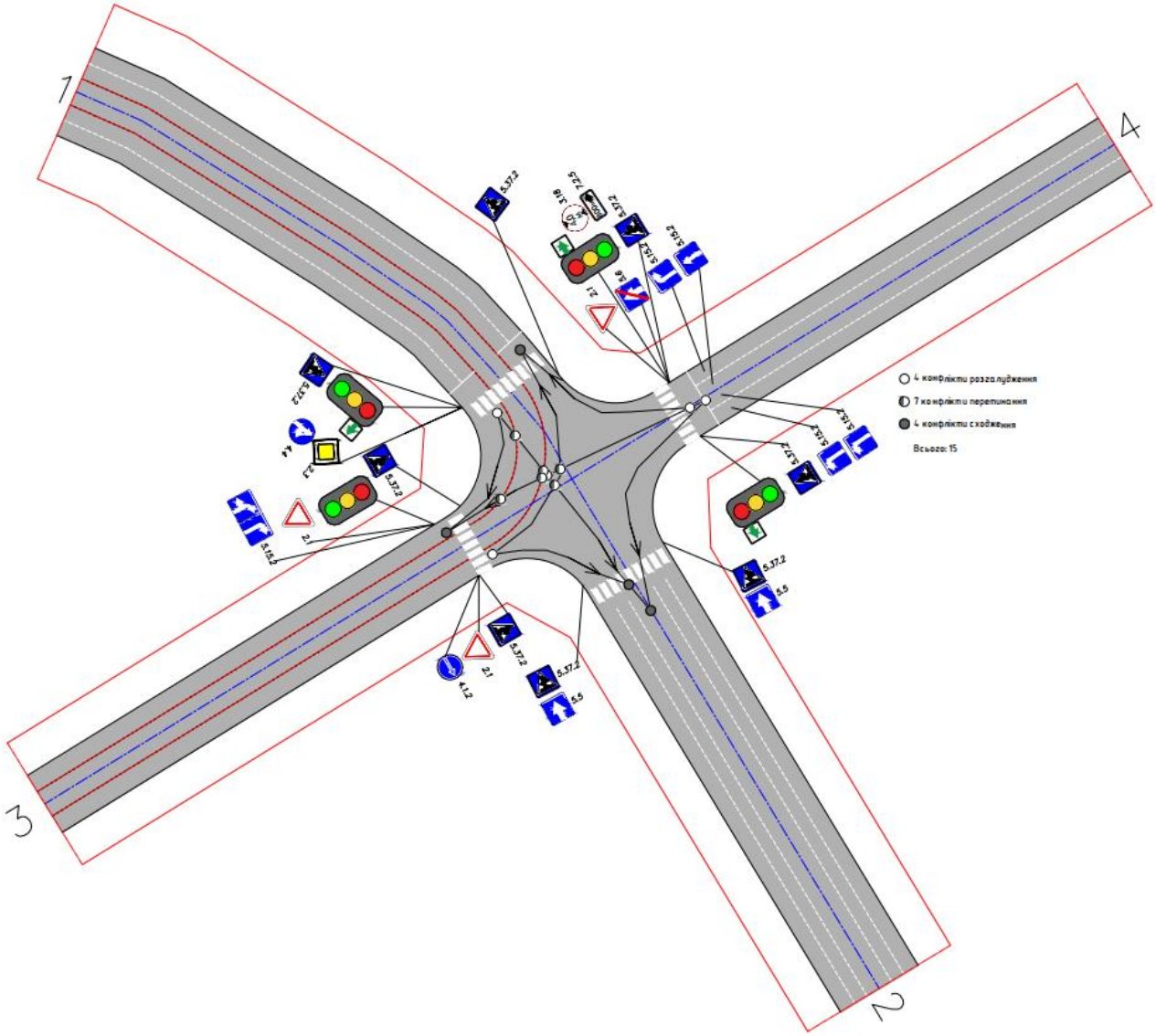



Рис. 1.1. – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Старовокзальна – вул. Жилянська

У структурі перехрестя виділяються чотири основні напрямки, які мають різне функціональне навантаження: основний транзитний, об’їзний, доступ до вокзалу та місцевий під’їзд до забудови. На ділянці є трамвайна колія, що додатково впливає на розподіл фаз світлофорного регулювання.

### 1.2.1. Роль перетину у вулично-дорожній мережі та функціональне значення підходів

Перетин вулиць Старовокзальної та Жилянської виконує важливу функцію в загальній структурі вулично-дорожньої мережі центральної частини міста Києва. Через нього проходять ключові транспортні зв’язки між залізничним вокзалом, магістралями районного значення (вул. Саксаганського, просп. Перемоги), а також здійснюється обслуговування житлових і комерційних об’єктів, розташованих у безпосередній близькості.

Перехрестя обслуговує різні типи транспортних потоків:

- приватний автомобільний транспорт;
- громадський транспорт (у тому числі трамвай);
- пішохідний рух;
- вантажне обслуговування навколишньої забудови.

На підходах до перехрестя вулиці мають різну функціональну категорію: магістраль загальноміського значення регульованого руху - вулиця Старовокзальна (3-4), магістраль районного значення - вулиця Жилянська (1-2)

Усі підходи мають в основному асфальтобетонне покриття, технічний стан частково зношений, бордюрні камені деформовані або зруйновані, в окремих місцях спостерігається недостатній водовідвід, що впливає на безпеку.

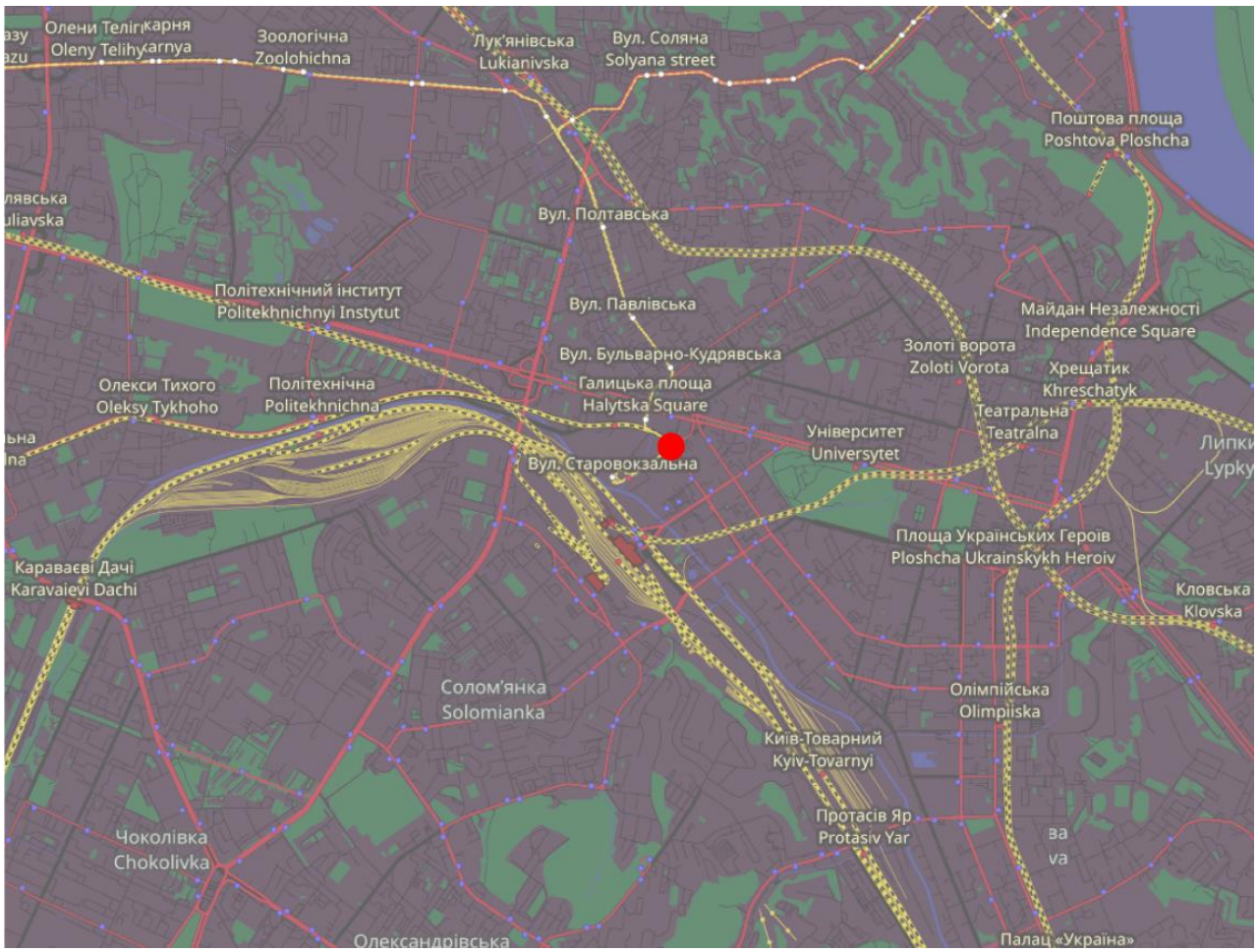
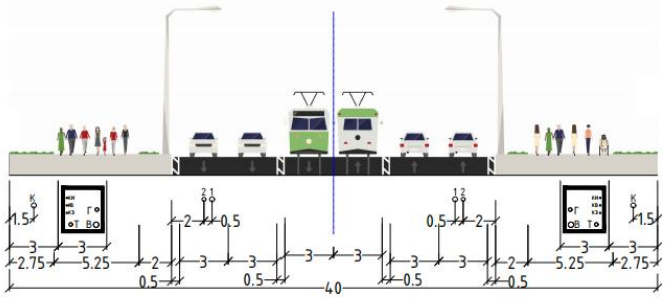
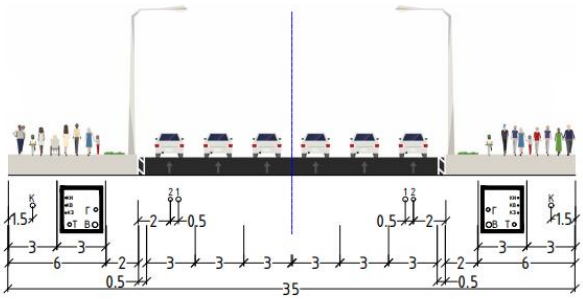



Рис. 1.2. Роль перехрестя вул. Старовокзальна – вул. Жилянська у структурі ВДМ центральної частини Києва

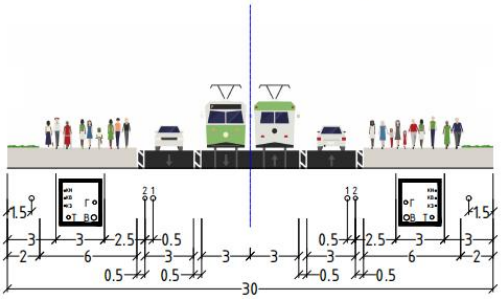
Існуючий поперечний профіль вул. Жилянської 1



Існуючий поперечний профіль вул. Жилянської 2



Існуючий поперечний профіль вул. Старовокзальної 3



Існуючий поперечний профіль вул. Старовокзальної 4

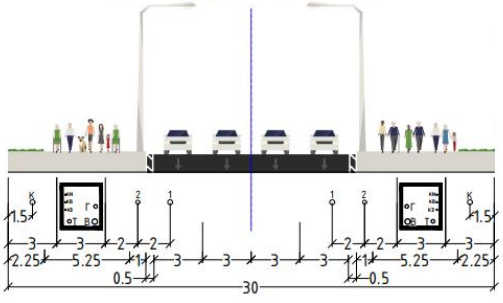


Рис. 1.3. Існуючі типові поперечні профілі підходів до перехрестя

На профілях видно:

наявність трамвайних колій у межах проїзної частини;

вузькі тротуари;

відсутність велоінфраструктури;

невідповідність ширини смуг нормативним значенням на окремих ділянках;

недостатній захист пішоходів у межах острівців безпеки або їх повна відсутність.

Ці характеристики підтверджують системну невідповідність вузла принципам безпечного, інклюзивного та ефективного міського середовища, а отже, потребу в його перепланування з урахуванням сучасних стандартів мобільності.

### 1.3. Аналіз транспортних потоків та умов руху (за результатами транспортного моделювання)

Для оцінки ефективності роботи перехрестя було створено транспортну модель ділянки, яка дозволила отримати об'єктивні просторові та кількісні показники:

інтенсивність руху по напрямках;

середню швидкість;

середній час затримки;

середню щільність транспортного потоку;

середнє навантаження на мережу.

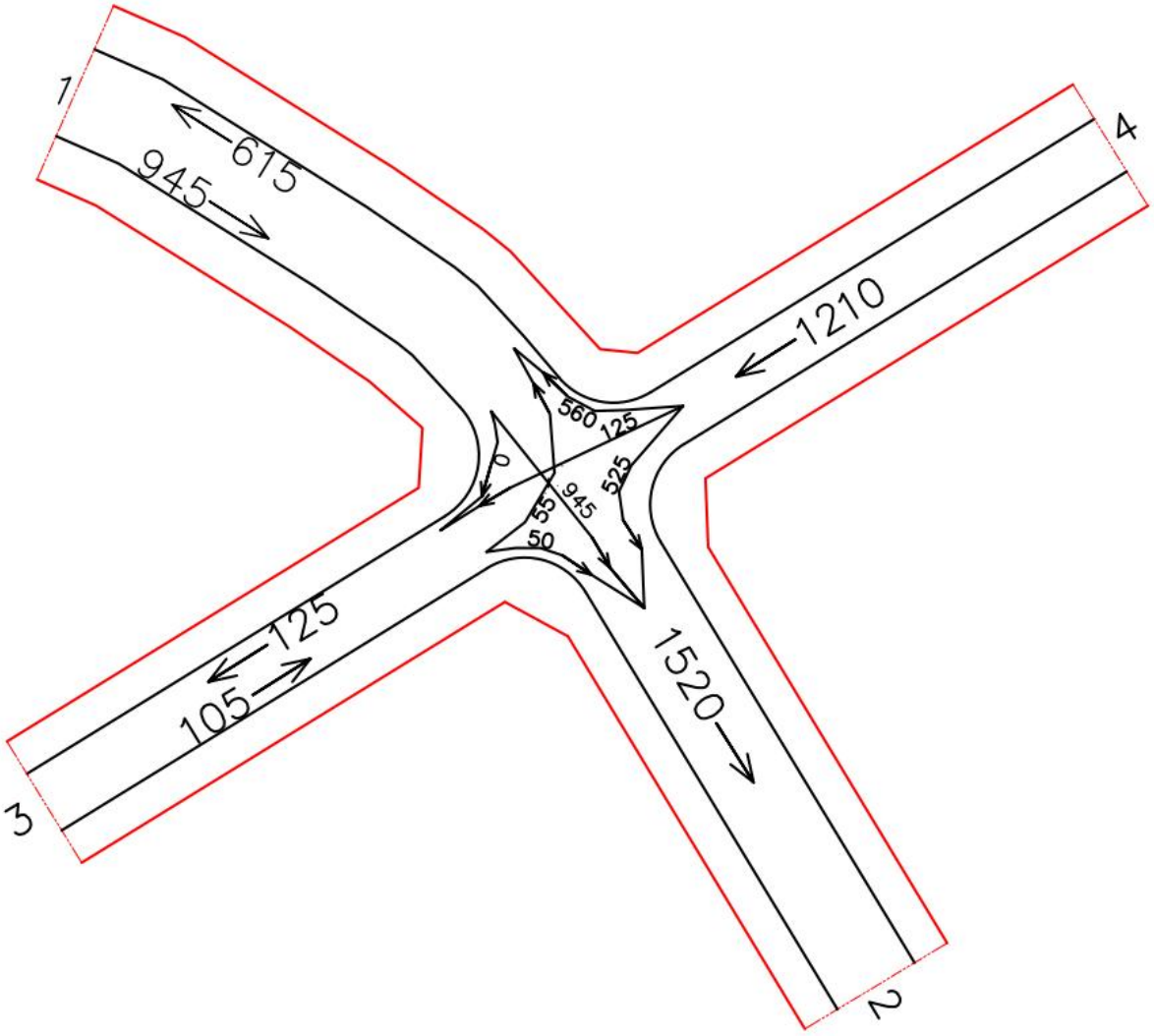



Рис. 1.4. Інтенсивність транспортних потоків на підходах до перехрестя

Таблиця 1. Перспективна інтенсивність руху транспорту на перетині, прив. од./год.

| Напрямки руху | | Вихід | | | | **Разом** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | |
| Вхід | **1** | 0 | 945 | 0 | 0 | **945** |
| | **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | **0** |
| | **3** | 55 | 50 | 0 | 0 | **105** |
| | **4** | 560 | 525 | 125 | 0 | **1210** |
| **Разом** | | **615** | **1520** | **125** | **0** | **2260** |

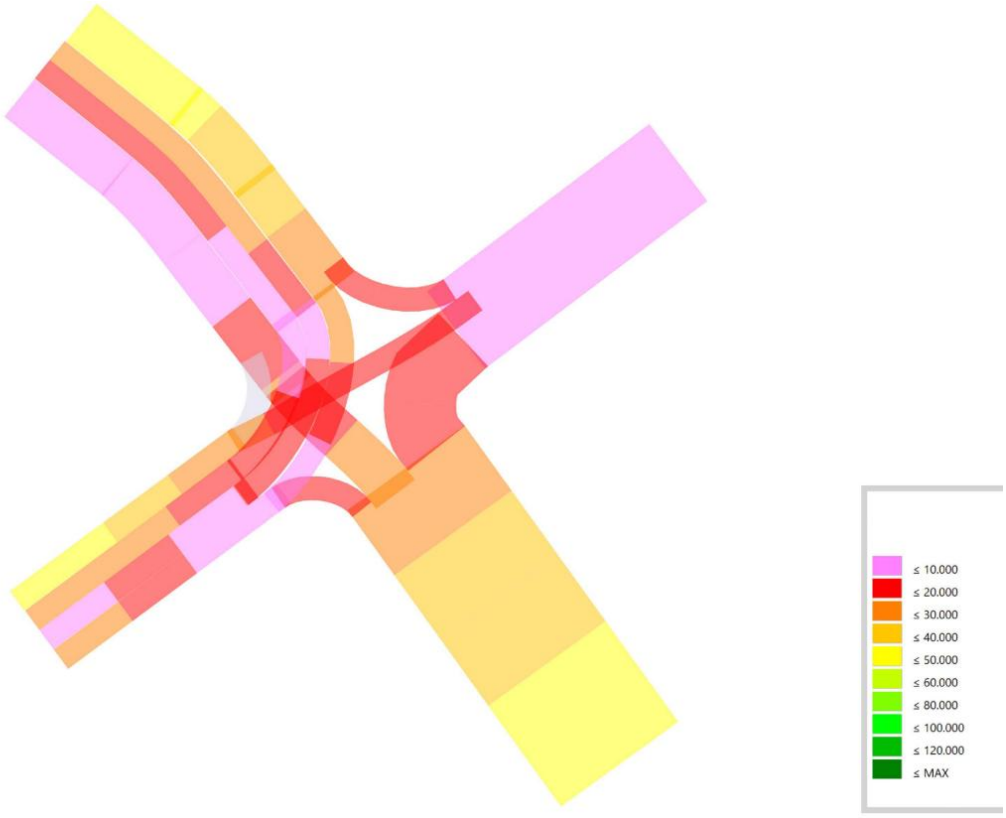



Рис. 1.5. Середня швидкість транспортних потоків (км/год)

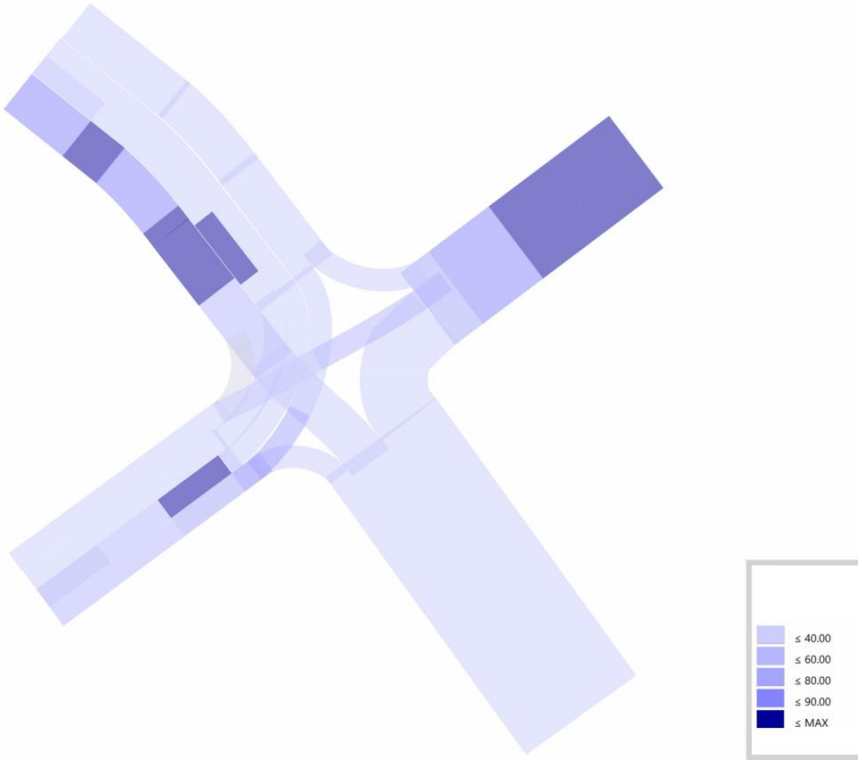



Рис. 1.6. Середній час затримки на підходах до перехрестя (с)

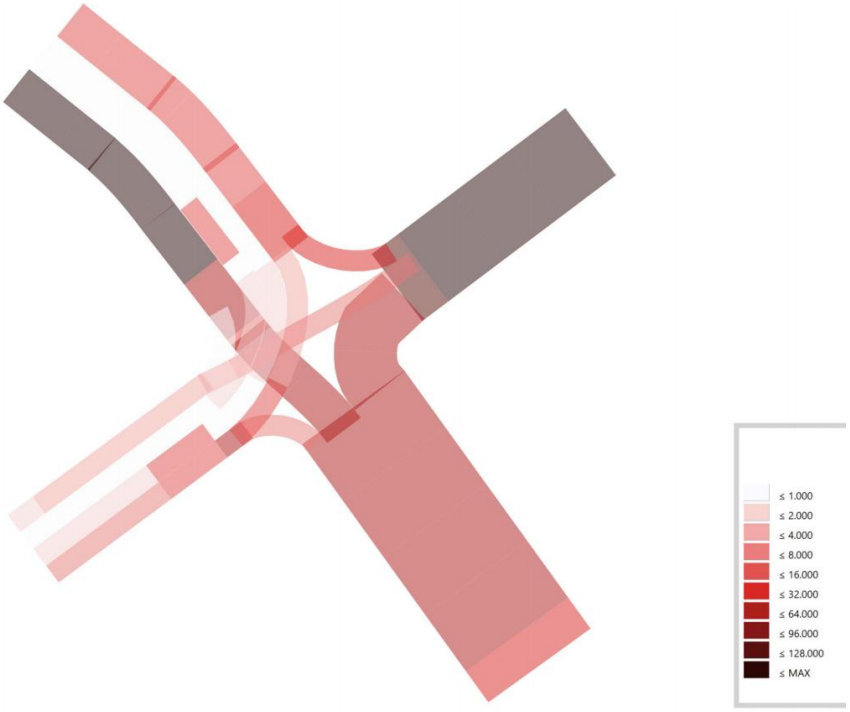



Рис. 1.7. Щільність транспортного потоку на ділянці (од./км)

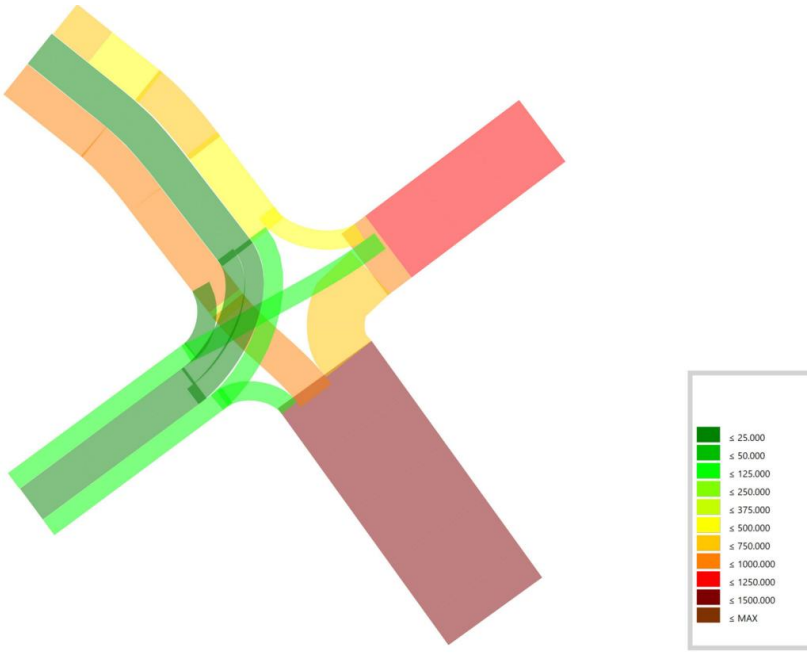



Рис. 1.8. Навантаження транспортного потоку на ділянці (од./км)

За результатами моделювання виявлено:

швидкість руху в пікові години знижується до 8,5 км/год, особливо на підходах зі сторони Жилянської;

затримки перевищують 30 секунд на підходах до світлофорів, особливо на смугах повороту;

середній час зупинки становить 1,43 с;

щільність перевищує нормативні показники, що свідчить про погіршення пропускної здатності.

Отримані дані підтверджують перенавантаження перехрестя та неефективність існуючої схеми.

## 1.4. Виявлення небезпечних зон на основі просторового аналізу конфліктів (SSAM)

Для моделювання потенційно аварійних ситуацій було застосовано інструмент Surrogate Safety Assessment Model (SSAM), який аналізує траєкторії руху транспортних засобів на основі мікроскопічного моделювання у PTV Vissim.

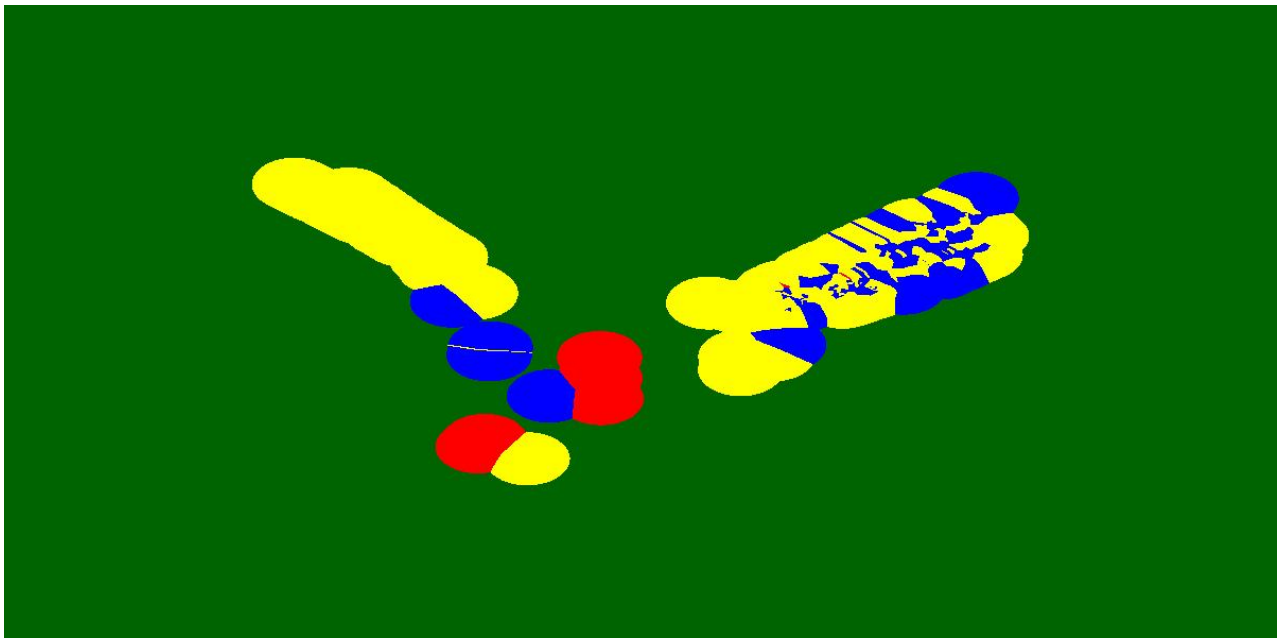


Рис. 1.9. Конфліктні точки на перехресті згідно з SSAM

SSAM дозволяє визначити місця з високою ймовірністю виникнення небезпечних маневрів без фіксації реальних ДТП. У межах дослідженого

перехрестя було зафіксовано 631 конфлікт за один цикл моделювання (тривалість 3600 секунд).

Це вказує на недосконалу логіку фаз світлофорного регулювання та перевантаження вузла.

## 1.5. Висновки та задачі

Перехрестя вул. Старовокзальної та вул. Жилянської виконує важливу роль у вулично-дорожній мережі центрального Києва, забезпечуючи рух різних видів транспорту та пішоходів. Аналіз транспортної моделі, картограм швидкості, затримки, щільності, схем інтенсивності та конфліктних точок SSAM показав перевантаження вузла, низький рівень безпеки та неефективну організацію руху.

Для підвищення безпеки та функціональності перехрестя необхідно вирішити такі завдання:

- Забезпечити безпечний пішохідний перехід — підземні переходи або підняті на 0,15 м наземні.
- Зменшити кількість конфліктних точок — через влаштування кільцевого або каналізованого перетину.
- Організувати велоінфраструктуру на підходах до перехрестя.
- За потреби — змінити світлофорний цикл відповідно до оновлених фаз.
- Удосконалити схему руху, дорожню розмітку та знаки.
- Відновити пошкоджені елементи покриття, бордюри, водовідвід.

Запропоновані заходи мають зменшити аварійність, затримки та покращити умови руху для всіх учасників.

# 2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис, дата)

_____
(підпис, дата)

## 2.1. Розрахункове обґрунтування параметрів магістралей та їх елементів

### 2.1.1. Обґрунтування вибору розрахункової швидкості на перетині магістралей

Параметри геометричних елементів перетину безпосередньо залежать від вибраної розрахункової швидкості руху. Цей показник обирається відповідно до категорії вулиць, які перетинаються, та з урахуванням нормативних вимог безпеки дорожнього руху. Згідно з [1], для вулиць магістрального значення встановлюється нормативна швидкість до 50 км/год, яку й приймаємо як базову для розрахунків. Оптимальна швидкість для максимальної пропускної здатності визначається з урахуванням довжини автомобіля, дистанції між ТЗ, умов гальмування та коефіцієнта зчеплення. Після проведення розрахунків приймаємо оптимальну швидкість Vопт = 40 км/год. Водночас із міркувань безпеки та забезпечення комфортного пересування в межах перетину, розрахункова швидкість на підходах встановлюється на рівні 30 км/год.

### 2.1.2. Розрахунок параметрів проїзної частини

*Примітка: всі умовні позначення і пояснення до формул знаходяться в Додатку А.*

Пропускна здатність однієї смуги руху:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_{розр\ на\ маг}}{l_а + l_б + V_{розр\ на\ маг}t_р + (k_е - k_1)V^2_{розр\ на\ маг}/[2g(\phi + f \pm i)]}, \quad (1)$$

$$N_{\text{см (1-2)}} = \frac{3600 * 16{,}7}{5 + 2 + 16{,}7 * 1 + (1{,}6 - 1{,}1) * 16{,}7^2/[2 * 9{,}81(0{,}4 + 0{,}02 + 0{,}02)]} = 1509\ (авт/год)$$

$$N_{\text{см (3-4)}} = \frac{3600 * 16{,}7}{5 + 2 + 16{,}7 * 1 + (1{,}6 - 1{,}1) * 16{,}7^2/[2 * 9{,}81(0{,}4 + 0{,}02 + 0{,}02)]} = 1509\ (авт/год)$$

Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання:

$$\delta = \frac{L}{L+V^2_{розр\ на\ маг}/(2a)+V^2_{розр\ на\ маг}/(2b)+V_{рорз\ на\ маг}(t_ч+2t_ж)/2}, \quad (2)$$

Відстань між сусідніми регульованими перетинами визначається за допомою сервісу OpenStreetMap.

$$\delta_{(1-2)} = \frac{160}{160+\frac{16{,}7^2}{2*1}+\frac{16{,}7^2}{2*1{,}05}+16{,}7*(20+2*5)/2} = 0{,}23$$

$$\delta_{(3-4)} = \frac{210}{210+\frac{16{,}7^2}{2*1}+\frac{16{,}7^2}{2*1{,}05}+16{,}7*(35+2*5)/2} = 0{,}25$$

Пропускна здатність смуги руху з врахуванням впливу світлофорного регулювання:

$$N'_{см} = N_{см} \cdot \delta, \quad (3)$$

$$N'_{см\,(1-2)} = 1509 \cdot 0{,}23 = 348\ (авт/год)$$

$$N'_{см\,(3-4)} = 1509 \cdot 0{,}25 = 378\ (авт/год)$$

Кількість смуг руху транспорту:

$$n = \frac{N_{розр}}{N'_{см}}, \quad (4)$$

$$N_{розр\,(1)} = 945\ (авт/год) \qquad n_{(1)} = \frac{945}{348} = 2{,}7\ (смуг)$$

$$N_{розр\,(2)} = 1520\ (авт/год) \qquad n_{(2)} = \frac{1520}{348} = 4{,}4\ (смуг)$$

$$N_{розр\,(3)} = 125\ (авт/год) \qquad n_{(3)} = \frac{125}{378} = 0{,}3\ (смуг)$$

$$N_{розр\,(4)} = 1210\ (авт/год) \qquad n_{(4)} = \frac{1210}{378} = 3{,}2\ (смуг)$$

Для прийняття рышення потрыбно порывняти нашы розрахунковы значення з вимогами ДБН [1] і для подальшого проєктування приймаємо

більшу величину, але не більше 4 смуг в одному напрямку для магістралей загальноміського значення регульованого руху та 3 смуг в одному напрямку для магістралей районного значення.

Приймаємо: $n_{(1)} = 3$ смуги руху в одному напрямку,

$n_{(2)} = 5$ смуг руху в одному напрямку (односторонній рух),

$n_{(3)} = 1$ смугу руху в одному напрямку,

$n_{(4)} = 4$ смугу руху в одному напрямку (односторонній рух.

Пропускна здатність магістралей:

$$N_{маг} = N'_{см} \cdot k_n, \quad (5)$$

$$N_{маг(1)} = 348 \cdot 2{,}7 = 940\ (авт/год)$$

$$N_{маг(2)} = 348 \cdot 3{,}5 = 1218\ (авт/год)$$

$$N_{маг(3)} = 378 \cdot 1{,}0 = 378\ (авт/год)$$

$$N_{маг(4)} = 378 \cdot 3{,}5 = 1323\ (авт/год)$$

Умова забезпечення пропускної здатності магістралі:

$$N_{маг} \geq N_{розр}, \quad (6)$$

$$Маг(1): 940 < 945$$

$$Маг(2): 1218 < 1520$$

$$Маг(3): 378 > 125$$

$$Маг(2): 1323 > 12010$$

Умова виконується частково, але переходимо до подальших розрахунків.

Ширина проїзної частини магістралей:

$$B_{маг} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (7)$$

$$B_{маг(1)} = 2 * 3 * 3 + 6 + 4 * 0{,}5 = 26\ (м)$$

$$B_{маг(2)} = 5 * 3 + 2 * 0{,}5 = 16(м)$$

$$B_{маг(3)} = 2 * 1 * 3 + 6 + 4 * 0{,}5 = 14(м)$$

$$B_{маг(4)} = 4 * 3 + 2 * 0{,}5 = 13(м)$$

### 2.1.3. Ширина тротуарів

Оскільки дані щодо інтенсивності пішохідного руху відсутні, ширину тротуарів приймаємо згідно з нормативами: 2,25 м для магістралі 1-2 та 3 м для магістралі 3-4.

### 2.1.4. Велосипедна інфраструктура

Відповідно до ДБН і ДСТУ, проєктом передбачено двосторонні велодоріжки шириною 2,5 м з обох боків для магістралі 1-2 та односторонні шириною 1,5 м з обох боків для магістралі 3-4.

### 2.1.5. Проектування поперечних профілей магістралей

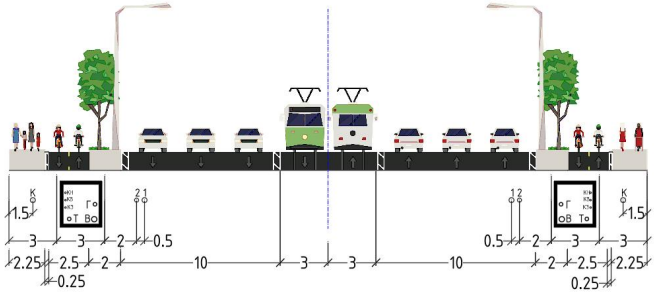



Рис. 2.1. Проектний поперечний профіль магістралі 1 (вул. Жилянська)

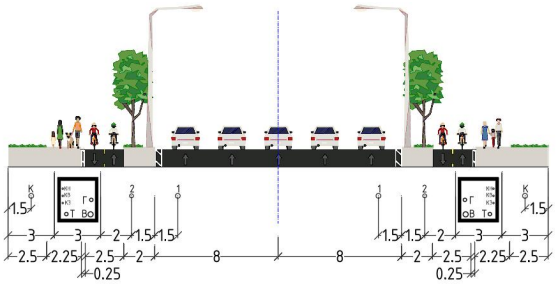



Рис. 2.2. Проектний поперечний профіль магістралі 2 (вул. Жилянська)

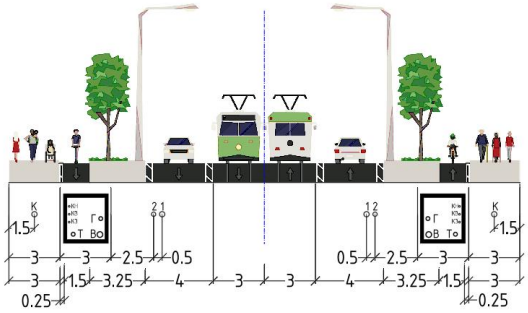



Рис. 2.3. Проектний поперечний профіль магістралі 3 (вул. Старовокзальна)

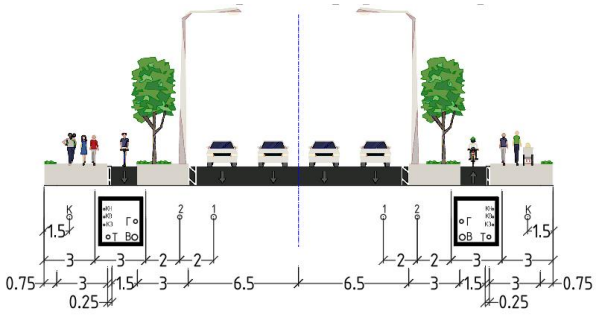



Рис. 2.4. Проектний поперечний профіль магістралі 4 (вул. Старовокзальна)

## 2.2. Розрахунок планувальних рішень

### 2.2.1. Обґрунтування типу організації дорожнього руху (ОДР)

Доцільність вибору схеми ОДР визначається шляхом порівняння розрахункової інтенсивності руху з пропускною здатністю перетину. Схема вважається доцільною, якщо виконується умова::

$$\sum N_{\text{пер}} \geq \sum N_{\text{розр}}, \tag{8}$$

$\sum \mathrm{N}_{\text{розр}} = 2260\ \frac{\text{авт}}{\text{год}}$, за таблицею 1.

### 2.2.2. Оцінка доцільності застосування нерегульованої схеми ОДР на перетині

Пропускну здатність однієї смуги руху на перетині з нерегульованою схемою ОДР - $\mathrm{N}_{\text{см}}$ визначаємо за формулою:

$$\mathrm{N}_{\text{см}} = \frac{1800}{\mathrm{t}_0}, \tag{9}$$

$$\mathrm{t}_0 = \mathrm{t}_{\text{p}} + \mathrm{t}_1 + \mathrm{t}_2 + \mathrm{t}_3 + \Delta\mathrm{t}, \tag{10}$$

Час проходження «небезпечної зони» перетину:

$$t_з = {}^{D}/_{V_{сер}}, \quad (11)$$

Відстань між границями перетину:

$$D = B_{маг} + l_а + c, \quad (12)$$

Середня швидкість на перетині:

$$V_{сер} = \frac{V_{поч.}+V_{розр.}}{2}, \quad (13)$$

Робимо розрахунки:

$$N_1 = \frac{1800}{18,9} = 96$$

$$N_2 = \frac{1800}{15,3} = 118$$

$$N_3 = \frac{1800}{14,54} = 124$$

$$N_4 = \frac{1800}{14,2} = 127$$

$$t_{0_1} = 1 + 1 + 1 + 14,9 + 1 = 18,9\ (с)$$

$$t_{0_2} = 1 + 1 + 1 + 11,3 + 1 = 15,3\ (с)$$

$$t_{0_3} = 1 + 1 + 1 + 10,54 + 1 = 14,54\ (с)$$

$$t_{0_4} = 1 + 1 + 1 + 10,2 + 1 = 14,2\ (с)$$

$$t_{3_1} = \frac{41}{2,75} = 14,9\ (с)$$

$$t_{3_2} = \frac{31}{2,75} = 11,3\ (с)$$

$$t_{3_3} = \frac{29}{2,75} = 10,54\ (с)$$

$$t_{3_4} = \frac{28}{2,75} = 10,2\ (с)$$

$$D_1 = 26 + 5 + 10 = 41\ (м)$$

$$D_2 = 16 + 5 + 10 = 31\ (м)$$

$$D_3 = 14 + 5 + 10 = 29\ (м)$$

$$D_4 = 13 + 5 + 10 = 28\ (м)$$

$$V_{сер} = \frac{1,7 + 3,8}{2} = 2,75\ ({}^{м}/_{с})$$

Пропускну здатність проїзної частини визначають окремо для кожної магістралі залежно від кількості смуг та значення коефіцієнта ефективності їх використання: $N_{п.ч.} = 2N_{см} \cdot k_n, \quad (14)$

$$N_{п.ч\ 1} = 2 * 96 \cdot 2,7 = 515\ (авт/год)$$

$$N_{п.ч\ 2} = 118 \cdot 4{,}3 = \ 507 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{п.ч\ 3} = 2 * 124 \cdot 1 = \ 248 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{п.ч\ 4} = 127 \cdot 3{,}5 = \ 444 \text{ (авт/год)}$$

Загальна пропускна здатність вузла обчислюється як сума пропускних здатностей усіх його в'їздів або виїздів:

$$N_{пер} = \Sigma N_{п.ч.} \quad (15)$$

$$N_{пер} = 515 + 507 + 248 + 444 = 1714 \text{ (авт/год)}$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (8):

$$1714 > 2260$$

Отже нерегульована схема ОДР на перетині не є доцільна, але може бути влаштована з інших причин (таких, як більша безпека руху, зменшення конфліктних точок, тощо).

### 2.2.3. Розрахунок і проєктне визначення геометричних параметрів СКП

Приймаємо радіус внутрішнього острівця: Ln = 17 (м); $R_0$ = 12 (м). Так як, маленький радіус був обраний через щільну забудову на перетині, він не задовільнає інтенсивність руху транспорту, тому влаштовуємо також світлофор, який буде працювати в години пік та під час руху трамваю.

Необхідну кількість смуг руху на СКП:

$$n = \frac{N_P^{max}}{N_{ПР}} + 1, \quad (16)$$

Загальна розрахункова схема СКП:

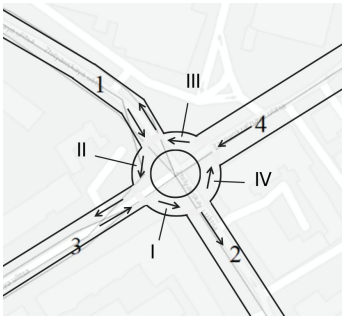



Рис. 2.5. Загальна розрахункова схема СКП

Для визначення встановимо інтенсивності в усіх перерізах кільця:

Таблиця 2. Встановлення інтенсивності в перерізах кільця.

| | I переріз | | II переріз | | III переріз | | IV переріз | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Напрям руху транс. | $N_p$авто/год | Напрям руху транс. | $N_p$авто/год | Напрям руху транс. | $N_p$авто/год | Напрям руху транс. | $N_p$авто/год |
| 1 | 1-1 | 0 | 1-1 | 0 | 1-1 | 0 | 1-1 | 0 |
| 2 | 1-2 | 945 | 1-2 | 945 | 2-1 | 0 | 1-4 | 0 |
| 3 | 1-4 | 0 | 1-3 | 0 | 2-2 | 0 | 2-1 | 0 |
| 4 | 2-2 | 0 | 1-4 | 0 | 2-3 | 0 | 2-2 | 0 |
| 5 | 3-1 | 55 | 2-2 | 0 | 3-1 | 55 | 2-3 | 0 |
| 6 | 3-2 | 50 | 2-3 | 0 | 3-3 | 0 | 2-4 | 0 |
| 7 | 3-3 | 0 | 3-3 | 0 | 4-1 | 560 | 3-1 | 55 |
| 8 | 3-4 | 0 | 4-2 | 525 | 4-2 | 525 | 3-3 | 0 |
| 9 | 4-2 | 525 | 4-3 | 125 | 4-3 | 125 | 3-4 | 0 |
| 10 | 4-4 | 0 | 4-4 | 0 | 4-4 | 0 | 4-4 | 0 |
| | $\sum N_p$ | 1575 | $\sum N_p$ | **1595** | $\sum N_p$ | 1265 | $\sum N_p$ | 55 |

$$n = \frac{1595}{800} + 1 = 2{,}99$$

Приймаємо 3 смуги руху на кільці.

Ширина проїзної частини на кільці дорівнює:

$$B_K = n \cdot в, \tag{17}$$

Радіус зовнішнього кільця визначається за формулою:

$$B_K = 3 \cdot 4 = 12\ (м)$$

$$R_{зовн} = R_0 + B_k, \tag{18}$$

$$R_{зовн} = 12 + 12 = 24\ (м)$$

Радіус правоповоротного з'їзду встановлюється з урахуванням радіусів вхідного та вихідного елементів, щоб забезпечити плавність руху на саморегульованому кільцевому перетині (СКП). Для даного випадку було прийнято радіус з'їзду рівним радіусу внутрішнього острівця СКП — 12 м. Також в Додатку В наведено транспортно-експлуатаційні і техніко-економічні показники планувального рішення №1.

### 2.2.4. Оцінка доцільності застосування комбінованої каналізовано-регульованої схеми ОДР на перетині

Розрахунок циклу світлофорного регулювання

Таблиця 3. Вихідні дані для проектуваня иклу світлофорного регулювання

| Потік | Інтенсивність (авт/год) | Ширина смуги (м) | Уклон (‰) |
|---|---|---|---|
| N1 | 0 | 3.5 | 14.87 |
| N2 | 125 | 3.0 | 12.41 |
| N3 | 55 | 4.0 | 5.69 |
| N4 | 560 | 3.5 | 12.41 |
| N5 | 50 | 4.0 | 5.69 |
| N6 | 945 | 3.0 | 14.87 |
| N7 | 525 | 6.5 | 12.41 |

Потоки насичення розраховано з урахуванням ширини смуги, ухилу та коефіцієнта Kc (для спільної смуги N3+N5). Типовий трамвай має інтенсивність 20 трамваїв/год і насичення 60 трамваїв/год.

Таблиця 4. Результати розрахунку

| Потік | MHij (авт/год) | q (авт/год) | Фазовий коеф. y |
|---|---|---|---|
| N2 | 1827 | 125 | 0.0684 |
| N3+N5 | 4336.7 | 105 | 0.0242 |
| N4 | 1875.5 | 560 | 0.2987 |
| N6 | 1822.5 | 945 | 0.5187 |
| N7 | 2666.5 | 525 | 0.1969 |
| Трамвай | 60 | 20 | 0.333 |

∑Y (сумарне значення для Вебстера): 1.4399 > 1.0 — система перевантажена.

- Цикл Вебстера не може бути застосований напряму, бо Y > 1.

- Прийнято граничне значення циклу: 120 с (з них 12 с — проміжні такти).

- Розподіл фаз (приблизно):

  • Автомобільна — 83 с

  • Трамвайна — 25 с

• Пішохідна — 8 с

- Загальний цикл: 128 с

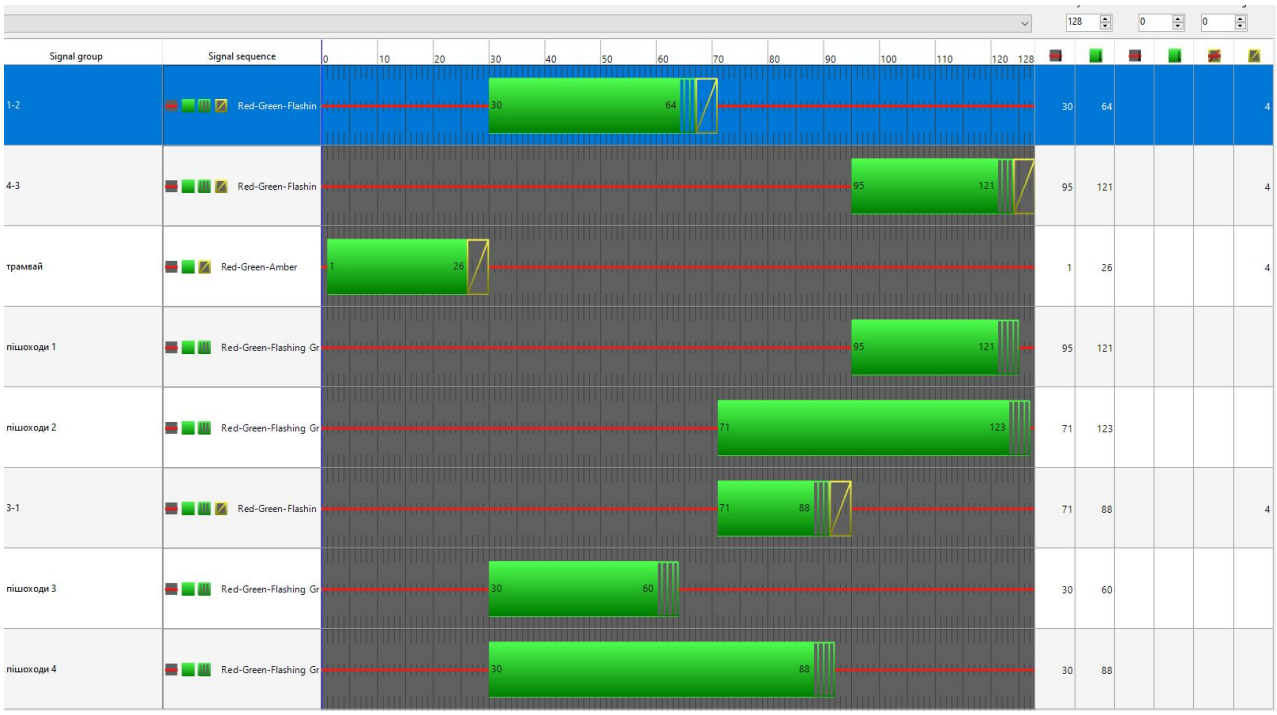



Рис. 2.6. Прийнятий цикл світлофорного регулювання

**2.2.5.** Пропускну здатність однієї смуги руху на перетині з комбінованою каналізовано-регульованою схемою ОДР - $N_{см}$ визначаємо за формулою:

$$N_{см} = 1800 \cdot \frac{t_{зел}}{T_ц}, \quad (19)$$

Використовуємо **типові нормативи** пропускної здатності:

$$N_{лівий} = 700 \ \frac{авт}{год}, N_{правий} = 1000 \ \frac{авт}{год}.$$

$$N_1 = 1800 \cdot \frac{38}{128} = 535 \ \frac{авт}{год}$$

$$N_2 = 1800 \cdot \frac{38}{128} = 535 \ \frac{авт}{год}$$

$$N_3 = 1800 \cdot \frac{21}{128} = 296 \ \frac{авт}{год}$$

$$N_4 = 1800 \cdot \frac{30}{128} = 422 \ \frac{\text{авт}}{\text{год}}$$

Пропускну здатність проїзної частини визначають окремо для кожної магістралі залежно від кількості смуг та значення коефіцієнта ефективності їх використання: $N_{\text{п.ч.}} = \sum N_{\text{см}}$, (20)

$$N_{\text{п.ч 1}} = 535 + 535 + 296 + 1000 + 1000 = 3360 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{п.ч 2}} = 535 + 535 + 1000 + 700 + 700 = 3470 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{п.ч 3}} = 1000 + 296 + 422 + 700 + 700 = 2718 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{п.ч 4}} = 1000 + 422 + 700 + 700 = 2822 \text{ (авт/год)}$$

Загальна пропускна здатність вузла обчислюється як сума пропускних здатностей усіх його в'їздів або виїздів:

$$N_{\text{пер}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}} \quad (21)$$

$$N_{\text{пер}} = 3360 + 3470 + 2718 + 2822 = 12370 \text{ (авт/год)}$$

Перевіряємо виконання умови нерівності (8):

$$12370 > 2260$$

Отже комбінована каналізовано-регульована схема ОДР на перетині є доцільна.

### 2.2.6. Розрахунок і проєктне визначення геометричних параметрів перетину з комбінованою каналізовано-регульованою схемою ОДР

Для розрахунку та проєктного визначення геометричних параметрів перетину з комбінованою каналізовано-регульованою схемою ОДР було прийнято рішення влаштувати штучні острівці безпеки — позначені дорожньою розміткою зони без бордюрів. Такі острівці організують рух і розділяють транспортні потоки, підвищуючи безпеку, але не створюють фізичних перешкод. Радіуси поворотів залишені 15 м, як на існуючому перетині.

Також в Додатку Г наведено транспортно-експлуатаційні і техніко-економічні показники планувального рішення №2.

## 2.3. Вибір планувально рішення

### 2.3.1. Моделювання проектних рішень в програмному забезпеченні PTV Vissim і аналіз SSAM

Для комплексного та всебічного аналізу безпеки дорожнього руху на перетині вулиць Старовокзальна та Жилянська у місті Києві було виконано транспортне моделювання існуючого стану, а також двох запропонованих планувальних рішень, розроблених для покращення організації руху. Крім того, з метою оцінки рівня безпеки та виявлення потенційних конфліктів на перехресті було проведено детальний аналіз за допомогою системи SSAM (Surrogate Safety Assessment Model), що дозволило кількісно оцінити ризики виникнення дорожньо-транспортних пригод та обґрунтувати рекомендації щодо подальших заходів із підвищення безпеки руху.

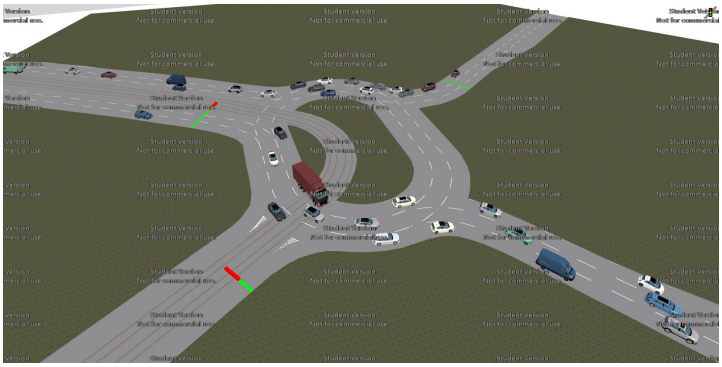


Рис. 2.7. Транспортна модель планувального рішення №1

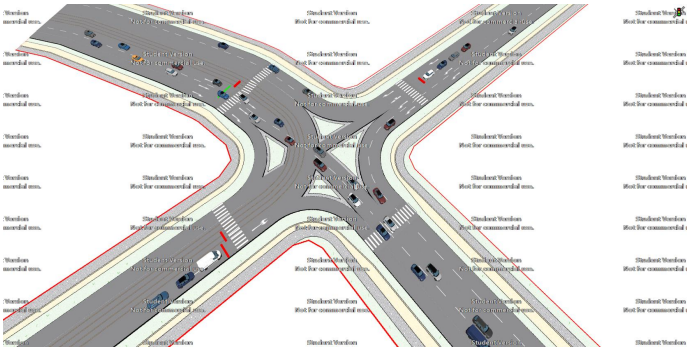


Рис. 2.8. Транспортна модель планувального рішення №2

Отримані дані представлені у вигляді картограм, що ілюструють розподіл швидкості, затримок, щільності потоку та конфліктних точок для кожного варіанту. Ці візуальні матеріали доповнює аналіз системи SSAM, який дозволив виявити критичні ділянки з підвищеним рівнем ризику та сформувати рекомендації щодо підвищення безпеки на перехресті.

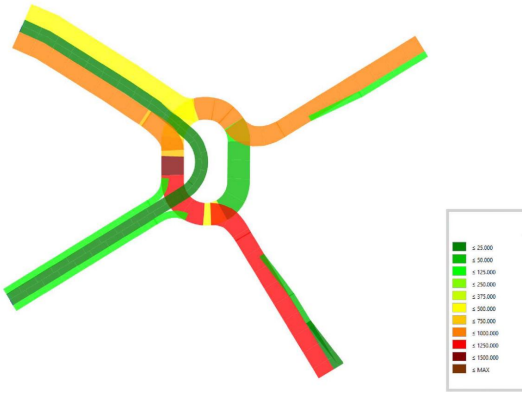


Рис.2.9. Картограма середнього навантаженя для №1

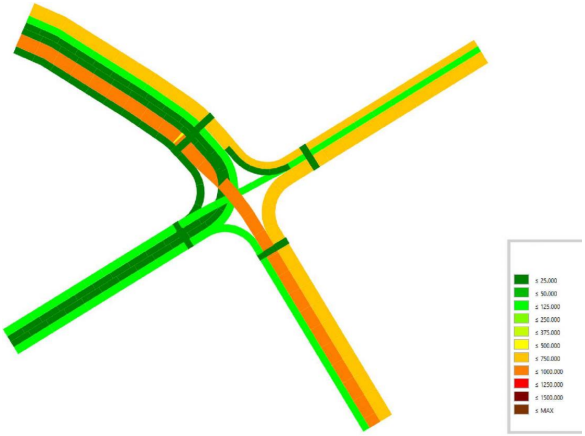


Рис. 2.10. Картограма середнього навантаженя для №2

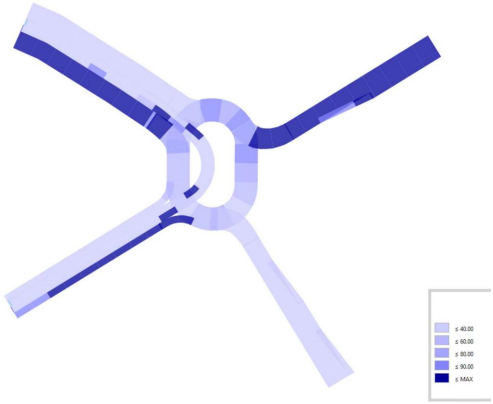


Рис.2.11. Картограма середнього часу затримки для №1

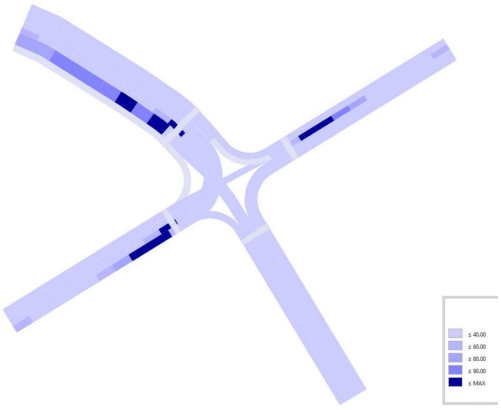


Рис. 2.12. Картограма середнього часу затримки для №2

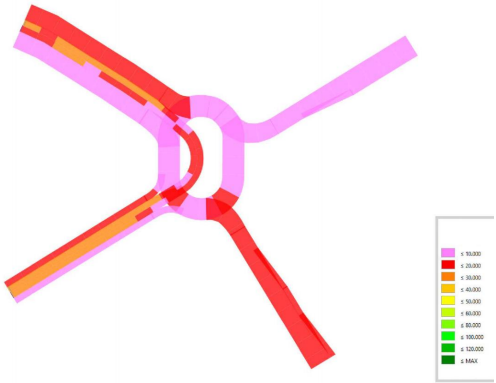


Рис. 2.13. Картограма середньої швидкості для №1

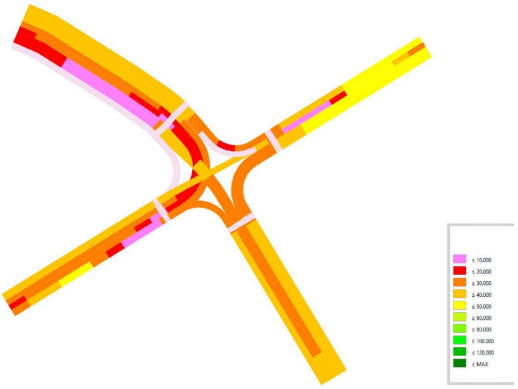


Рис. 2.14. Картограма середньої швидкості для №2

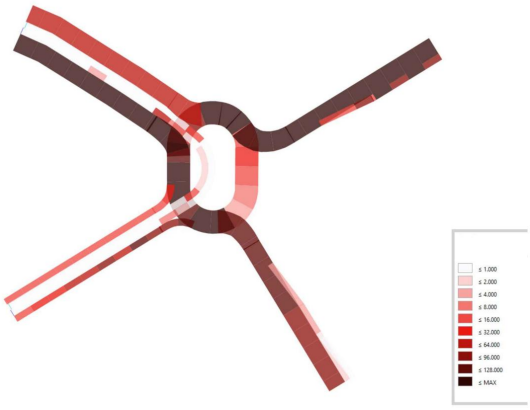
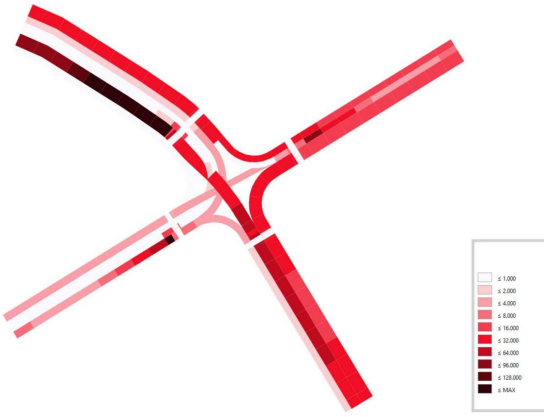


Рис. 2.15. Картограма середньої щільності для №1



Рису. 2.16. Картограма середньої щільності для №2

Таблиця 5. Фактори, що впливають на вибір планувального рішення

| Фактор | Значення | | |
|---|---|---|---|
| | Існуючий | 1 | 2 |
| Середній час затримки, секунди | 31,61 | 166,14 | 24,3 |
| Зупинка, середнє значення, секунди | 1,43 | 3,83 | 0,39 |
| Середня швидкість, км/год | 8,50 | 4,20 | 18,31 |
| Середній час затримки стоянки, секунди | 22,47 | 129,01 | 18,13 |
| Час у дорозі всього, години | 25,38 | 117,42 | 25,2 |
| Всього зупинок, одиниці | 3009 | 7410 | Існуючий |
| Конфлікти SSAM, одиниці | 631 | 1313 | 721 |

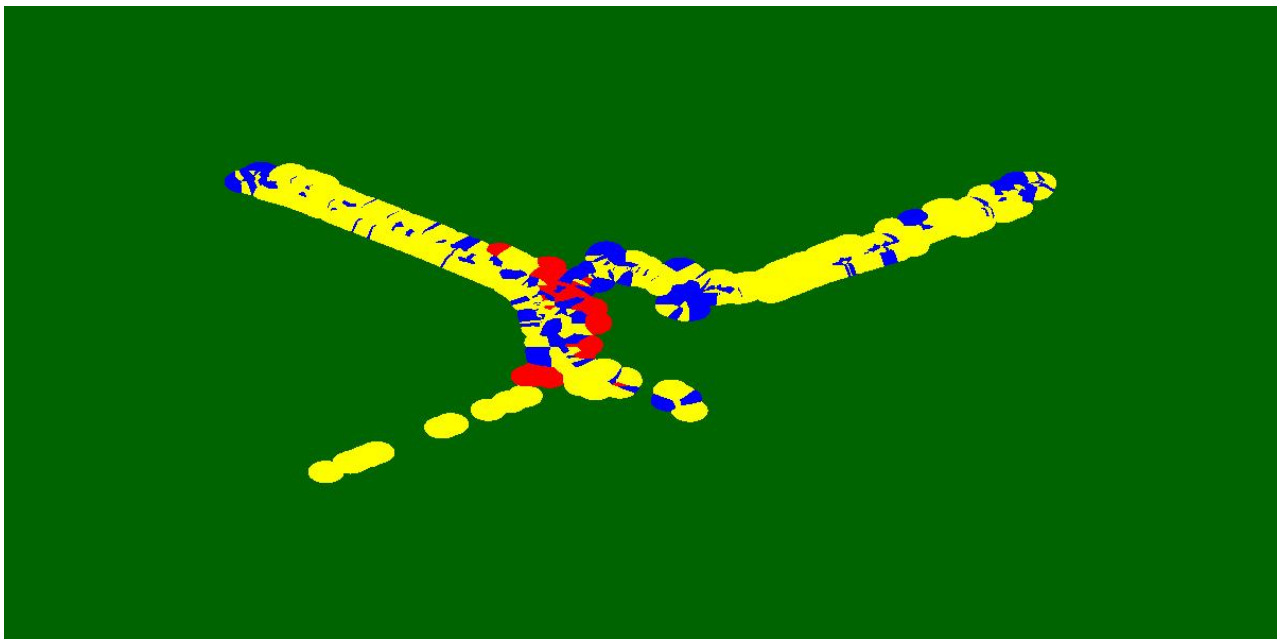


Рис. 2.17. Схема конфліктів SSAM для №1

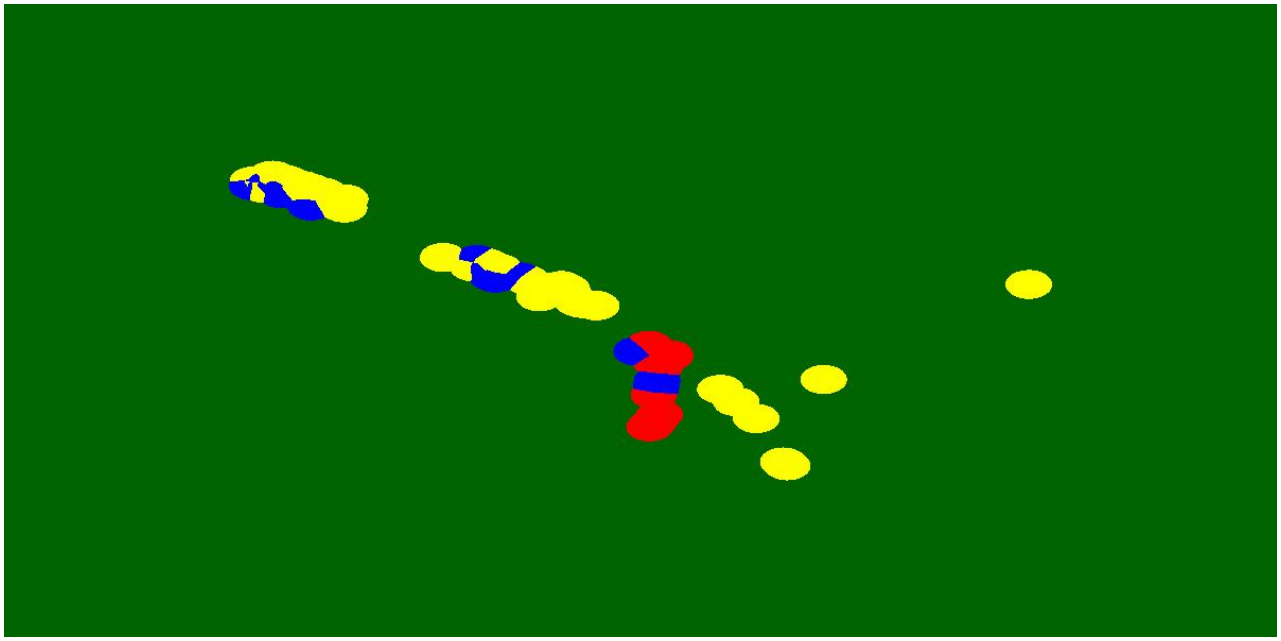


Рис. 2.18. Схема конфліктів SSAM для №2

### 2.3.2. Розрахунок пргнозованої кількості дорожньо-транспортних пригод

Вхідні дані:

Існуючий варіант: $C_{\text{існ}} = 631$ конфлікт;

Планувальне рішення 1: $C_{\text{пр1}} = 1313$ конфліктів;

Планувальне рішення 2: $C_{\text{пр2}} = 105$ конфліктів.

Обираємо коефіцієнт конверсії конфліктів у ДТП

Для прикладу візьмемо середнє значення:

$K = 0{,}02$ (тобто 2% конфліктів перетворюються у ДТП)

Розрахунок прогнозованої кількості ДТП

$$D_{\text{існ}} = 631 \times 0{,}02 = 12{,}62 \approx 13 \text{ ДТП}$$

$$D_{\text{пр1}} = 1313 \times 0{,}02 = 26{,}26 \approx 26 \text{ ДТП}$$

$$D_{\text{пр2}} = 105 \times 0{,}02 = 2{,}1 \approx 2 \text{ ДТП}$$

Визначаємо вартість одного ДТП

Припустимо середня вартість одного ДТП в Україні, включаючи матеріальні збитки, лікування і соціальні втрати — 1 000 000 грн (прикладне число, можна скоригувати за нормативами).

Розрахунок загальної вартості ДТП

$$B_{\text{існ}} = 13 \times 1\,000\,000 = 13\,000\,000 \text{ грн}$$

$$B_{\text{пр1}} = 26 \times 1\,000\,000 = 26\,000\,000 \text{ грн}$$

$$B_{\text{пр2}} = 2 \times 1\,000\,000 = 2\,000\,000 \text{ грн}$$

Тоді знайдемо різницю витрат:

$$\Delta B_{\text{пр1}} = B_{\text{існ}} - B_{\text{пр1}} = 13\,000\,000 - 26\,000\,000 = -13\,000\,000$$

$$\Delta B_{\text{пр2}} = B_{\text{існ}} - B_{\text{пр2}} = 13\,000\,000 - 2\,000\,000 = 11\,000\,000$$

Висновок:

Планувальне рішення №1 призводить до збільшення кількості ДТП і, відповідно, до збільшення вартості ДТП порівняно з існуючим варіантом.

Планувальне рішення №2 зменшує кількість ДТП і вартості ДТП, що свідчить про його більшу ефективність з точки зору безпеки та економічності.

### 2.3.3. Порівняння результатів

Порівняльний аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху та двох планувальних рішень — саморегульованого кільцевого перетину (варіант 1) та комбінованої каналізовано-регульованої схеми (варіант 2) — проведено на

основі транспортного моделювання, оцінки пропускної здатності, затримок, середньої швидкості руху та кількості конфліктів (за результатами SSAM).

Результати свідчать про наступне:

Планувальне рішення №1 має значно гірші показники, ніж існуючий варіант: середній час затримки зростає до 166,14 с, кількість зупинок і час стоянки значно збільшуються, а кількість конфліктів сягає 1313, що майже вдвічі перевищує вихідний рівень.

Планувальне рішення №2 навпаки, демонструє найкращі результати: середній час затримки знижується до 24,3 с, середня швидкість зростає до 18,31 км/год, а кількість конфліктів знижується до 105, що менше за поточний рівень (631).

Існуючий стан характеризується посередніми показниками, які за багатьма параметрами поступаються рішенню №2, однак є кращими за рішення №1.

Таким чином, планувальне рішення №2 є найбільш ефективним як з точки зору організації руху, так і з позиції безпеки. Воно дозволяє зменшити затримки, підвищити середню швидкість руху та знизити ймовірність виникнення ДТП, що підтверджується як результатами моделювання, так і економічними розрахунками втрат від аварійності.

## 2.4. Висновки

### 2.4.1. Обгрунтування вибору планувального рішення №2

Аналіз техніко-експлуатаційних показників, розрахунки пропускної здатності, а також результати транспортного моделювання і оцінка рівня безпеки дорожнього руху засвідчили переваги планувального рішення №2 — комбінованої каналізовано-регульованої схеми організації дорожнього руху. Цей варіант демонструє найменші показники середнього часу затримки (24,3

с), високі значення середньої швидкості (18,31 км/год) і зменшену кількість конфліктів (105) у порівнянні з існуючим станом (631) та рішенням №1 (1313).

Також, за оцінками, реалізація саме цього варіанту призведе до зменшення ймовірної кількості дорожньо-транспортних пригод, що обґрунтовує його вибір як найбільш безпечного та ефективного.

### 2.4.2. Очікуваний ефект від реалізації

У результаті реалізації планувального рішення №2 — комбінованої каналізовано-регульованої схеми — очікується суттєве покращення транспортно-експлуатаційних характеристик і рівня безпеки на перетині вул. Старовокзальна та вул. Жилянська. Проведене моделювання та аналіз показали зменшення середнього часу затримки до 24,3 с, підвищення середньої швидкості до 18,31 км/год, а також зниження кількості конфліктів до 105, що є найнижчим серед усіх розглянутих варіантів.

Оцінка відповідності поставленим завданням показала наступне:

Забезпечення безпечного пішохідного переходу — реалізація підвищених на 0,15 м пішохідних переходів на кожному підході до перетину передбачена в проекті, що сприяє зниженню швидкості руху транспорту і підвищенню видимості пішоходів.

Зменшення кількості конфліктних точок — досягається за рахунок чіткої каналізації потоків і застосування світлофорного регулювання з оптимізованими фазами, що дозволяє знизити інтенсивність перетинань траєкторій.

Організація велоінфраструктури — проектом передбачено виділені велосипедні смуги на підходах до перехрестя, з безпечними зонами переходу через перетин.

Адаптація світлофорного циклу — у рамках рішення розроблено новий світлофорний цикл тривалістю 128 секунд, з урахуванням окремих фаз для пішоходів, трамваїв і автомобільного транспорту.

Удосконалення схеми руху та розмітки — включає встановлення штучних острівців безпеки, оновлення дорожньої розмітки, знаків і схем спрямованого руху.

Відновлення елементів інфраструктури — в рамках реалізації проєкту передбачено заміну пошкоджених бордюрів, ремонт покриття проїзної частини та влаштування системи поверхневого водовідведення для усунення підтоплень.

Таким чином, планувальне рішення №2 повністю відповідає поставленим завданням реконструкції та забезпечує не лише підвищення ефективності функціонування перетину, а й досягнення цілей з безпеки, комфортності та інтеграції всіх учасників дорожнього руху.

# 3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівник _____
(підпис, дата)

_____
(підпис, дата)

## 3.1. Проєктування поздовжніх профілів перетину магістралей

Поздовжні профілі магістралей спроєктовано з урахуванням існуючого рельєфу місцевості, забезпечення зручності руху транспорту та безперешкодного водовідведення. Ухили на підходах до перетину не перевищують нормативних значень і становлять 5 – 18‰.. Для забезпечення плавного переходу між різними позначками застосовано вертикальні криві. Особливу увагу приділено точкам прилягання до кільця, які спроєктовано з максимально допустимим рівнем вирівнювання позначок для уникнення ступінчастих перепадів.

## 3.2. Вертикальне планування території перетину

Вертикальне планування території перетину виконано з урахуванням необхідності природного стоку та обмежень рельєфу. Прийнято мінімальні поздовжні ухили у межах 5–18‰, що відповідає вимогам ДБН В.2.3-5:2018 для міських вулиць. Водовідвід реалізується за допомогою дощоприймачів, розміщених у найнижчих точках перетину.

## 3.3. Проєктування піднятого пішохідного переходу

Піднятий пішохідний перехід передбачено на кожному підході до перетину. Підвищення становить 15 см (до рівня тротуарної частини), плавні під'їзди завдовжки по 1,5 м забезпечують комфортний заїзд транспортних засобів. Поверхня виконана з кольорового асфальтобетону з антиковзким покриттям та розміткою, стійкою до стирання.

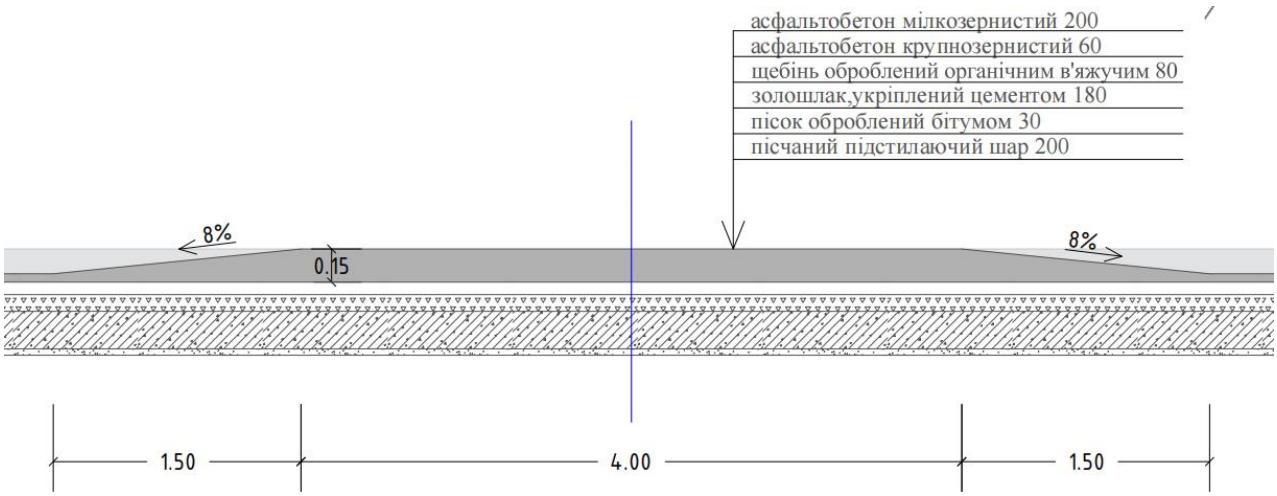



Рис. 3.1. Піднятий пішохідний перехід

## 3.4. Інженерне обладнання перетину

### 3.4.1. Перекладка підземних інженерних мереж

У результаті реконструкції перетину передбачено перекладку окремих ділянок інженерних мереж:

дренажної та дощової каналізації (перенесення колодязів до нових низьких точок);

силових і слаботочних кабелів (виведення з-під зони пішохідних переходів і дорожніх острівців);

футляри для захисту комунікацій у зонах перетину з проїзною частиною.

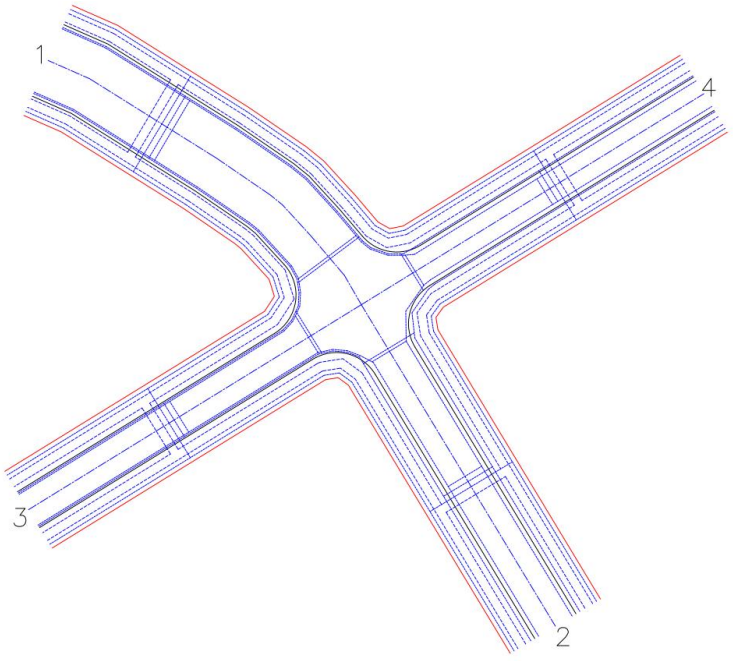



Рис. 3.2. План перекладки комунікацій

### 3.4.2. Освітлення

Проєктом передбачено встановлення нових опор зовнішнього освітлення з енергоефективними світлодіодними світильниками. Освітлення орієнтоване на:

зони пішохідних переходів (з додатковими прожекторами);

центральну частину кільця;

зупинки громадського транспорту;

зони зниження швидкості.

Використано антивандальні конструкції опор, стійкі до агресивних середовищ і механічних пошкоджень.

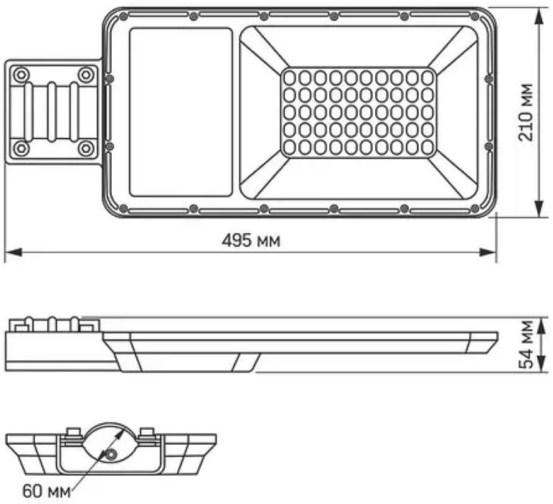



Рис. 3.2. Конструкція вуличного ліхтаря

### 3.4.3. Озеленення

Озеленення вулиць і доріг виконує важливу екологічну функцію: воно знижує рівень шумового навантаження, затримує пил і шкідливі викиди, а також сприяє поліпшенню мікроклімату в міському середовищі. Водночас розміщення зелених насаджень не повинно створювати перешкод для безпечного руху пішоходів і транспорту (відповідно до вимог п. 11.2–11.9 ДБН

[1]). Зокрема, на перехрестях і поблизу пішохідних переходів заборонено висаджувати дерева й кущі заввишки понад 0,5 м у межах зон огляду. У зв’язку з цим на території перетину доцільно застосовувати переважно газонне озеленення, яке не впливає на видимість і не заважає організації руху.

### 3.4.4. Дорожній одяг

Для проїзної частини запроєктовано конструкцію дорожнього одягу категорії II згідно з ДБН В.2.3-4:2015. Орієнтовна структура:

верхній шар — асфальтобетон мілкозернистий, 5 см;

вирівнюючий шар — асфальтобетон крупнозернистий, 6 см;

основа — щебінь оброблена органічним в’яжучим, 8 см;

підоснова — золошлак, укріплений цементом, 18 см;

підкладка — пісок оброблений бітумом, 3 см;

пісчаний підстилаючий шар, 20 см.

Пішохідні зони та переходи виконано з фігурних елементів мощення (ФЕМ) на бетонній основі. Велодоріжки — з червоного асфальтобетону, відділені бордюром.

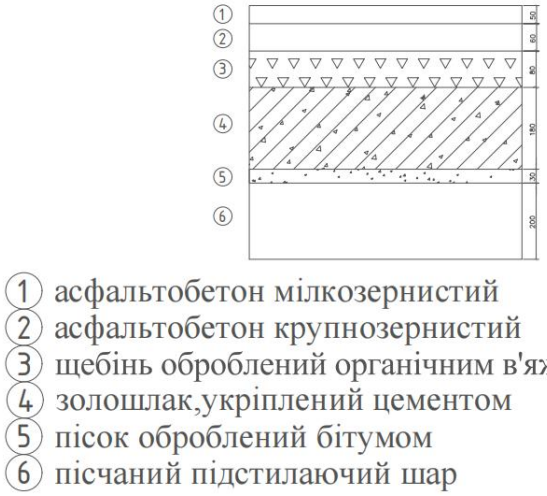



Рис. 3.3. Конструкція дорожнього одягу

Рис. 3.4. Конструкція покриття тротуару

### 3.4.5. Зупинки громадського транспорту

Зупинки спроєктовано з урахуванням вимог ДСТУ 4523:2006. Передбачено:

підвищені посадкові майданчики висотою 20 см для зручної посадки/висадки;

захисні навіси зі світлопроникним дахом;

інформаційні таблички з розкладом руху;

антивандальні лавки та смітники;

влаштування тактильної плитки для маломобільних груп населення.

# 4. ВИСНОВКИ

Керівник _____
(підпис, дата)

_____
(підпис, дата)

У межах виконання бакалаврської роботи здійснено комплексне дослідження перетину вулиць Старовокзальна та Жилянська в місті Києві з метою підвищення безпеки дорожнього руху. Основні результати та висновки можна сформулювати таким чином:

Аналіз існуючого стану показав значне перевантаження перетину, надмірну кількість конфліктних ситуацій (631 одиниця за SSAM), середню затримку 31,61 с та низьку середню швидкість транспорту — лише 8,5 км/год. Виявлено також проблеми з бордюрами, підтопленням і відсутністю належного облаштування зупинок.

Розроблено два варіанти реконструкції перетину:

Планувальне рішення №1 — саморегульований кільцевий перетин із частковим світлофорним регулюванням у години пік;

Планувальне рішення №2 — комбінована каналізовано-регульована схема із чітким поділом фаз для автомобілів, трамваїв та пішоходів.

Порівняльний аналіз показав, що планувальне рішення №2 є найбільш ефективним:

Середній час затримки знижено з 31,61 с (існуючий стан) до 24,3 с, проти 166,14 с у рішенні №1;

Середня швидкість зростає до 18,31 км/год, проти 8,5 км/год в існуючому варіанті;

Кількість конфліктів зменшується до 105 одиниці, тобто на 83,4% менше, ніж у поточному стані.

Розрахунок прогнозованої кількості ДТП та їх вартості за коефіцієнтом конверсії 2% показав:

Планувальне рішення №1 призведе до зростання ДТП до 26 на рік, що відповідатиме 26 млн грн щорічних втрат;

Планувальне рішення №2 дозволяє знизити ДТП до 2 на рік, що дозволить заощадити 11 млн грн щорічно.

Вартість реалізації варіантів складає:

Варіант №1 — 146 млн грн, що зумовлено складною геометрією кільця, більшим обсягом земляних робіт та облаштуванням світлофорів на самому кільці;

Варіант №2 — 121 млн грн, що забезпечує кращі результати за нижчої вартості, тобто економія становить 25 млн грн на етапі будівництва.

Висновок: планувальне рішення №2 є найбільш оптимальним варіантом реконструкції з точки зору безпеки, ефективності, технічної доцільності та економічної вигоди. Його реалізація дозволить суттєво покращити транспортну ситуацію на перетині, зменшити затримки, знизити кількість аварій та скоротити витрати як на будівництво, так і на експлуатацію у довгостроковій перспективі.

# 5. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Посилання на нормативно-правові акти, норми, стандарти та літературу

1. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – К.: Мінбудархітектури України, 2007. – 35 с.

2. Закон України «Про охорону культурної спадщини». – К., 2000 (від 8 червня 2000 р. №1805-III).

3. ДСТУ Б А.2.4.6-2009 СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с.

4. Осєтрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.

5. Закон України «Про транспорт». – К., 1994 (від 10.11.94 №233/94–ВР).

6. ДБН Б.1.1-14:2012. Склад та зміст детального плану території. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 81 с.

7. Биваліна М.В. Інженерний благоустрій міських територій: навч. посібник. – К.: КНУБА, 2014. – 214 с.

8. Проєктування схеми генплану міста: методичні рекомендації / М.М. Дьомін та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 52 с.

9. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». – К., 2011 (від 17.02.2011 р. №3038–VI).

10. ДБН В 2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.

11. ДСТУ Б А.2.4-29:2008 СПДБ. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.

12. Биваліна М.В. Інженерний благоустрій міських територій: метод. вказівки. – К.: КНУБА, 2022. – 104 с.

13. Закон України «Про дорожній рух». – К., 1992 (від 28.01.93 №2953–XII).

14. Проєктування автомобільних доріг: Підручник у 2 ч. / За ред. О.А. Білятинського. – К.: Вища шк., 1997–1998. – Ч.1: 518 с., Ч.2: 416 с.

15. ДБН В.1.1-46:2017. Інженерний захист територій від зсувів і обвалів. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 46 с.

16. Дендрофлора України. Довідник / Кохно М.А. та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.

17. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст. – К.: КНУБА, 2002. – 180 с.

18. Закон України «Про основи містобудування». – К., 1992 (від 16.11.1992 р. №2780–XII).

19. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 70 с.

20. Міські вулиці, дороги та транспорт: методичні вказівки / Осєтрін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2013. – 28 с.

21. Плешаковська А.М. Проєкт розподілу житлової території кварталу: метод. вказівки. – К.: КНУБА, 2005. – 36 с.

22. ДБН Б. 2.2-5:2011. Благоустрій територій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 61 с.

23. Інженерна підготовка міських територій: Методичні вказівки / Приймаченко О.В. та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 28 с.

24. ДСТУ Б А.2.4-2:2009 СПДБ. Умовні познаки. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 31 с.

25. Міські дорожньо-транспортні споруди: методичні вказівки / Осєтрін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2023. – 60 с.

26. Проєктування території житлової забудови / Дьомін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 46 с.

27. ДБН Б 2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 177 с.

28. Проектування і розрахунок споруд інженерного захисту міських територій / Усаковський С.Б., Ніщук В.С. – К.: КДТУБА, 2009. – 36 с.

# 6. ДОДАТКИ

## 6.1. ДОДАТОК А — Умовні позначення та пояснення до формул.

У таблиці нижче наведено умовні позначення, що використовуються у розрахунках упродовж пояснювальної записки.

| | |
|---|---|
| $V_{\text{розр на маг}}$ | швидкість руху транспорту, яка приймається залежно від категорії магістралі та умов руху на ній, м/с (див. ДБН [1] табл. 5.1 п. 5.1.1 та згідно правил дорожнього руху [2] для вулиць і доріг з регульованим рухом 50 км/год) |
| $t_{\text{р}}$ | час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (0,5 – 2,0 с) |
| $l_{\text{а}}$ | довжина розрахункового автомобіля (5 м) |
| $l_{\text{б}}$ | безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2 – 5 м) |
| $k_{\text{е}}$ | коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту (1,5–1,7) |
| $k_1$ | коефіцієнт гальмування автомобіля в екстрених умовах (1,0 – 1,2) |
| $g$ | прискорення вільного падіння (9,81 м/с$^2$) |
| φ | коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини |
| $f$ | коефіцієнт опору коченню |
| $i$ | поздовжній похил ділянки магістралі |
| $L$ | відстань між сусідніми регульованими перетинами на магістралі, м |
| $a$ | прискорення автомобіля при розгоні (0,8 – 1,2 м/с$^2$ ) |
| $b$ | сповільнення автомобіля при гальмуванні (0,6 – 1,5 м/с$^2$ ) |
| $t_{\text{ч}}$, $t_{\text{ж}}$ | тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі, с |
| $N'_{см}$ | пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні |
| $\delta$ | коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі |
| $n$ | необхідна кількість смуг руху транспорту в одному напрямку (отримана величина округляється в більший бік) |
| $N_{\text{розр}}$ | максимальна інтенсивність руху транспорту на магістралі в одному напрямку, авт./год |

| | |
|---|---|
| $k_n$ | коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом, який приймаємо для однієї смуги руху за 1,0 (за відсутності на перегоні зупинок громадського транспорту або якщо їх влаштовано за межами проїзної частини в «кишенях»), для двох –1,9, для трьох – 2,7, для чотирьох – 3,5 |
| $n$ | прийнята для проєктування кількість смуг руху транспорту |
| $b$ | ширина однієї смуги руху транспорту (прийм. відп. до п.7.27 ДБН [1]), м |
| $r$ | центральна розділювальна смуга між напрямками руху транспорту (прийм. відп. до п. 5.1.14 ДБН [1]), м |
| $\Delta$ | ширина укріпленої смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (прийм. відп. до п. 5.12 ДБН [1]), м |
| $N_{пер}$ | пропускна здатність перетину, авт/год |
| $N_{розр}$ | розрахункова інтенсивність руху на перетині, авт/год |
| $t_0$ | час проходження перетину |
| $t_p$ | час реакції водія (0,5-2 с, приймаємо 1 с) |
| $t_1$ | час вмикання передачі (1-2 с, приймаємо 1 с) |
| $t_2$ | час набирання початкової швидкості Vпоч = 6 км/год (1-2 с, приймаємо 1 с) |
| $t_3$ | час проходження «небезпечної зони» перетину, с |
| $\Delta t$ | час проходження ділянки відстані безпеки завдовжки 10 м (приймаємо 1 с) |
| $D$ | відстань між границями перетину |
| $V_{сер}$ | середня швидкість на перетині, м/с |
| $B_{маг}$ | розміри проїзної частини магістралей, що перетинаються |
| $c$ | відстань безпеки (приймаємо 10 м) |
| $V_{поч.}$ | початкова швидкість руху транспорту на перетині, (приймаємо 6 км/год) |
| $V_{розр.}$ | прийнята розрахункова швидкість руху транспорту на магістралі |
| $N_P^{max}$ | максимальна інтенсивність руху на кільці |
| $N_{ПР}$ | пропускна здатність ділянок перестроювання (приймаємо 800 авт/год згідно Дод. Б) |
| $в$ | ширина смуги руху на кільці |
| $R_0$ | радіус внутрішнього кільця, м |
| $B_к$ | ширина проїзної частини кільця |
| $t_{зел}$ | тривалість зеленої фази (с) |
| $T_ц$ | тривалість повного світлофорного циклу (с) |
| $\sum N_{см}$ | сума пропускних здатностей всіх смуг на перетині |

## 6.2. ДОДАТОК Б — Кошторисно-фінансовий розрахунок планувальнних рішень №1 і №2

| № з/п | Види будівельних робіт | Одиниця виміру | Вартість одиниці виміру, грн. | Обсяг робіт | | Загальна вартість, грн. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | П. Р. №1 | П. Р. №2 | П. Р. №1 | П. Р. №2 |
| 1. | Земляні роботи | $м^3$ | 300 | 30040 | 23 894 | 9 012 000 | 7 168 200 |
| 2. | Влаштування дорожнього одягу магістралей | $м^2$ | 4500 | 8245 | 8 632 | 37 102 500 | 38 844 000 |
| 3. | Влаштування дорожнього одягу тротуарів | $м^2$ | 1500 | 4210 | 2 737 | 6 315 000 | 4 105 500 |
| 4. | Влаштування водовідведення | | | | | | |
| 4.1 | Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора | 1 м.п. | 100000 | 523 | 523 | 52 300 000 | 52 300 000 |
| 4.2 | Влаштування дощеприймальних колодязів | 1 шт. | 15000 | 25 | 24 | 375 000 | 375 000 |
| 5. | Влаштування бортового каменю | 1 м.п. | 500 | 944 | 950 | 472 000 | 475 000 |
| 6. | Влаштування освітлювальних опор | шт. | 15000 | 37 | 39 | 555 000 | 555 000 |
| 7. | Влаштування позавуличного пішохідного переходу | $м^2$ | 10000 | 2068 | 276 | 20 680 000 | 1 242 000 |
| Проміжна сума | | | | | | Σ 126 811 500 | Σ 105 079 700 |
| 8. | Перекладка підземних інженерних комунікацій | % | 15% | $\Sigma_{(1\text{-}7)} * 0{,}15$ | | 19 021 725 | 15 761 955 |
| Остаточна сума | | | | | | Σ 145 833 225 | Σ 120 841 655 |

## 6.3. ДОДАТОК В — Показники витрат №1 і №2

| № з/п | Вид | Одиниця виміру | Значення | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | До реконструкції | П. Р. №1 | П. Р. №2 |
| 1. | Річні дорожні витрати, Д | грн | 2 941 500 | 3 050 650 | 3 193 840 |
| 2. | Різниця дорожніх витрат, ΔД | грн | - | 109 150 | 252 340 |
| 3. | Витрати на проходження регульованого перехрестя, ∑К | грн | 16 677 000 | 14 434 737 | 10 260 556 |
| 4. | Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ΔК | грн | - | 2 242 263 | 6 416 444 |
| 5. | Термін окупності капіталовкладень, $T_0$ | роки | - | 68,4 | 19,61 |
| 6. | Коефіцієнт окупності капіталовкладень, Е | % | - | 1,5 | 5,1 |
| 7. | Загальна вартість ДТП | грн | 13 000 000 | 26 000 000 | 2 000 000 |