

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

*Факультет урбаністики та просторового планування*

*Кафедра міського будівництва*

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

*Завідувач кафедри*

*доц. Приймаченко О.В.* \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Пояснювальна записка**

**До атестаційної роботи бакалавра**

на тему

**«Пріоритизація руху автомобілів на перетині вул. Драгоманова -  
вул.Здолбунівська у м. Києві»**

Виконала: студентка IV курсу, групи  
МБГ-42

Галузь знань: 19 « Архітектура та будів-  
ництво»

Спеціальність:

192 « Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП: «Міське будівництво та господар-  
ство»

\_\_\_\_\_ Потапова С.І. \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник: \_\_\_\_\_ Чередніченко П.П. \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ Беспалов Д.О. \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

м. Київ – 2023

**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»

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, доц. Приймаченко  
О.В.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.е

**ЗАВДАННЯ  
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «**Приорітизація руху автомобілів на перетині вул. Драгоманова - вул.Здолбунівська у м. Києві**»

керівник проекту

\_\_\_\_\_ доцент Чередніченко Петро Петрович

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_ ст.викл. Беспалов Дмитро Олександрович

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу № 912/2 від  
“15” червня 2023 року

2. Термін подання студентом проекту - 08.06.2023

3. Вихідні дані до проекту: матеріали генерального плану м. Києва; нормативно-законодавча база на проектування; матеріали транспортної комплексної схеми м. Києва; учбово-методична документація на розробку дорожньо-транспортного вузла; літературний пошук; натурні обстеження.

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		2

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

№ розділу	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм пояснювальної записки (аркушів ФА4)
1	Вступ	≤ 3
2	Аналітичний розділ	≤ 30
3	Розрахунково-проектний розділ	≤ 30
4	Конструктивний розділ	≤ 10
5	Висновки	≤ 5
6	Список літератури	≤ 2
	<b>Разом:</b>	≤ 80

5. Перелік графічних матеріалів проекту

№ розділу	Найменування розділів проекту	Об'єм креслень (аркушів ФА1)
1	Аналіз існуючого положення перетину вул. Драгоманова - вул.Здолбунівська у м. Києві	1
2	Варіанти пропозицій інженерно-проектних рішень	1
3	Поперечні профілі магістралей	1
4	Транспортне моделювання проектних рішень	1
5	Поздовжні профілі магістралей Мв1:100, Мг1:1000	1
6	Вертикальне планування дорожньо- транспортного вузла М1:500	1
7	Конструктивні рішення та висновки	1
	<b>Разом:</b>	7

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			
5			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Етапи дипломного проекту	Термін виконання етапу	Примітка
1	Дослідження та збір необхідних вихідних даних	12.05.2022	
2	Вступ	13.05.2022	
3	Аналітичний розділ	18.05.2022	
4	Розрахунково - проектний розділ	01.06.2022	
5	Конструктивний розділ	04.06.2022	
6	Висновки	06.06.2022	
7	Список використаної літератури	07.06.2022	
8	Рецензування проекту	15.06.2022	
9	Захист проекту	22.06.2022	

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

1. ВСТУП	6
2. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
2.1 Якісний аналіз існуючого положення дорожньо-транспортного вузла	9
2.2 Кількісний аналіз параметрів дорожньо-транспортного вузла	16
2.3 Пропозиція та порівняння якісних характеристик проектних рішень	28
3. РОЗРАХУНКОВО – ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	34
3.1 Обґрунтування вибору схеми організації руху на перетині міських магістралей	35
3.2 Розрахунок поперечних профілів магістралей	39
3.3 Проектування поздовжніх профілів	41
3.4 Вертикальне планування території, де роташований перетин	41
3.5 Проектування поверхневого стоку	42
3.6 Визначення обсягів земельних робіт	43
3.7 Кошторисно – фінансовий розрахунок	44
3.8 Визначення техніко – економічних показників проекту	45
4. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	50
4.1 Освітлення	51
4.2 Конструювання дорожнього одягу	51
4.3 Водовідведення	52
4.4 Позавуличний пішохідний перехід	54
4.5 Дорожні знаки	55
5. ВИСНОВКИ	56
6. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							5
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Сучасна людина сьогодні не може уявити собі життя без транспортної мобільності. Особливо в містах людям доводиться стикатися безпосередньо, чи опосередковано з різними видами транспорту, вулично-дорожньою мережею, а також емісією шкідливих речовин, шумом, підвищенням температури тощо, що є результатом використання засобів транспортної мобільності людьми, що населяють, чи приїжджають у місто.

Тому перед транспортними планувальниками стоять важливі задачі: наскільки це можливо, знизити ризики виникнення дорожньо-транспортних пригод, мінімізувати викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, зменшити час, який людина витрачає, щоб дістатись з однієї точки розташування до іншої та зробити все можливе, щоб жителі міста могли відчувати себе комфортно, пересуваючись ним. Використовуючи при цьому інженерні інструменти, сучасне спеціалізоване програмне забезпечення, новітні технології в зборі та аналізі даних про використання вулично-дорожньої мережі та транспортної інфраструктури міста, наукові напрацювання та досвід колег з усього світу.

Так як об'єктом дослідження в цій роботі є перетин двох магістралей, то основними показниками, що будуть характеризувати цей об'єкт вулично-дорожньої мережі будуть: інтенсивність руху транспорту та пішоходів на перетині, його пропускна здатність, час, який витрачається транспортним засобом на проїзд через перетин і затримки на світлофорах, ширина проїзної частини і пішохідного тротуару, характеристики рельєфу місцевості, червоні лінії, що проходять в межах території проектування та інші.

Предметом дослідження є пріоритизація руху автомобілів на досліджуваному об'єкті, яким є вузол на вулично-дорожній мережі міста Києва.

Це дослідження має важливе значення, оскільки в сучасних умовах спостерігається значне збільшення кількості особистого транспорту в Україні та особливо в столиці. За даними інформаційно-аналітичної групи Autoconsulting, за 2021 рік кількість автомобілів в м.Києві збільшилася на 4,1% або

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							6
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

майже на 50 тисяч, а показник автомобілізації складав 407 автівок на тисячу жителів. В 2015 році за даними досліджень компанії ПроМобільність, рівень автомобілізації - 213 автівок на тисячу жителів. Тобто, ми спостерігаємо тенденцію росту автомобілізації в столиці. Це призводить до збільшення транспортного потоку і зростання проблем з заторами та затримками на дорогах.

Пріоритизація руху автомобілів на перетині є важливим аспектом організації дорожнього руху, який спрямований на покращення пропускної здатності та зменшення затримок для автомобілів. Це дозволяє забезпечити більш ефективне використання дорожньої інфраструктури і покращити рух автомобільного транспорту в місті. Застосування різних методів пріоритизації, таких як світлофорна сигналізація, каналізування, упорядкування смуг руху та інші, може сприяти оптимізації руху, зменшенню затримок і поліпшенню загального комфорту для водіїв та їх пасажирів.

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							7
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник: \_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							8
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## 2.1 ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ПОЛОЖЕННЯ ДОРОЖНЬО - ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА

Предмет дослідження – пріорітизація руху автомобілів на перетині. В сучасному світі автомобільний рух є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Зі зростанням числа автомобілів на дорогах та загального обсягу транспортного потоку виникає потреба в ефективній регуляції руху, особливо на перетинах доріг. Правильне вирішення питання щодо пріорітизації руху автомобілів на перетинах стає ключовим фактором забезпечення безпеки, покращення пропускної спроможності та зменшення заторів. Дослідження пріорітизації руху автомобілів на перетинах є актуальною проблемою, яка привертає увагу дослідників, інженерів та владних органів. Розробка оптимальних методів та стратегій прийняття рішень щодо пріоритетів на перехрестях має значний потенціал для поліпшення дорожньої безпеки та ефективності транспортної системи загалом.

Існує кілька основних методів пріоритизації руху автомобілів на перетинах, які мають на меті оптимізацію руху транспортного потоку. Ось деякі з них:

1. Світлофорна сигналізація на основі детекції: використання систем детекції, таких як датчики руху або камери, для виявлення автомобілів на перетині і забезпечення їх пріоритетного руху шляхом встановлення відповідних циклів світлофорів. Ці системи визначають оптимальні сигналізаційні режими на основі реальних умов дорожнього руху.

2. Пріоритетний рух для головної дороги: встановлення пріоритетного руху для автомобілів, що рухаються по головній дорозі, перед автомобілями на другорядних напрямках. Це може включати використання світлофорів, додаткових смуг руху або спеціальних дорожніх знаків.

3. Кільцевий рух: влаштування саморегульованих кільцевих перетинів (СКП) з метою сприяння безперешкодному та безпечному руху автомобілів. СКП сприяють плавному руху автомобілів без необхідності їх зупинки на світлофорах.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							9
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

4. Пріоритет для громадського транспорту: встановлення пріоритетного руху для автобусів або трамваїв на перехрестях, щоб підвищити ефективність громадського транспорту та зменшити затори за рахунок збільшення частки користувачів цього виду транспорту

Ці методи можуть застосовуватися окремо або в поєднанні один з одним, залежно від конкретних умов і цілей оптимізації руху транспортного потоку на перехрестях.

У транспортному плануванні термін "примикання" відноситься до перетину вулиць, де одна вулиця з'єднується з іншою під кутом. Примикання може мати різні форми і розміри, включаючи прямокутні, трикутні або неправильні форми.

Примикання може бути регульованим (зі світлофорами та знаками дорожнього руху) або нерегульованим (без світлофornoї сигналізації). В залежності від обсягу транспортного руху, розташування примикання та інших факторів, можуть застосовуватися різні типи примикань. Вони використовуються для забезпечення безпечного та ефективного дорожнього руху транспортних засобів вздовж магістралей і вулиць, забезпечення зручного доступу до прилеглих територій і встановлення пріоритетів дорожнього руху.

При плануванні примикань враховуються різні фактори, такі як обсяги транспортного руху, швидкості руху, типи транспортних засобів, наявність тротуарів та велосипедних доріжок, безпека пішоходів тощо. Крім того, при проектуванні примикань можуть використовуватися різні інженерні рішення, такі як світлофори, розділювальні смуги, напрямні островці, додаткові смуги руху та інші.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							10
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

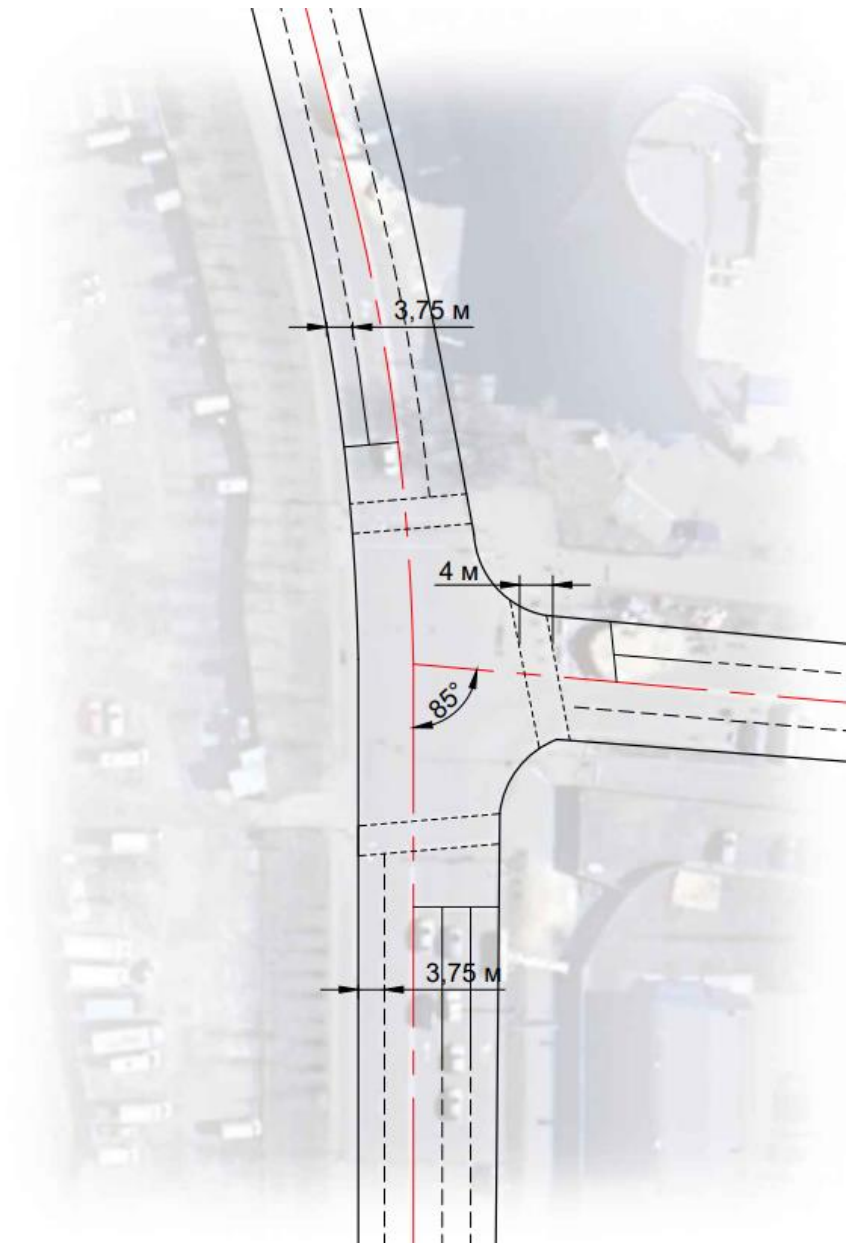


Рис. 2.1. План існуючого перетину магістралей

Об'єкт дослідження знаходиться в Дарницькому районі м. Києва на перетині вул. Драгоманова - вул. Здолбунівська. Цей вузол представляє собою примикання двох магістралей районного значення, що розташовані в зоні інтенсивного автомобільного руху. Часті затори, велика кількість автомобілів та недостатньо ефективного регулювання руху створюють проблеми для водіїв та пішоходів. Тому вивчення пріорітизації руху на цьому перетині має велике значення для покращення руху, зменшення транспортних заторів та підвищення безпеки учасників дорожнього руху.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		11



Рис 2.2. Положення вузла на ВДМ м. Києва

Для аналізу вузла було проведено натурні обстеження, які є важливою складовою аналізу організації дорожнього руху та пріоритизації руху автомобілів. Вони забезпечують конкретну інформацію про фізичні особливості вузла, реальні умови руху транспорту та взаємодію різних видів транспорту на місці.

Також було використано матеріали Генерального плану м. Києва та матеріали Комплексної транспортної схеми м. Києва й інші відкриті джерела даних [eway.in.ua, Google Earth]



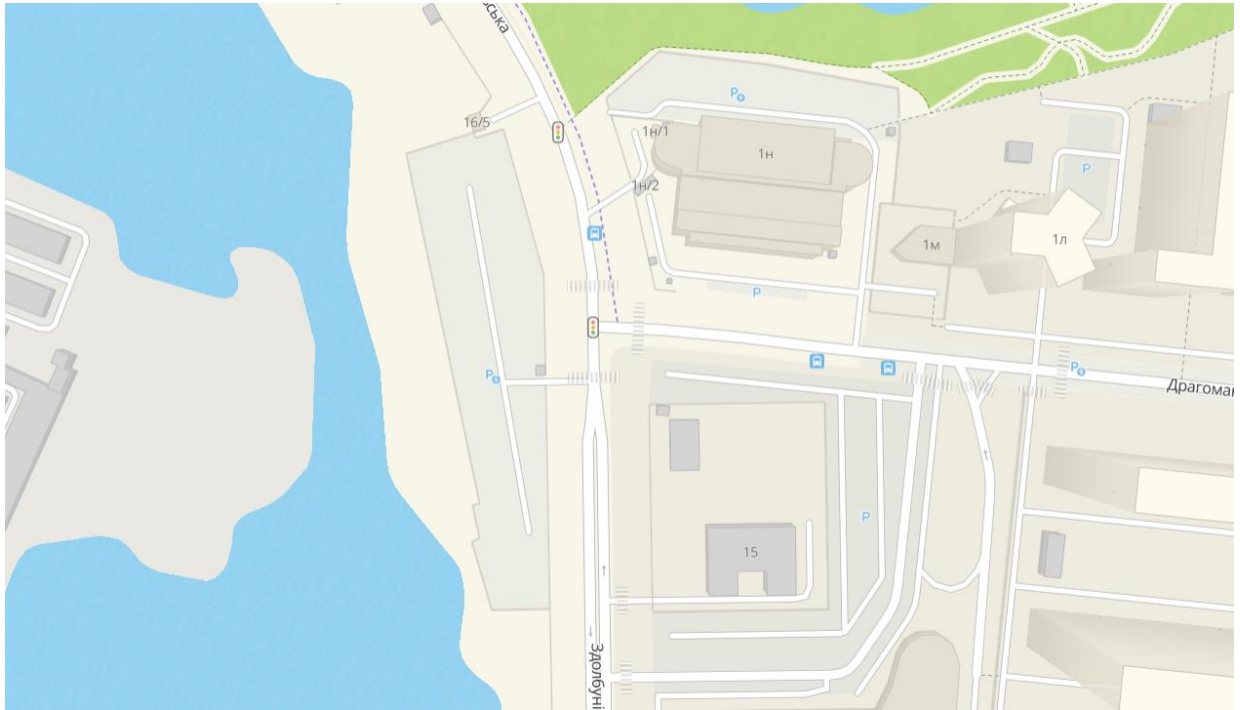


Рис 2.4. Схема території в якій розміщений дорожньо-транспортний вузол

Під час натурних обстежень було визначено, що крайні смуги руху в обох напрямках руху по вул. Драгоманова використовуються, ймовірно, проживаючими в прилеглому до території проектування ЖК, в якості паркувальної смуги. Можливо це зобумовлено високою щільністю населення в мікрорайоні, та/або недостатньою кількістю паркомісць, що розраховані на жителів і гостей мікрорайону.

Використання двох із чотирьох смуг в якості паркувальних, може бути проблемою через зниження пропускної здатності проїжджої частини, що в результаті викликатиме затримки на вузлі. Також це може спричинити велику кількість аварійних ситуацій.

Вважаю можливим і потрібним, застосувати інженерні рішення, такі як: каналізація руху, делініатори, смуга руху громадського транспорту, зміна організації руху та інших, що будуть прийняті на основі розрахунків і транспортного моделювання, для запобігання таким ситуаціям.

Друге, що було помічено, це затримки на світлофорі. Вздовж магістралі 1-3 (вул.Здолбунівська) утворюються затримки тривалістю до хвилини. Як ре-

зультат - затримки на світлофорах призводять до втрати часу для водіїв та пасажирів. Це може впливати на графіки, розклади і викликати незадоволення серед учасників дорожнього руху. Тривалі затримки на світлофорах також можуть призводити до утворення заторів, особливо на перетинах з великою кількістю автомобілів. Затори сповільнюють рух транспорту і збільшують час по дорозі. Цей фактор є основним, при пріоритизації руху автомобілів.

І третє - вздовж цієї магістралі, при русі прямо, автомобілі при можливості розвивають швидкість набагато вище оптимальної (40 км/год) ,чи навіть допустимої (50 км/год). Перевищення швидкості на вузлі може мати серйозні наслідки, які ставлять під загрозу безпеку учасників дорожнього руху. Серед яких: збільшена ймовірність аварій, погіршення видимості та реакції, збільшена енергія зіткнення, порушення правил дорожнього руху, негативний вплив на довкілля та інші.

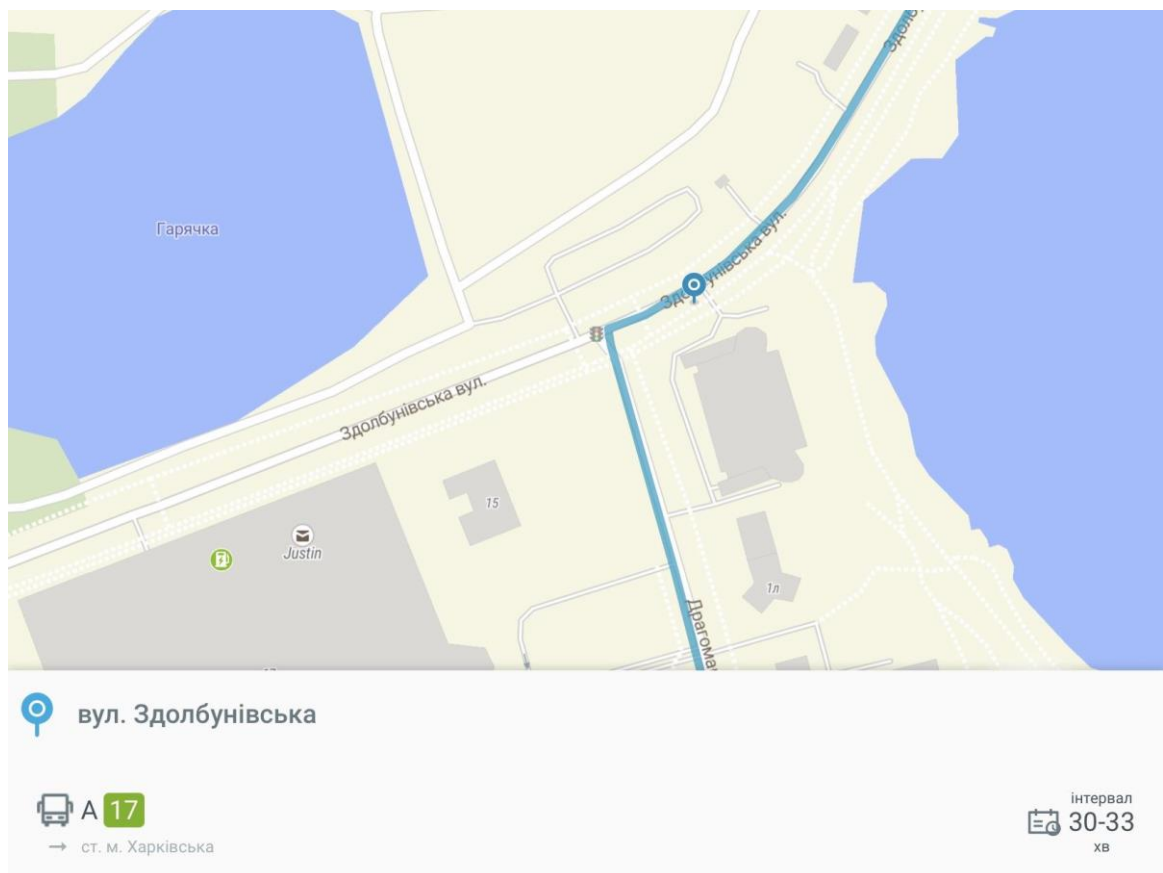


Рис. 2.5. Схема руху громадського транспорту на вузлі

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		15

Система громадського транспорту на даній території представлена Автобусом № 17 (ст.м. Харківська - вул. Михайла Драгоманова). Відстань маршруту 3.42 км; Перевізник - КП "Київпастрас"; Середні інтервали в будні

18 хв 30 сек, вихідні 31 хв 30 сек. Схема МПТ досліджується натурними обстеженнями та за допомогою інтернет ресурсу [23].

Основні якісні характеристики було наведено в наступній таблиці.

Таблиця 2.1. Якісні характеристики існуючого положення вузла

Якісні характеристики існуючого положення вузла	
Розміщення - паралельно проспекту Миколи Бажана, що знаходиться у Дарницькому районі міста Києва та з'єднує житлові масиви Осокорки, Позняки, Харківський, пролягає від Південного мосту до Харківської площі. Вузол забезпечує комфортний рух між житловими масивами спального району Києва.	
Рух регульований світлофорами і знаками.	
Вздовж вулиць наявні пішохідні тротуари шириною в 3 метри.	
Не передбачено велосипедних доріжок.	
Перехід пішоходів здійснюється наземними переходами зі світлофорним регулюванням.	
На самих проїжджих частинах немає розділювальних смуг, що не відповідає чинному ДБН.	
Структурованої інформації про ДТП на даному перехресті немає.	
Максимальна допустима швидкість на перехресті - 50 км/год.	
<p><i>Геометричні характеристики вузла:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перетин двох магістралей (районного значення) шириною 15 метрів;</li> <li>- магістраль має по дві смуги руху в одному напрямку;</li> <li>- осі магістралей розташовані одна до одної під кутом 85°;</li> <li>- правоповоротний радіус - 15 метрів;</li> <li>- три (регульовані) пішохідні переходи шириною 4 метри кожен;</li> <li>- ширина кожної смуги руху транспорту - 3,75 метра;</li> <li>- існує додаткова смуга руху для повороту вправо з вул.Здолбунівської на вул.Драгоманова шириною 3,75 метри.</li> </ul>	

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		16

## 2.2 КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ДОРОЖНЬО - ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА

Поперечні профілі дороги визначають геометричну форму дорожнього полотна у поперечному напрямку. Проектування поперечних профілів дороги в межах її перетину важливе, оскільки воно визначає безпеку, ефективність та комфорт дорожнього руху, дозволяє забезпечити оптимальну пропускну здатність, розміщення зупинок та інфраструктури, а також уникнути проблем з водовідведенням. Правильно спроектований поперечний профіль дороги є важливою складовою для забезпечення безпеки та зручності користувачів дороги.

В існуючому положенні перетину вул. Драгоманова - вул.Здольбунівська у м. Києві не передбачено розташування розділювальних смуг між двома напрямками руху, як цього вимагає ДБН В.2.3-5:2018 (Таблиця 5.5 пункт 5.1.13), тому в наступних розрахунках я буду враховувати мінімальну розділювальну смугу 1,7 м зі стовпцями між смугами руху протилежних напрямків за рахунок зменшення кожної смуги руху до 3 м. Це не вимагає переміщення бортового каменю і повністю відповідає всім нормативам.

При проектуванні поперечних профілів магістралей, , щоб забезпечити безпечну та ефективну організацію руху, згідно з п. 3.3 ДБН В.2.3-5:2018 [7] враховуються такі основні фактори:

1. Кількість смуг руху: В залежності від потреб транспортного потоку та місткості магістралі, визначається кількість смуг руху.
2. Ширина смуги руху: Залежно від класу дороги та прогнозованої інтенсивності руху, ширина смуги може варіюватися.
3. Ширина роздільної смуги: Якщо на магістралі передбачено роздільні смуги.
4. Ширина обочин: Враховується необхідна ширина обочин для забезпечення безпеки руху.
5. Розміщення інженерних споруд: У поперечному профілі магістралі також враховується розміщення інженерних споруд, таких як світлофори, знаки, елементи освітлення, дорожні знаки тощо.

Для визначення ширини проїжджої частини кожної магістралі ( $B_{mag}$ ) використовую формулу:

$$B_{mag} = 2 n b + r + 2 \Delta,$$

$$B_{mag1-3} = 2 \times 2 \times 3 + 1,7 + 2 \times 0,5 = 14,7 \text{ м}$$

$$B_{mag2-2} = 2 \times 2 \times 3 + 1,7 + 2 \times 0,5 = 14,7 \text{ м}$$

де  $n$  – прийнята кількість смуг руху транспорту на магістралі;

$b$  – ширина однієї смуги руху, м;

$r$  – ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту, м;

$\Delta$  – ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і борт. каменем, м.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							17
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Для проектування поперечних профілів магістралей здійсню розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

Необхідну кількість смуг руху на пішохідній частині тротуару визначаю за формулою:

$$n = N_{\text{зад}} / N_{\text{п.см.}}$$

де  $N_{\text{зад}}$  – задана величина інтенсивності пішохідного руху в години "пік", піш/год;

$N_{\text{п.см.}}$  – пропускна здатність однієї смуги руху, піш./год.

$$n_{1-3} = 4000 / 1000 = 4$$

$$n_{1-3} = 4000 / 800 = 5$$

Ширину пішохідної частини тротуару ( $B_{\text{тр}}$ ) визначаю за формулою:

$$B_{\text{тр}} = n \times 0,75.$$

$$B_{\text{тр}1-3} = 4 \times 0,75 = 3 \text{ м} \quad B_{\text{тр}2} = 5 \times 0,75 = 3,75 \text{ м}$$

Величину пропускної спроможності пішохідної частини тротуару ( $N_{\text{тр}}$ ) встановлюю за формулою:

$$N_{\text{тр}} = N_{\text{п.см.}} \times B_{\text{тр}} / 0,75$$

$$N_{\text{тр}1-3} = 1000 \times 3 / 0,75 = 4000 \text{ чол/год}$$

$$N_{\text{тр}2} = 800 \times 3,75 / 0,75 = 4000 \text{ чол/год}$$

В межах червоних ліній я розробляю типовий профіль поперечного перерізу, в якому набір окремих елементів, розміри та взаємне розташування не змінюються по довжині автомагістралі. Використовую при цьому сервіс Streetmix.net.

Розміри геометричних елементів визначаються на основі розрахунків та відповідних стандартів.

На рис. 2.6., 2.7. показано профіль поперечного перерізу вул. Драгоманова та вул.Здолбунівської виконаний згідно п.п. 5.1 ДБН В.2.3-5:2018 [7].

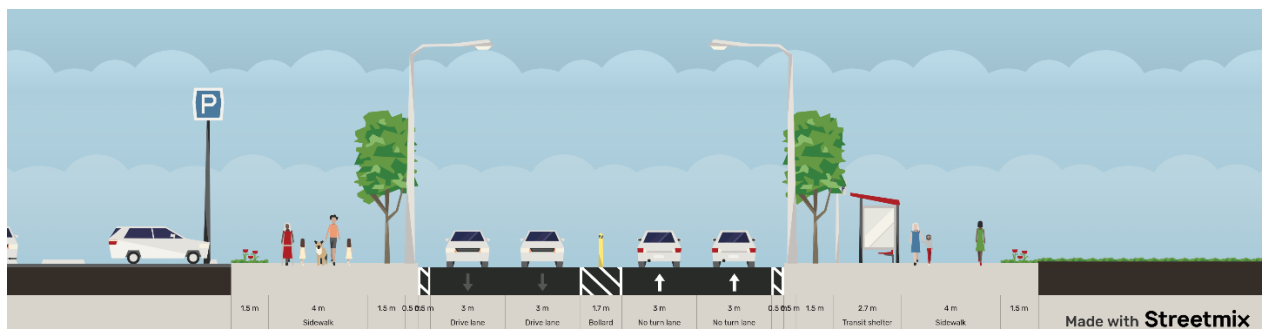


Рис 2.6. Профіль поперечного перерізу вул.Здолбунівської

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		18

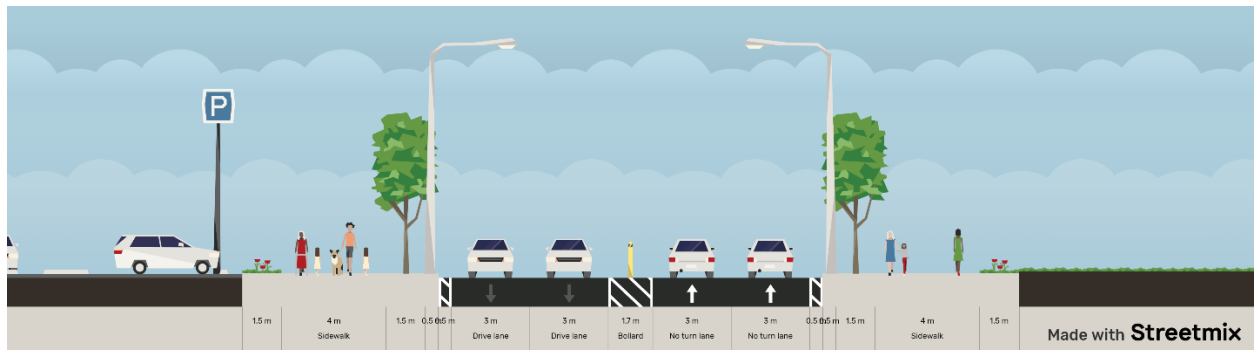


Рис 2.7. Профіль поперечного перерізу вул. Драгоманова

Для того, щоб спроектувати основні геометричні елементи перетинів в одній площині та забезпечити необхідний комфорт при проходженні цих елементів, необхідно визначити оптимальну швидкість, при якій забезпечується максимальна пропускна спроможність перетину-  $V_{opt}$ .

Оптимальна швидкість руху транспорту ( $V_{opt}$ ) визначається за формулою:

$$V_{opt} = \sqrt{\frac{(l_a + l_b) \cdot 2g \cdot (\varphi + f \pm i)}{k_e - k_1}},$$

- де  $l_a$  – довжина розрахункового автомобіля;  
 $l_b$  – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися;  
 $k_e$  – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування автомобіля;  
 $k_1$  – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах;  
 $g$  – прискорення сили тяжіння;  
 $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини;  
 $f$  – коефіцієнт опору кочення;  
 $i$  – поздовжній уклон ділянки магістралі.

$$V_{opt} = \sqrt{\frac{(5 + 2) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot (0,4 + 0,02 + 0,02)}{1,5 - 1}} = 10,99 \text{ м/с}$$

$$= 40 \text{ км/год}$$

В подальших розрахунках оптимальну швидкість на перетині приймаємо ту, що ми розрахували  $V_{opt} = 40$  км год.

$$V_{opt} = 40 \text{ км/год ; } V_n = 50 \text{ км/год}$$

Для того, щоб розрахувати ширину проїжджої частини магістралей,

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		19

необхідно визначити пропускну спроможність однієї смуги руху транспорту на перегоні за допомогою формули:

$$N_{см} = \frac{3600V_p}{l_a + l_b + V_p t_p + (k_e - k_1)V_p^2 / [2g(\varphi + f \pm i)]}$$

де  $V_p$  – швидкість руху транспорту;

$t_p$  – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля.

$l_a$  – довжина розрахункового автомобіля;

$l_b$  – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися;

$k_e$  – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту;

$k_1$  – коефіцієнт гальмування автомобіля в екстремальних умовах;

$g$  – прискорення сили тяжіння;

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини;

$f$  – коефіцієнт опору кочення;

$i$  – поздовжній уклон ділянки магістралі.

$$N_{1-3} = \frac{3600 \times 16,66}{5 + 2 + 16,66 \cdot 1 \cdot (1,5 - 1) \cdot 16,66^2 / [2 \cdot 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]} = 1509 \text{ авт/год}$$

$$N_2 = \frac{3600 \times 16,66}{5 + 2 + 16,66 \cdot 1 \cdot (1,5 - 1) \cdot 16,66^2 / [2 \cdot 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]} = 1509 \text{ авт/год}$$

Встановлюю коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну спроможність кожної магістралі:

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

де  $L$  – відстань між сусідніми перехрестями магістралі, що регулюються, м;

$a$  – прискорення автомобіля при розгоні;

$b$  – сповільнення автомобіля при гальмуванні;

$t_{ч}$ ,  $t_{ж}$  – тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі, в секундах.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							20
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$\delta_{1-3} = \frac{800}{800 + 16,66^2/(2 \times 0,8) + 16,66^2/(2 \times 0,6) + 16,66/(28 + 2 \times 3)/2} = 0,66$$

$$\delta_{2-4} = \frac{540}{540 + 16,66^2/(2 \times 0,8) + 16,66^2/(2 \times 0,6) + 16,66/(28 + 2 \times 3)/2} = 0,57$$

$$n_{1-3} = 1509/996 = 1,52 \text{ приймаю 2 смуги;}$$

$$n_{2-2} = 1509/860 = 1,75 \text{ приймаю 2 смуги.}$$

Для того, щоб визначити рівень ефективності та безпечності руху міського транспорту й пішоходів, що значною мірою встановлюється системою організації руху у вузлах міських шляхів сполучення, необхідно визначити відповідність пропускної здатності вузла максимальній (піковій) інтенсивності руху на вулицях, що пересікаються. Цей критерій є одним з основних з визначення відповідності прийнятої системи організації руху у вузлі.

Пікова інтенсивність вузла (Peak Hour Intensity) відноситься до найбільшої кількості транспортних засобів, які працюють через вузол протягом певної години-піку. Година-пік - це період у добі, коли спостерігається найвища інтенсивність руху транспорту.

Пікова інтенсивність вузла вимірюється в транспортних одиницях, таких як транспортні потоки на смугу руху (відомі також як Passenger Car Units - PCU) або кількість автомобілів на годину (відомі також як відомості про пропускну здатність). Вона дає уявлення про найбільші навантаження на вузол і використовується для проектування та оцінки роботи транспортної інфраструктури.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							21
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік на вузлі представлено в наступній таблиці.

Таблиця 2.2 – Розподіл за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік

Напрямок магістралі		Вихід			$\Sigma$ вихі
		1	2	3	
Вхід	1	0	178	241	<b>419</b>
	2	129	0	438	<b>567</b>
	3	455	387	0	<b>842</b>
$\Sigma$ вхід		<b>584</b>	<b>565</b>	<b>679</b>	<b>1828</b>

Аналіз матриці розподілу за напрямками руху інтенсивностей в годину-пік може надати різноманітну інформацію про потік транспорту на перетині магістралей. Основні показники, які можна отримати після аналізу матриці, включають наступне:

- Інтенсивність руху на кожному напрямку: Матриця розподілу надає інформацію про кількість автомобілів, що рухаються у кожному напрямку. Це дозволяє виявити основні потоки транспорту та оцінити їх інтенсивність.
- Співвідношення між різними напрямками: Аналізуючи матрицю розподілу, можна визначити пропорцію транспортного потоку, що рухається в різних напрямках. Це допомагає встановити, які напрямки мають більшу або меншу інтенсивність руху.
- Виявлення головних напрямків руху: Аналізуючи матрицю, можна визначити головні напрямки руху на перетині. Це корисна інформація при плануванні та впровадженні відповідних інфраструктурних змін.
- Виявлення потенційних проблемних зон: Аналіз матриці розподілу може допомогти виявити потенційні затори або зони перевантаження на перетині. Це дозволяє прийняти відповідні заходи для поліпшення

пропускної здатності та забезпечення ефективного руху транспорту.

- Планування інфраструктурних змін: Аналізуючи матрицю розподілу, можна встановити потребу у впровадженні додаткових смуг руху, зміні сигналізації світлофорів або впровадженні інших заходів для поліпшення пропускної здатності та забезпечення безпеки руху транспорту.

Надлежає проектування та оптимальна конфігурація геометричних характеристик вузла можуть сприяти поліпшенню пропускної здатності та зменшенню заторів на перетині. Наприклад, ширина смуг руху і кількість смуг можуть впливати на кількість автомобілів, які можуть проїхати через вузол протягом певного часу. Широкі смуги руху та додаткові смуги можуть забезпечити більше місця для автомобілів і дозволяють більшій кількості транспортних засобів рухатися одночасно. Також, радіуси поворотів можуть впливати на швидкість та безпеку поворотів. Більші радіуси поворотів дозволяють автомобілям здійснювати повороти з більшою швидкістю та комфортом, що може покращити рух транспорту на перетині. Крім того, правильна розстановка світлофорів та регулювання їх режиму роботи враховуючи інтенсивність руху на різних напрямках також може сприяти оптимізації руху транспорту на вузлі.

Отже, геометричні характеристики вузла мають значний вплив на інтенсивність руху автомобілів і їх оптимальне проектування може покращити рух транспорту та забезпечити більш ефективне використання вузла.

Якщо інтенсивність руху перевищує пропускну спроможність однорівневого перехрестя, або якщо виникають труднощі з безпекою руху та екологічною сумісністю, постає питання про будівництво на цьому перехресті багаторівневого перехрестя. [14]

Щоб зробити висновки про ефективність вузла, проаналізую схему організації руху на перетині міських магістралей.

Для обґрунтування вибору схеми організації руху на перетині міських

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		23

магістралей визначається доцільність влаштування перехрестя, що не регулюється та регульованого перехрестя.

Доцільність влаштування тої чи іншої схеми організації руху транспорту та пішоходів на перетині встановлюється згідно співставлення пропускної здатності та транспортного навантаження на перетині. [14]

$$\Sigma N_{\text{пер}} \geq \Sigma N_{\text{рознр}},$$

де  $N_{\text{пер}}$  – пропускна здатність перетину, авт./год;

$N_{\text{рознр}}$  – максимальна інтенсивність руху на перетині, авт./год.

$$\Sigma \geq \Sigma 1828$$

Пропускна здатність однієї смуги руху визначається за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{1800}{t_0},$$

де  $t_0$  – час проходження перетину,

$$N_{\text{см}} = \frac{1800}{7,24} = 248.35;$$

$$t_0 = t_p + t_1 + t_2 + t_3 + \Delta t,$$

де  $t_p$  – час реакції водія (0,5 – 2 с);

$t_1$  – час вмикання передачі (1–2 с);

$t_2$  – час набираання початкової швидкості  $V_{\text{поч}} = 6$  км/год (1–2 с);

$t_3$  – час проходження «небезпечної зони» перетину, с;

$\Delta t$  – час проходження ділянки відстані безпеки завдовжки 10 м

$$t_0 = 1 + 1 + 1 + 3,24 + 1 = 7,24 \text{ м/с}$$

Час проходження «небезпечної зони» перетину:

$$t_3 = \frac{D}{V_{\text{сер}}},$$

де  $D$  – відстань між границями перетину;

$V_{\text{сер}}$  – середня швидкість на перетині, м/с;

$$t_3 = \frac{29,7}{9,17} = 3,24 \text{ м/с}$$

Встановлюємо відстань між границями перетину (рис. 8)

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		24

$$D = B_{\text{маг}} + l_a + c,$$

де  $b$  – розміри проїзної частини магістралей, що перетинаються;

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

$c$  – відстань безпеки (10 м);

$$D = 14,7 + 5 + 10 = 29,7 \text{ м.}$$

Середня швидкість на перехресті встановлюється за формулою, м/с:

$$V_{\text{сер}} = \frac{V_{\text{поч.}} + V_{\text{розр.}}}{2},$$

де  $V_{\text{поч}}$  – початкова швидкість руху транспорту на перехресті, (6 км/год),

$V_{\text{розр.}}$  – прийнята розрахункова швидкість руху транспорту на перетині.

$$V_{\text{сер}} = \frac{6+60}{2} = \frac{16,66+1,67}{2} = 9,17 \text{ м/с;}$$

Пропускна здатність проїзної частини залежить від кількості смуг руху та прийнятих величин коефіцієнту ефективності використання смуг руху транспортом та визначається окремо для кожної магістралі за формулою:

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n,$$

де  $k_n$  – коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом;

$$N_{\text{п.ч.1-3}} = 2 \cdot 248,35 \cdot 1,9 = 942,37$$

$$N_{\text{п.ч.2}} = 2 \cdot 248,35 \cdot 1,9 = 942,37$$

Пропускна здатність вузла дорівнює сумі пропускних здатностей усіх входів або виходів з нього.

$$N_{\text{вуз.}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}}$$

$$N_{\text{вуз.}} = 1828 < \Sigma N_{\text{п.ч.}} = 1884,74$$

Тобто, пропускна здатність вища за інтенсивність на 2,98%.

Враховуючи умову відповідності очікуваної перспективної інтенсивності на нерегульованому перехресті і можливої його пропускної здатності, можемо зробити висновок про доцільність його влаштування. Проте через підвищену небезпечність проїзду вузла та низькою різницею (2,98%) між показниками, визначимо пропускну здатність регульованого перетину.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							25
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Пропускна здатність однієї смуги руху транспорту у стоп-лінії на перетині для кожної магістралі може бути визначена за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_0/a)}{t_0 T_{\text{ц}}},$$

де  $t_3$  – тривалість зеленого сигналу світлофора для даної магістралі, с;  
 $t_0$  – час, необхідний для проходження стоп-лінії,  $t_p + t_1$  (1,5 – 4 с);

$T_{\text{ц}}$  – тривалість циклу роботи світлофора на перехресті ( $t_{\text{ц}} + t_3 + 2t_{\text{ж}}$ ), с;

$V_0$  – типова швидкість проходження перетину (20,0 – 30,0 км/год), м/с.

Решта складових формули відповідають формулі

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{черв}} + t_{\text{зел}} + t_{\text{жов}}$$

$$T_{\text{ц}(1-3)} = 28 + 30 + 3 = 61 \text{ с}$$

$$N_{\text{пер}(1-3)} = (3600 \times 30) / (61 \times 2) = 885,24 = 886 \text{ авт/год}$$

$$N_{\text{пер}(2)} = (3600 \times 28) / (61 \times 2) = 826,22 = 827 \text{ авт/год}$$

Тоді пропускна здатність проїзної частини магістралей, що перетинаються, дорівнює:

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n,$$

$$N_{\text{п.ч.}} = 2 \cdot 886 \cdot 1,9 = 3360$$

Величини коефіцієнтів ефективності використання смуги руху транспорту приймаються ті ж, що і раніше.

Пропускна здатність перехрестя (вузла):

$$N_{\text{вуз.}} = \Sigma N_{\text{п.ч.}}$$

$$N_{\text{вуз.}} = 1828 < \Sigma N_{\text{п.ч.}} = 3360$$

Робимо висновок про доцільність влаштування регульованого перехрестя.

Врахування пікової інтенсивності вузла є важливим при проектуванні та оптимізації перехрестя, визначенні кількості смуг руху, встановленні світлофорів, вирішенні питань безпеки та забезпеченні ефективного руху транспорту під час періодів найвищого навантаження.

Робимо висновок про доцільність влаштування регульованого перехрестя.

Підвищення пропускної здатності - це не єдиний фактор, який ми враховуємо при проектуванні дорожньо-транспортного вузла (ДТВ) з ціллю

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							26
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

пріоритизації автомобілів на перехресті. Як я вже зазначила раніше, показники на які я буду опиратись для внесення проектних пропозицій щодо організації руху на вузлі це:

1. Завантаженість смуг руху: Вимірюється кількість автомобілів, яка проходить через кожен окрему смугу руху. Цей показник дозволяє виявити перевантажені або недостатньо використовувані смуги руху і розподілити транспортний потік більш ефективно.

2. Час затримок: Вимірюється час, на який автомобілі затримуються на перехресті або на певній ділянці дороги. Цей показник допомагає виявити ділянки з найбільшими затримками і знайти шляхи для зменшення часу очікування.

3. Ефективність світлофорного регулювання: Оцінюється ефективність роботи світлофорів на перехресті. Цей показник включає час циклу світлофора, координацію фаз та використання адаптивних алгоритмів для забезпечення оптимального регулювання руху.

4. Швидкість руху: Вимірюється середня швидкість автомобілів на певному ділянці перед перехрестям або на самому перехресті. Цей показник вказує на ефективність руху транспорту та може бути використаний для виявлення проблемних ділянок з низькою швидкістю руху.

5. Кількість конфліктних ситуацій: Вимірюється кількість ситуацій, коли автомобілі знаходяться у конфлікті між собою або з пішоходами на перехресті. Цей показник вказує на рівень безпеки руху та може використовуватися для виявлення небезпечних зон.

6. Потреба у пріоритетному русі: Вимірюється кількість автомобілів, які потребують пріоритетного руху або пріоритетного проїзду через перехрестя (наприклад, аварійні служби, громадський транспорт тощо). Цей показник допомагає визначити необхідність застосування спеціальних пріоритетних схем руху.

7. Рівень комфорту: Вимірюється рівень комфорту для водіїв і пасажирів, такий як відстань між автомобілями, наявність ударопоглинаючих

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							27
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

покриттів, наявність зелених зон тощо. Цей показник враховує аспекти зручності та задоволення від користування дорожньою інфраструктурою.

В результаті натурального обстеження і звичайних алгебраїчних розрахунків не можливо точно визначити такі показники як: завантаженість смуг руху, час затримок, ефективність світлофорного регулювання, рівень комфорту, потреба у пріоритетному русі, чи кількість конфліктних ситуацій. Тому для повного аналізу і розрахунків, проектних пропозицій чи обґрунтування інженерних рішень буде використовуватися спеціалізоване програмне забезпечення - PTV Vissim (студентська версія).

Картограми щільності, затримок і швикості на вузлі для обох варіантів інженерно-проектних рішень наведені на Листі №4 графічної частини роботи.

### **2.3 ПРОПОЗИЦІЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ І ПОРІВНЯННЯ ЇХ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

В якості проектних пропозицій, пропоную розглянути такі схеми організації руху, як: саморегульоване кільцеве перехрестя та турбо-кільце.

Саморегульовані кільцеві перехрестя (СКП) є одним з варіантів каналізованих перехресть. Вони характеризуються відсутністю зовнішнього регулювання, такого як світлофори чи поліцейські, і дозволяють рух транспортних засобів по кільцю безпосередньо. Водії на СКП керуються правилами пріоритету та обмеженою швидкістю, забезпечуючи безпечне пересування по вузлу. Такі перехрестя використовуються з метою зменшення затворів і покращення пропускної здатності, сприяючи більш плавному та ефективному русі транспорту.

Особливістю саморегульованих кільцевих перехресть є те, що перетини транспортних потоків перетворюються на злиття та розгалуження, а рух відбувається по колу навколо достатньо великого острівця проти годинникової стрілки. Вони, подібно до перехресть на різних рівнях, уникають перетинання потоків. Порівняно зі звичайними перехрестями, саморегульовані

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							28
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

кільцеві перехрестя мають меншу аварійність в 2-3 рази. На таких перехрестях швидкості руху транспорту є рівними для всіх напрямків і найбільш ефективними, зазвичай з рекомендованою швидкістю 40-60 км/год.[14]

Турбо-кільце (або також відомий як Turbo-Roundabout або Turbo-Kreisverkehr) є модифікованою версією саморегульованого кільцевого перехрестя, яке використовує додаткові технічні рішення для поліпшення пропускної здатності і зменшення заторів. Він є одним з варіантів саморегульованого кільцевого перехрестя, яке використовує ряд інженерних та дизайнерських елементів для покращення руху транспорту. Основна особливість турбо-кільця полягає у впровадженні додаткових смуг руху та внутрішніх острівців, що розділяють рух по кільцю на кілька рівнів, утворюючи "концентричні кільця".

Турбо-кільце має ряд переваг. Воно забезпечує більшу пропускну здатність, оскільки рух по кільцю розподіляється на декілька рівнів і зменшується кількість конфліктів між транспортними потоками. Також воно сприяє зменшенню заторів і затримок, оскільки дозволяє швидше рухатися транспортним засобам без необхідності зупинятися на під'їздах до кільця. Турбо-кільця можуть бути оснащені додатковими регулюючими елементами, такими як світлофори або вказівники стрілок, для керування рухом на окремих смугах.

Для якісного і паралельного порівняння, пропоную розглянути таблиці зі SWOT-аналізом для обох варіантів. SWOT-аналіз є інструментом стратегічного планування, який допомагає оцінити сильні та слабкі сторони (Strengths, Weaknesses) проекту, а також визначити можливості (Opportunities) та загрози (Threats).

Таблиця 3.1. SWOT - аналіз СКП

SWOT -аналіз СКП						Лист
						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	
						29



Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Зменшення заторів: Турбо-кільце може допомогти знизити затори на перетинах, оскільки забезпечує безперервний рух транспорту.</li> <li>- Покращення безпеки: Використання турбо-кільця може сприяти покращенню безпеки руху, оскільки воно зменшує точки конфлікту та ризики зіткнень.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Відсутність стандартизації: Відсутність чітких стандартів та розроблених норм для турбо-кільць може створювати труднощі у впровадженні та оцінці ефективності.</li> <li>- Складність для водіїв: Турбо-кільце може вимагати від водіїв певної підготовки та розуміння правил руху на таких вузлах, що може становити виклик для багатьох водіїв.</li> </ul>

Якщо порівнювати ці дві аналітичні таблиці, то можна побачити, що переваги таких способів організації руху як СКП і турбо-кільце, такі як: зменшення заторів, підвищення пропускну здатності, і ефективності руху, покращення безпеки, є спільними. Також, в обох випадках спостерігаються такі негативні фактори, як підвищена вартість реалізації, потреба в великій площі та деякі труднощі з проектуванням. Проте, на відміну від турбо-кільця, ми маємо чіткі стандарти та норми в розробці проекту СКП. Причиною цього може бути те, що турбо-кільця не часто проектують в Україні, ще не набули такої популярності, як в країнах центральної Європи. Водії, зокрема, теж, можливо, матимуть певні труднощі з подоланням перетину.

Головною перевагою турбо-кільця є каналізація транспортних потоків і, практично, відсутність лінії переплетення, що впливає не тільки на пропускну спроможність, а й значним чином на швидкість проходження вузла, зменшення затримок, комфорт руху. Перевагою побудови СКП буде його зрозумілість, забезпечення нормами проектування, нижча вартість будівництва.

### ВИСНОВКИ РОЗДІЛУ:

Метою примикань є забезпечення безпечного та ефективного руху транспортних засобів і пішоходів, зменшення заторів і покращення доступ-

ності до прилеглих територій. Правильне планування і розташування примикань допоможуть оптимізувати рух транспорту і забезпечити зручні умови для всіх учасників дорожнього руху.

Основні характеристики досліджуваного перетину:

магістралі, що перетинаються - районного значення, рух на яких регулюється світлофорами. Магістралі не повністю відповідають вимогам ДБН, на них не передбачено розділювальних смуг. Також немає велосипедних доріжок. Перехід пішоходів здійснюється наземними переходами зі світлофорним регулюванням, вздовж вулиць наявні пішохідні тротуари шириною в 3 метри. Ширина магістралей - 15 м, магістраль має по дві смуги руху в одному напрямку, осі магістралей розташовані одна до одної під кутом  $85^\circ$ , правоповоротний радіус - 15 метрів.

В результаті аналізу існуючого положення, та згідно цілей завдання, що були визначені спочатку, я прийшла до висновку, що вузол потребує реконструкції, для того, щоб покращити якісні та кількісні показники перехрестя, вирішити містобудівні проблеми, такі як: паркування в незазначеному місці, великий час затримок, велика кількість конфліктних точок та безпека руху транспорту.

Завдяки правильному плануванню примикань можна досягти декількох переваг:

1. Зменшення заторів: Ефективне планування примикань дозволяє розподілити трафік та зменшити затори на перетинах вулиць
2. Покращення ефективності транспорту: Добре спроектовані примикання допомагають зменшити витрати часу та палива, що пов'язані з перетинами вулиць. Швидке та безперешкодне рух транспорту сприяє покращенню продуктивності транспортної системи в цілому.
3. Покращення безпеки: Правильно спроектовані примикання дозволяють зменшити ризик дорожньо-транспортних пригод, оскільки вони регулюють рух транспорту та пішоходів і забезпечують належну видимість та пріоритети руху.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							32
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

4. Забезпечення зручного доступу: Примикання дозволяють забезпечити зручний доступ до прилеглих територій, таких як житлові райони, комерційні центри, офісні комплекси та інші об'єкти.

5. Створення приємного середовища: може включати розташування зелених насаджень, тротуарів, велосипедних доріжок та інфраструктури для пішоходів.

Покращення вище перерахованих факторів - задача, поставлена для вирішення проблем існуючого положення вузла. У процесі планування примикань важливо враховувати контекст міського середовища, потреби різних учасників дорожнього руху, прогнозований обсяг трафіку та зростання попиту на транспортні послуги. Також слід враховувати принципи сталого розвитку та принципи дизайну доріг, щоб забезпечити максимальну ефективність та зручність використання примикань.

В якості пропозицій інженерно-проектних рішень було розглянуто два варіанти схем організації руху на перетині. Варіант 1 - Саморегульований кільцевий перетин; Варіант 2 - Турбо-кільце.

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							33
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

# РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник: \_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		34

### **3.1 РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ РЕГУЛЬОВАНОГО КІЛЬЦЕВОГО ПЕРЕХРЕСТЯ ТА ТУРБО-КІЛЬЦЯ**

Для визначення геометричних розмірів саморегульованого кільцевого перехрестя (СКП) потрібно враховувати довжину лінії сплетення. Ця лінія є важливим елементом геометрії СКП, що впливає на безпеку руху та пропускну здатність перехрестя. Чим довша лінія сплетення, тим легше виконувати маневри зі зміною смуги руху. Довжина лінії сплетення впливає на безпеку та швидкість руху на кільці. Чим більша довжина лінії сплетення, тим більша безпека і зручність для водіїв при зміні смуги руху. Проектування кільцевих транспортних розв'язок здійснено відповідно до вимог 6.1.3-6.1.15, 6.1.17, 6.2.1-6.2.4, 6.2.6 та 6.2.7 ДБН В.2.3-5:2018, з урахуванням 10.3.2 та 10.3.4.

Так як турбо-кільце не має лінії переплетення, то цей показник не враховуємо при проектуванні його розмірів, але необхідно врахувати розрахункову швидкість і радіус внутрішнього острівця, для того, щоб не заходити за межі червоних ліній забудови.

Швидкість руху на кільці саморегульованого перехрестя може бути визначена з урахуванням швидкісних обмежень на вулицях, які виходять на вузол, або встановлена з метою досягнення максимальної пропускну здатності та мінімізації транспортних витрат і забезпечення безпеки руху.

В міських умовах рекомендована розрахункова швидкість руху на всьому кільцевому перехресті складає 25-30 км/год. Це сприяє оптимальному функціонуванню вузла, забезпечуючи безпечність руху та зменшення транспортних конфліктів у вузлі з урахуванням міських умов.[14]

Згідно Таблиці 3.3. , встановлюю довжину ділянки перелаштування - 25 м, при швидкості руху 25 км/год. Радіус центрального острівця становитиме 25 м. (Згідно з 6.3.6 ДБН В.2.3-5:2018)

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		35

Причиною вибору саме таких розмірів центрального кільця, лінії переплетення і розрахункової швидкості стало те, що проектування здійснюється в умовах реконструкції і в разі вибору більшого радіусу центрального острівця кільця я б вийшла за межі червоних ліній території, що знаходиться в приватній власності.

Таблиця 3.3. Проектні параметри СКП

Розрахункова швидкість руху, км/год	Радіус центрального острівця, м	Ширина проїзної частини кільця, м	Довжина ділянки перелаштування (м) при швидкості руху	Найбільша пропускна здатність ділянок перестроювання, од/год,				
				20	30	40	50	60
25	25	8,5	25	600	-	-	-	-
30	30	10,0	35	800	-	-	-	-
40	40	11,5	45	1000	1200	-	-	-
50	45	13,0	60	1200	1400	1600	-	-
60	50	14,5	70	1400	1600	1800	-	-
70	55	15,5	80	1200	1400	1600	1400	1200
80	60	16,0	90	1000	1200	1400	1200	1000

**Примітка.** Розрахункова швидкість руху на кільцевих площах з метою економії території приймається у межах 30-40 км/год.

Необхідна кількість смуг руху на СКП визначається за формулою:

$$n = N_{P_{max}} / N_{IP} + 1,$$

де  $n$  – кількість смуг руху в перерізі СКП;

$N_{P_{max}}$  – максимальна інтенсивність руху на кільці (див. табл. 2);

$N_{IP}$  – пропускна здатність ділянок перестроювання, од./год.

$$n = 1022 / 600 + 1 = 2,70$$

приймаю 3 (см.руху)

Для визначення  $N_{P_{max}}$  потрібно встановити інтенсивності у всіх перерізах на кільці.

Таблиця 3.4 Інтенсивність у перерізах

	I переріз		II переріз		III переріз	
	Напря м руху транс.	№ авт/год	Напря м руху транс.	№ авт/год	Напря м руху транс.	№ авт/год
1	1-1	0	1-1	0	1-1	0
2	1-2	178	2-1	129	1-2	178
3	1-3	241	2-2	0	2-2	0
4	2-2	0	1-3	438	3-1	455
5	2-3	438	3-1	455	3-2	387
6	3-3	0	3-3	0	3-3	0
	$\sum N_P$	<b>857</b>	$\sum N_P$	<b>1022</b>	$\sum N_P$	<b>1020</b>

Для планування турбо-кільця тримаю такі показники:

Розрахункова швидкість руху - 25 км/год;

Радіус центрального острівця - 25 м;

Кількість смуг руху на кільці - 2. [7]

Усі розраховані геометричні елементи, наносимо на план.

Після розрахунку геометричних елементів виконую планувальне рішення перетину із забезпеченням розрахункових величин усіх геометричних елементів. При цьому враховую умови, що виникають на перетині (обмеження території, кут перетину осей магістралей в плані).

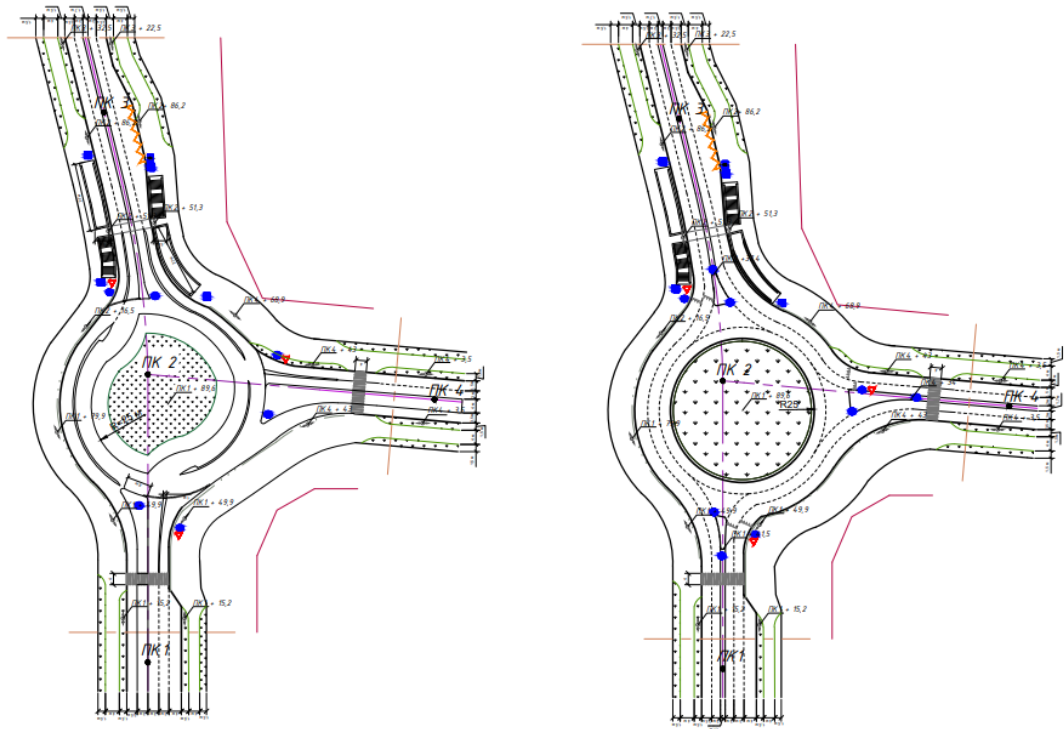


Рис 3.1. Два варіанти геометрії проекту реконструкції перетину

У загальному розумінні, поняття "ефективність" визначається як співвідношення отриманого результату до витрачених ресурсів. Наприклад, в економічному контексті ефективність означає співвідношення економічного результату або ефекту до витрат факторів виробничого процесу. Оскільки дорожньо-транспортні перетини не приносять безпосереднього економічного прибутку, оцінка ефективності планувальних рішень таких вузлів може бути здійснена шляхом порівняльного аналізу різних варіантів існуючих споруд або проектних рішень перетинів вулиць і доріг. Головним завданням при оцінці ефективності простого перетину є правильний вибір критеріїв оцінки, оскільки різні критерії можуть призводити до різних оцінок ефективності роботи.[21]

### 3.2 РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНИХ ПРОФІЛІВ МАГІСТРАЛЕЙ

Розробка поперечного профілю магістралей є необхідною для вулиць і доріг. Цей профіль включає елементи, розташовані в межах червоних ліній по всій довжині магістралей. Розміри та розташування цих елементів залишаються незмінними і визначаються згідно з актуальними нормативами, зазначеними у таблиці 5.1 [7]. Серед цих елементів є проїжджа частина, пішохідна частина (тротуар), розподільча смуга (розташовується між проїжджою та пішохідною частинами), смуга для підземних інженерних комунікацій (заборонено висаджувати дерева та будувати споруди) і смуга озеленення. Ці елементи визначають форму та функціональні характеристики поперечного профілю магістралей.

Проїжджа частина

*Ширина проїжджої частини на кільці:*

$$B_k = n \times v,$$

де  $n$  – кількість смуг руху на кільці;

$v$  – ширина смуги руху на кільці (4 м)

$$B_k = 3 \times 4 + 2 \times 0,5 = 13 \text{ м}$$

Згідно з ДБН В.2.3-5:2018, ширина проїжджої частини на кільці залежить від розрахункової швидкості руху. У даному випадку, для розрахункової швидкості руху  $V_p = 25$  км/год, рекомендована ширина проїжджої частини  $B_k$  становить 8,5 метра. Однак, приймається більше значення для ширини  $B_k$ , конкретно  $B_k = 13$  метрів.

*Радіус зовнішнього кільця:*

$$R_{\text{зовн}} = R_0 + B_k,$$

де  $R_0$  – радіус внутрішнього кільця, м;

$B_k$  – ширина проїзної частини кільця;

$$R_{\text{зовн}} = 25 + 13 = 38 \text{ м}$$

*Радіус правоповоротного з'їзду становить:*

$$R = V^2/g \times (\mu + i),$$

де  $V$  – розрахункова швидкість на перехресті;

$\mu$  – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою;

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							39
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$i$  – поперечний ухил покриття,  
 $g$  – прискорення вільного падіння.

$$R = 6,95^2/9,81 \times (0,4+0,02) = 20,51 = 21 \text{ м}$$

### Пішохідна частина

Пішохідна частина поперечного перерізу відповідає чинним нормам та стандартам, а також пропускній спроможності, тому на кільцях ми проектуємо пішохідні доріжки шириною 4 метри. Смужки озеленення - 1,5 метра.

Згідно Таблиці 5.1. чинного ДБН[7], мінімальна ширина пішохідної зони тротуару, для магістральної дороги районного значення в найкрупнішому місті - 3,0 метри.

Всі запроектовані та існуючі поперечні профілі представлено на листі №3 графічної частини проекту.

### 3.3 ПРОЕКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНІХ ПРОФІЛІВ

При проектуванні поздовжнього профілю магістралі визначається висотне положення, як для існуючого, так і для запроектованого стану. Початкові дані включають геодезичну карту та червоні лінії. На основі цих даних наносяться проектна лінія та уклони, використовуючи основні нормативи з таблиці 5.7 [7]. Усі ці дані відображаються у вигляді графічних креслень на листі № 5.

Особливістю проектування поздовжнього профілю на кільцевому перехресті є потреба в узгодженні профілів у точці перетину їх осей на плані, а також розташування самого кільця в одній площині.

Для розрахункової швидкості 30 км/год, враховуючи нормативи, найменша відстань видимості зустрічного автомобіля складає 90 метрів, найменша відстань видимості у плані - 45 метрів, а найменший радіус кривих у плані - 30 метрів. Алгебраїчна різниця похилів між сполучними ділянками становить - 15 ‰ для опуклих ділянок і - 6 ‰ для увігнутих ділянок.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							40
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Радіуси кривих для опуклих ділянок - 600 метрів, а для увігнутих ділянок - 200 метрів.

### **3.4 ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ В МЕЖАХ ПЕРЕТИНУ**

При вертикальному плануванні територій магістралей дотримуються вимог безпеки та зручності руху транспорту та пішоходів, а також вимог щодо організації поверхневого стоку.

Процес вертикального планування на перетині розпочинається з нанесення горизонталей на підходах до перехрестя з кроком 20 см. Потім горизонталі наносяться в межах самого перехрестя. Після побудови проектних горизонталей на проїжджій частині виконується нанесення горизонталей на поверхні тротуарів, смуг зелених насаджень і направляючих острівців, з врахуванням їх підвищення над проїзною частиною на 15 см. Ухили на проїжджій частині та тротуарах приймаються відповідно до нормативів [7]: 15 ‰ та 20 ‰.

Запроектоване вертикальне планування зображено на листі № 6 графічної частини проекту.

### **3.5 ПРОЕКТУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ**

При проектуванні водовідвідних систем і споруд необхідно врахувати місцеві природні, архітектурно-планувальні і санітарно-гігієнічні умови.

Для забезпечення відведення води вздовж магістралей необхідно дотримуватись вимог щодо найменших величин поздовжніх уклонів. На ділянках, де збирається поверхневий стік, необхідно встановити колодязі у найнижчих місцях проїжджої частини. У даному випадку спокійний рельєф території не потребує таких колодязів, але необхідно перехопити сток від проїжджої частини та тротуару перед перетином.

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							41
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Щодо розташування інших зливоприймальних споруд, при ширині проїжджої частини магістралі до 30 м і відсутності притоку дощової води з примагістральної території, використовується конструктивний підхід залежно від поздовжнього уклону ділянки магістралі. За вказаними даними встановлюються такі відстані:

- для ділянок з уклоном до 4% - відстань 50 м.
- ля ділянок з уклоном в межах 4-6% - відстань 60 м.
- ля ділянок з уклоном в межах 6-10% - відстань 70 м.
- для ділянок з уклоном в межах 10-30% - відстань 80 м.

### **3.6 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ ЗЕМЕЛЬНИХ РОБІТ**

При плануванні перетину магістралей проводяться значні земляні роботи, включаючи виїмки та насипи ґрунту для проїжджої частини та тротуарів, а також опоряджувальні роботи на всій території перетину. Для лінійних об'єктів, таких як дороги і вулиці, використовують робочі поперечні профілі для підрахунку земляних робіт для визначення обсягів земляних робіт на певній ділянці виконують такі кроки: спочатку на поперечному профілі відповідного пікету у відповідних масштабах викреслюють лінію поверхні землі та наносять точку з проектною відміткою осі магістралі; далі прив'язують типовий поперечний профіль до цієї точки. При цьому, поперечний уклон проїжджої частини магістралі приймають 20%, а уклон поверхні ґрунту на тротуарній частині – 15%. Потім на лініях меж пішохідної частини тротуару в кожному робочому поперечному профілі визначають "чорні" (відмітки поверхні землі) та проектні відмітки. Поза магістраллю поверхню території з'єднують з примагістральною таким чином, щоб забезпечити поверхневий стік до зливоприймальних споруд. Для кожного робочого поперечного профілю окремо підраховують площі зрізка та насипу ґрунту, використовуючи відповідні геометричні формули. З креслень робочих поперечних профілів визначають по горизонталі висоти фігур, використовуючи робочі відмітки як різницю між проектними

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		42

та чорними відмітками у відповідній точці профілю. Потім розглядають два сусідні робочі поперечні профілі, визначають середні площі зрізків і насипів ґрунту, а потім перемножують їх на відстань між цими перерізами. Таким чином отримують обсяги земляних робіт на даній ділянці. Отримані результати заносять у відповідну таблицю для зручності підрахунків. Після розгляду всіх подібних ділянок магістралі отримують підсумковий обсяг земляних робіт.

Визначення обсягів земельних робіт, вертикальне планування території та побудову поздовжніх профілів необхідно виконати для того, щоб можливо було порівняти два варіанти інженерно-планувальних рішень і з економічної точки зору також. Від того, який обсяг земельних робіт виконається при будівництві вузла, напряму впливає на те, скільки коштів необхідно буде витратити на реалізацію проекту, що є дуже важливим, при прийнятті кінцевого проектного рішення.

### **3.7 КОШТОРИСНО – ФІНАНСОВИЙ РОЗРАХУНОК**

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва обох варіантів запроєктованого перетину подано у вигляді таблиці. Вихідними даними є обсяги основних будівельних робіт, які встановлені. Для складання розрахунку використовую каталоги *Єдиних районних одиничних розцінок*, в яких містяться вартості одиниць кожного виду будівельних робіт з урахуванням їх складності та особливостей району будівництва.

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							43
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ з/п	Види будівельних робіт		Од. виміру	Вартість одиниць виміру, грн	Обсяг робіт Варіант 1	Загальна вартість В1, грн	Обсяг робіт Варіант 2	Загальна вартість В2, грн
Одноразові витрати								
1	Перекладка інженерних мереж		кв. м	15	-	6703238,825	-	6703238,825
2	Монтаж мережі зовнішнього освітлення		шт.	5000	17	85000	17	85000
3	Монтаж мережі водо- стоку		1 м. п.	625	547	341875	537	335625
4	Влаштування дощеприймальних коло- дязів		шт.	27061	12	32472	12	32472
Зведення інженерного рішення								
5	Влаштування дорожнь- ого одягу з двошаровим асфальтобетонним по- криттям		кв. м	7002	7825	5479065	8225	5759145
6	Влаштування підзем- ного пішоходу		кв. м	9200	3564	32788800	3564	32788800
7	Влаштування дорожнь- ого одягу пішохідної ча- стини тротуарів		кв. м	157	3515	551855	3490	547930
8	Установка бортового каменю		1 м. п.	80	764,4	61152	967,9	77432
9	Земляні роботи		Зрізка	80	5060	404800	5060	404800
			Наси п	60	31689	1901340	31689	1901340
	Сума					<b>41187012</b>		<b>41479447</b>
	Всього					<b>48349597,83</b>		<b>48638782,83</b>
						Різниця	289185	

### 3.8 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

Дорожні витрати щороку охоплюють витрати, пов'язані з реконструкцією та капітальним ремонтом дорожнього одягу. З метою оцінки ефективності реконструкції перетину, ми проведемо розрахунок річних дорожніх витрат до реконструкції (Д) та після реконструкції (Д<sup>1/</sup>) (для першого варіанту), (Д<sup>2/</sup>) (для другого варіанту),.

Цей розрахунок дозволить нам порівняти витрати, які потрібно здійснити до та після проведення реконструкції перетину. Він враховує

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		44

витрати на поточний ремонт, утримання доріг та інші фактори, що впливають на дорожню інфраструктуру.

Ці дані допоможуть нам зрозуміти, наскільки ефективною буде реконструкція перетину, з точки зору зниження дорожніх витрат та поліпшення стану дорожнього покриття.

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

$$D = 0,01 \cdot 4886755 \cdot (6 + 1) + 6990 \cdot 80 = 901272.85 \text{ грн}$$

$$D^{1/} = 0,01 \cdot 5479065 \cdot (6 + 1) + 7825 \cdot 80 = 1009534.55 \text{ грн}$$

$$D^{2/} = 0,01 \cdot 5759145 \cdot (6 + 1) + 8225 \cdot 80 = 1061140.15 \text{ грн}$$

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

$p_1$  – щорічний процент відрахувань на реконструкцію та капітальний ремонт дорожнього одягу (6%);

$p_2$  – щорічний процент відрахувань на поточний ремонт дорожнього одягу (1%);

$F$  – площа дорожнього покриття;

$a$  – вартість утримання  $m_2$  дорожнього покриття перехрестя (80 грн.).

В результаті проведеної реконструкції перетину, збільшиться площа дорожнього покриття, що призведе до зростання дорожніх витрат після реконструкції.

Витрати на проходження регульованого перехрестя складаються з двох складових: витрат на проходження у вільному режимі та витрат від простоїв транспорту під час роботи світлофорів. Для кожної магістралі витрати розраховуються за допомогою наступної формули до реконструкції ( $\Sigma K$ ) та після ( $\Sigma K^{1/}$  та  $\Sigma K^{2/}$ ).

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							45
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{год}} = N * (t_{\text{ч}} + 2t_{\text{ж}} / 2 * 3600 * T_{\text{ц}}) * ((t_{\text{ч}} + t_{\text{ж}}) + 0,56V) * ((365 / \beta))$$

де N – інтенсивність руху транспорту у відповідному напрямку, ав-  
том./год.

$t_{\text{ч}}$  – тривалість червоного сигналу, 28 с;

$t_{\text{ж}}$  – тривалість жовтого сигналу, 3 с;

$T_{\text{ц}}$  – тривалість світлофорного циклу, 64с;

V – розрахункова швидкість прямування на перетині, 30 км/год;

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту(0,088);

$T_{\text{пер}}$  - час проходження автомобілями границь перетину.

$$T_{\text{год1}} = 857 * ((28 + 2 * 3) / 2 * 3600 * 64) * ((28 + 3) + 0,56 * 8,33) * (365 / 0,088) \\ = 9269,72$$

$$T_{\text{год2}} = 1022 * ((30 + 2 * 3) / 2 * 3600 * 64) * ((30 + 3) + 0,56 * 8,33) * (365 / 0,088) \\ = 11054,44$$

$$T_{\text{год3}} = 1020 * ((28 + 2 * 3) / 2 * 3600 * 64) * ((28 + 3) + 0,56 * 8,33) * (365 / 0,088) \\ = 11032,81$$

$$\Sigma T_{\text{год 1-3}} = 9269,72 + 11054,44 + 11032,81 = 31356,97$$

$$T_{\text{пер1}} = 11,23 * 2 * 1 / 3600 * 360 / 0,088 = 25,52$$

$$T_{\text{пер3}} = 9 * 2 * 1 / 3600 * 360 / 0,088 = 20,45$$

$$T_{\text{пер2}} = 15,19 * 2 * 1 / 3600 * 360 / 0,088 = 34,52$$

$$\Sigma T_{\text{пер}} = 25,52 + 20,45 + 34,52 = 80,49$$

$$\Sigma K = (\Sigma T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{год}}) * S = (80,49 + 31356,97) * 100 = 3143746$$

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							46
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

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

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)		
	1	2	3
1	0	178	241
2	129	0	438
3	455	387	0

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

Напрямок в'їзду до перетину (i)	Напрямок виїзду з перетину магістралей (j)		
	1	2	3
1	0	43	35
2	34	0	45
3	37	31	0

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)			
	1	2	3	Разом
1	0	7654	8435	<b>16089</b>
2	4386	0	19710	<b>24096</b>
3	16835	11997	0	<b>28832</b>
<b>Разом</b>	<b>21221</b>	<b>19651</b>	<b>28145</b>	

Річні транспортні витрати після реконструкції перетину ( $\Sigma K'$ ) визначаємо за формулою:

$$\Sigma K' = (\Sigma K N_{ij} T_{ij} * 1/3600 * (365/\beta) * 100)$$

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

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

$\beta$  – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту.

$$\Sigma K' = ((21221 + 19651 + 28145 + 16089 + 24096 + 28832) * 1/3600 * 365 / 0,088)$$

$$* 100 = 1590353 \text{ грн.}$$

$$\Sigma K' = 1590353 \text{ грн.}$$

$$\Sigma K = 3143746 \text{ грн.}$$

Внаслідок реконструкції перетину, ми спостерігаємо зменшення річних транспортних витрат на 50,6 %.

#### Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати до і після реконструкції перетину будуть дорівнювати сумі річних дорожніх та річних транспортних витрат.

$$E = \Sigma K + D = 901272,85 + 3143746 = 4045018,85 \text{ грн}$$

$$E^{1/} = \Sigma K^{1/} + D^{1/} = 1009535,55 + 1590353 = 2599888,55 \text{ грн}$$

$$E^{2/} = \Sigma K^{2/} + D^{2/} = 1061140,15 + 1423376 = 2484516,15 \text{ грн}$$

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							48
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## Термін окупності капіталовкладень

При реконструкції перетину термін окупності ( $T_0$ ) капіталовкладень визначаємо за формулою

$$T_{01} = C / (\Sigma K + D) - (\Sigma K^{1/} + D^{1/}),$$

$$T_{02} = C / (\Sigma K + D) - (\Sigma K^{2/} + D^{2/}),$$

де  $C$  – кошторисна вартість варіанта будівництва перетину магістралей кільцевого типу, грн.;

$$T_{01} = 48349597,83 / 4045018,85 - 2599888,55 = 33,46$$

$$T_{02} = 48638782,83 / 4045018,85 - 2484516,15 = 30,15$$

### Ефективність

$$E = 1 / T_{01} = 1 / 33,46 = 0,029$$

$$E = 1 / T_{02} = 1 / 30,15 = 0,033$$

### ВИСНОВКИ РОЗДІЛУ:

Було запропоновано і розглянуто два варіанти реконструкції перетину перетину вул. Драгоманова - вул. Здолбунівська у м. Києві. Обидва варіанти, СКП і Турбо-кільце виявились ефективнішими, ніж існуючий спосіб організації руху на перетині. Пропускна спроможність збільшилась, не дивлячись на те, що середня швидкість на вузлі зменшилась. Також стали нижчими показники затримок і щільності на вузлі. Техніко-економічні розрахунки показали, що дорожні витрати та витрати на будівництво значно вищі, ніж в існуючому положенні, проте, за рахунок значного зниження транспортних витрат, вдалось досягти ефективності запроєктованих інженерних пропозицій організації руху, а також пріорітизації руху автомобілів на перетині.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		49

# КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівник: \_\_\_\_\_

(підпис, дата)

\_\_\_\_\_

(підпис, дата)

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		50

## 4.1 ОСВІТЛЕННЯ

Влаштування дорожнього освітлення є необхідним для забезпечення безпеки водіїв у нічний час. Основною метою проектування вуличного освітлення є забезпечення швидкого, комфортного та безпечного руху всіх учасників дорожнього руху, включаючи пішоходів та транспортні засоби.

Система зовнішнього освітлення має виконувати три основні функції:

- зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод у темний період доби;
- підвищення пропускної спроможності магістралей;
- підвищення середньої швидкості руху.

При проектуванні системи зовнішнього освітлення вулиць та доріг враховуються наступні аспекти:

1. Використання спеціальних світильників, надання переваги комплексним системам освітлення з урахуванням енергоефективних технологій.
2. Відношення відстані між світильниками до їх висоти має бути рівним або меншим за 1:5, розміщення світильників на висоті, що дорівнює або перевищує 6,5 метра, або 9 метрів у випадку наявності контактної мережі тролейбусів над проїжджою частиною.
3. Оскільки ширина проїжджої частини магістралей перевищує 15 метрів, освітлення виконується з обох боків магістралі з кроком 40 метрів.
4. Для освітлення перехрестів і пішохідних переходів використовуються світильники одного виду.

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							51
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

5. Металеві опори дорожнього освітлення призначені для освітлення доріг, вулиць та магістралей з будь-якою інтенсивністю руху. Вони можуть бути круглими або багатограними у поперечному перерізі.

Ці рекомендації допомагають забезпечити ефективну та безпечну систему зовнішнього освітлення, сприяючи покращенню умов руху та забезпеченню безпеки на дорозі.

#### **4.2 КОНСТРУЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ**

Дорожній одяг складається з кількох шарів матеріалів, які накладаються один на одного, з урахуванням міцності покриття та всього дорожнього одягу. Головною функцією цієї конструкції є розподіл навантаження від транспортних засобів на ґрунт. Проектована конструкція повинна забезпечувати прохід усіх транспортних засобів з розрахунковими швидкостями та навантаженнями незалежно від пори року.

Кожен шар дорожнього покриття виконує свою функцію, яку необхідно належним чином враховувати при проектуванні. Головною метою при проектуванні дорожнього одягу є забезпечення надійності протягом нормативного строку експлуатації. Неналежна якість або неправильне проектування дорожнього покриття може спричинити його швидке зношення та руйнування, що негативно вплине на якість та швидкість руху транспортних засобів.

При виборі типу дорожнього покриття необхідно враховувати різні фактори, такі як техніко-економічні порівняння декількох варіантів покриття, категорія вулиці, прогнозована інтенсивність руху, склад транспортного потоку, кліматичні умови, геолого-гідрологічні умови, наявність

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>	Лист
							52
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

підземних комунікацій та споруд, вимоги до безпеки дорожнього руху. Оптимальний тип дорожнього покриття обирається на основі всіх цих факторів.

Дорожній одяг проїзної частини магістралі з'єднується з газоном за допомогою бортового каменю. Використовувані матеріали для дорожнього покриття повинні відповідати чинним державним стандартам.

### 4.3 ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Водовідведення - це процес видалення та контролю залишків поверхневих вод, що полягає у перехопленні та відведенні води з поверхні дорожнього покриття. Система водовідведення забезпечує зупинку потоку води, запобігаючи ерозії та зсувам. Правильно запроектована система водовідведення зберігає дорожнє покриття більш довговічним та стійким, що зменшує витрати на його обслуговування.

При проектуванні системи водовідведення необхідно враховувати санітарно-гігієнічні, архітектурно-планувальні та природні умови. На перехресті вулиць дощеприймальний колодязь слід розташовувати зі сторони притоку води. Рекомендована відстань між дощеприймальними колодязями становить 70-80 метрів [7]. Мінімальний нахил, при якому можна прокладати водостічні гілки, становить 5%, а їх діаметр приймається 0,3 метра. Максимальна довжина водостічної гілки - 40 метрів.

Рекомендую використовувати секційні дощеприймальні колодязі BetoMax ДК-30.38.44-Б-В, виготовлені з бетону. Вони мають чавунну щільну решітку та габарити 509x386x436 мм. Ці колодязі мають високу міцність (клас В30) та забезпечуються чавунною решіткою марки ВЧ-50. Кріплення виконується болтами, а для посилення використовуються впресовані сталеві насадки.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							53
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

#### 4.4 ПОЗАВУЛИЧНИЙ ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД

Рекомендується встановлювати пішохідні переходи на перетинах з саморегульованим кільцевим рухом на різних рівнях порівняно з проїжджою частиною. Для цього використовують підземні пішохідні тунелі - спеціальні інженерні споруди, призначені для безпечного руху пішоходів. Рекомендована відстань між пішохідними тунелями становить 400-600 метрів.

Ширина пішохідного тунелю повинна визначатися залежно від інтенсивності руху пішоходів у годину пік. Оскільки інтенсивність не вказана, ширина тунелю може бути прийнята згідно з категорією дороги із загальною шириною 4 метри.

Глибина підземного пішохідного переходу від рівня тротуару на вулиці до рівня підлоги в тунелі становить 3,2 метри.

Вхід у тунель облаштовується з одного боку за допомогою сходів та з іншого боку - пандусу. Розміри сходинок становлять 12 сантиметрів у ширину та 38 сантиметрів у глибину, що відповідає нахилу 1:3. У одному марші сходів має бути 12 сходинок, після чого слід влаштувати проміжну площадку довжиною 1,5 метри. Також необхідно встановити огороження парпетного типу, висотою 70 сантиметрів.

#### 4.5 ДОРОЖНІ ЗНАКИ

Дорожні знаки є стандартизованими графічними символами, які використовуються для організації дорожнього руху та передачі повідомлень учасникам дороги. Кріплення дорожніх знаків до металоконструкцій є важливою складовою облаштування дороги з метою забезпечення безпечного переміщення.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							54
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

У даному проекті пропонується використовувати алюмінієві опори для дорожніх знаків ROSA SAL SYG 3. Цей тип опори має висоту 3 метри, діаметр у основі 120 мм та закінчення 100 мм. Використовувані світильники та знаки мають кріплення діаметром 100 мм. Для закріплення опори використовується анкерний пристрій типу В-50/З-50. Вага опори становить 13,3 кг, а розмір основи - 224x224 мм. Ці алюмінієві опори є популярними та мають тривалий термін служби.

Графічний матеріал, що стосується конструктивного розділу, зображено на №7 графічної частини роботи.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		55

## ВИСНОВКИ

В результаті роботи над проектом - проведено якісний і кількісний аналіз перетину вул. Драгоманова - вул. Здобунівська у м. Києві.

Виявлено проблеми:

- крайні смуги руху по вул. Драгоманова, використовуються, як паркувальні смуги;
- тривалі затримки на світлофорі;
- перевищення рекомендованої швидкості на вузлі.

Поставлено задачі на проектування:

1. Зменшити тривалість затримок;
2. Підвищити рівень ефективності вузла для автомобілів;
3. Запобігти використанню смуги руху, в якості смуги паркування;
4. Зменшити швидкість проходження вузла.

Після дослідження якісних характеристик та транспортного моделювання вузла, було запропоновано два варіанти реконструкції перетину.

Варіант 1 - Саморегульований кільцевий перетин;

Варіант 2 - Турбо-кільце.

Для обох варіантів було спроектовано поперечні профілі, геометрію кільця, поздовжні профілі, вертикальне планування та транспортні моделі, з метою визначити найбільш ефективний варіант.

При порівнянні і визначенні кінцевого плану перетину враховувався предмет дослідження, а саме - Пріоритизація руху автомобілів на перетині. А також техніко-економічні показники і відповідність вирішенню початкових задач на проектування.

Найефективнішим варіантом реконструкції вузла став другий варіант - Турбо-кільце. Через зменшення показників затримок та швидкості, підвищення безпеки руху автомобілів, та вищу пропускну здатність.

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							56
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### *Посилання на Закони України:*

1. Про регулювання містобудівної діяльності. Закон України від 17 лютого 2011 р. N 3038-VI.
2. Про основи містобудування. Закон України від 16 листопада 1992 р. № 2780-XII.
3. Про охорону праці. Закон України від 14 жовтня 1992 р. N 2694-XII.
4. Про дорожній рух. Закон України від 30 червня 1993 р. N 3353-XII.
5. Про охорону культурної спадщини. Закон України від 8 червня 2000 р. N 1805-III.

### *Посилання на норми і стандарти України:*

6. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: Мінбудархітектури України, 2019.
7. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.
8. ДСТУ Б А.2.4-29:2008 Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. Робочі креслення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
9. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – К.: Держбуд України, 2007. – 50 с.
10. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. – К.: Мінрегіон України, 2018.
11. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 70 с.
12. ДСТУ Б А.2.4-2:2009 СПДБ. Умовні графічні позначення і зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 31 с

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
							57
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

*Посилання на книги, довідники, навчально-методичні матеріали:*

13. Містобудування. Довідник проектувальника / За ред. Т.Ф. Панченко. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 192 с.
  14. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди: Навчальний посібник для студентів ВНЗ. – К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.
  15. Міські вулиці, дороги та транспорт: методичні вказівки до виконання навчального практикуму для студентів спеціальності 7.06010103
  16. «Міське будівництво та господарство» денної форми навчання / уклад. М.М. Осетрін, С.В. Дубова, Г.Ю. Васильєва. – К.: КНУБА, 2013. – 28 с.
  17. Чередніченко П.П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: Навчальний посібник. - К.: КНУБА, 2002. – 180 с.
  18. Проектування автомобільних доріг: Підручник у 2 ч. / За ред. О.А. Білятинського, Я.В. Хом'яка. - Ч.1. - К.: Вища шк., 1997. - 518 с. Ч.2. - К.: Вища шк., 1998. - 416 с.
  19. Саморегульоване кільцеве перехрестя : Методичні вказівки до М65 виконання курсового і дипломного проектування Уклад.: М.М. Осетрін, Г.Б. Фукс, П.П. Чередніченко, Д.І. Плотникова К.: КНУБА, 2004. – 52 с. Посилання на наукові статті:
  20. <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c1a03dcd-15df-4da4-9b54-4322a1d68e57/content>
  21. <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f5515add-a12c-43d1-b15d-9f2c5fb88a3b/content>
  22. <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f254f949-eef4-4f99-ba7d-f87f0811d0c2/content>
- Посилання на інтернет ресурси:
23. Eway.in.ua
  24. Google Earth
  25. Streetmix.net

						БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		58