

**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.  
Газопровідна та пр. Європейського Союзу у м. Києві»

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

Власенко М.Ю.

Керівники:  
Осетрін М.М.  
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 КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

**Власенко Микиті Юрійовичу**

1. Тема проєкту: «Підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Газопровідна та пр. Європейського Союзу у м. Києві»

Керівники проєкту: 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 проєкту 16.06.2025

3. Вихідні дані до проєкту: 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.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							2
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	Аналіз перетину вул. Газопровідна - пр. Європейського Союзу у м. Києві Положення вузла на ВДМ м. Києва, Існуюче положення вузла перетину, Схема організації дорожнього руху, Поперечний переріз існуючого варіанту пр. Європейського союзу М1:200, Поперечний переріз існуючого варіанту вул. Газопровідної М1:200, Схема розподілу інтенсивністю за добу за напрямками руху.	1

2	Визначення і аналіз предмету Транспортна модель існуючого перетину, Картограма щільності на перетині, Картограма часу затримок на перетині, Картограма швидкості на перетині, Картограма навантаження на перетині, Фактори, що впливають на вибір планувального рішення, Аналіз щодо дотримання положень ДБН, Конфліктні точки SSAM на перетині	1
3	Варіанти інженерно-планувальних рішень для перетину магістралей вул. Газопровідна - пр. Європейського Союзу у м. Києві Планувальне рішення №1 М1:1000, Планувальне рішення №2 М1:1000, Конфліктні точки на перетині №1, Конфліктні точки на перетині №2, Поперечний профіль пр. Європейського Союзу і вул. Газопровідна 1-1, 2-2 і 3-3 (1 варіант) М1:200, Поперечний переріз кільця 4- 4 (1 варіант) М1:200, Поперечний профіль вул. Газопровідна 5-5 і 8-8 (2 варіант) М1:200, Поперечний переріз кільця 6-6 (2 варіант) М1:200, Поперечний профіль пр. Європейського Союзу 7-7 (2 варіант) М1:200	1
4	Обґрунтування вибору транспортно- планувального рішення Картограма навантаження на перетині №1 і №2, Картограма швидкості на перетині №1 №2, Картограма щільності на перетині №1 і №2, Картограма часу затримок на перетині №1 і №2, SWOT аналіз для СКП, SWOT аналіз для Турбокільця, Транспортна модель для варіанту №1 і №2, Таблиця показників транспортного моделювання №1 і №2	1
5	Поздовжні профілі магістралей М1:1000 М1:100	1

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		4

	Поздовжній профіль магістралі вул. Газопровідна 2-1, Поздовжній профіль магістралі пр. Європейського Союзу 3-В-А, Поздовжній профіль магістралі вул. Газопровідна 2-1, Поздовжній профіль магістралі пр. Європейського Союзу 3-С-В	
6	Вертикальне планування та конструктивні рішення для вибраного варіанта Вертикальне планування варіанту №2 М1:500, Схема перекладання інженерних мереж М1:1000, Пропозиції та конструктивні рішення для розділювача смуг та піднятого пішохідного переходу на перетині, Конструкція дорожнього покриття проїжджої частини, Конструкція тротуару та велосипедної доріжки з асфальтобетонним покриттям	1
7	Висновки Кошторисно-фінансовий розрахунок, Конфліктні точки SSAM, Таблиця показників транспортного моделювання, Техніко-економічні показники	1
	<b>Разом</b>	7

6. Дата видачі завдання 02.05.2025

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Власенко М.Ю.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Осетрін М.М.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
Беспалов Д.О

(підпис)

(прізвище та ініціали)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							6
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>8</b>
<b>1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	<b>10</b>
1.1 Аналіз існуючого положення дорожньо -транспортного вузла.....	11
1.2 Аналіз існуючого рівня безпеки дорожньо-транспортного руху транспортного потоку на перетині .....	15
<b>2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	<b>21</b>
2.1 Розрахунок геометричних параметрів перехрестя .....	22
2.1.3 Визначення ширини проїзної частини магістралей.....	23
2.1.4 Визначення необхідної ширини пішохідної частини тротуарів.....	24
2.1.5 Визначення необхідної ширини велосипедної інфраструктури.....	24
2.1.6 Розробка типових поперечних профілів у межах перетину .....	25
2.2 Методика та критерії оцінки.....	25
2.3 Саморегульований кільцевий перетин (СКП) .....	27
2.3.1 Прийняті рішення при проектуванні СКП .....	27
2.3.2 SWOT-аналіз проектного рішення .....	28
2.3.3 Аналіз результатів моделювання скп.....	29
2.4 Турбокільце .....	31
2.4.1 Прийняті рішення при проектуванні Турбокільця .....	32
2.4.2 SWOT-аналіз проектного рішення .....	32
2.4.3 Аналіз результатів моделювання турбокільця.....	33
2.5 Порівняльний аналіз проектних рішень та висновок .....	36
2.5.1 Техніко-економічні показники .....	36
2.5.2 Оцінка аварійних ризиків та розрахунок непрямих економічних збитків.....	40
<b>3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	<b>43</b>
3.1 Піднятий пішохідний перехід.....	44
3.2 Делініатори на турбокільці .....	44
3.3 Планування поверхневого стоку в межах перетину магістралей.....	45
3.4 Розміщення дощеприймальних колекторів .....	45
3.5 Перекладка підземних інженерних мереж.....	46
3.6 Освітлення .....	47
3.7 Озеленення.....	47
3.8 Дорожній одяг .....	47
3.9 Зупинки громадського транспорту.....	48
<b>Висновки</b> .....	<b>49</b>
<b>Список літератури</b> .....	<b>50</b>
<b>Додатки</b> .....	<b>52</b>
Додаток 1 .....	52
Додаток 2.....	56

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							7
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

У сучасному світі, де стрімкий розвиток автомобільного транспорту набирає все більші оберти, питання про безпеку дорожнього руху стає з кожним роком дедалі актуальнішим.

Рівень автомобілізації в Україні, особливо в Києві, стрімко зростає з кожним роком, що створює значні труднощі для того щоб забезпечити достатню безпеку руху, а особливо на перехрестях, які є одні з найнебезпечніших ділянок автомобільного руху, тому що на них зв'язуються транспортні потоки з різних напрямків і повинні інтегруватися в єдину мережу.

**Об'єкт** – перетин вул. Газопровідна - пр. Європейського Союзу у м. Києві. Вузол розташовується у Подільському районі.

**Предмет** - підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

**Актуальність теми.** У своїй роботі я буду розглядати способи підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перехресті вулиць вул. Газопровідна - пр. Європейського Союзу в місті Києві, оскільки питання безпеки на дорогах залишається надзвичайно актуальним.

Загалом минулого року в Україні, за даними озвучени МВС за 2024 рік, сталося 25 781 ДТП з потерпілими, у яких загинули 3 202 людини, а ще 32 023 особи отримали травми. Це на 5–9% більше за окремими показниками порівняно з 2023 роком, що свідчить про погіршення ситуації та необхідність впровадження дієвих заходів для зниження аварійності, особливо на складних ділянках вулично-дорожньої мережі.

У 2024 році у місті Києві зафіксовано найвищий рівень дорожньо-транспортних пригод із постраждалими за останні п'ять років — цей показник сягнув свого максимуму з 2019 року.

Згідно зі статистичними даними Патрульної поліції, загальна кількість постраждалих унаслідок ДТП у столиці становила 2 167 осіб, що свідчить про тривожну тенденцію зростання аварійності.

За даними досліджень, близько 25–40% усіх ДТП в Україні відбуваються саме на перехрестях. Це пов'язано з високою концентрацією транспортних потоків,

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							8
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

складністю маневрування та підвищеним ризиком конфліктних ситуацій між учасниками дорожнього руху.

Зокрема, порушення правил проїзду перехресть є однією з основних причин ДТП. У 2024 році такі порушення становили значну частку серед усіх аварій з потерпілими. Це свідчить про необхідність особливої уваги до безпеки на перехрестях при розробці заходів з підвищення безпеки дорожнього руху.

Крім того, саме в Києві зафіксовано найбільшу кількість дорожньо-транспортних пригод із постраждалими, за даними OpenDatabot, серед усіх регіонів України — 1 393 випадки, що вкотре підкреслює нагальну потребу у впровадженні ефективних заходів підвищення безпеки дорожнього руху в межах міста.

Однією з ключових особливостей є те, що більшість виявлених проблем з безпекою та ефективністю руху виникають переважно на ділянках перетину транспортних потоків, тобто на вузлах вулично-дорожньої мережі. У межах цієї роботи особлива увага приділяється аналізу одного з таких транспортних вузлів, для якого запропоновано комплекс рішень з покращенням безпеки дорожнього руху.

**Мета дослідження** полягає у проведенні комплексного аналізу поточного стану вулично-дорожньої мережі, зосереджуючи увагу на окремому транспортному вузлі, з метою виявлення проблемних аспектів. На основі результатів аналізу передбачається розробити інженерно-планувальні заходи, спрямовані на підвищення безпеки дорожнього руху та поліпшення умов обслуговування транспортного потоку.

Реалізація запропонованих рішень має сприяти загальному вдосконаленню функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

**Завданням роботи** є оцінка поточного стану перехрестя, виявлення його проблем та недоліків, розробка й техніко-економічне обґрунтування інженерно-планувального рішення з подальшим транспортним моделюванням для визначення ефективності запропонованих змін та формування обґрунтованих висновків.

**Ціллю роботи** є удосконалення організації дорожнього руху на конкретному перехресті як важливому елементі транспортної інфраструктури міста з акцентом на підвищення рівня безпеки та стабільності руху в межах вулично-дорожньої мережі.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							9
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис, дата)  
\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							10
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.1 Аналіз існуючого положення дорожньо -транспортного вузла

Об'єкт дослідження знаходиться в Подільському районі міста, на перетині вул. Газопровідна - пр. Європейського Союзу. Розташоване в північно-західній частині району.

Досліджуваний вузол є місцем примикання двох магістралей районного значення, відповідно класифікації ВДМ згідно з ДБН, що визначає його важливу роль у функціонуванні транспортної системи.

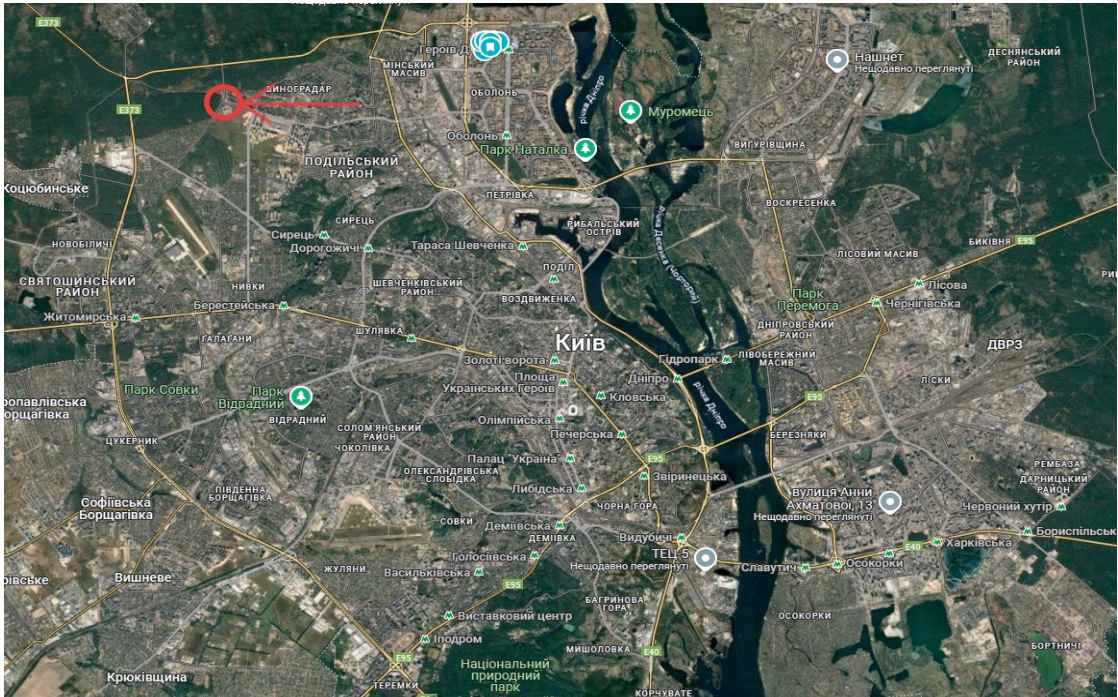


Рис 1.1. - Розташування перехрестя у масштабі міста Києва.

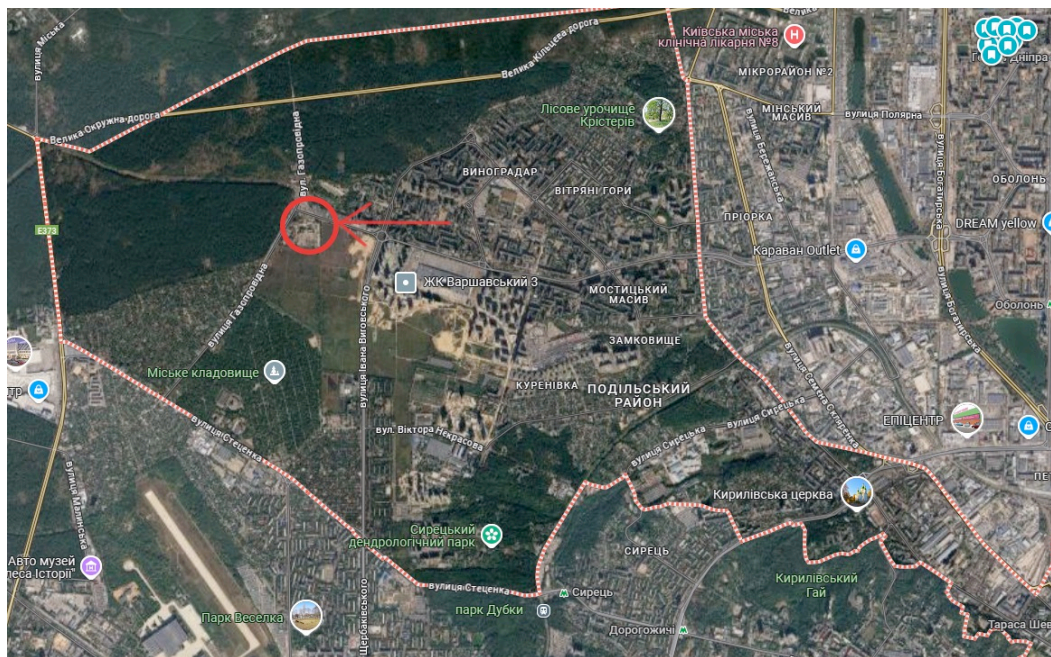


Рис 1.2. - Розташування перехрестя у масштабі частини Подільського району.

Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

Лист.

11

Для подальшого аналізу організації руху на цій ділянці було насамперед виконано натурні обстеження, які є невід’ємною частиною дослідницького процесу. Вони дозволяють отримати достовірну інформацію щодо геометричних параметрів вузла, фактичної інтенсивності транспортних потоків та особливостей взаємодії між різними учасниками дорожнього руху безпосередньо на місці.

У процесі дослідження було використано низку важливих інформаційних джерел, зокрема матеріали Генерального плану міста Києва, а також цифрові картографічні сервіси, зокрема Google Maps та Google Earth, які надали просторові та візуальні дані для точнішого аналізу планувальної структури району та особливостей досліджуваного транспортного вузла.

Вулиця Газопровідна, за класифікації ВДМ згідно з ДБН [2], належить до категорії – магістраль районного значення.

## вул. Газопровідна

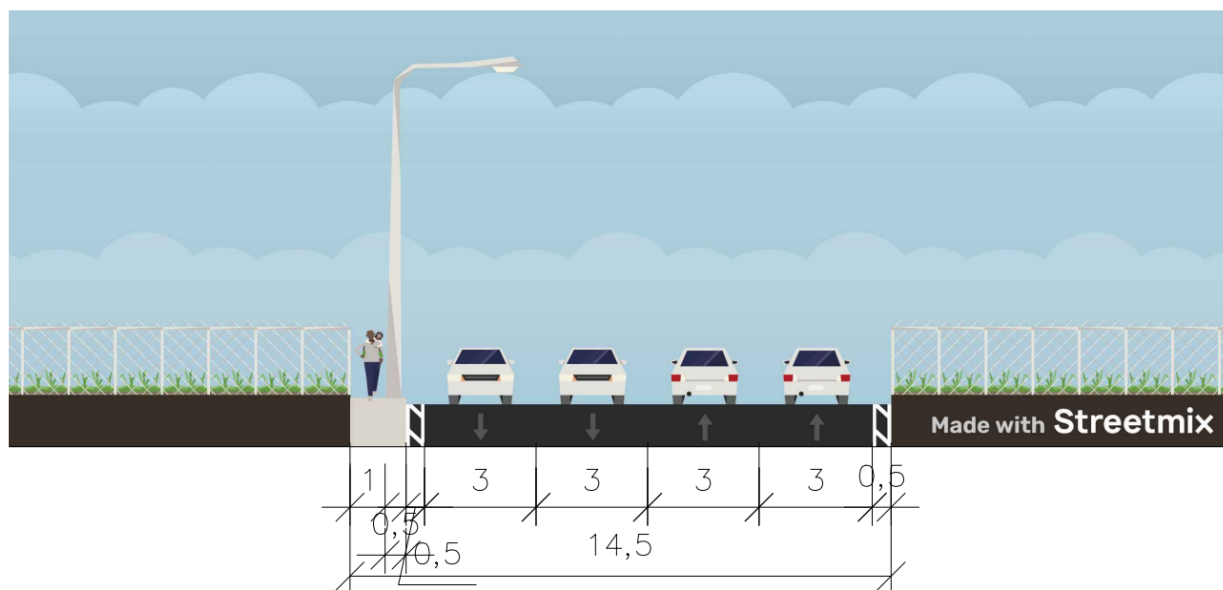


Рис 1.3. – Типовий поперечний профіль вул. Газопровідна.

### Характеристика вулиці Газопровідна

- Довжина вулиці 3.31 км
- Ширина магістралі в межах червоних ліній 13.5 м
- Ширина смух руху 3м
- Ширини тротуару 1м
- Ширина в червоних лініях 14.5м

### Недосконалості вулиці Газопровідна

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Відсутність велодоріжок
- Відсутність тротуара з одної сторони
- Відсутність озеленення
- Відсутність захисної смуги між тротуаром і дорожньою частиною

## пр. Європейського союзу

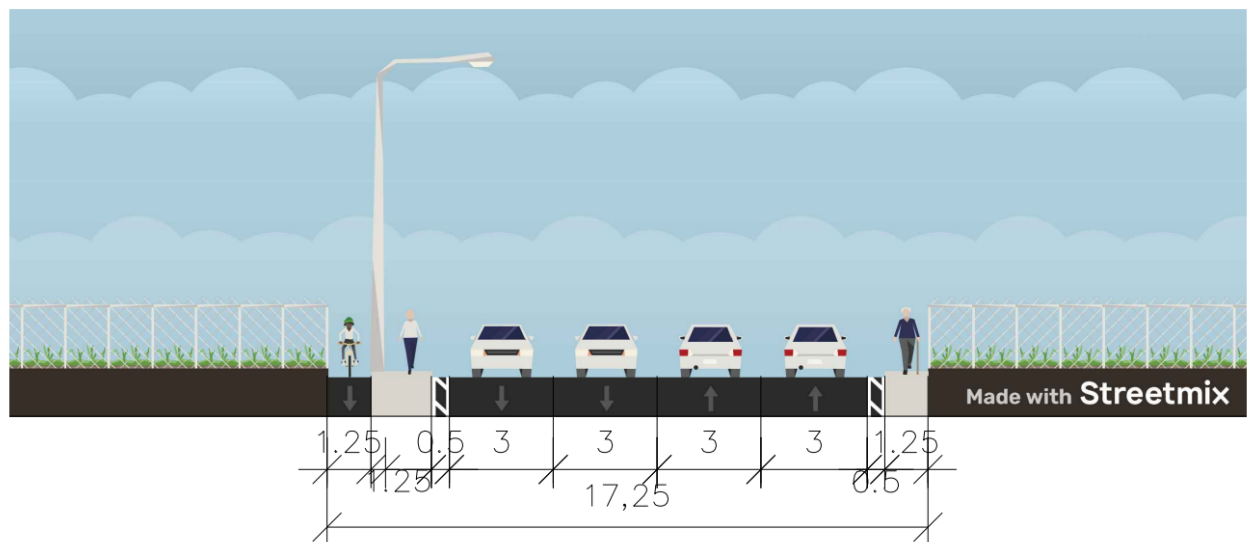


Рис 1.3. – Типовий поперечний профіль пр. Європейського Союзу.

### Характеристика пр. Європейського Союзу

- Довжина проспекту 4,5 км
- Ширина магістралі в межах червоних ліній 17 м
- Ширина смух руху 3м
- Ширини тротуару 1.25м
- Ширина велодоріжки 1.25м
- Ширина в червоних лініях 17.25м

### Недосконалості вулиці Газопровідна

- Відсутність велодоріжки з однієї сторони
- Відсутність озеленення
- Відсутність захисної смуги між тротуаром і дорожньою частиною



Рис. 1.5. - Нумерація входів/виходів перетину.

Оскільки дослідження виконується в межах вже сформованої міської забудови, де транспортна система має стабільну структуру та сформовані потоки, аналіз та проєктні рішення базуються на використанні наявних, актуальних даних. Це дозволяє врахувати реальні умови функціонування перехрестя та забезпечити відповідність запропонованих рішень поточній ситуації.

Для отримання вихідних даних щодо навантаження на транспортний вузол було використано навчальну версію Транспортної моделі міста Києва. Ця модель є інструментом для оцінки та прогнозування транспортних потоків у межах вулично-дорожньої мережі столиці. З неї були взяті показники добової інтенсивності руху транспортних засобів на ділянці перехрестя вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу.

Отримані дані дали змогу оцінити характер і обсяг транспортних потоків, що проходять через даний вузол, а також стали основою для подальших розрахунків пропускної здатності, виявлення конфліктних точок і формування проєктних пропозицій.

Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік:

Таблиця 1.1.

Напрямки руху		Вихід, пр.од/год			Σ вих, пр.од/год
		1	2	3	
Вхід	1	0	95	365	460
	2	85	0	280	365
	3	355	235	0	590
Σ Вхід, пр.од/год		440	330	645	1415

## 1.2 Аналіз існуючого рівня безпеки дорожньо-транспортного руху транспортного потоку на перетині

Для того щоб підвищити рівень безпеки дорожнього руху, насамперед необхідно проаналізувати наявний стан організації руху та визначити чинники, що впливають на виникнення небезпечних ситуацій. З цією метою було досліджено планувальні, транспортні та організаційні характеристики перетину вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу у м. Києві.

Перехрестя має Т-подібну конфігурацію з двома смугами в кожному напрямку на головному напрямі. З обох боків облаштовано пішохідні переходи, що формує низку потенційно конфліктних точок між транспортними потоками та пішоходами.

Дорожні знаки встановлено відповідно до чинних нормативів ДБН. Дані щодо інтенсивності руху отримано з транспортної моделі міста Києва. Найвище транспортне навантаження фіксується у вечірній період, з піковим значенням до 1415 авт/год.

Покриття проїзної частини та стан дорожньої розмітки перебувають у задовільному стані. Однак ширина тротуарів є недостатньою для комфортного та безпечного пересування пішоходів, особливо в години пік.

Крім того, на ділянці повністю відсутня велоінфраструктура та засоби для безпечного пересування маломобільних учасників руху, що створює додаткові ризики та негативно впливає на загальний рівень безпеки.

Нижче наведено SWOT-аналіз перехрестя, який дозволяє більш системно оцінити його сильні та слабкі сторони, а також потенційні можливості та загрози для подальшого розвитку.

SWOT-аналіз для перетину вул. Мілютенка та вул. Ореста Левицького м. Київ:  
Таблиця 1.2.

SWOT-аналіз для перехрестя	
Сильні сторони	Слабкості
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проїзна частина відповідає інтенсивності руху, що забезпечує стабільність потоків.</li> <li>- Прямий кут перехрестя покращує оглядовість і підвищує безпеку.</li> <li>- Покриття та розмітка в задовільному стані</li> <li>- Наявні пішохідні переходи забезпечують базовий рівень безпеки для пішоходів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Відсутність велосипедної інфраструктури підвищує ризики для вразливих учасників руху.</li> <li>- Відсутні умови для маломобільних груп населення.</li> <li>- Високий рівень конфліктних точок між транспортом і пішоходами.</li> <li>- Велика кількість конфліктних точок</li> </ul>
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Реорганізація перехрестя у кільцеве або турбокільце може зменшити кількість конфліктів і підвищити загальну безпеку.</li> <li>- Встановлення делініаторів та острівців безпеки сприятиме розділенню потоків і зменшенню порушень.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тимчасове ускладнення руху під час будівельних робіт може викликати незручності для мешканців.</li> <li>- Опір змінам з боку окремих користувачів (водіїв, мешканців гаражів).</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Реалізація рішень у рамках транспортної стратегії міста забезпечить комплексний підхід.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ризик часткового впровадження рішень без досягнення повного ефекту.</li> <li>- Можливе недостатнє фінансування в межах міських пріоритетів.</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перехрестя вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу має Т-подібну конфігурацію, однак навіть за відносно простої геометрії тут утворюється значна кількість конфліктних точок. Основною причиною цього є інтенсивне перетинання транспортних потоків із головної магістралі з рухом, що здійснюється з другорядного напрямку, а також маневри поворотів ліворуч і праворуч. Найбільше конфліктів виникає під час виконання лівих поворотів, коли транспортні засоби перетинають траєкторії зустрічного руху та пішоходів на переходах.

Для оцінки безпеки на існуючому перехресті було виконано транспортне моделювання в програмі PTV Vissim з подальшим аналізом конфліктних ситуацій за допомогою інструменту Safety Surrogate Assessment Model (SSAM).

У результаті обробки змодельованих траєкторій руху встановлено 192 конфліктні точки, що є високим показником для Т-подібного перехрестя. Це свідчить про значну кількість небезпечних взаємодій між транспортними потоками, особливо під час поворотів і перетину напрямків руху, а також при наближенні до пішохідних переходів.

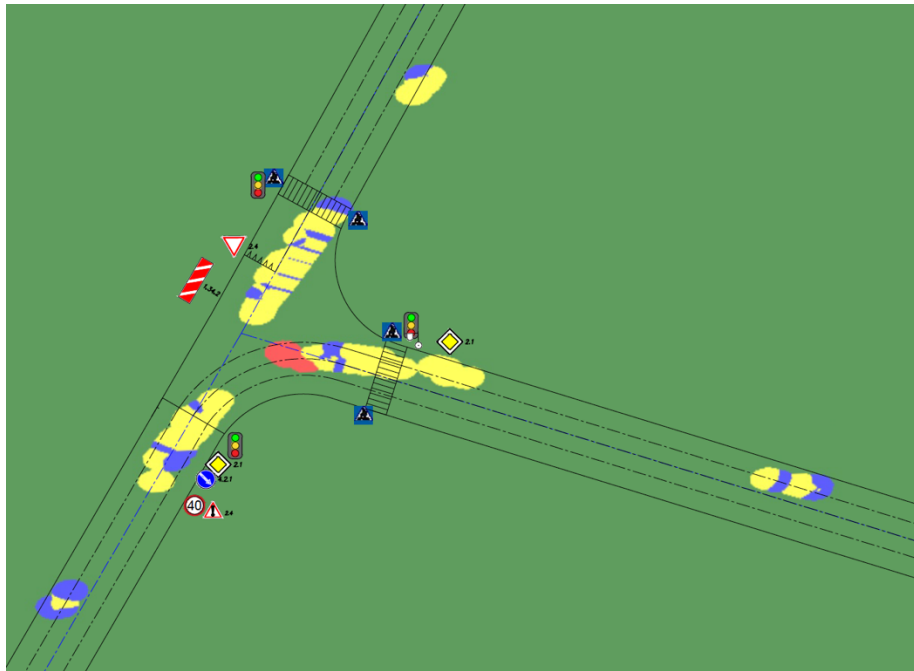


Рис. 1.6. - Схема конфліктних точок на перехресті вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу (за результатами розрахунків у програмі SSAM).

На перехресті вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу спостерігаються кілька факторів, що негативно впливають на загальний рівень безпеки дорожнього руху. Зокрема відсутність пристроїв примусового зниження швидкості (підвищені переходи), дозволяють водіям наближатися до вузла з перевищенням допустимої швидкості.

Ситуацію ускладнює обмежена ширина тротуарів та відсутність велоінфраструктури, що створює потенційно небезпечні умови для незахищених учасників руху.

У процесі транспортного моделювання в середовищі PTV Vissim було побудовано картограму щільності руху (рис. 1.7.), яка показала, що найбільше навантаження припадає на підходи з північного та східного напрямків. У цих зонах щільність трафіку досягає від 64 до 96 машин/км, що свідчить про перевантаження вуличної мережі у пікові періоди.

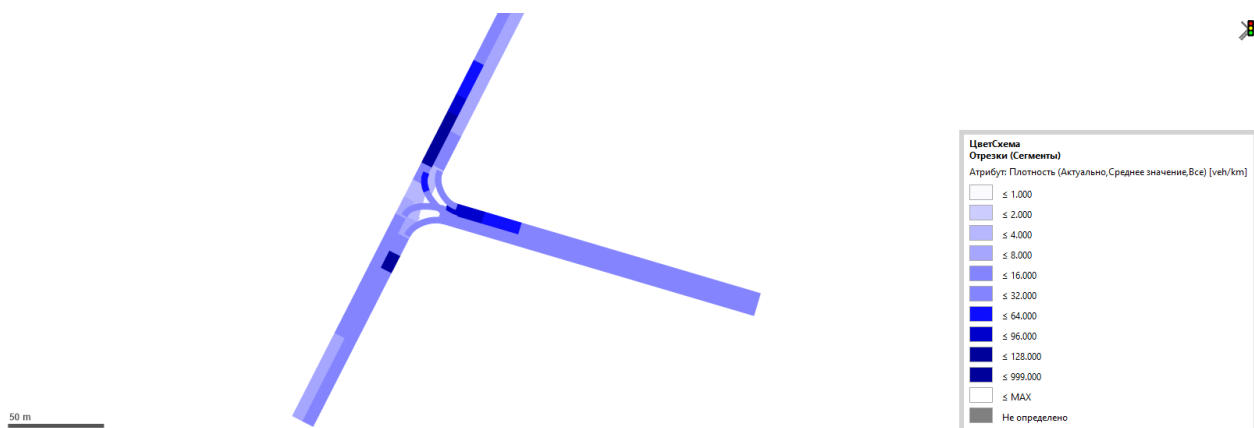


Рис. 1.7. - Картограма щільності транспортного потоку на перехресті вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка (модель PTV Vissim)

Крім того, згідно з картою перевищення швидкості в Києві (рис. 1.8.), досліджувана ділянка входить до зони з фіксованою швидкістю транспортних потоків у межах 50–70 км/год. Це перевищує рекомендовану швидкість для наближення до міських перехресть та значно підвищує ризик виникнення небезпечних ситуацій.



Рис. 1.8. – Карта перевищень швидкості у м. Київ

Такі умови несуть потенційну небезпеку, зокрема:

- зростає ризик наїзду на пішоходів;
- зменшується час на ухвалення рішень водіями в разі конфліктних ситуацій;
- ускладнюється безпечний проїзд перехрестя при високій щільності трафіку.

У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні інженерних заходів, спрямованих на зниження швидкості на підходах до перехрестя: зміна геометрії під'їздів, встановлення фізичних засобів примусового уповільнення або реорганізація вузла (наприклад, у вигляді кільцевого перетину).

У рамках аналітичного розділу було розглянуто планувальні та геометричні особливості перехрестя вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу, а також умови руху транспорту і пішоходів. Окрему увагу приділено факторам, що впливають на безпеку дорожнього руху, зокрема інтенсивності потоків, середній швидкості та кількості потенційних конфліктів.

Результати аналізу свідчать про те, що існуюча конфігурація перехрестя не відповідає сучасним вимогам щодо безпеки та зручності. Зафіксовано надмірну кількість конфліктних точок, відсутність велоінфраструктури, обмежену ширину тротуарів.

На основі виявлених проблем визначено ключові цілі подальшого проектування: зменшення конфліктності руху, раціональний розподіл транспортних потоків, скорочення затримок та створення комфортного і безпечного середовища для всіх учасників дорожнього руху.

Наступний розділ присвячено розробці проектних рішень із врахуванням цих завдань, зокрема варіантів перетворення вузла на кільцеву або турбокільцеву розв'язку.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							20
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. РОЗРАХУНКОВО-ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис, дата)  
\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							21
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.1 Розрахунок геометричних параметрів перехрестя

Зараз буде наведено стислий виклад основних розрахункових параметрів, що лягли в основу проєктних рішень. Це дозволяє логічно обґрунтувати подальший вибір типу вузла та забезпечити послідовність у проєктному рішенні.

Для виконання розрахунків використано актуальні дані про інтенсивність руху, отримані з навчальної версії транспортної моделі Києва. На їх основі визначено розрахункову швидкість, пропускну здатність, необхідну кількість смуг, а також габарити проїзної частини, тротуарів і велосипедної інфраструктури.

Результати цих розрахунків безпосередньо вплинули на вибір та проєктування варіантів організації руху.

### 2.1.1 Підбір розрахункової швидкості для організації руху на перехресті

Розрахункова швидкість є одним із ключових параметрів, що визначають геометрію перехрестя: вона впливає на вибір радіусів заокруглень, ширину смуг, організацію зон огляду та в цілому — на рівень безпеки учасників руху. Тому її правильне визначення має принципове значення при проєктуванні.

Для початкових розрахунків у межах цієї роботи було обрано розрахункову швидкість 30 км/год, як таку, що відповідає міським умовам та забезпечує баланс між пропускну здатністю та безпекою. Надалі це значення уточнюється з урахуванням результатів транспортного моделювання та положень нормативної документації.

На підтвердження цього значення використано картограму середньої швидкості руху, сформовану в середовищі PTV Vissim за результатами моделювання існуючого стану транспортного вузла (рис. 2.1.). Згідно з аналізом, переважна частина руху на перехресті здійснюється в діапазоні 20–40 км/год, а на більшості сегментів — близько 30 км/год, що відображено зеленими відтінками на схемі.

Отже, вибір розрахункової швидкості 30 км/год є обґрунтованим і дозволяє адаптувати геометричні рішення до фактичних умов руху, сприяючи підвищенню рівня безпеки на перехресті.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							22
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

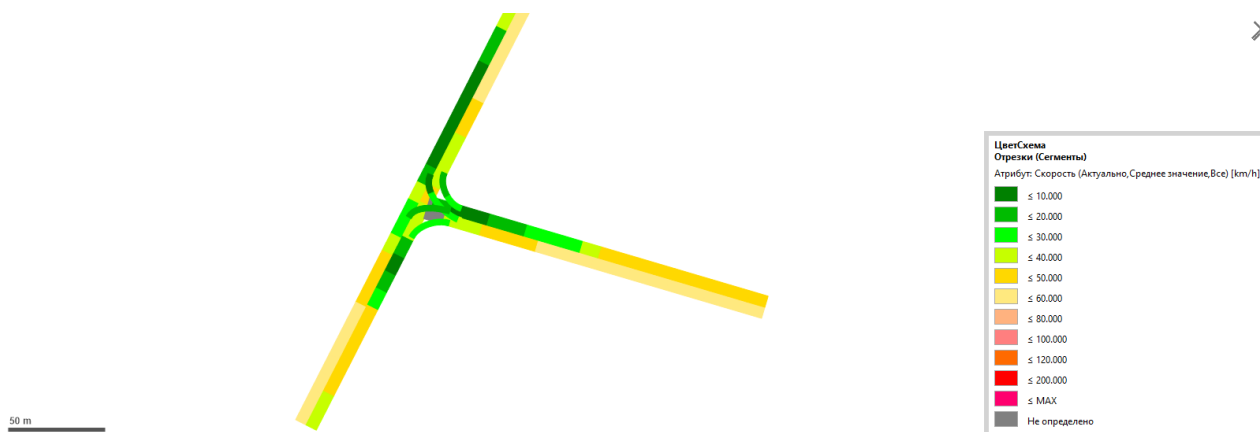


Рис. 2.1 - Графічне відображення середньої швидкості на перехресті вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу (моделювання в PTV Vissim)

### 2.1.2 Дослідження пропускної здатності та вибір схеми управління рухом

У ході розрахунків було визначено, що пропускна здатність однієї смуги руху на магістралі становить 1509 автомобілів на годину.

Враховуючи розрахункову інтенсивність руху (460 авто/год по вул. Газопровідна та 645 авто/год по просп. Європейського Союзу), для забезпечення безперешкодного руху було прийнято по дві смуги руху в кожному напрямку. Це рішення відповідає вимогам чинних нормативів та забезпечує необхідний запас пропускної здатності. Також розрахунки показали доцільність влаштування саморегульованого перетину.

Отримані значення підтверджують відповідність запроєктованої кількості смуг фактичному навантаженню та створюють передумови для безпечної й ефективної роботи транспортного вузла. Більш детальні розрахунки наведені в додатку 1.

### 2.1.3 Визначення ширини проїзної частини магістралей

Рациональне визначення ширини проїзної частини є важливою умовою підвищення безпеки дорожнього руху. Занадто вузькі смуги ускладнюють маневрування, а надто широкі — сприяють перевищенню швидкості. Тому для забезпечення стабільного потоку транспорту та зменшення ризику конфліктних ситуацій було виконано розрахунок оптимальної ширини проїзної частини з урахуванням інтенсивності руху та характеристик магістралей.

Розрахунок виконується за формулою (2.1):

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta, \quad (2.1)$$

де  $n$  – Запроектована кількість смуг руху;

$b$  – ширина однієї смуги руху транспорту (прийм. відп. до п.7.27 ДБН [1]), м;

$r$  – ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту (прийм. відп. до п. 5.1.14 ДБН [1]), м;

$\Delta$  – ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем (прийм. відп. до п. 5.12 ДБН [1]), м.

$$B_{\text{маг(газопровідна)}} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ (м)}$$

$$B_{\text{маг(європейського союзу)}} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ (м)}$$

#### 2.1.4 Визначення необхідної ширини пішохідної частини тротуарів

Ширина пішохідної частини тротуару є важливим чинником безпеки у вуличному середовищі, особливо в межах інтенсивного транспортного вузла. Відповідно до вимог ДБН [1], вона визначається з урахуванням типу вулиці та обсягу пішохідного руху. У випадках, коли точні дані щодо інтенсивності пішоходів відсутні, застосовується нормативне значення.

З метою забезпечення безпечного пересування пішоходів і уникнення їх виходу на проїзну частину, для проектованого перехрестя прийнята ширина тротуарів 3 метри. Це відповідає мінімальним нормативним вимогам для вулиць загальноміського значення з середнім пішохідним навантаженням.

#### 2.1.5 Визначення необхідної ширини велосипедної інфраструктури

Розміщення велосипедної інфраструктури є важливим елементом забезпечення безпеки вуличного простору, оскільки дозволяє відокремити велосипедистів від основного транспортного потоку. Проектування велосипедної мережі здійснюється з урахуванням вимог ДБН та ДСТУ. Для підвищення безпеки руху як для велосипедистів, так і для інших учасників, передбачено двосторонні велосипедні доріжки шириною 2,5 м з обох боків проїзної частини. Такий підхід сприяє

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							24
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшенню конфліктних ситуацій між видами транспорту та формує комфортні умови пересування для маломобільних користувачів.

### 2.1.6 Розробка типових поперечних профілів у межах перетину

З урахуванням результатів розрахунків, аналізу інтенсивності руху та вимог нормативної документації, було сформовано типові поперечні профілі магістралей у межах перехрестя. Вони враховують потреби всіх учасників дорожнього руху: передбачено смуги руху відповідної ширини, тротуари для пішоходів, а також окрему велосипедну інфраструктуру. Нижче подано графічне зображення проєктних поперечних рішень.

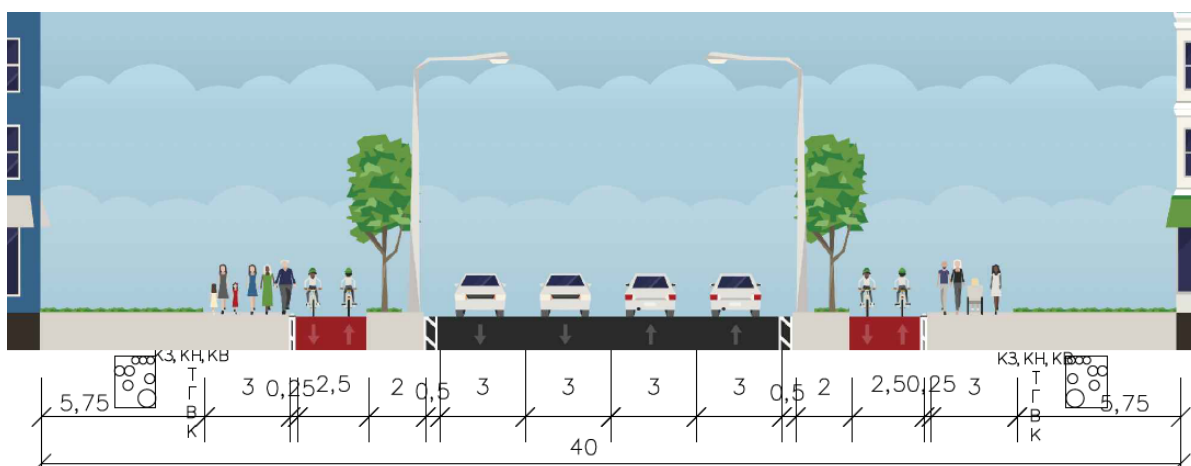


Рис. 2.2. Типовий проєктний поперечний профіль на СКП

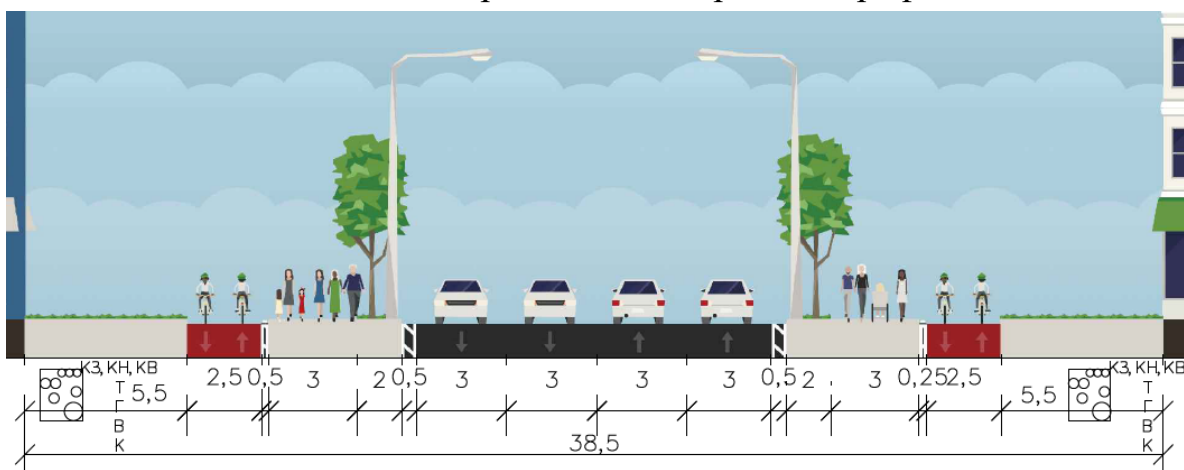


Рис. 2.3. Типовий проєктний поперечний профіль на Турбокільці

## 2.2 Методика та критерії оцінки

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Для якісного оцінювання рівня безпеки дорожнього руху на перехресті необхідно мати статистичні дані про ДТП, оскільки саме вони дають змогу об'єктивно оцінити ризики та масштаби наслідків. Проте для перетину вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу така інформація у відкритому доступі відсутня. У зв'язку з цим у даній роботі застосовано альтернативні підходи, які дозволяють оцінити потенційні загрози на етапі проектування, зокрема за допомогою транспортного моделювання.

Одним із ключових показників, що використовується для оцінки безпеки, є кількість конфліктних точок — місць перетину траєкторій транспортних засобів або їх взаємодії з пішоходами. Їх кількість напряму впливає на ймовірність виникнення аварій. Зменшення таких точок, відповідно до рекомендацій AASHTO та підходів, реалізованих у моделі SSAM, є ефективним способом зниження аварійності на перехрестях.

Варто також враховувати, що кожна потенційна ДТП — це не лише загроза життю, а й економічні втрати: витрати на лікування, ремонт інфраструктури, втрати робочого часу тощо. Тому зменшення аварійності — це не лише інженерне, а й економічно доцільне рішення.

Для визначення рівня безпеки на досліджуваному перехресті було проведено транспортне моделювання у середовищі PTV Vissim з подальшою обробкою даних у SSAM. Це дозволило виявити зони з найбільшою концентрацією потенційно небезпечних маневрів та оцінити, як змінюється характер взаємодій при впровадженні різних схем організації руху.

Окрім конфліктних точок, для аналізу також використовувалися показники середньої швидкості та щільності руху. Вони впливають на динаміку потоків, час реакції водіїв та ризик утворення заторів. Обидва показники розраховані на основі моделювання та враховуються при оцінці ефективності запропонованих рішень — саморегульованого кільця та турбокільця.

Додатково було проаналізовано середній час затримки та час простою транспортних засобів. Їх збільшення, як правило, сприяє зростанню небезпечних

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							26
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

маневрів — обгін у заборонених місцях, рух між смугами, порушення сигналів світлофора, що також впливає на загальний рівень безпеки.

Застосування зазначених критеріїв у поєднанні з геометричними розрахунками дозволяє обґрунтовано порівняти ефективність двох альтернативних варіантів реконструкції перехрестя вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу — саморегульованого кільця та турбокільця. У підрозділах 2.3 та 2.4 результати цього аналізу будуть представлені детальніше.

### **2.3 Саморегульований кільцевий перетин (СКП)**

У межах проєкту одним із розглянутих інженерних рішень є реконструкція перехрестя у форматі саморегульованого кільцевого перетину. Такий тип розв'язки дозволяє зменшити кількість конфліктних точок, покращити організацію руху та забезпечити безперервність транспортних потоків без застосування світлофорного регулювання. У цьому розділі наведено характеристику проєктного рішення, його параметри та вплив на підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

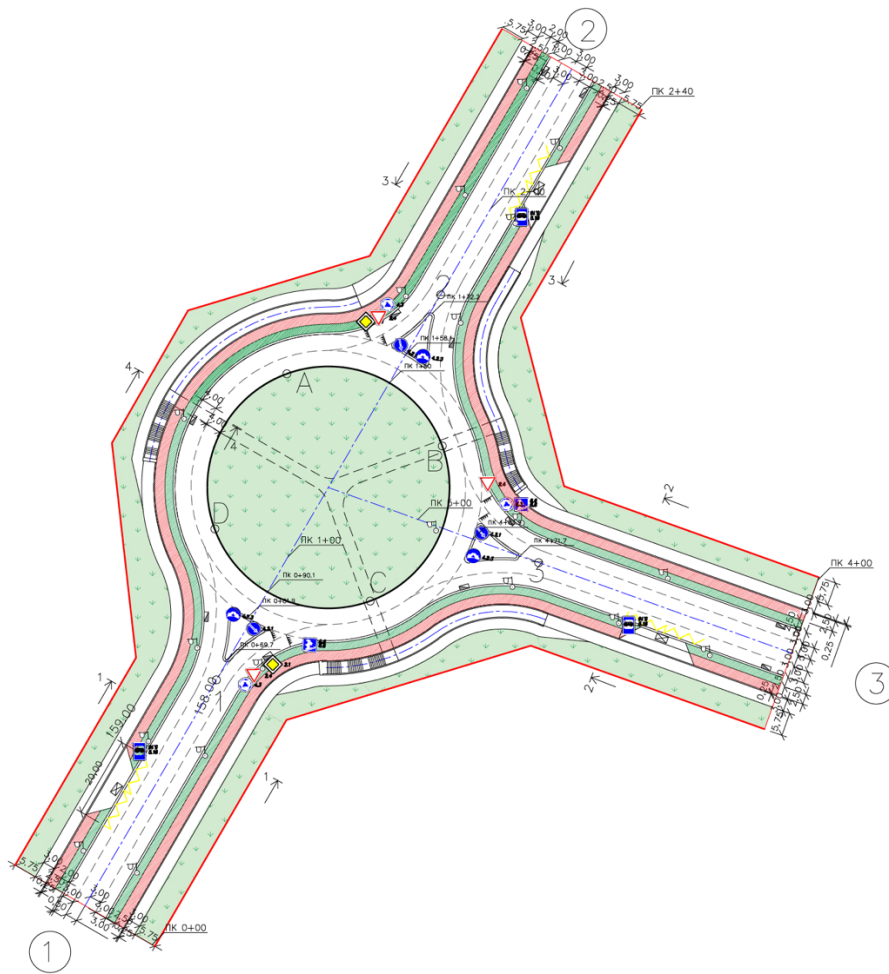
#### **2.3.1 Прийняті рішення при проектуванні СКП**

Проєкт передбачає організацію кругового руху з внутрішнім радіусом кільця 30 м та двома смугами шириною по 4 м. На підходах з обох напрямків — по дві смуги шириною 3 м. Розділювальні смуги не передбачено.

Замість наземних пішохідних переходів передбачено підземні переходи, що підвищує безпеку руху та зменшує кількість конфліктних точок.

З обох боків проєктуються окремі двосторонні велодоріжки, винесені за межі проїзної частини та ізольовані від пішохідної зони.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		27



## SWOT-аналіз для саморегульованого кільцевого перехрестя

Таблиця 2.1.

Сильні сторони	Слабкості
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Зниження кількості ДТП, особливо тяжких.</li> <li>- Зменшення кількості точок конфлікту.</li> <li>- Безперервність потоку, менші затримки, більша пропускна здатність.</li> <li>- Низькі експлуатаційні витрати (відсутність світлофорів)</li> <li>- Кільце природно знижує швидкість руху, що особливо важливо для безпеки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проблеми орієнтації для недосвідчених водіїв.</li> <li>- Потреба у великій площі (особливо в міських умовах)</li> <li>- Конфлікти на багатосмугових кільцях (перелаштовування у смуги)</li> <li>- Кільцеві перетини вимагають точного інженерного розрахунку геометрії, радіусів та ухилів, що ускладнює проектування порівняно зі стандартними перехрестями.</li> </ul>
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Впровадження "турбо"-кільця для покращення безпеки.</li> <li>- Інтеграція з інтелектуальними системами (ITS)</li> <li>- Впровадження саморегульованих кільцевих перетинів відкриває можливість суттєво знизити рівень аварійності на ділянках із частими ДТП.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неправильне проектування призводить до перевантаження.</li> <li>- Висока вартість реконструкції, викупу землі і будівництва проекту.</li> <li>- Проблеми з громадським транспортом без окремих смуг.</li> </ul>

### 2.3.3 Аналіз результатів моделювання скп

Порівняльний аналіз показників функціонування існуючого Т-подібного перехрестя та проектного рішення у вигляді саморегульованого кільцевого перетину демонструє помітне покращення параметрів, що прямо впливають на рівень безпеки дорожнього руху та ефективність транспортних потоків.

Зменшення середнього часу затримки з 21,4 с до 9,27 с свідчить про зниження рівня очікування транспортних засобів, що підвищує пропускну здатність перетину та знижує ймовірність виникнення заторів. Аналогічно, середній час простою зменшився з 11,55 с до 4,32 с, що вказує на більш плавний і безперервний рух транспорту на кільцевому перетині.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							29
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість зупинок, як середня (з 2,02 до 0,39), так і загальна (з 2895 до 544), також значно скоротилася. Це означає менше гальмувань та прискорень, що зменшує рівень агресивного водіння та підвищує комфорт руху.

Хоча середня швидкість на перетині в першому варіанті трохи нижча (31,45 км/год проти 37,68 км/год на існуючому Т-подібному перехресті), це пояснюється природою кільцевого руху, який вимагає зниження швидкості в зоні кругового об'їзду. Водночас така зміна є позитивною з точки зору безпеки, оскільки зменшує енергію потенційних зіткнень.

Також важливо відзначити незначне, але позитивне зниження кількості конфліктних точок — з 192 до 174. Це свідчить про більш раціональну організацію потоків і зменшення кількості перетинів траєкторій транспортних засобів, що знижує ризик виникнення аварійних ситуацій.

У сукупності ці зміни підтверджують, що впровадження саморегульованого кільцевого перетину є доцільним кроком у напрямку підвищення рівня безпеки та ефективності дорожнього руху на перетині вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу.

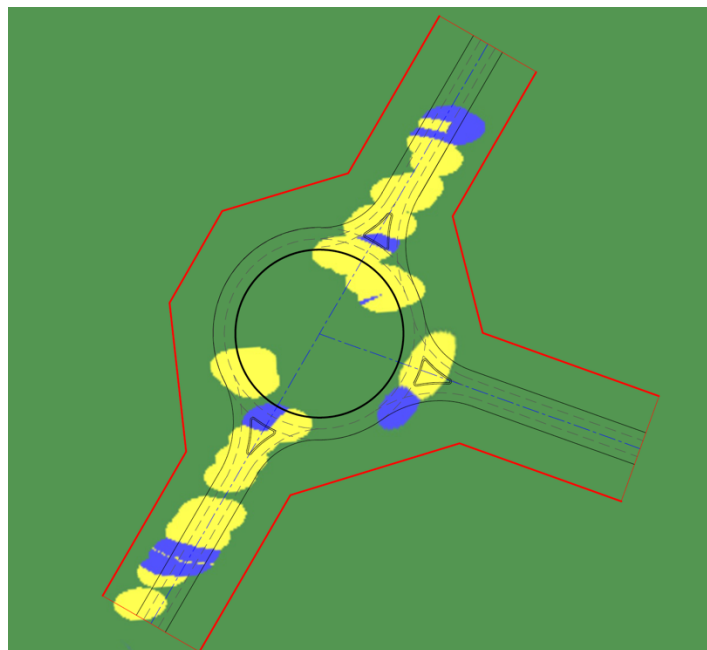


Рис. 2.5. - Схема конфліктних точок на скп (результат розрахунків програми SSAM)

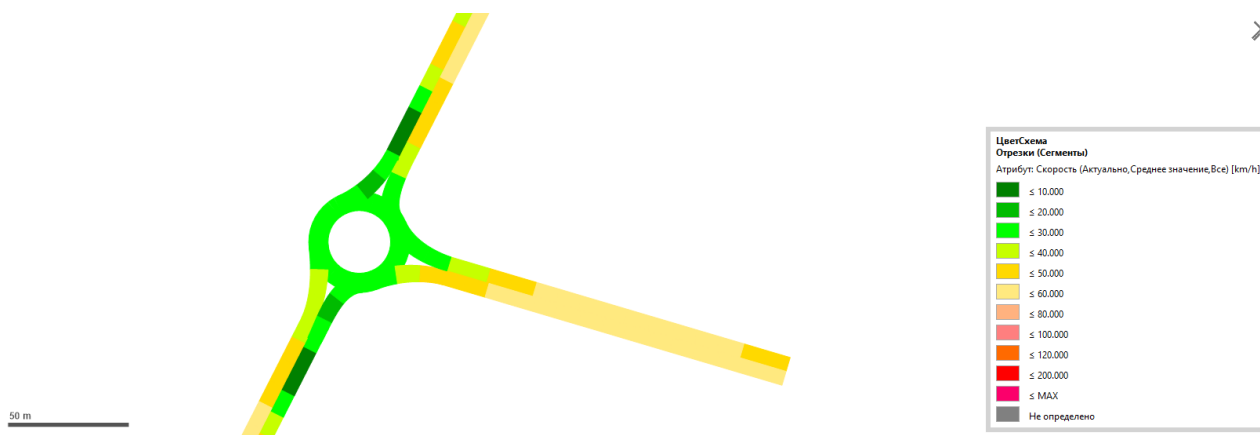


Рис. 2.6. - Картограма середньої швидкості на скп (результат транспортного моделювання PTV Vissim)

Оцінка впливу проєктного рішення на умови руху та безпеку

Таблиця 2.2.

Показник	Існуючий	1 варіант	Од.виміру
Ср. Швидкість на перетині	37,68	31,45	Км/год
Ср. Час затримки	21,4	9,27	С.
Ср. час простою (швидкість=0)	11,55	4,32	С.
Ср. Кількість зупинок	2,02	0,39	Зупинки
Кількість зупинок	2895	544	Зупинки
Кількість конфліктних точок	192	174	Точки

## 2.4 Турбокільце

У цьому рунккті розглянуто варіант удосконалення перетину шляхом запроектування турбокільця — сучасного типу кільцевого перехрестя, який забезпечує оптимізацію потоків і підвищення рівня безпеки руху. Запропоноване інженерне рішення враховує актуальні проблеми вузла та спрямоване на зменшення затримок, конфліктних ситуацій та покращення умов для пішоходів і велосипедистів.

### 2.4.1 Прийняті рішення при проектуванні Турбокільця

Проектом передбачено кільце з внутрішнім радіусом 30 м і двома смугами для руху. Організація потоків здійснюється за рахунок спрямовуючої розмітки та делінеаторів, що запобігають хаотичним перестроюванням і знижують кількість конфліктів.

На просп. Європейського Союзу – по дві смуги руху на в'їзд та виїзд, на виїзді з вул. Газопровідна – одна смуга, на в'їзд - дві смуги руху.

Для зручності маломобільних груп населення передбачено надземні пішохідні переходи, винесені за межі кільця. Вздовж усіх підходів передбачено двосторонні велодоріжки, відокремлені від проїзної частини.

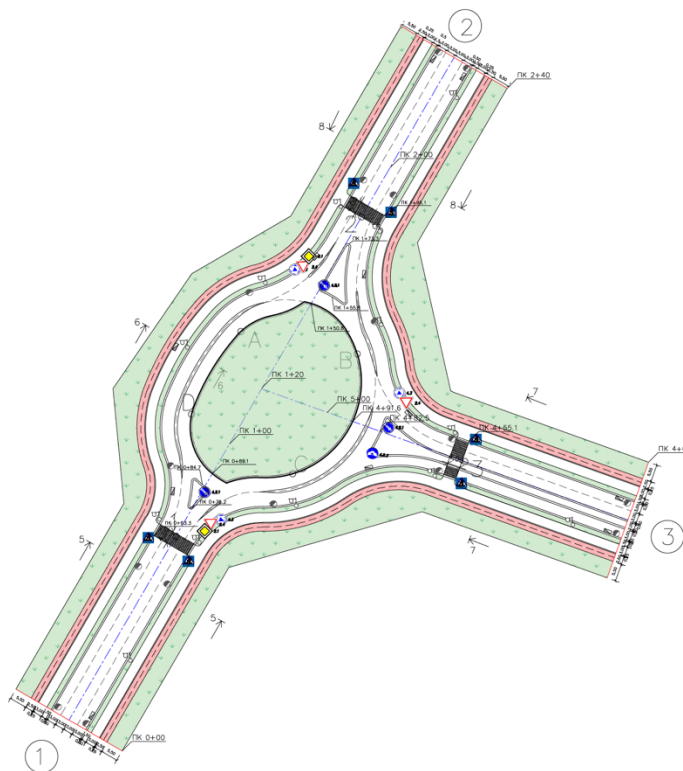


Рис. 2.7. Схема планувального рішення саморегульованого кільцевого перетину

### 2.4.2 SWOT-аналіз проектного рішення

Для всебічного оцінювання ефективності турбокільця як проектного рішення виконано SWOT-аналіз. У ньому розглянуто основні переваги та недоліки

конструкції, а також зовнішні чинники, що можуть впливати на її реалізацію й функціонування.

### SWOT-аналіз для турбокільця

Таблиця 2.3.

Сильні сторони	Слабкості
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Чітке розділення потоків: зниження конфліктів і ДТП.</li> <li>- Вища пропускна здатність у порівнянні зі звичайним кільцем.</li> <li>- Відсутність перестроювань на кільці завдяки наведенню перед в'їздом.</li> <li>- Плавний рух без зупинок, ефективний розподіл потоків.</li> <li>- Зниження аварійності на складних вузлах.</li> <li>- Зменшення кількості точок конфлікту.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока складність проектування і точність геометрії.</li> <li>- Проблеми орієнтації для недосвідчених водіїв.</li> <li>- Важче для сприйняття недосвідченими водіями.</li> <li>- Необхідність якісної дорожньої розмітки і інформаційних знаків</li> <li>- Потреба у великій площі (особливо в міських умовах)</li> </ul>
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Можливість застосування у містах з високою інтенсивністю руху.</li> <li>- Інтеграція з інтелектуальними транспортними системами (ITS)</li> <li>- Можливість стандартизації для типових перехресть в Україні</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока вартість реалізації.</li> <li>- Складність в реконструкції існуючих перехресть під турбокільце</li> <li>- Проектування турбокільця в Україні ускладнене через нестачу національних нормативів, типових планувальних рішень та інструкцій.</li> </ul>

#### 2.4.3 Аналіз результатів моделювання турбокільця

У межах цього етапу було здійснено порівняльний аналіз двох типів транспортних розв'язок — існуючого Т-подібного перехрестя та проектного турбокільця. Моделювання проведено в середовищі PTV Vissim з подальшою обробкою даних, що дозволило оцінити як ефективність, так і безпечність функціонування об'єкта в новій конфігурації.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							33
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із ключових індикаторів безпеки є кількість конфліктних точок. Для існуючого перехрестя вона становить 192, тоді як у проєктному рішенні турбокільця — 129. Це свідчить про зниження ймовірності потенційно небезпечних ситуацій на 32,8%, що безпосередньо впливає на зменшення ризику виникнення ДТП. Таке скорочення стало можливим завдяки кращому розведенню потоків та направленому руху в межах кільця, який знижує кількість перехресних траєкторій.

Ще одним важливим показником є середній час затримки, що впливає на психологічний стан водіїв, частоту раптових маневрів та порушень ПДР. У моделі турбокільця він зменшився з 21,4 до 2,02 с, що в понад 10 разів менше. Це суттєво знижує стресове навантаження на учасників руху, роблячи поїздки комфортнішою й безпечнішою.

Критично важливим є і середній час простою транспортних засобів (при швидкості = 0), який зменшився з 11,55 до 0,07 с. Зменшення фактичного простою свідчить про високу динаміку потоку без необхідності частих зупинок, що зменшує ризик аварій через наїзди ззаду, характерні для заторів.

Усі ці показники підтверджують, що запроектоване турбокільце не лише підвищує пропускну здатність транспортного вузла, але й значно покращує рівень безпеки дорожнього руху, зменшуючи кількість потенційних аварійних ситуацій, знижуючи стрес водіїв і покращуючи умови руху для всіх учасників дорожнього руху.

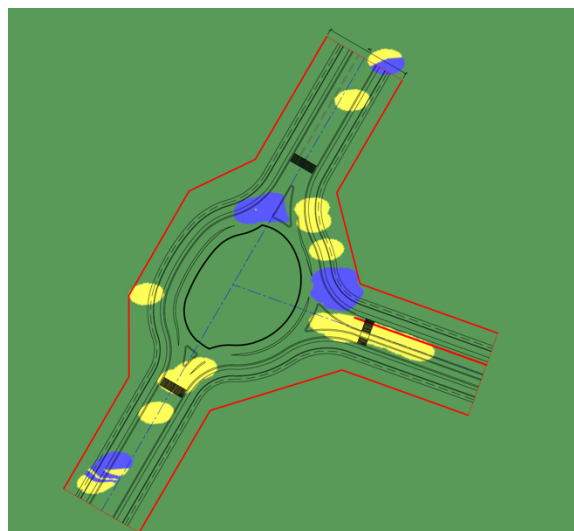


Рис. 2.8. - Схема конфліктних точок на турбокільці (результат розрахунків програми SSAM)

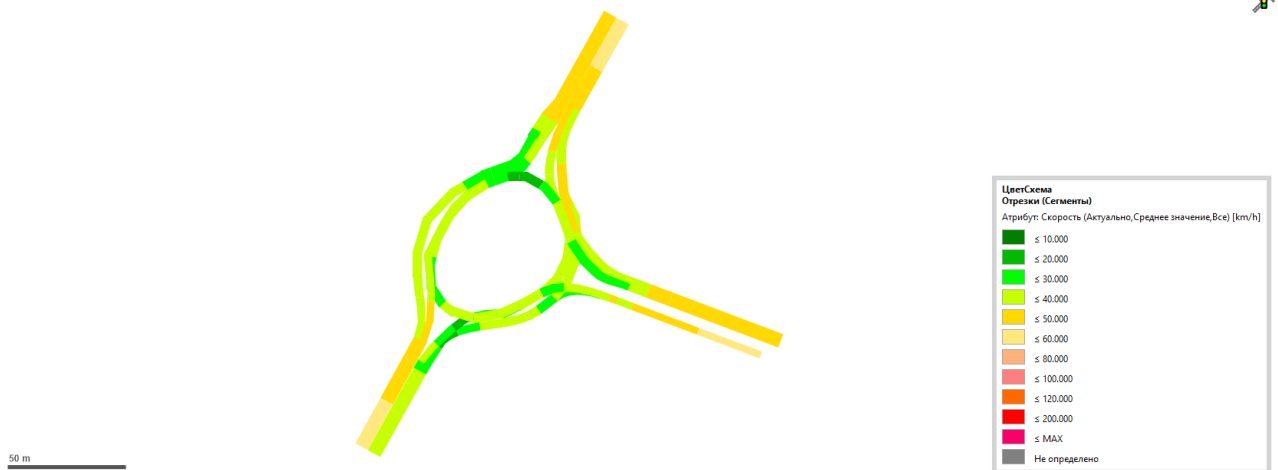


Рис. 2.9. - Картограма середньої швидкості на скп (результат транспортного моделювання PTV Vissim)

Оцінка впливу проєктного рішення на умови руху та безпеку

Таблиця 2.4.

Показник	Існуючий	2 варіант	Од.виміру
Ср. Швидкість на перетині	37,68	37,68	Км/год
Ср. Час затримки	21,4	2,02	С.
Ср. час простою (швидкість=0)	11,55	0,07	С.
Ср. Кількість зупинок	2,02	0,03	Зупинки
Кількість зупинок	2895	41	Зупинки
Кількість конфліктних точок	192	129	Точки

## 2.5 Порівняльний аналіз проектних рішень та висновок

У цьому розділі здійснено порівняння двох проектних рішень — саморегульованого кільцевого перетину та турбокільця — за ключовими показниками ефективності, безпеки руху та вартісними характеристиками. Метою є визначення оптимального варіанту для підвищення рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу.

### 2.5.1 Техніко-економічні показники

Для оцінки вартості реалізації кожного з проектних варіантів — саморегульованого кільцевого перетину та турбокільця — було виконано кошторисну оцінку основних будівельних робіт. У таблиці наведено порівняльні обсяги та загальну вартість окремих видів робіт для кожного з рішень. Це дозволяє оцінити економічну доцільність впровадження того чи іншого варіанта з урахуванням витрат на будівництво та супутні інженерні заходи.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		36

## Кошторисно-фінансовий розрахунок

Таблиця 2.5.

№ з/п	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Вартість одиниці виміру, грн.	Обсяг робіт, СКП	Загальна вартість, грн., СКП	Обсяг робіт, Турбокільце	Загальна вартість, грн., Турбокільце
1.	Земляні роботи	м <sup>3</sup>	300	9623,2	2886960	8523,4	2557020
2.	Влаштування дорожнього одягу магістралей	м <sup>2</sup>	4500	5180,9	23314050	4688,1	21096450
3.	Влаштування дорожнього одягу тротуарів	м <sup>2</sup>	1500	1382,4	2073600	1145,2	1717800
4.	Влаштування водовідведення						
4.1	Влаштування або реконструкція дощеприймального колектора	1 м.п.	100000	362	36200000	362	36200000
4.2	Влаштування дощеприймальних колодязів	1 шт.	15000	11	165000	11	165000
5.	Влаштування бортового каменю	1 м.п.	500	1032,8	516400	926,55	463275
6.	Влаштування освітлювальних опор	шт.	15000	18	270000	13	195000
7.	Влаштування позавуличного пішохідного переходу	м <sup>2</sup>	10000	553,9	5539000	0	0
8.	Додаткові конструктивні рішчення						
8.1	Влаштування розділювача смуг руху	м <sup>2</sup>	1500			173,8	260700

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							37
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.2	Влаштування піднятих пішохідних переходів	м <sup>2</sup>	10000			156	1560000
Проміжна сума					70965010	-	64215245
10.	Перекладка підземних інженерних комунікацій	%	15%	$\Sigma_{(1-7)} * 0,15$	10644751,5	-	9632286,75
Остаточна сума					81609761,5	-	73847531,75

### Річні дорожні витрати

Річні дорожні витрати до реконструкції Д визначають як витрати, які складаються з щорічних витрат на реконструкцію, капітальний та поточний ремонт дорожнього одягу, а також утримання дорожнього покриття перетину і розраховуються за формулою:

$$D = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_1 + p_2) + F \cdot a, \quad (2.2)$$

$$D = 0,01 \cdot 19236150 \cdot (5 + 1) + 4274,7 \cdot 100 = 1\,581\,639 \text{ грн}$$

$$D_{\text{СКП}} = 0,01 \cdot 23314050 \cdot (5 + 1) + 5180,9 \cdot 100 = 1\,916\,933 \text{ грн}$$

$$D_{\text{Турбокільце}} = 0,01 \cdot 21096450 \cdot (5 + 1) + 4688,1 \cdot 100 = 1\,734\,597 \text{ грн}$$

де  $C_{\text{од}}$  – вартість будівництва дорожнього одягу;

$p_1$  – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проекті рекомендується приймати 5%);

$p_2$  – щорічний процент відрахувань на поточний ремонт дорожнього одягу (у курсовому проекті рекомендується приймати 1%);

$F$  – площа дорожнього покриття;

$a$  – вартість утримання м<sup>2</sup> дорожнього покриття перетину, 100 грн.

Річні дорожні витрати після реконструкції Д' розраховуються за тією ж формулою з підставленням відповідних значень.

### Річні транспортні витрати

Детальний розрахунок річних транспортних витрат надано в додатку 2.

- Річні транспортні витрати для СКП- 2,22 млн. грн.
- Зменшення річних транспортних витрати для Турбокільця – 2,44 млн. грн.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							38
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Термін окупності капіталовкладень

Термін окупності капіталовкладень ( $T_0$ ) для влаштування перетину магістралей в різних рівнях визначаємо за формулою 2.3. При цьому для визначення терміну окупності в даному випадку після аналізу можливих варіантів перетину в одному рівні вибирають можливий найкращий, і визначають тільки можливі непродуктивні підсумкові витрати за рахунок затримок транспорту в період руху в необхідних напрямках через цей варіант перетину магістралей в одному рівні (решту витрат не враховують).

При реконструкції перетину магістралей в різних рівнях термін окупності ( $T_0$ ) капіталовкладень визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{C}{(K+D)-(K'+D')}, \quad (2.3)$$

$$T_{\text{СКП}} = \frac{81609761,5}{(7615884,9+1581639)-(5391815,7+19169933)} = 43,2 \text{ (роки)},$$

$$T_{\text{Турбокільце}} = \frac{81609761,5}{(7615884,9+1581639)-(5\ 170\ 901+1\ 734\ 597)} = 35,6 \text{ (роки)},$$

де  $C$  – кошторисна вартість варіанта будівництва перетину магістралей, грн.;  
 $K$  і  $K'$  – річні транспортні втрати до та після реконструкції відповідно, грн.;  
 $D$  і  $D'$  – річні дорожні втрати до та після реконструкції відповідно, грн.

## Коефіцієнт окупності капіталовкладень

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень СКП можна встановити за наступною формулою:

$$E = \frac{1}{T_0} \quad (2.4)$$

$$E_{\text{СКП}} = \frac{1}{43,2} = 0,02$$

$$E_{\text{Турбокільце}} = \frac{1}{35,6} = 0,03$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							39
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5.2 Оцінка аварійних ризиків та розрахунок непрямих економічних збитків

У цьому підрозділі розглянуто прогнозовану кількість дорожньо-транспортних пригод залежно від типу організації руху на перетині, а також здійснено розрахунок очікуваних соціально-економічних втрат для держави. Аналіз базується на кількості конфліктних точок, отриманих із моделювання, та середній вартості одного ДТП. Це дозволяє кількісно оцінити ефективність кожного з варіантів реконструкції з точки зору безпеки та економіки.

Оскільки у відкритому доступі відсутні достовірні статистичні дані про фактичну кількість дорожньо-транспортних пригод безпосередньо на перетині вул. Ореста Левицького та вул. Мілютенка, для оцінки рівня аварійності було застосовано емпіричну оцінку.

Емпірична оцінка — це метод розрахунку, який базується не на конкретних вимірюваннях або офіційній статистиці, а на узагальненому досвіді, результатах аналогічних досліджень, нормативно-методичних припущеннях і спостереженнях. Такий підхід є виправданим у випадках, коли бракує точної інформації, але є потреба в кількісному аналізі для обґрунтування інженерних рішень.

Подібна практика широко застосовується у навчально-методичних матеріалах провідних технічних вишів, де для умовних або локально слабо досліджених об'єктів допускається використання розрахункових величин, прийнятих за типовими значеннями для подібних ситуацій.

У цій роботі додатково використано результати моделювання за допомогою інструменту SSAM (Surrogate Safety Assessment Model), який дозволяє оцінити потенційну аварійність, базуючись на аналізі траєкторій транспортних засобів, їхніх конфліктних взаємодій та ймовірності зіткнень. Модель SSAM є визнаною у міжнародній практиці та використовується як інструмент оцінки безпеки в умовах недостатньої або відсутньої статистики.

Таким чином, застосування емпіричної оцінки в поєднанні з результатами моделювання забезпечує достатньо обґрунтовану базу для порівняння проектних рішень і оцінки їх впливу на безпеку дорожнього руху та економіку.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							40
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийняті вихідні дані:

- Базова кількість ДТП у поточному (існуючому) стані:  $A_0 = 3$  ДТП/рік
- Кількість конфліктних точок в існуючому стані:  $K_0 = 192$
- Середній розмір збитків від однієї дорожньо-транспортної пригоди:  $C_0 = 300\ 000$  грн

Розрахункові формули:

$$A = A_0 \times (K / K_0) \quad (2.5)$$

де:

- $A$  — прогнозована кількість ДТП на рік для варіанту проєкту,
- $K$  — кількість конфліктних точок для цього варіанту.

$$C = A \times C_0 \quad (2.6)$$

де:

- $C$  — прогнозовані непрямі економічні збитки.

### Розрахунки:

Для СКП:

$$A_{\text{СКП}} = 3 \times (174 / 192) = 2,72 \text{ ДТП/рік}$$

$$C_{\text{СКП}} = 2,72 \times 300\ 000 = 816\ 000 \text{ грн/рік}$$

Для турбокільця:

$$A_{\text{турбокільце}} = 3 \times (129 / 192) = 2,02 \text{ ДТП/рік}$$

$$C_{\text{турбокільце}} = 2,02 \times 300\ 000 = 606\ 000 \text{ грн/рік}$$

Порівняння впливу проєктних рішень на непрямі економічні втрати:

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							41
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6.

## Техніко-економічні показники

Показник	СКП	Турбокільце
Вартість будівництва, грн	81609761,5	73847531,75
Збільшення річних дорожніх витрат, грн	335294	152958
Зменшення річних транспортних витрат, грн	2224069,2	2444984
Термін окупності капіталовкладень	43,2	35,6
Коефіцієнт окупності капіталовкладень	0,02	0,03
Щорічні збитки від ДТП, грн	816 000	606 000
Всього	82 425 762	74 453 532

Результати розрахунку демонструють, що впровадження саморегульованого кільцевого перетину дозволяє знизити очікувану кількість ДТП приблизно на 9,3 %, а турбокільця — на 32,7 % у порівнянні з існуючим станом. У грошовому еквіваленті це забезпечує щорічну економію державного бюджету:

- 84 000 грн/рік для СКП
- 294 000 грн/рік для турбокільця

Зменшення кількості конфліктних точок, підтверджене транспортним моделюванням у середовищах PTV Vissim і SSAM, є обґрунтованим показником покращення безпеки дорожнього руху. Серед запропонованих рішень турбокільце виявилось найефективнішим як з погляду безпеки, так і з економічної точки зору.

### 3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							43
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.1 Піднятий пішохідний перехід

Піднятий пішохідний перехід запроектований як платформа, що піднімається на висоту 10–12 см над рівнем проїзної частини, з плавними підйомами (радіусом не менше 1,5 м) для комфортного проїзду транспорту. Покриття виконується з асфальтобетону або фігурних елементів мощення (ФЕМ) з контрастним маркуванням, що підвищує візуальну помітність переходу. Рішення передбачає водовідвід уздовж бортів та бокове пониження для осіб з інвалідністю. Піднятий перехід розташовується перед в'їздом на кільце, забезпечуючи примусове зниження швидкості та покращення безпеки пішоходів на підходах до перетину.



Рис. 3.1. Піднятий пішохідний перехід

### 3.2 Делініатори на турбокільці

Делініатори встановлюються на в'їзних та внутрішніх ділянках проїзної частини кільця з метою фізичного розмежування потоків та недопущення хаотичних перестроювань. Використовуються гнучкі елементи з поліуретану або гуми висотою 75–100 мм з вбудованими світловідбиваючими вставками для забезпечення видимості в темну пору доби. Монтаж здійснюється на анкерних кріпленнях або з використанням спеціального клею, стійкого до механічних навантажень. Завдяки делініаторам транспортні засоби дотримуються заданої траєкторії, що сприяє зниженню аварійності та підвищенню пропускної спроможності кільця.



Рис. 3.2. Делініатори на турбокільці

### 3.3 Планування поверхневого стоку в межах перетину магістралей

Проектування систем і споруд для водовідведення здійснено з урахуванням місцевих природних умов, особливостей архітектурно-планувальної структури та санітарно-гігієнічних вимог відповідно до п. 9 ДБН.

Дотримання мінімально допустимих поздовжніх ухилів (5‰ для асфальтобетонного покриття) та рекомендованих поперечних ухилів — 20‰ для проїзної частини і 10‰ для тротуарів — дозволяє забезпечити ефективне відведення води вздовж лотків магістралей та з'їздів.

### 3.4 Розміщення дощеприймальних колекторів

Під час розробки курсового проекту окремі розрахунки збору поверхневого стоку в межах перетину магістралей не виконувались — рішення було прийняте на конструктивному рівні. Оскільки на приміагістральній території можливе окреме вирішення системи водовідведення, гідрологічні та гідравлічні розрахунки гілок і колекторів (зокрема, визначення діаметрів труб) зазвичай приймають у мінімальному варіанті.

Для організації водовідведення з поверхні магістралі передбачено конструктивне розміщення зливоприймальних колодязів у лотках проїзної частини за такими принципами:

зливоприймальні споруди встановлюються в найнижчих точках проїзної частини;

необхідно забезпечити перехоплення поверхневого стоку з проїзної частини та тротуарів магістралей, що перетинаються, до входу на перехрестя.

Інші зливоприймальні колодязі, за умови, що ширина проїзної частини не перевищує 30 м і відсутній додатковий притік дощових вод із примагістральної території, розміщуються конструктивно з урахуванням поздовжнього похилу ділянки магістралі (крім локальних підвищених точок) за наступними орієнтирами:

при похилі до 4‰ — з інтервалом 50 м;

при похилі 4–6‰ — 60 м;

при похилі 6–10‰ — 70 м;

при похилі 10–30‰ — 80 м.

### **3.5 Перекладка підземних інженерних мереж**

Магістральні підземні інженерні мережі розміщені в межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами та розділювальними смугами — мережі прокладаються в тунелях, а в зоні розділювальних смуг передбачено дощову каналізацію. Схему розміщення підземних комунікацій представлено на типовому поперечному профілі магістралі, а місце їхнього прокладання на перетині показано на плані (рис. 3.3.).

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							46
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

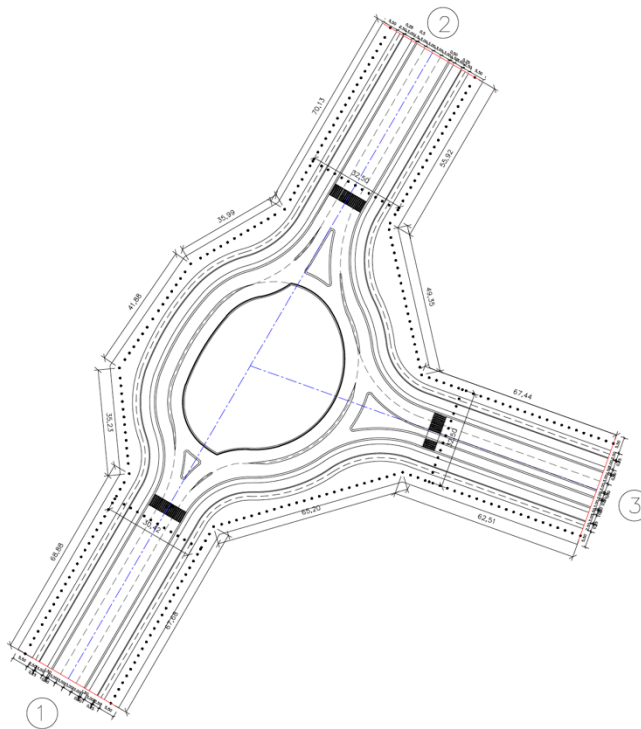


Рис. 3.3. План перекладки комунікацій

### 3.6 Освітлення

Опори освітлення, які необхідно відобразити на проєктному плані магістралі, розташовуються конструктивно по обидва боки проїзної частини з інтервалом 40 метрів. Особливий акцент зроблено на забезпеченні належного освітлення перехресть магістралей відповідно до вимог ДБН [1], пп. 10.8–10.11.

### 3.7 Озеленення

Озеленення вулиць і доріг сприяє зниженню рівня шуму, зменшенню кількості пилу та шкідливих викидів, а також покращує мікроклімат. Водночас зелені насадження не повинні створювати перешкод для руху транспорту й пішоходів (відповідно до ДБН [1], п. 11.2–11.9). Розміщення дерев і кущів заввишки понад 0,5 м заборонено в межах трикутника видимості на перехрестях і пішохідних переходах, тому в зоні перетинів доцільно передбачати газонне озеленення.

### 3.8 Дорожній одяг

Конструкцію дорожнього одягу для вулиць, доріг, тротуарів та інших елементів вулично-дорожньої мережі в межах населених пунктів слід обирати на основі техніко-

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							47
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

економічного аналізу кількох варіантів, з урахуванням категорії вулиці, прогнозованої інтенсивності руху, типу транспортного потоку, кліматичних і геолого-гідрологічних умов, наявних будівельних матеріалів, підземних інженерних мереж і споруд, а також вимог до безпеки дорожнього руху. Типова конструкція дорожнього одягу (див. рис. 3.4.) визначається відповідно до п. 8 ДБН.

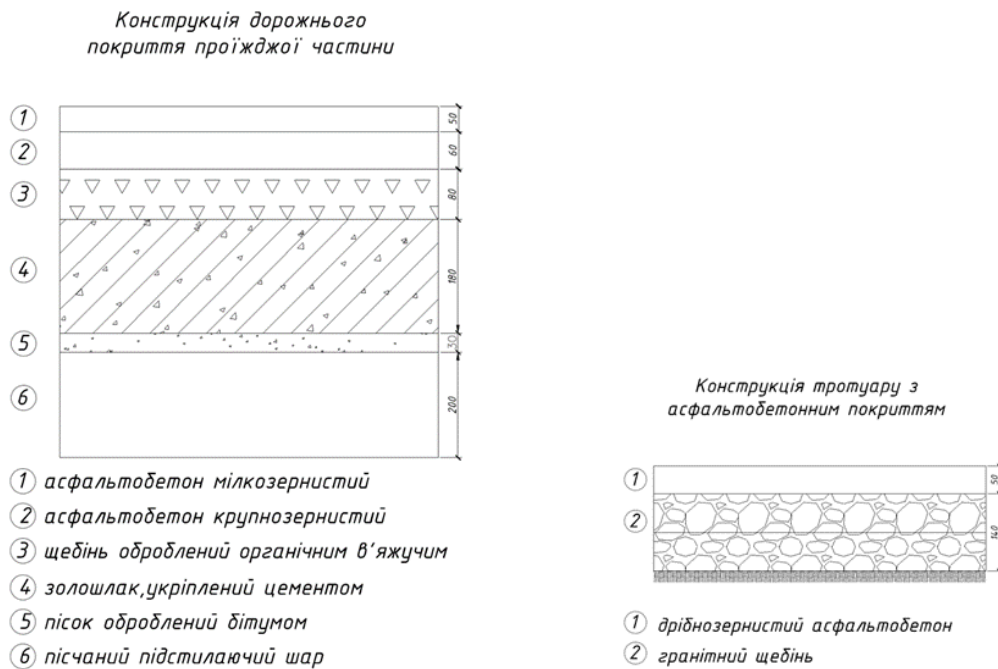


Рис. 3.4. Розріз конструкції дорожнього одягу

### 3.9 Зупинки громадського транспорту

Розташування та облаштування зупинок громадського транспорту слід виконувати відповідно до вимог ДБН. Згідно з положеннями пунктів 5.4.2–5.4.5 ДБН, зупинки мають бути розміщені після перехрестя на відстані 5–10 м від пішохідного переходу та не ближче ніж 20 м від перехрестя.

## Висновки

У ході виконання кваліфікаційної роботи я зосередив увагу на проблемі низького рівня безпеки дорожнього руху на перетині вул. Газопровідна та просп. Європейського Союзу в місті Києві. Проведений мною аналіз показав, що існуюча організація руху не забезпечує належного рівня безпеки: на перехресті зафіксовано 192 конфліктні точки, повністю відсутня велосипедна інфраструктура, а також не створено комфортних і безпечних умов для пішоходів, особливо маломобільних груп населення.

З метою підвищення безпеки я провів транспортне моделювання у середовищі PTV Vissim з подальшим аналізом конфліктних ситуацій за допомогою SSAM. На основі отриманих даних розробив два варіанти інженерного вирішення: саморегульований кільцевий перетин (СКП) та турбокільце. Основним критерієм оцінки ефективності було саме зниження потенційної аварійності.

У результаті порівняльного аналізу встановлено, що турбокільце є найбільш ефективним з погляду безпеки. Воно знижує кількість конфліктних точок до 129 (на 32,8% менше), значно скорочує середній час затримки транспорту (до 2,02 с) і практично усуває час простою. Це дозволяє мінімізувати ризики виникнення ДТП, зменшити агресивну поведінку водіїв і покращити передбачуваність дорожнього руху.

Також я запропонував комплекс додаткових заходів, що сприяють підвищенню безпеки: встановлення делініаторів, підвищених пішохідних переходів, облаштування велодоріжок, розширення тротуарів, а також поліпшення освітлення та водовідведення.

Вважаю, що реалізація запропонованих мною рішень дозволить суттєво знизити аварійність на перетині, покращити умови для всіх учасників дорожнього руху та підвищити загальний рівень безпеки вулично-дорожньої мережі міста.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							49
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список літератури

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

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.
2. ДБН Б. 2.2-5:2011. Благоустрій територій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 61 с.
3. ДБН Б.1.1-14:2012. Склад та зміст детального плану території. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 81 с.
4. ДСТУ Б А.2.4-29:2008 СПДБ. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
5. ДБН Б 2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 177 с.
6. Закон України «Про дорожній рух». – К., 1992 (від 28.01.93 №2953–XII).
7. Закон України «Про транспорт». – К., 1994 (від 10.11.94 №233/94–ВР).
8. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». – К., 2011 (від 17.02.2011 р. №3038–VI).
9. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
10. Міські дорожньо-транспортні споруди: методичні вказівки / Осетрін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2023. – 60 с.
11. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст. – К.: КНУБА, 2002. – 180 с.
12. Інженерна підготовка міських територій: Методичні вказівки / Приймаченко О.В. та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 28 с.
13. Биваліна М.В. Інженерний благоустрій міських територій: навч. посібник. – К.: КНУБА, 2014. – 214 с.
14. ДСТУ Б А.2.4.6-2009 СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							50
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Проектування території житлової забудови / Дьомін М.М. та ін. – К.: КНУБА, 2022. – 46 с.
16. Закон України «Про основи містобудування». – К., 1992 (від 16.11.1992 р. №2780–ХІІ).
17. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 70 с.
18. Плешаковська А.М. Проект розподілу житлової території кварталу: метод. вказівки. – К.: КНУБА, 2005. – 36 с.
19. Проектування і розрахунок споруд інженерного захисту міських територій / Усаковський С.Б., Ніщук В.С. – К.: КДТУБА, 2009. – 36 с.

**Інтернет-джерела:**

20. [https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/?utm\\_source=chatgpt.com](https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/?utm_source=chatgpt.com)
21. <https://hromadske.radio/news/2021/06/16/za-5-misiatsiv-v-ukraini-stalosi-496-dtp-za-uchastiu-velosipedystiv-z-nykh-54-smertel-ni>
22. <https://zakon.cc/law/document/read/1360-2020-p>
23. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-NVI-18.20>

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							51
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Додатки

### Додаток 1

#### Розрахунок ширини проїзної частини магістралей

Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на магістралі

Для цього використовуємо формулу (4.1):

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_{\text{розр на маг}}}{l_a + l_b + V_{\text{розр на маг}} t_p + (k_e - k_1) V_{\text{розр на маг}}^2 / [2g(\phi + f \pm i)]}, \quad (4.1)$$

де  $V_{\text{розр на маг}}$  – 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 для вулиць і доріг з регульованим рухом 50 км/год);

$t_p$  – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (0,5 – 2,0 с).

$l_a$  – довжина розрахункового автомобіля (5 м);

$l_b$  – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2 – 5 м);

$k_e$  – 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<sup>2</sup>);

$\phi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини;

$f$  – коефіцієнт опору коченню;

$i$  – поздовжній похил ділянки магістралі.

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

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							52
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$= 1509 \text{ авто/год}$$

Коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі

Для цього використовуємо формулу (4.2):

$$\delta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p (t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}}) / 2}, \quad (4.2)$$

де  $L$  – відстань між сусідніми регульованими перетинами на магістралі, м;

$a$  – прискорення автомобіля при розгоні (0,8 – 1,2 м/с<sup>2</sup>);

$b$  – сповільнення автомобіля при гальмуванні (0,6 – 1,5 м/с<sup>2</sup>);

$t_{\text{ч}}$ ,  $t_{\text{ж}}$  – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі, с.

$$\delta_{1-2} = \frac{1057}{1057 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7 \cdot (30 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,65,$$

$$\delta_3 = \frac{750}{750 + 16,7^2 / (2 \cdot 1) + 16,7^2 / (2 \cdot 1,05) + 16,7 \cdot (30 + 2 \cdot 3) / 2} = 0,57$$

Пропускна здатність смуги руху транспорту на магістралі з врахуванням впливу світлофорного регулювання.

Враховуємо вплив світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралей, які перетинаються:

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot \delta, \quad (4.3)$$

де  $N'_{\text{см}}$  – пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні;

$\delta$  – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралі.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							53
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N'_{\text{см}(1-2)} = 1509 \cdot 0,65 = 981 \text{ (авто/год)},$$

$$N'_{\text{см}(3)} = 1509 \cdot 0,57 = 860 \text{ (авто/год)},$$

Кількість смуг руху транспорту на магістралях

Для цього використовуємо формулу (4.4):

$$n = \frac{N_{\text{розр}}}{N'_{\text{см}}}, \quad (4.4)$$

де  $n$  – необхідна кількість смуг руху транспорту в одному напрямку (отримана величина округляється в більший бік);

Прозр – максимальна інтенсивність руху транспорту на магістралі в одному напрямку, авт./год;

$$N_{\text{розр}(1-2)} = 460 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{розр}(3)} = 645 \text{ (авт/год)}$$

$$n_{1-2} = \frac{460}{981} = 0,47 \text{ (смуг)}$$

$$n_3 = \frac{645}{860} = 0,75 \text{ (смуг)}$$

Отриману величину кількості смуг руху транспорту порівнюємо з вимогами ДБН [1] і для подальшого проектування 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:

$n_{1-2} = 2$  смуги руху в одному напрямку,

$n_3 = 2$  смуги руху в одному напрямку,

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							54
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Пропускна здатність магістралей

Для цього використовуємо формулу (4.5):

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (4.5)$$

де  $k_n$  – 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.

$N'_{\text{см}}$  – встановлена величина пропускної здатності смуги руху транспорту, авт./год.

$$N_{\text{маг}(1-2)} = 981 \cdot 1,9 = 1864 \text{ (авт/год)}$$

$$N_{\text{маг}(3)} = 860 \cdot 1,9 = 1634 \text{ (авт/год)}$$

Умова забезпечення пропускної здатності магістралі

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}}, \quad (4.6)$$

Магістраль (1-2):  $1864 > 460$ ,

Магістраль (3):  $1634 > 645$ ,

Умова виконується, переходимо до подальших розрахунків, а якщо ні, тоді збільшуємо кількість смуг руху транспорту на одну в один бік але не більше 4 смуг в одному напрямку для магістралей загальноміського значення регульованого руху та 3 смуг в одному напрямку для магістралей районного значення.

## Додаток 2

### Детальний розрахунок річних транспортних витрат

#### До реконструкції:

Витрати на проходження регульованого перехрестя будуть складатись з витрат на його проходження у вільному режимі і витрат від простоїв транспорту у світлофора. Для кожної магістралі вони визначаються за формулою:

$$\sum K = (\sum T_{\text{год}} + \sum T_{\text{дод}}) \times S, \quad (4.7)$$

$$\sum K = (14737,1 + 29382,3) \times 172,62 = 7615884,9 \text{ (грн)}$$

де  $\sum T_{\text{год}}$  – сумарні витрати часу в межах стоп-ліній на перетині до реконструкції;

$\sum T_{\text{дод}}$  – сумарні витрати часу на переміщення від меж перетину до стоп-лінії на перетині до реконструкції;

S – прийнята вартість 1 години часу, грн, 172,62 грн.

Витрати часу в межах стоп-ліній на перетині до реконструкції визначаються за формулою:

$$T_{\text{год}} = N \cdot \frac{t_{\text{к}} + 2t_{\text{ж}}}{2 \cdot 3600 \cdot T_{\text{ц}}} \cdot ((t_{\text{к}} + t_{\text{ж}}) + 0,56V) \cdot \frac{365}{\beta}, \quad (4.8)$$

$$T_{\text{год}1} = 460 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} \cdot ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 4790,8 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{год}2} = 365 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} \cdot ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 3801,4 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{год}3} = 590 \cdot \frac{30 + 2 \cdot 3}{2 \cdot 3600 \cdot 66} \cdot ((30 + 3) + 0,56 \cdot 8,33) \cdot \frac{365}{0,1} = 6144,8 \text{ (год/рік)}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							56
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $T_{\text{год}}$  – витрати через простий транспорту біля світлофорів при русі у відповідному напрямку, машино-год;

$N$  – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, автом/год.

$t_{\text{к}}$  – тривалість червоного сигналу, с;

$t_{\text{ж}}$  – тривалість жовтого сигналу, с;

$T_{\text{ц}}$  – тривалість світлофорного циклу, с;

$V$  – розрахункова швидкість прямування на перетині, км/год;

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту, 0,1.

Розрахунки  $T_{\text{год}}$  виконуються для кожного з входів на перетин окремо. Скільки вузол має входів, стільки ж буде розрахунків  $T_{\text{год}}$ :

$$\sum T_{\text{год}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (4.9)$$

$$\sum T_{\text{год}} = 4790,8 + 3801,4 + 6144,8 = 14737,1 \text{ (год/рік)}$$

### Розрахунки після проектування СКП

Втрати часу на переміщення від меж перетину після реконструкції до стоп-лінії на перетині до реконструкції визначаються за формулою:

$$T_{\text{дод}} = N_i * \frac{S}{V} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta}, \quad (4.10)$$

$$T_{\text{дод1вхід}} = 460 * \frac{84,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 4730 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод1вихід}} = 440 * \frac{84,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 4524,3 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод2вхід}} = 365 * \frac{84,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 3754 \text{ (год/рік)}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							57
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{дод2вихід}} = 330 * \frac{84,5}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 3394 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод3вихід}} = 590 * \frac{86,35}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 6201 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод3вихід}} = 645 * \frac{86,35}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 6779 \text{ (год/рік)}$$

де  $N_i$  – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, авт/год;

$S$  – відстань від меж перетину після реконструкції до стоп-ліній на перетині до реконструкції у відповідному напрямку, м;

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Розрахунки  $T_{\text{дод}}$  виконуються для кожного з входів та виходів на перетин окремо. Скільки вузол має входів та виходів, стільки ж буде розрахунків  $T_{\text{дод}}$ :

$$\sum T_{\text{дод}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

$$\sum T_{\text{дод}} = 4730 + 4524,3 + 3754 + 3394 + 6201 + 6779 = 29382,3 \text{ (год/рік)}$$

### Після реконструкції:

Для зручності підрахунків доцільніше спочатку визначити для кожного напрямку вулиць витрати від простою транспорту біля світлофорів, а потім вести підрахунки річних транспортних витрат, якщо заповнити форми-таблиці – 7, 8 та 9 (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя).

Таблиця 5

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							58
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині  
магістралей за напрямками, авт./год  
(береться згідно з завданням на проєктування)**

Напрямки руху		Вихід		
		1	2	3
Вхід	1	0	95	365
	2	85	0	280
	3	355	235	0

Таблиця 6

**Таблиця витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за  
напрямками, с**

Напрямки руху		Вихід		
		1	2	3
Вхід	1	0	21,5	15,9
	2	21,9	0	28,7
	3	27,2	14,4	0

де  $N_{ij}$  – інтенсивність руху транспорту в  $ij$ -напрямку, авт./год.

$T_{ij}$  – час, який витрачає автомобіль для проходження перетину в його межах  $ij$ -напрямку, с.

**Таблиця підрахунку витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”, с**

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	
1	0,0	2040,2	5809,1	7849,2
2	1860,0	0,0	8049,5	9909,5
3	9655,5	3393,1	0,0	13048,6
Всього за напрямками виїзду	11515,5	5433,2	13858,6	30807,3

Для отримання показників клітинок табл. 7 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 5 і 6. Підбивши суму клітинок останнього рядка отримаємо в правій нижній клітинці табл. 7 величину підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

Річні транспортні витрати  $\Sigma K'$  на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою:

$$\Sigma K' = \sum_{j=1}^{j=n} N_{\text{заг}} / 3600 * \frac{365}{\beta} * S, \quad (4.11)$$

$$\Sigma K' = 30807,3 / 3600 * \frac{365}{0,1} * 172,62 = 5391815,7 \text{ (грн)}$$

де  $N_{ij}$  – річна інтенсивність руху транспорту через перетин в  $ij$ -напрямку ( $i$ -напрямок в'їзду до перетину, а  $j$ -напрямок виїзду з нього), авт.;

$T_{ij}$  – затрати одного екіпажу на рух транспорту в межах перетину в  $ij$ -напрямку, с;

$S$  – прийнята вартість 1 години часу, грн.;

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту, 0,1.

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ДК встановлюється наступним чином:

$$\Delta K = K - K', \quad (4.12)$$

$$\Delta K = 7615884,9 - 5391815,7 = 2224069,2 \text{ (грн)},$$

### Розрахунки після проектування Турбокільця

Втрати часу на переміщення від меж перетину після реконструкції до стоп-лінії на перетині до реконструкції визначаються за формулою:

$$T_{\text{дод}} = N_i * \frac{S}{V} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{\beta}, \quad (4.13)$$

$$T_{\text{дод1вихід}} = 460 * \frac{83,2}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 4658 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод1вхід}} = 440 * \frac{83,2}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 4456 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод2вихід}} = 365 * \frac{83,2}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 3696 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод2вхід}} = 330 * \frac{83,2}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 3342 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод3вихід}} = 590 * \frac{84,27}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 6052 \text{ (год/рік)}$$

$$T_{\text{дод3вхід}} = 645 * \frac{84,27}{8,33} * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,1} = 6779 \text{ (год/рік)}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Лист.
							61
Зам.	Кільк.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $N_i$  – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, авт/год;  
 $S$  – відстань від меж перетину після реконструкції до стоп-ліній на перетині до реконструкції у відповідному напрямку, м;

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

Розрахунки  $T_{\text{дод}}$  виконуються для кожного з входів та виходів на перетин окремо. Скільки вузол має входів та виходів, стільки ж буде розрахунків  $T_{\text{дод}}$ :

$$\sum T_{\text{дод}} = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

$$\sum T_{\text{дод}} = 4658 + 4456 + 3696 + 3342 + 6052 + 6779 = 28983 \text{ (год/рік)}$$

### Після реконструкції:

Для зручності підрахунків доцільніше спочатку визначити для кожного напрямку вулиць витрати від простою транспорту біля світлофорів, а потім вести підрахунки річних транспортних витрат, якщо заповнити форми-таблиці – 7, 8 та 9 (і для регульованого перехрестя, і для саморегульованого кільцевого перехрестя).

Таблиця 5

**Таблиця інтенсивності руху транспорту в «години-пік» на перетині магістралей за напрямками, авт./год (береться згідно з завданням на проєктування)**

Напрямки руху		Вихід		
		1	2	3
Вхід	1	0	95	365
	2	85	0	280
	3	355	235	0

**Таблиця витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками, с**

Напрямки руху		Вихід		
		1	2	3
Вхід	1	0	20,9	14,7
	2	21,4	0	27,2
	3	26,6	14,1	0

де  $N_{ij}$  – інтенсивність руху транспорту в  $ij$ -напрямку, авт./год.

$T_{ij}$  – час, який витрачає автомобіль для проходження перетину в його межах  $ij$ -напрямку, с.

**Таблиця підрахунку витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”, с**

Напрямок в'їзду перетину (і)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)			Всього за напрямками в'їзду
	1	2	3	
1	0,0	1985,5	5365,5	7351,0
2	1821,6	0,0	7616,0	9437,6
3	9443,0	3313,5	0,0	12756,5
Всього за напрямками виїзду	11264,6	5299,0	12981,5	29545,1

Для отримання показників клітинок табл. 7 необхідно перемножити показники відповідних клітинок табл. 5 і 6. Підбивши суму клітинок останнього рядка отримаємо в правій нижній клітинці табл. 7 величину підсумкових річних витрат часу на рух транспорту в межах перетину, а зробивши суму клітинок останнього правого стовпчика, отримаємо можливість зробити контроль цих обчислень.

Річні транспортні витрати  $\Sigma K'$  на рух транспорту в межах перетину визначають за формулою:

$$\Sigma K' = \sum_{j=1}^{j=n} N_{\text{заг}} / 3600 * \frac{365}{\beta} * S, \quad (4.14)$$

$$\Sigma K' = 29545,1 / 3600 * \frac{365}{0,1} * 172,62 = 5\,170\,901 \text{ (грн)}$$

де  $N_{ij}$  – річна інтенсивність руху транспорту через перетин в  $ij$ -напрямку ( $i$ -напрямок в'їзду до перетину, а  $j$ -напрямок виїзду з нього), авт.;

$T_{ij}$  – затрати одного екіпажу на рух транспорту в межах перетину в  $ij$ -напрямку, с;

$S$  – прийнята вартість 1 години часу, грн.;

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту, 0,1.

Очікуваний соціально-економічний ефект від реконструкції ДК встановлюється наступним чином:

$$\Delta K = K - K', \quad (4.15)$$

$$\Delta K = 7615884,9 - 5170901 = 2\,444\,984 \text{ (грн) ,}$$