

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

*Факультет урбаністики та просторового планування*

*Кафедра міського будівництва*

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Завідувач кафедри  
доц. Приймаченко О.В. \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Пояснювальна записка**  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

«Підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині  
вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві»

Виконала: студентка 4 курсу, групи МБГ-20-2

Галузь знань:

19 « Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 « Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП: «Міське будівництво та господарство»

Пономарьова М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Осетрін М.М.

(прізвище та ініціали)

Беспалов Д.О.

(прізвище та ініціали)

м. Київ 2024

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТЦІ**  
**Пономарьовій Марії Олександрівні**

1. Тема проекту: «Підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві»

Керівники проекту: проф. Осетрін М.М.

ст. викл. Беспалов Д.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу №863/2 від 30.05.2024.

2. Термін подання студентом проекту 17.06.2024.

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

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

№ розділу з/п	Найменування розділів пояснювальної записки	Орієнтовний об'єм розділів пояснювальної записки (формат – А4)
1	Вступ	≤ 2
2	Аналітичний розділ	≤ 21
3	Розрахунково-проектний розділ	≤ 25
4	Конструктивний розділ	≤ 5
5	Висновки	≤ 1
6	Список використаної літератури	≤ 4
	<b>Разом</b>	<b>≤58</b>

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

## 5. Перелік графічних матеріалів проекту

№ розділу з/п	Найменування розділів графічної частини проекту	Об'єм креслень (формат – А1)
1	Оцінка роботи перетину (існуюче положення) вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві та аналіз транспортної інфраструктури (ВДМ м. Києва з позначенням місця об'єкту, аерофотозйомка об'єкту, план перетину (М 1:500), існуючі поперечні профілі, описи: актуальність, ціль, об'єкт, предмет, задачі).	1
2	Організація дорожнього руху (існуюче положення) на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві: схема організації дорожнього руху, обрані транспортно-експлуатаційні показники, транспортне моделювання, виявлені проблеми і недоліки.	1
3	Проектні пропозиції для перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві: схеми інженерно-планувальних рішень, план перетину для обраного варіанту, проектні поперечні профілі, розрізи.	1
4	Поздовжні профілі перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві Мг 1:1000 Мв 1:100.	1
5	Вертикальне планування обраного варіанту перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві, план прокладання підземних комунікацій у межах перетину магістралей(у колекторі) М1:1000.	1
6	Пропозиції конструктивних рішень для перетину вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві.	1
7	Аналітичне моделювання та розрухунки для оцінки роботи перетину (проектне по-	1

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		3

	ложення) вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві і загальні висновки .	
	<b>Разом</b>	<b>7</b>

6. Дата видачі завдання: 30.05.2024.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ розділу з/п	Етапи дипломного проекту	Термін виконання етапу	Примітки
1	Аналіз літератури та збір вихідних даних	12.05.2024	Виконано
2	Вступ	13.05.2024	Виконано
3	Аналітичний розділ	18.05.2024	Виконано
4	Розрахунково - проектний розділ	01.06.2024	Виконано
5	Конструктивний розділ	04.06.2024	Виконано
6	Висновки	06.06.2024	Виконано
7	Список використаної літератури	07.06.2024	Виконано
8	Рецензування проекту	19.06.2024	Виконано
9	Захист проекту	25.06.2024	Виконано

Студент \_\_\_\_\_ Пономарьова М.О.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Осетрін М.М.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ Беспалов. Д.О.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Проблеми незадовільного рівня обслуговування пішоходів на перетині у містах.....	9
1.2 Існуюче положення перетину вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві .....	15
1.3 Аналіз ситуації з пішохідним рухом на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві та перевірка його на відповідність сучасним нормам.....	26
<b>РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	29
2.1 Доцільність влаштування саморегульованого кільцевого перетину, розрахунок його геометричних розмірів та варіанти вирішення проблеми..	30
2.2 Розрахунок та проектування геометричних розмірів регульованого кільцевого перетину.....	38
2.3 Проектні пропозиції для перетину вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві.....	42
2.4Визначення показника рівня обслуговування на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві.....	48
2.5 Кошторисно- фінансовий розрахунок.....	52
<b>КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	54
3.1 Проектування поверхневого стоку в межах перетину магістралей.....	55
3.2 Проектування наземного пішохідного переходу.....	56
3.3 Інженерне обладнання перетину.....	57
<b>ВИСНОВОК</b> .....	59
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	60

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

## ВСТУП

Об'єктивна оцінка якості пішохідного переміщення включає в себе набагато більше, ніж прогулянка з пункту А в пункт Б. Як наслідок, важливо, щоб аналіз рівня обслуговування пішоходів (PLOS) враховував якісні фактори, а також традиційні міркування щодо обсягу та пропускної спроможності. Амос Рапопорт у своїй книзі «Історія та прецеденти в дизайні середовища» (1990) разом з Алланом Джейкобсом описує принципи проектування, які допомагають створювати комфортні пішохідні простори [9].

Рівень обслуговування (LOS) є одним з найважливіших компонентів для оцінки пішохідних об'єктів, який в основному стосується ефективної ширини та пішохідних потоків. Однак сучасні дослідження показують, що якісні характеристики також можуть сприяти оцінці LOS з точки зору пішоходів [10].

Транспортні планувальники і проектувальники повинні вивчати показники ефективності, які могли б зробити тротуари для пішоходів безпечними, зручними і комфортними під час перетину вузла із регульованим рухом. Класифікація рівня обслуговування пішоходів на основі сприйняття користувача (PLOS) важлива для транспортних планувальників і проектувальників, щоб розрізняти ефективність роботи інфраструктури для пішоходів [11].

**Напрямок та ціль** цієї роботи полягає у дослідженні інженерно-планувальних рішень, щодо підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині та аналіз їх застосування на конкретному перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві.

**Мета** цієї роботи – запропонувати інженерно-планувальні рішення, що допоможуть підвищити рівень обслуговування пішоходів разом із безпекою, інклюзивністю та безбар'єрністю на перетині вул. Вишгородська – вул. Біли-

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

цька у м. Києві, забезпечуючи при цьому безпечний та ефективний рух ТЗ.

Для реалізації поставленої мети, необхідно вирішити наступні **завдання**:

- 1) Розглянути, які саме проблеми є у пішоходів на вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві.
- 2) Виконати комплексний аналіз існуючого положення перетину, використовуючи методи детального моделювання транспортних і пішохідних потоків. Також встановити поточний рівень обслуговування для пішоходів на перетині.
- 3) Розглянути найбільш ефективні інженерно-планувальні рішення для підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині. Для одного рішення виконати детальні розрахунки.
- 4) Визначити можливі наслідки та вплив обраного інженерно-планувального рішення на пішохідний рух та підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві.

**Об'єкт** дослідження: перетин вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві.

**Предмет** дослідження: підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині.

**Гіпотеза** дослідження: підвищення рівня обслуговування та безпеки пішоходів на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві можливо досягти за допомогою створення саморегульованого кільцевого перетину, максимально можливого радіусу без необхідності зносу забудови, та/або за- допомогою модернізації системи роботи світлофорів.

**Методи** дослідження: аналітичний метод, метод компонентного аналізу, порівняння, метод узагальнення, опис, комп'ютерний експеримент, спостереження.

**Практична значимість** кваліфікаційної роботи є те, що результати можуть бути застосовані для реалізації заходів по підвищенню рівня обслуговування пішоходів на перетині, що розглядається.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		7

## АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Керівник : \_\_\_\_\_ Осетрін М.М.  
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)  
\_\_\_\_\_ Беспалов. Д.О.  
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

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

## 1.1 Проблеми незадовільного рівня обслуговування пішоходів на перетині у містах.

Багато вулиць спроектовані в першу чергу для автомобілів і нехтують потребами пішоходів. Проте пішоходи є основною групою користувачів вулиць. Концепція рівня обслуговування пішоходів (PLOS) часто використовується для об'єктивної кількісної оцінки того, наскільки добре пішохідні доріжки на вулицях пристосовані для пішоходів. Існують значні суперечки щодо того, що слід, а що не слід враховувати при розрахунку PLOS. Для різних пішохідних середовищ було розроблено широкий спектр заходів та інструментів. Вони допомагають дизайнерам та інженерам у розробці або модернізації вулиць, переходів і тротуарів [12].

Використовуючи швидкість потоку пішохідної одиниці в «Критеріях LOS середнього потоку для доріжок і тротуарів» (Таблиця 1.1.), можна розрахувати LOS пішохода.

Таблиця 1.1.

LOS	Space (ft <sup>2</sup> /p)	Flow Rate (p/min/ft)	Speed (ft/s)	V/C Ratio
A	> 60	≤ 5	> 4.25	≤ 0.21
B	> 40-60	> 5-7	> 4.17-4.25	> 0.21-0.31
C	> 24-40	> 7-10	> 4.00-4.17	> 0.31-0.44
D	>15-24	> 10-15	> 3.75-4.00	> 0.44-0.65
E	> 8-15	> 15-23	> 2.50-3.75	> 0.65-1.00
F	≤ 8	variable	≤ 2.50	variable

Наступним у дослідженні, на Рис.1.1.-1.6., наведені приклади симуляції рівня обслуговування пішоходів на тротуарі за даними Керівництва з пропускної здатності (HCM).

## PLOS A

Простір для пішоходів > 60 фут<sup>2</sup>/піш, швидкість потоку = 5 піш/хв/фут.

На пішохідній доріжці PLOS A пішоходи рухаються бажаними шляхами, не змінюючи своїх напрямків у зв'язку з іншими пішоходами. Швидкість руху вільно вибирається, а конфлікти між пішоходами мало ймовірні.

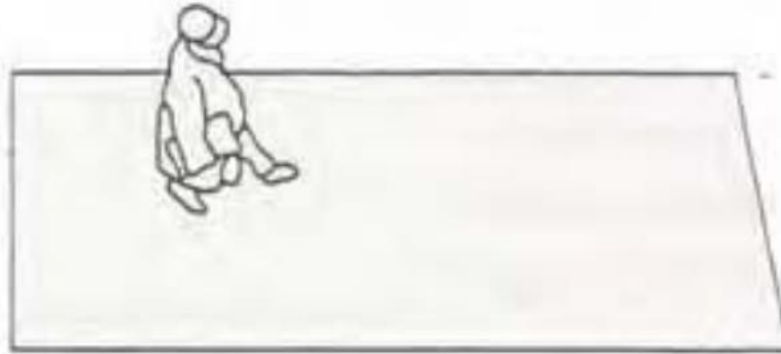


Рис. 1.1. Приклад PLOS A.

## PLOS B

Простір для пішоходів > 40-60 фут<sup>2</sup>/піш, швидкість потоку = 5-7 піш/хв/фут.

На рівні PLOS B пішоходи мають достатньо простору для вільного вибору швидкості руху, щоб обійти інших пішоходів і уникнути конфліктів на переходах. На цьому рівні пішоходи починають помічати інших пішоходів і реагувати на їхню присутність при виборі шляху руху.

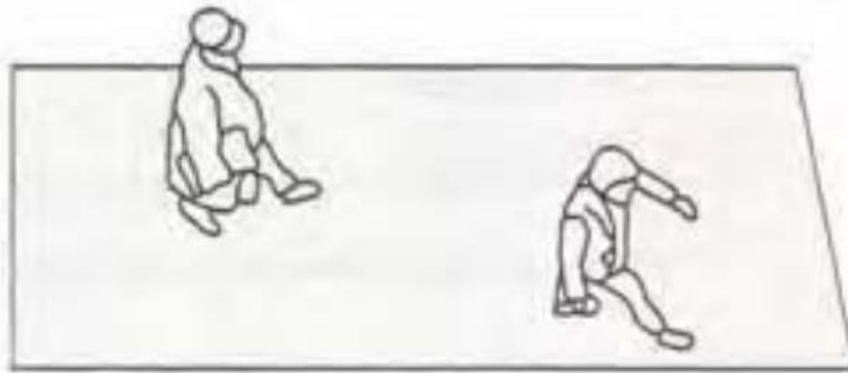


Рис. 1.2. Приклад PLOS B.

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

## PLOS C

Простір для пішоходів > 24-40 фут<sup>2</sup>/піш, швидкість потоку = 7-10 піш/хв/фут.

На рівні PLOS C простору достатньо для нормальної швидкості пішохідного руху та для оминання інших пішоходів у потоках, що рухаються в основному в одному напрямку. Рух у зворотному напрямку або через перетин може спричинити незначні конфлікти, а швидкість і інтенсивність потоку дещо нижчі.

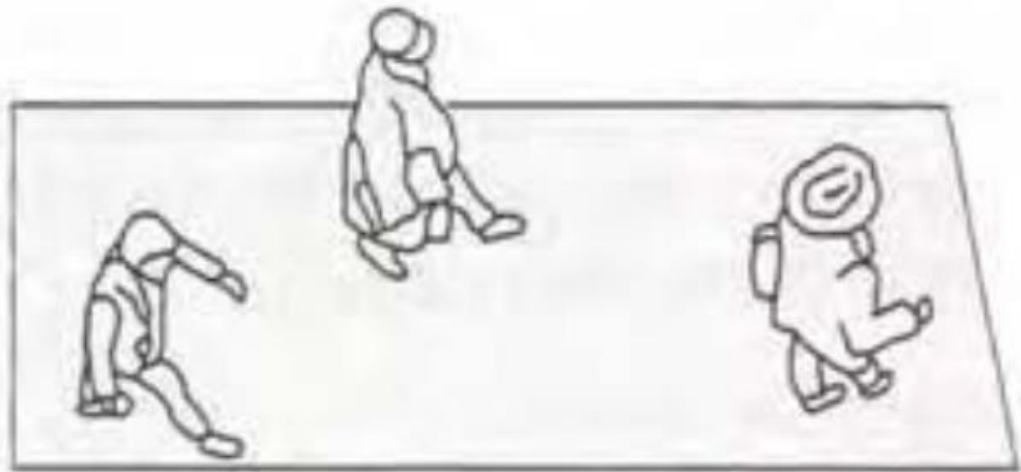


Рис. 1.3. Приклад PLOS C.

## PLOS D

Простір для пішоходів > 15-24 фут<sup>2</sup>/піш, швидкість потоку = 10-15 піш/хв/фут.

У PLOS D свобода вибору індивідуальної швидкості руху та обходу інших пішоходів обмежена. Рух через перетин або у зворотному напрямку пов'язаний з високою ймовірністю конфліктів, що вимагає частої зміни швидкості та положення. PLOS забезпечує досить плавний потік, але є ймовірність зіткнення та конфліктів між пішоходами.

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

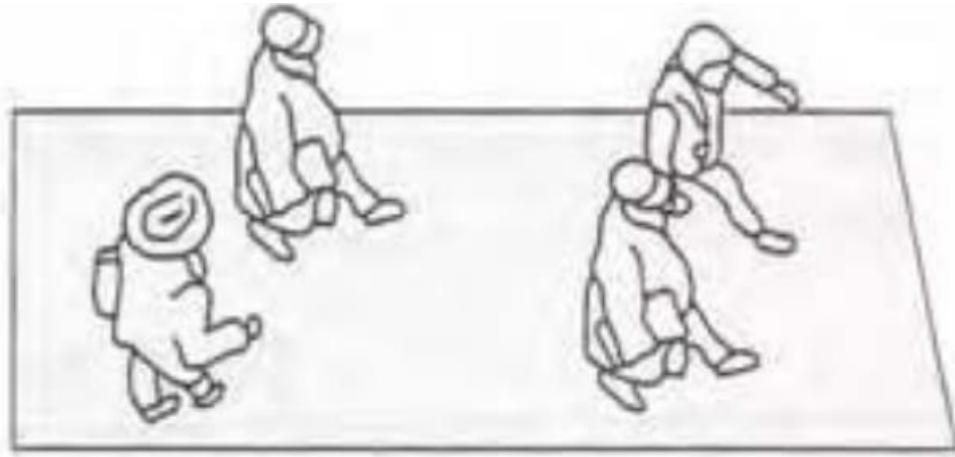


Рис. 1.4. Приклад PLOS D.

### PLOS E

Простір для пішоходів > 8-15 фут<sup>2</sup>/піш, швидкість потоку = 15-23 піш/хв/фут.

При PLOS E практично всі пішоходи уповільнюють свою звичайну швидкість руху, часто регулюючи ходу. На нижньому діапазоні рух вперед можливий лише шляхом штовхання. Простір недостатній для того, щоб пропустити повільніших пішоходів. Рух у поперечному або зворотному потоці можливий лише з надзвичайними труднощами. Проектні об'єми наближаються до межі пропускної здатності пішохідних доріжок, що призводить до зупинок і переривання потоку.

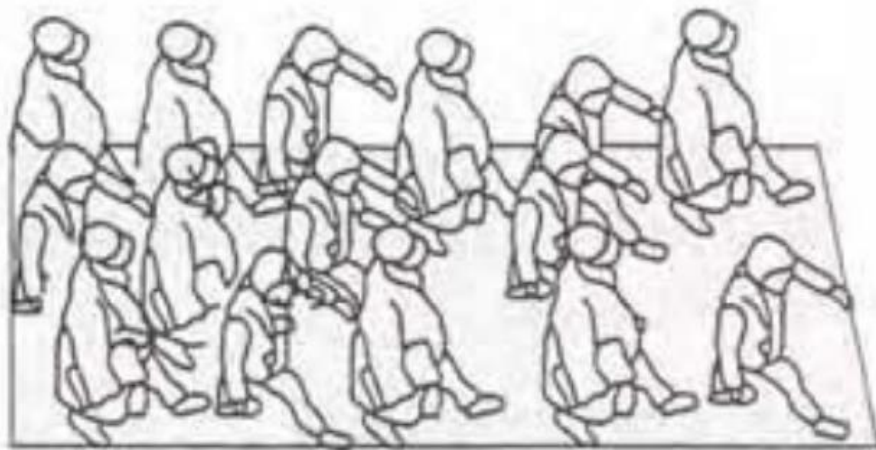


Рис. 1.5. Приклад PLOS E.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		12

## PLOS F

Простір для пішоходів  $> 8$  фут<sup>2</sup>/піш, швидкість потоку змінюється піш/хв/фут.

При PLOS F всі швидкості руху суворо обмежені, а просування вперед можливе лише шляхом штовхання. Існує частий неминучий контакт з іншими пішоходами. Перехресний та реверсивний рух практично неможливий. Потік хаотичний і нестабільний. Простір більш характерний для пішоходів, що стоять у черзі, ніж для пішохідних потоків, що рухаються.

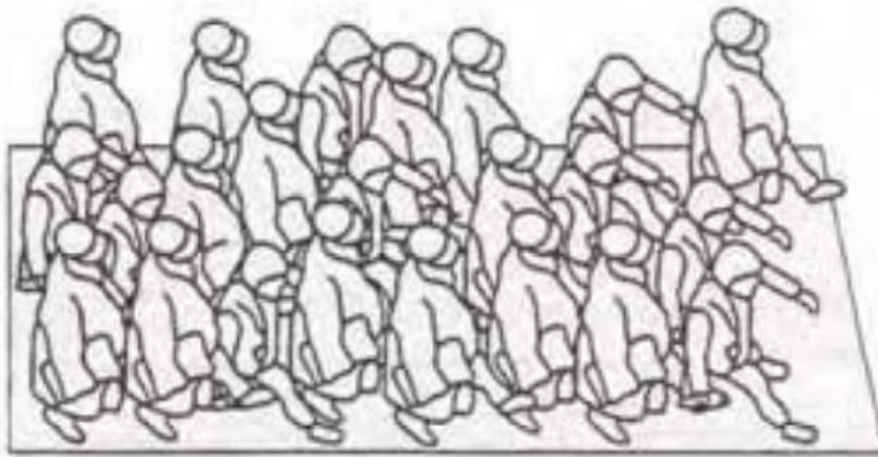


Рис. 1.6. Приклад PLOS F.

Методи дослідження «CURRENT HCM METHODOLOGY» спиралися на Керівництво з пропускної спроможності автомагістралей (HCM) для аналізу LOS пішоходів. Вони базуються на вимірюванні швидкості потоку пішоходів і простору тротуару. Швидкість пішохідного потоку, яка включає швидкість, щільність і об'єм пішоходів, є еквівалентною потоку транспортних засобів. За словами HCM: «Зі збільшенням обсягу та щільності швидкість пішоходів зменшується. Зі збільшенням щільності та зменшенням пішохідного простору ступінь мобільності, наданий окремому пішоходу, зменшується, як і середня швидкість пішохідного потоку» [13].

У результаті цього дослідження було виявлено, що наступні фактори мали більший вплив на рівень обслуговування пішохідних переходів на перетинах із світлофорним регулюванням для досліджуваної ділянки:

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		13

- а) Пішохідний потік;
- б) Час проходження пішохідного переходу;
- с) Стан поверхні пішохідного переходу.

Це дослідження також створило модель PLOS, яку можна застосувати для аналізу LOS пішохідних переходів на перетинах із світлофорним регулюванням. Модель представлена у вигляді рівняння:

$$P-LOS = 7,443-0,002PFH-0,061PCT+0,679CSR \dots\dots\dots(1.1)$$

де PFH – пішохідний потік (піш/год);

PCT – час пішохідного переходу (сек);

CSR – рейтинг стану поверхні пішохідного переходу. (0 -погано, 1 – помірно, 2 – добре) [14].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		14

## 1.2 Існуюче положення перетину вул.Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві.

Перетин вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві розташований на перетині двох районів, а саме: Подільський і Оболонський райони міста Києва біля парку-пам'ятки «Березовий гай», що складає 7,34 гектари, також поряд є сквер та залізнична дорога.

Для аналізу ситуації на вузлі, на листі 1 виконано «План перетину магістралей» у масштабі 1:500, де можна зрозуміти детально, яке примикання буде змінено і які проблеми постають перед пішоходами на перетині.

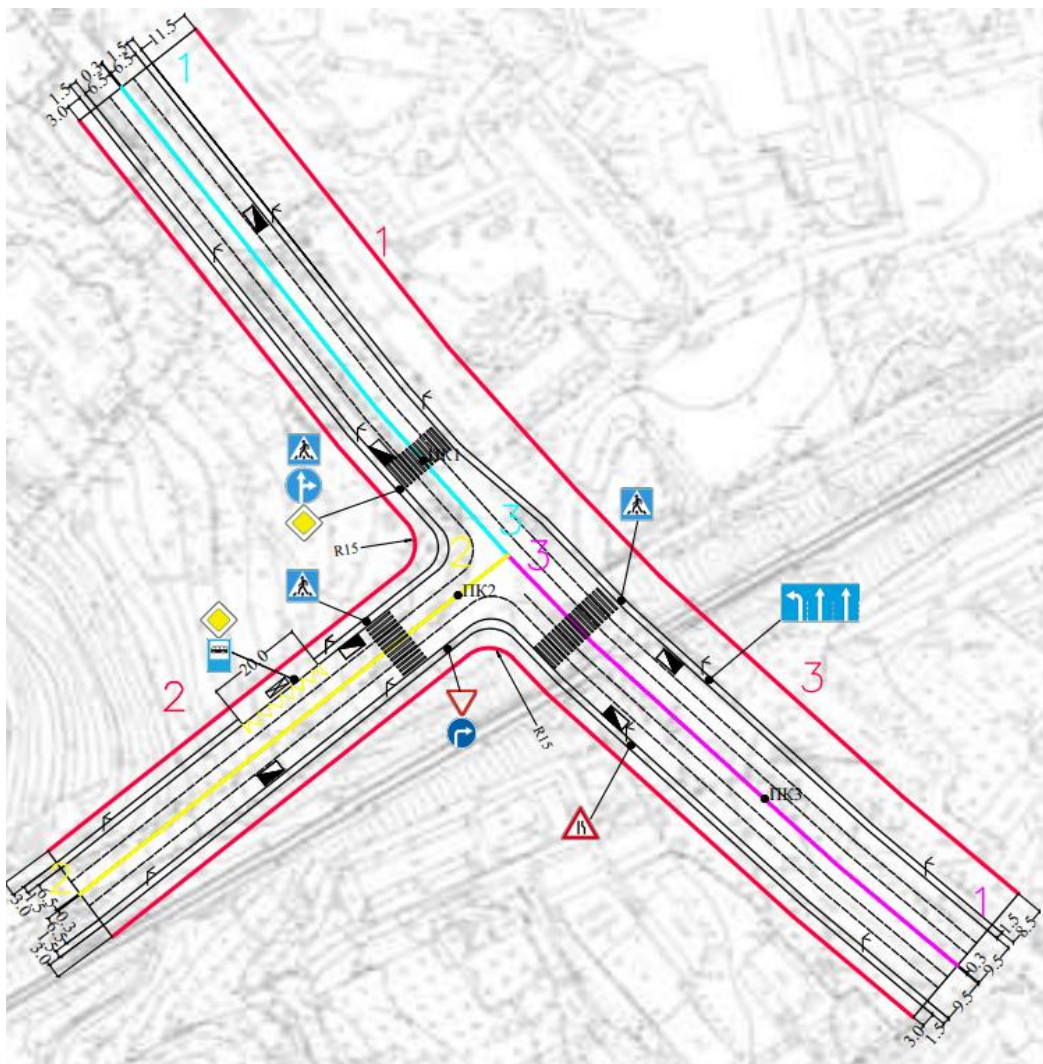


Рис. 1.7. План існуючого перетину М1:500.

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

У роботі були використані матеріали з діючого Генерального плану міста Києва для кращого розуміння ситуації на перетині, і щоб запропонувати проектні рішення. Також використані матеріали з інших відкритих джерел, таких як Google Maps.

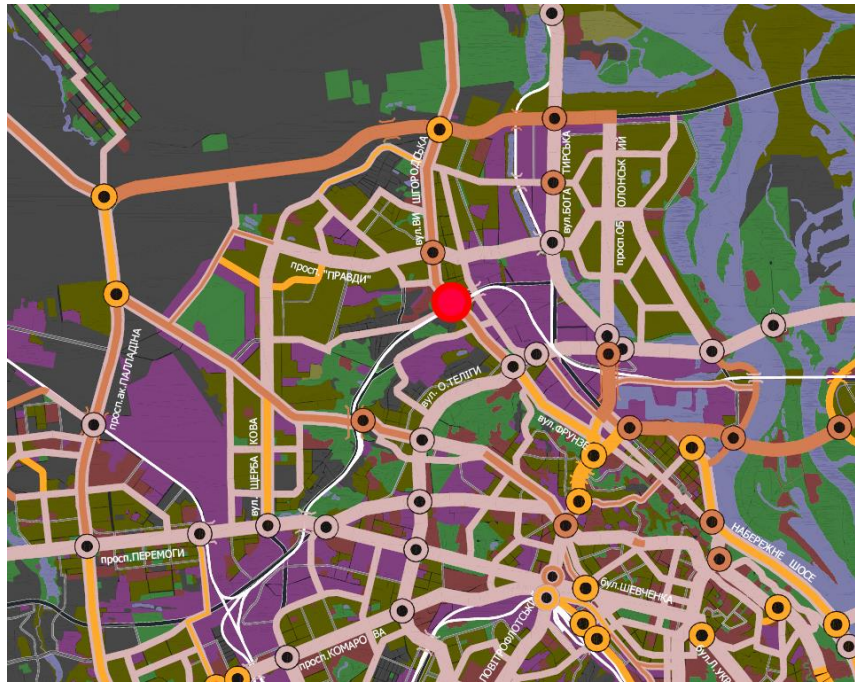


Рис. 1.8. ВДМ м. Києва з відміченим перетином [23].

Для більш детального аналізу примикання, було використано Генеральний план Києва «Вулиці і дороги», який може дати зрозуміти, магістралі якого значення існують на вузлі.

Знаючи які магістралі існують на перетині, доцільно побачити аерофотозйомку перетину та дізнатися про точки тяжіння пішоходів. На території багато громадської забудови, а саме Національний еколого-натуралістичний центр учнівської молоді та залізнична станція «Пріорка».

На знімках (Рис. 1.9 і 1.10) можна добре побачити залізничні колії, парк і сквер, які в більшості і є центрами тяжіння людей для відпочинку чи подорожі.

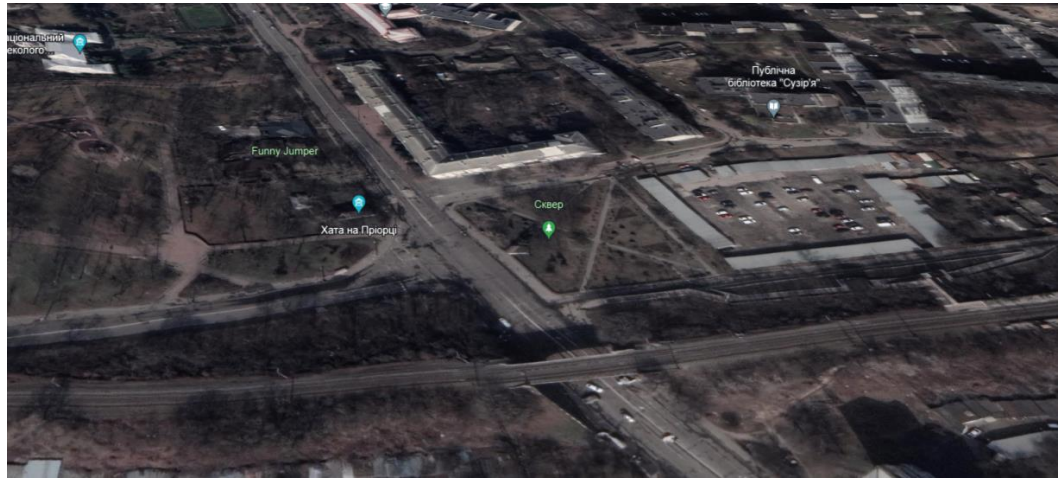


Рис. 1.9. Зображення ділянки проектування у Google Earth Maps.



Рис. 1.10. Аерофотозйомка перетину з додатку Google Maps.

Застосувавши сучасні підходи до визначення інформації, а саме програмне забезпечення PTV Vissim для моделювання перетину, та вивівши потрібну інформацію про пішохідний рух, можна зробити висновки про рух пішоходів на перетині.

За даними діючого Генерального плану Києва 2020 року, вулиця Вишгородська класифікується як загальноміська магістраль, а вулиця Білицька-- як магіст-

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

раль районного значення. Згальноміська і районна магістралі повинні мати смуги шириною не менше 3 м, а їх кількість становить 2-6 смуги руху згідно до ДБН [7], таблиця 5.1. Усі інші параметри цих дороги відповідають Державним будівельним нормам України. На цих магістралях швидкість руху ТЗ встановлена на рівні 60 км/год.

Маршрути, що зупиняються на зупинці на вулиці Білицька, вказані на Рис. 1.11. нижче.

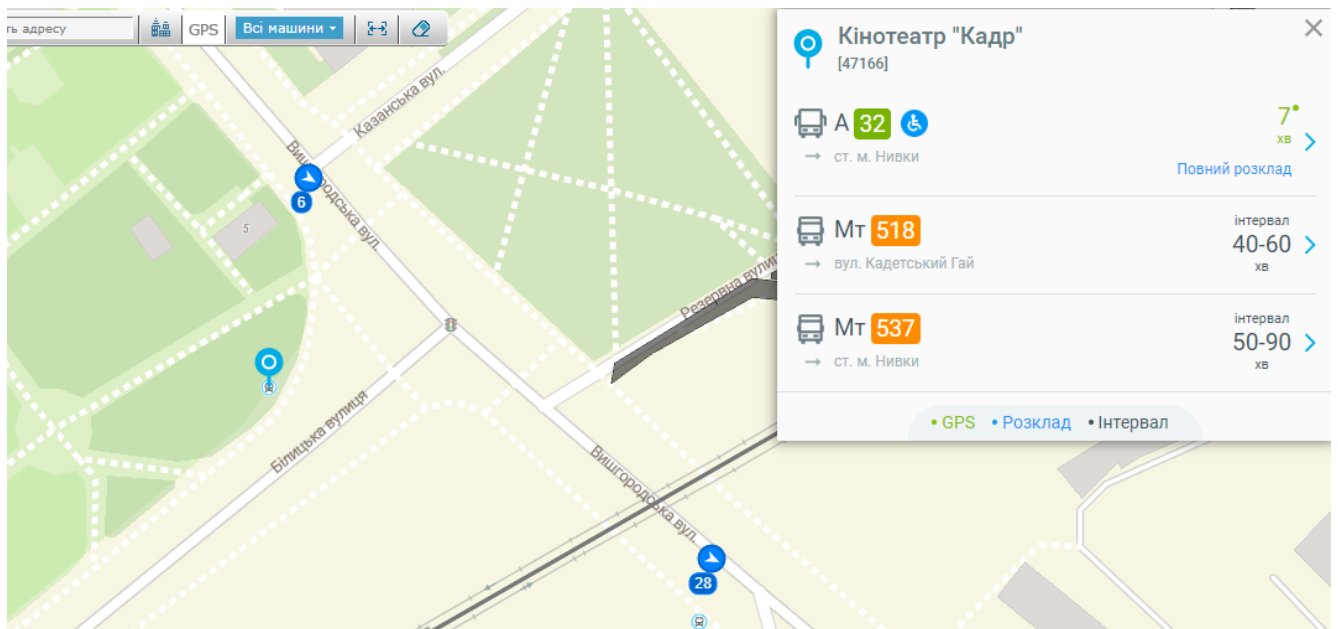


Рис. 1.11. Схема рух громадського транспорту на вузлі [38].

На пішохідному переході зроблена зебра шириною 4 метри та світлофоре регулювання з режимом, який складає 68секунд з якого 25 секунд зелене світло, 35 секунд червоне світло та 4 секунди жовтий сигнал.

Визначимо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перехоні за допомогою таких дій:

$$N_{CM} = \frac{3600 \cdot V_p}{l_a + l_0 + V_p \cdot t_p + (k_e - k_1) \cdot V_p^2 / [2 \cdot g(\varphi + f + i)]} \quad (1.2)$$

де  $V_p$  – швидкість руху транспорту;

$t_p$  – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (1);

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

$l_a$  – довжина розрахункового автомобіля (5);

$l_6$  – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2);

$k_e$  – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту (1,6);

$k_1$  – коефіцієнт гальмування автомобіля в екстремальних умовах (1,1);

$g$  – прискорення сили тяжіння (9,81);

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (0,4);

$f$  – коефіцієнт опору кочення (0,02);

$i$  – повздовжній уклон ділянки магістралі (0,02).

Таким чином знаходимо пропускну здатність двох магістралей:

$$N_{см 2} = \frac{3600 \cdot 16,67}{5 + 2 + 16,67 \cdot 1 + (1,6 - 1,1) \cdot 16,67^2 / [2 \cdot 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]}$$
$$= 1510 \text{ авто/год}$$

Наступним кроком буде встановлення коефіцієнта впливу світлофорного регулювання на пропускну спроможність магістралі. Тому використовуємо наступну формулу:

$$\beta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p(t_{ч} + 2t_{ж}) / 2} \quad (1.3)$$

де  $L$  – відстань між сусідніми перетинами магістралі, що регулюються, м (1- 502 м; 3-635 м; 2- 1490 м);

$a$  – прискорення автомобіля при розгоні (1);

$b$  – сповільнення автомобіля при гальмуванні (1);

$t_{ч}, t_{ж}$  - тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі, с(жовтий 4с. та червоний 25с.)

$$\beta_{1-3} = \frac{502}{502 + 16,67^2 / (2 \cdot 1) + 16,67^2 / (2 \cdot 1) + 16,67(25 + 2 \cdot 4) / 2} = 0,476$$

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

Наступним кроком буде визначення пропускної спроможності смуг руху транспорту з врахуванням впливу світлофорного регулювання :

$$N'_{см} = N_{см} \cdot б, \quad (1.4)$$

де  $N_{см}$  –пропускна спроможність однієї смуги руху транспорту на перего-  
ні;

$б$  – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну спромо-  
жність магістралі.

$$N'_{см_{1-3}} = 1510 \cdot 0,476 = 718,76 \approx 719 \text{ авто/год}$$

Тепер треба визначити необхідної кількості смуг руху транспорту на ма-  
гістралі:

$$n = N_{розр} / N'_{см} \quad (1.5)$$

де  $n$  – необхідна кількість смуг руху транспорту;

$N_{розр}$ - розрахункова інтенсивність руху транспорту на магістралі,  
авто/год.

$N'_{см}$ - прийнята величина пропускної спроможності смуги руху транспор-  
ту, авто/год.

$$n_{1-3} = 1583 / 719 = 2,2 \approx 3 \text{ смуги.}$$

Пропускна спроможність магістралі визначається за формулою:

$$N_{маг} = N'_{см} \cdot k_n \quad (1.6)$$

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

$$N_{маг_{1-3}} = 719 \cdot 2,7 = 1942 \text{ авто/год}$$

Тепер потрібно перевірити виконання умови :

$$N_{маг} \geq N_{розр} \quad (1.7)$$

Для магістралі 1-3:

$$1942 > 1583 \text{ – умова виконується}$$

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



Рис. 1.12. Типовий поперечний профіль (Розріз 1-3) вул. Вишгородська.



Рис. 1.13. Типовий поперечний профіль (Розріз 3-1) вул. Вишгородська.

Наступним кроком буде визначення ширини проїжджої частини :

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta \quad (1.8)$$

де  $n$  - розрахункова кількість смуг руху транспорту;

$b$  - ширина однієї смуги руху транспорту (згідно з ДБН)м;

$r$  - ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту ( згідно з ДБН)м;

$\Delta$  - ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем, м;

$$B_{\text{маг}_{1-3}} = 2 \cdot 3 \cdot 3 + 3 + 2 \cdot 0,5 = 22 \text{ м};$$

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

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

$$N_{тр1-3} = 1000 \cdot \frac{3}{0,75} = 4000 \text{ осіб/год}$$

Робимо подібні розрахунки для вулиця Білицька.

Визначимо пропускну спроможність однієї смуги руху транспорту на перегоні за допомогою таких дій:

$$N_{см} = \frac{3600 \cdot V_p}{l_a + l_b + V_p \cdot t_p + (k_e - k_1) \cdot V_p^2 / [2 \cdot g(\varphi + f + i)]} \quad (1.2)$$

де  $V_p$  – швидкість руху транспорту;

$t_p$  – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (1);

$l_a$  – довжина розрахункового автомобіля (5);

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

$k_e$  – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту (1,6);

$k_1$  – коефіцієнт гальмування автомобіля в екстремальних умовах (1,1);

$g$  – прискорення сили тяжіння (9,81);

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (0,4);

$f$  – коефіцієнт опору кочення (0,02);

$i$  – поздовжній уклон ділянки магістралі (0,02).

Таким чином знаходимо пропускну здатність двох магістралей:

$$N_{см 2} = \frac{3600 \cdot 16,67}{5 + 2 + 16,67 \cdot 1 + (1,6 - 1,1) \cdot 16,67^2 / [2 \cdot 9,81(0,4 + 0,02 + 0,02)]}$$

Наступним кроком буде встановлення коефіцієнта впливу світлофорного регулювання на пропускну спроможність магістралі. Тому використовуємо наступну формулу:

$$\beta = \frac{L}{L + V_p^2 / (2a) + V_p^2 / (2b) + V_p(t_{ч} + 2t_{ж}) / 2} \quad (1.3)$$

де  $L$  – відстань між сусідніми перетинами магістралі, що регулюються, м (1-

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		22

де  $L$  – відстань між сусідніми перетинами магістралі, що регулюються, м (1- 502 м; 3-635 м; 2- 1490 м);  
 $a$  – прискорення автомобіля при розгоні (1);  
 $b$  – сповільнення автомобіля при гальмуванні (1);  
 $t_{\text{ч}}, t_{\text{ж}}$  - тривалість червоного та жовтого сигналів світлофора для даної магістралі, с (жовтий 4 с. та червоний 25 с).

$$b_2 = \frac{1490}{1490 + 16,67^2/(2 \cdot 1) + 16,67^2/(2 \cdot 1) + 16,67(35 + 2 \cdot 4)/2} = 0,701$$

Наступним кроком буде визначення пропускної спроможності смуг руху транспорту з врахуванням впливу світлофорного регулювання :

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{см}} \cdot b, \quad (1.4)$$

де  $N_{\text{см}}$  – пропускна спроможність однієї смуги руху транспорту на перегоні ;  
 $b$  – коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну спроможність магістралі.

$$N'_{\text{см}_2} = 1510 \cdot 0,701 = 1058,51 \approx 1059 \text{ авто/год}$$

Тепер треба визначити необхідної кількості смуг руху транспорту на магістралі:

$$n = N_{\text{розр}}/N'_{\text{см}} \quad (1.5)$$

де  $n$  – необхідна кількість смуг руху транспорту;

$N_{\text{розр}}$ - розрахункова інтенсивність руху транспорту на магістралі, авто/год.

$N'_{\text{см}}$ - прийнята величина пропускної спроможності смуги руху транспорту, авто/год.

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

$$n_2 = 1900/1059 = 1,79 \approx 2 \text{ смуги.}$$

Пропускна спроможність магістралі визначається за формулою:

$$N_{\text{маг}} = N'_{\text{см}} \cdot k_n \quad (1.6)$$

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

$$N_{\text{маг}_2} = 1059 \cdot 1,9 = 2013 \text{ авто/год}$$



Рис. 1.14. Типовий поперечний профіль (Розріз 2) вулиця Білицька.

Наступним кроком буде визначення ширини проїжджої частини :

$$N_{\text{маг}} \geq N_{\text{розр}} \quad (1.7)$$

Для магістралі 2:

$$2013 > 1900 \text{ – умова виконується}$$

Визначаю ширину проїжджої частини :

$$B_{\text{маг}} = 2nb + r + 2\Delta \quad (1.8)$$

де  $n$  - розрахункова кількість смуг руху транспорту;

$b$  - ширина однієї смуги руху транспорту (згідно з ДБН)м;

$r$  - ширина розподільчої смуги між напрямками руху транспорту ( згідно з ДБН)м;

$\Delta$  - ширина запобіжної смуги між крайньою смугою руху і бортовим каменем, м;

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

$$B_{\text{маг}_{2-4}} = 2 \cdot 2 \cdot 3 + 0 + 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ м};$$

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

$$N_{\text{тр}_{2-4}} = 1000 \cdot \frac{3}{0,75} = 4000 \text{ осіб/год}$$

З формули цього припущення можна визначити можливе навантаження на перетин. Ідеєю є те, що навантаження на вузлі буде дорівнювати 50% від загальної пропускної здатності. Таким чином можна вивести ймовірність того що навантаження на перетин буде складати 2000 пішоходів.

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

### 1.3 Аналіз ситуації з пішохідним рухом на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві та перевірка його на відповідність сучасним нормам

Транспортне моделювання у програмі PTV Vissim демонструє проблему перетину. На картограмі щільності видно що найбільше скупчення людей є на перетині біля світлофору. Тож можна зробити висновок, що на цьому перетині пішоходи не є пріоритетом перед світлофором. Тривале червоне світло може призвести до скупчення людей. Також викликати такі варіанти збільшення щільності людей можуть вузькі або заблоковані тротуари, які є чинником виникнення скупчення людей на тротуарах.

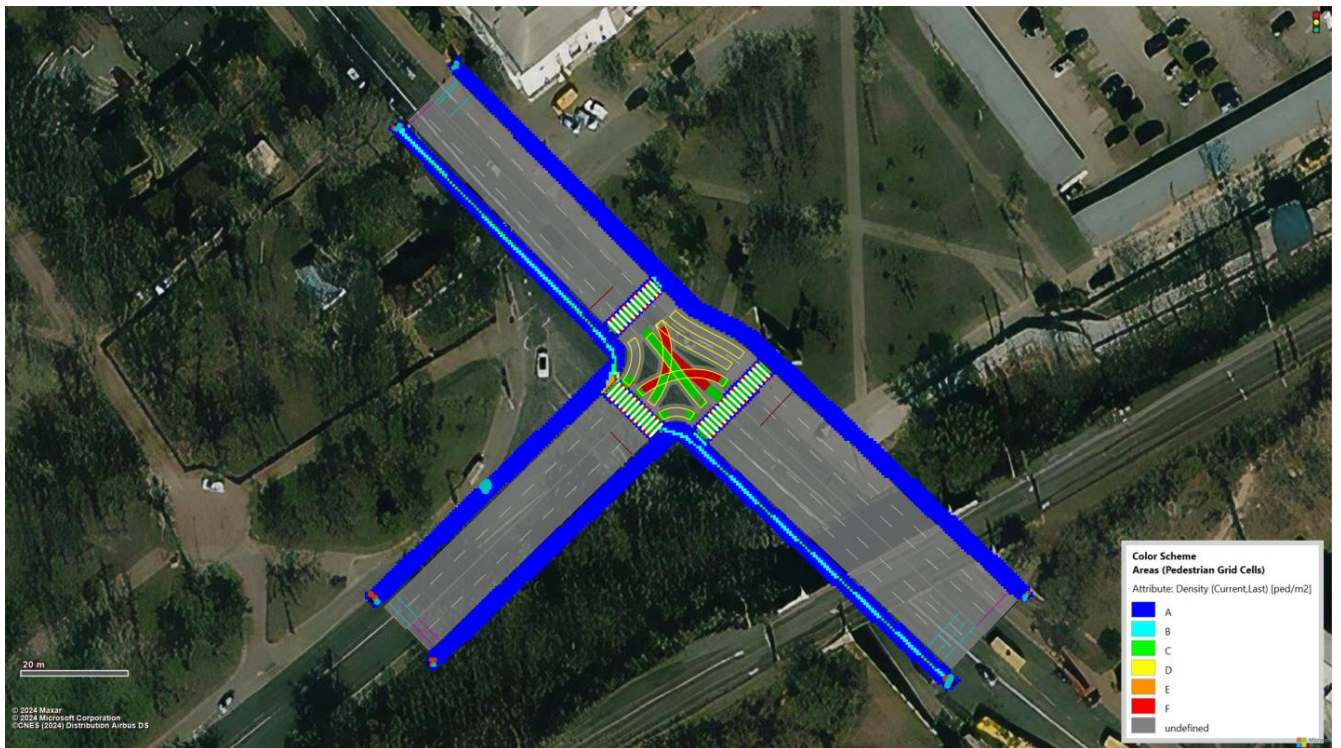


Рис. 1.15. Відображення щільності пішоходів на перетині.

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

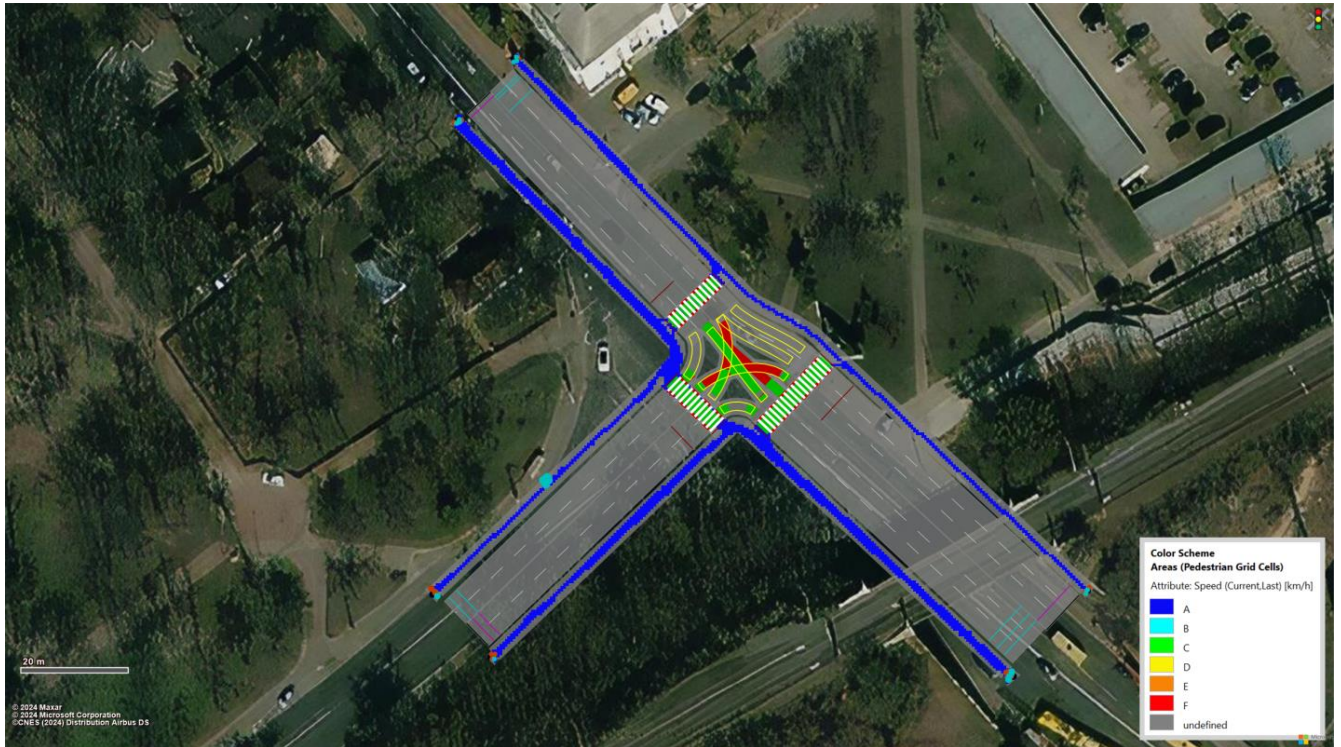


Рис. 1.16. Відображення швидкості пішоходів на перетині.

Також за результатами транспортного моделювання в PTV Vissim, було встановлено швидкість.

З картограми швидкості можна побачити, що швидкість на вузлі стабільно не перевищує 7 км/год.

У цій роботі буде використан показник рівня обслуговування пішоходів (PLOS). Рівень обслуговування пішоходів (PLOS) все частіше використовується для оцінки рівня безпеки та комфорту в цілих містах, надаючи ефективні вказівки щодо пріоритетності втручань. PLOS позначається літерою від А (вільний рух) до F (майже затор) [24], [25].

Позначення А, В або С відповідає умовам вільного руху. F - це рух із зупинками. Ці оцінки базуються на найвищому рівні затримки на цій ділянці тротуалу, навіть якщо вони виникають лише кілька хвилин на день [25].

Цей показник використовується у Сполучених Штатах Америки, а саме опис до цього показника знаходиться у Посібнику з пропускної спроможності магістралей (HCM) і Геометричному плані шосе та вулиць AASHTO («Зелена книга») [26].

Завдяки картограмі щільності можна зробити висновок, що рівень обслуговування на перетині дорівнює F, що є, як зазначено раніше, найнижчим показником

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

рівня обслуговування. Хоч швидкість є на рівні А, але ми приймаємо результати за щільністю, бо на картограмі щільності видно яка проблема на перетині, тому беремо рівень обслуговування F.

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

## РОЗРАХУНКОВО-ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

Керівник : \_\_\_\_\_ Осетрін М.М.  
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)  
\_\_\_\_\_ Беспалов. Д.О.  
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
							29

## 2.1 Доцільність влаштування саморегульованого кільцевого перетину, розрахунок його геометричних розмірів та варіанти вирішення проблеми.

Розв'язки з круговим рухом мають кілька переваг, якщо використовувати їх як форму регулювання руху. Серед них покращена безпека завдяки меншій швидкості, зменшення заторів завдяки меншій кількості зупинок і поворотів, переваги для навколишнього середовища, такі як зменшення забруднення повітря від двигунів, що працюють на холостому ході, та естетичні переваги завдяки добре продуманим елементам ландшафту. Однак є також кілька недоліків, пов'язаних з використанням кругових розв'язок. До них відносяться підвищений ризик для пішоходів, які перетинають жваві перетини (через спільний простір між автомобілями та пішоходами), менша маневреність для великих транспортних засобів, таких як вантажівки чи автобуси, збільшення часу очікування через те, що автомобілі не можуть швидко проїхати [21].

Для того щоб визначити доцільність влаштування регульованого перетину потрібно зробити деякі розрахунки.

Для кожної магістралі пропускна здатність однієї смуги руху транспорту на стоп-лінії перетину визначається за формулою:

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_0/a)}{t_0 T_{\text{ц}}}, \quad (2.1)$$

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 перетині ( $t_4 + t_3 + 2t_{\text{жс}}$ ), с;

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

Решта елементів у формулі відповідають формулі (1.2)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		30

$$N_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot (t_3 - 0,5V_0/a)}{t_0 T_{\text{ц}}} = \frac{3600 \cdot (35 - 0,5 \cdot 25/1)}{2,5 \cdot 68} = 477$$

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{ч}} + t_3 + 2t_{\text{ж}} \quad (2.2)$$

$$T_{\text{ц}} = 25 + 35 + 2 \cdot 4 = 68 \text{ с}$$

Отже пропускна здатність проїжджої частини магістралей, що перетинаються є такою:

$$N_{\text{п.ч.}} = 2N_{\text{см}} \cdot k_n, \quad (2.3)$$

$$N_{\text{п.ч(1-3)}} = 2 \cdot 477 \cdot 2,7 = 2576 \text{ авто/год.}$$

$$N_{\text{п.ч(2)}} = 2 \cdot 477 \cdot 1,9 = 1813 \text{ авто/год.}$$

Пропускна здатність вузла:

$$N_{\text{вузла}} = N_{\text{п.ч(1-3)}} + N_{\text{п.ч(2)}} \quad (2.4)$$

$$N_{\text{вузла}} = 2576 + 1813 = 4389 \text{ авто/год}$$

Пропускна здатність перетину (вузла):

$$\sum N_{\text{пер}} \geq \sum N_{\text{п.ч.}}, \quad (2.5)$$

$$N_{\text{пер}} = 4389 > N_{\text{п.ч.}} = 3892$$

Оскільки умови виконані, можна зробити висновок, що існуючої кількості смуг на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька достатньо, і немає потреби в проектуванні додаткових смуг, тому бортовий камінь буде збережено.

Наступним кроком для прийняття проектного рішення є оцінка доцільності влаштування саморегульованого кільцевого перетину.

Необхідна кількість смуг руху на СКП визначається за такою формулою:

$$n = \frac{N_P^{\text{max}}}{N_{\text{ПР}}} + 1, \quad (2.6)$$

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

$N_P^{\text{max}}$  – максимальна інтенсивність руху на кільці;

$N_{\text{ПР}}$  – пропускна здатність ділянок перестроювання, од./год.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		31

$$n = \frac{N_p^{max}}{N_{ГР}} + 1 = \frac{2110}{1100} + 1 = 2,918 = 3 \text{ смуги}$$

Нижче наведена загальна розрахункова схема СКП.

Напрямки руху		Вихід			Разом
		1	2	3	
Вхід	1	0	1197	210	1407
	2	1461	0	439	1900
	3	122	463	0	585
Разом		1583	1660	649	3892

Доцільність влаштування саморегульованого кільцевого перетину визначається шляхом оцінки інтенсивності конфліктуючих транспортних потоків у найбільш завантажених перетинах, результати якої слід звести у наступну таблицю.

#### Встановлення інтенсивності в перерізах кільця

	I переріз		II переріз		III переріз	
	Напрямок руху транс.	$N_p$ авто/год	Напрямок руху транс.	$N_p$ авто/год	Напрямок руху транс.	$N_p$ авто/год
1	1-1	0	1-1	0	1-1	0
2					1-2	1197
3			1-3	210	1-3	210
4	2-1	1461	2-1	1461		
5	2-2	0	2-2	0	2-2	0
6			2-3	439		
7	3-1	122				
8	3-2	463			3-2	463
9	3-3	0	3-3	0	3-3	0
	$\sum N_p$	<b>2046</b>	$\sum N_p$	<b>2110</b>	$\sum N_p$	<b>1870</b>

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

Щоб вибрати яке приймати проектне рішення , потрібно зробити розрахунок та проктування геометричних розмірів саморегульованого кільцевого перетину.

*Довжина лінії переплетення на кільці визначаю за формулою:*

$$L_n = V \cdot t \quad (2.7)$$

де  $V$  – розрахункова швидкість руху на перетині ; 27,8 км/год

$t$  – час необхідний для маневру с ;

Радіус центрального острівця, м = 27,8

Ширина проїзної частини кільця, м = 9,33

Довжина ділянки перелаштування (м) при швидкості руху = 30,5

$$L_{n_{1-3}} = 7,5 \cdot 3 = 22,5 \text{ м}$$

$$L_{n_{2-4}} = 7,5 \cdot 3 = 22,5 \text{ м}$$

Згідно з ДБН 2. 3-5-2001 т.3.2 довжина лінії переплетіння для  $V_p = 27,8$  км/год становить 30,5 м, отже приймаю 30,5 м.

Згідно з ДБН 2.3-5-2001 т.3.2. радіус внутрішнього кільця для  $V_p = 27,8$  км/год становить 27,8 м, отже приймаємо 27,8 м.

За допомогою наступної формули можна визначити необхідну кількість смуг руху на кільці:

$$n = \frac{N_p^{max}}{N_{ПР}} + 1 \quad (2.8)$$

де  $n$  – кількість смуг руху в перерізі ;

$N_p^{max}$  – максимальна інтенсивність руху на кільці;

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

*Визначаємо необхідну кількість смуг руху на кільці:*

$$n = \frac{2110}{710} + 1 = 4 \text{ смуги};$$

*Ширина проїжджої частини на кільці:*

$$B_K = n \cdot v, \quad (2.9)$$

де  $n$  – кількість смуг руху на кільці;

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

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		33

$$B_k = 4 \cdot 4 = 16 \text{ м},$$

*Радіус зовнішнього кільця:*

$$R_{\text{зовн}} = R_0 + B_k, \quad (2.10)$$

де  $R_0$  – радіус внутрішнього кільця, м;

$B_k$  – ширина проїзної частини кільця;

$$R_{\text{зовн.}} = 27,8 + 16 = 43,8 \text{ м}$$

*Радіус правоповоротного з'їзду становить:*

$$R = \frac{V^2}{g \cdot (\mu + i)}, \quad (2.11)$$

де  $V$  – розрахункова швидкість на перетині;

$\mu$  – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою;

$i$  – поперечний ухил покриття,

$g$  – прискорення вільного падіння.

$$R = \frac{7,5^2}{9,81 * (0,4 + 0,02)} = 14 \text{ м}$$

Для забезпечення безпеки руху радіус правоповоротного з'їзду приймаю 20 м, правоповоротного в'їзду приймаю 40 м.

Усі розраховані геометричні елементи, наносимо на план.

Прийнято рішення запропонувати два види кільцевого перетину, а саме: регульований кільцевий перетин і нерегульований кільцевий перетин.

Нижче наведені дві пропозиції кільцевих перетинів на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві.

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

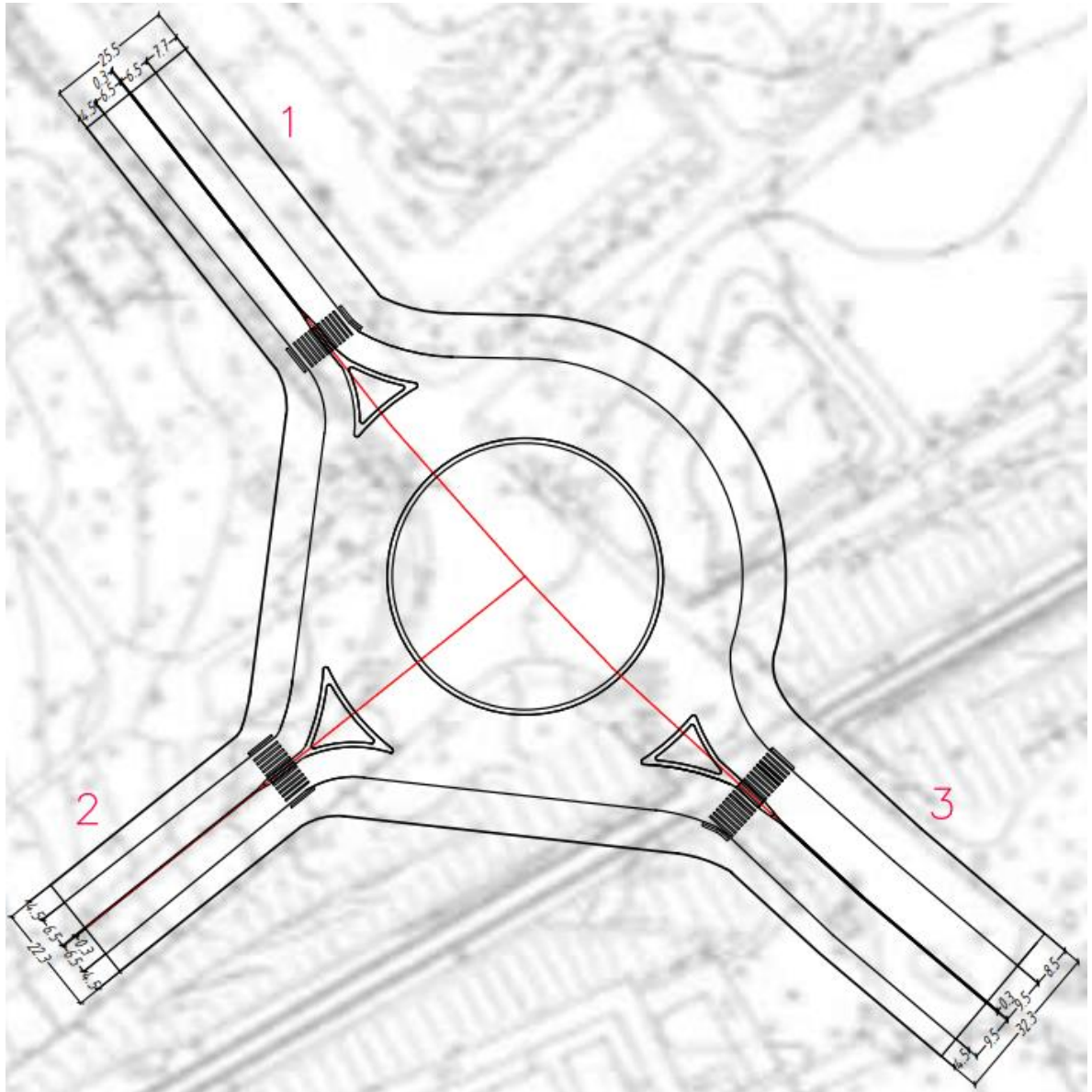


Рис. 2.1. Вріант кільцевого регульованого перетину.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		35



Рис. 2.2. Інженерно-планувальне рішення регульованого вузла для перетину вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві [15].

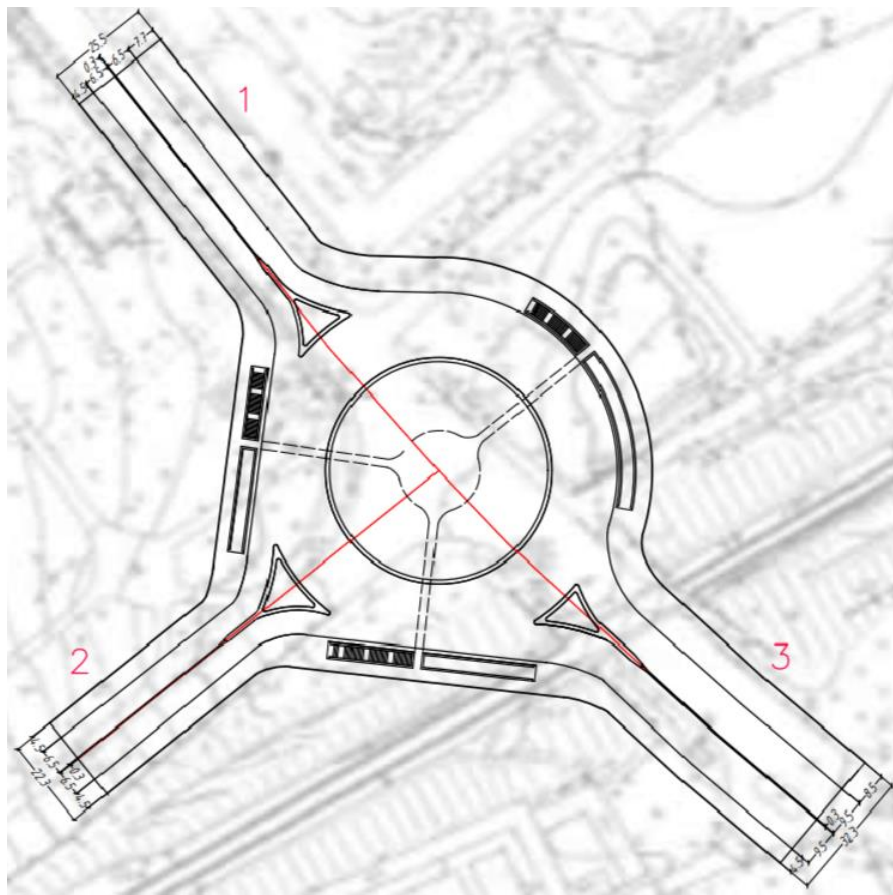


Рис.2.3 Варіант кільцевого саморегульованого перетину.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		36



Рис. 2.4 Інженерно-планувальне рішення саморегульованого вузла для перетину вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві [21].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		37

## 2.2 Розрахунок та проектування геометричних розмірів регульованого кільцевого перетину.

Зі зроблених раніше розрахунків, приймається проектним рішенням встановлення регульованого кільцевого перетину.

Наступним кроком буде знаходження довжини лінії переплетення на кільці, яке визначають за допомогою наступної формули:

$$L_n = V \cdot t \quad (2.7)$$

де  $V$  – розрахункова швидкість руху на перетині, км/год; (27,8 км/год)

$t$  – час необхідний для маневру с ;

Радіус центрального острівця, м ( 27,8 м)

Ширина проїзної частини кільця, м = 9,33

Довжина ділянки перелаштування (м) при швидкості руху = 30,5

$$L_{n_{1-3}} = 7,5 \cdot 3 = 22,5 \text{ м}$$

$$L_{n_{2-4}} = 7,5 \cdot 3 = 22,5$$

Згідно з ДБН [6] таблиці.3.2 довжина лінії переплетення для  $V_p = 27,8$  км/год становить 30,5 м, отже приймаємо 30,5 м.

Згідно з ДБН [6] таблиці.3. 2. радіус внутрішнього кільця для  $V_p = 27,8$  км/год становить 27,8 м, отже приймаємо 27,8 м.

За допомогою наступної формули можна визначити необхідну кількість смуг руху на кільці:

$$n = \frac{N_p^{max}}{N_{ПР}} + 1 \quad (2.8)$$

де  $n$  – кількість смуг руху в перерізі ;

$N_p^{max}$  – максимальна інтенсивність руху на кільці;

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

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		38

$$n = \frac{2110}{710} + 1 = 4 \text{ смуги};$$

Тепер знаходимо ширину проїжджої частини на кільці:

$$B_K = n \cdot v, \quad (2.9)$$

де  $n$  – кількість смуг руху на кільці;

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

$$B_K = 4 \cdot 4 = 16 \text{ м},$$

Наступне - це визначити радіус зовнішнього кільця:

$$R_{\text{зовн.}} = R_0 + B_K, \quad (2.10)$$

де  $R_0$  – радіус внутрішнього кільця, м;

$B_K$  – ширина проїжджої частини кільця;

$$R_{\text{зовн.}} = 27,8 + 16 = 43,8 \text{ м}$$

Встановлюємо радіус правоповоротного з'їзду :

$$R = \frac{V^2}{g \cdot (\mu + i)}, \quad (2.11)$$

де  $V$  – розрахункова швидкість на перетині;

$\mu$  – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою;

$i$  – поперечний ухил покриття,

$g$  – прискорення вільного падіння.

$$R = \frac{7,5^2}{9,81 * (0,4 + 0,02)} = 14 \text{ м}$$

Для забезпечення безпеки руху радіус правоповоротного з'їзду приймаю 20 м, правоповоротного в'їзду приймаю 40 м.

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

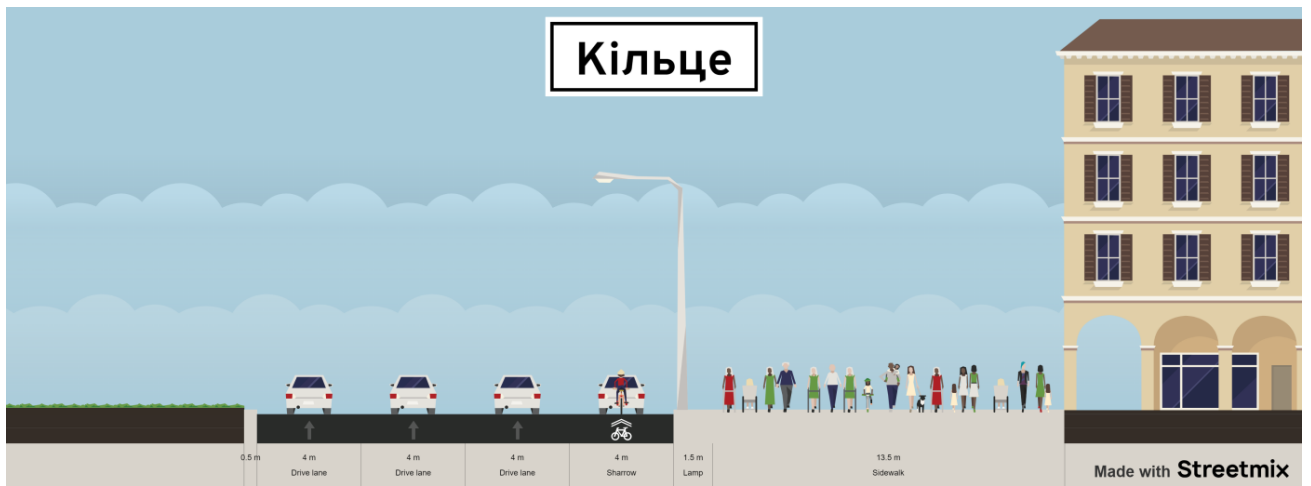


Рис. 2.5. Запроектований поперечний профіль на кільці.



Рис. 2.6. Запроектований поперечний профіль (Розріз 1-3) вулиці Вишгородська.



Рис. 2.7. Запроектований поперечний профіль (Розріз 2) вулиці Білицька.

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



Рис. 2.8. Запроектований поперечний профіль (Розріз 3-1) вулиці Вишгородська.

Усі розраховані геометричні елементи наносяться на план.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		41

### 2.3 Проектні пропозиції для перетину вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві.

Один з них це доступні пішохідні сигнали. Через те, що багато світлофорів не враховують потреби людей з порушеннями зору і не оснащені звуковими сигналами. Можна зробити висновок, що такі особи стикаються з труднощами орієнтації в міському середовищі. Це значно підвищує ризик їхньої участі в дорожньо-транспортних пригодах. Світлофорне регулювання має бути інклюзивним, аби забезпечувати рівність у можливостях для всіх пішоходів, незалежно від їхнього віку, фізичних або розумових можливостей.

Досвід іноземних колег показує найновіші рекомендації щодо доступних сигналів для пішоходів (ДСП), що базуються на зовсім іншому типі пристрою та встановлення, ніж сигнали типу «кукування зозулі», встановлені в багатьох частинах США [25]. Налаштування, яке відтворює один (зозуля) для перетину північ-південь, а інший (цвірінькання) для схід-захід, називається сигналом «кукування зозулі», і в назві є підказка: обидва звуки засновані на записах зозулі з Японії, де ця технологія була вперше розроблена. Звуки надають ту саму інформацію, що й видимі сигнали-коли безпечно переходити вулицю-для сліпих або слабозорих пішоходів [17].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		42



Рис. 2.9. Приклад доступного сигналу для пішоходів(ДСП) [24].

За даними Американської ради незрячих (American Council of the Blind), сигнали «кукування зозулі» більше не є рекомендованим стандартом. Це базується на дослідженнях, проведених з 1988 року, включаючи опитування АСВ (American Council of the Blind) у 1998 році, що оцінює різні типи систем ДСП. По-перше, з досліджень дізналися, що сигнали зозулі призвели до неправильних рішень щодо того, на якій вулиці є сигнал для переходу дороги. Людям було важко запам'ятати, яка тональність для якого напрямку, часто не знали, в якому напрямку вони рухалися, а птахи іноді імітували звуки цвірінькання. Також сигнали, встановлені над головою, не мали переваги з точки зору надання вказівок щодо напрямку перетину, і вони мали бути голоснішими та, швидше за все, заважали сусідам.

Нові типи ДСП зазвичай називаються кнопковими ДСП. Вони повинні встановлюватися біля пішохідного переходу, який вони обслуговують.

Важливо визнати, що інформація ДСП доповнює, але не замінює сигнали дорожнього руху. ДСП надає інформацію лише про стан сигналу, тому звук ДСП

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		43

«Ходьба» повідомляє, що сигнал «Ходьба» увімкнено, а не що безпечно перетинати дорогу. Автомобілі все ще можуть повертати через пішохідний перехід або їхати на червоне світло. Сигнал ДСП «Ходьба» можна порівняти з інструкцією «На старт» на початку забігу. Це означає, що сигнал змінився, але все одно важливо «налаштуватися» (перевірити трафік). Потім, після цього, якщо все звучить правильно, ви можете «Йти» (почати перетинати дорогу) [18].



Рис. 2.10. Приклад доступних пішохідних сигналів у Нью-Йорку [22].

У цій роботі буде приведена блок-схема світлофорного регулювання, яке б підвищило рівень обслуговування, бо, роблячи припущення, що люди з маломобільних груп населення можуть боятися переходити дорогу, через брак безбар'єрної та інклюзивного простору.

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

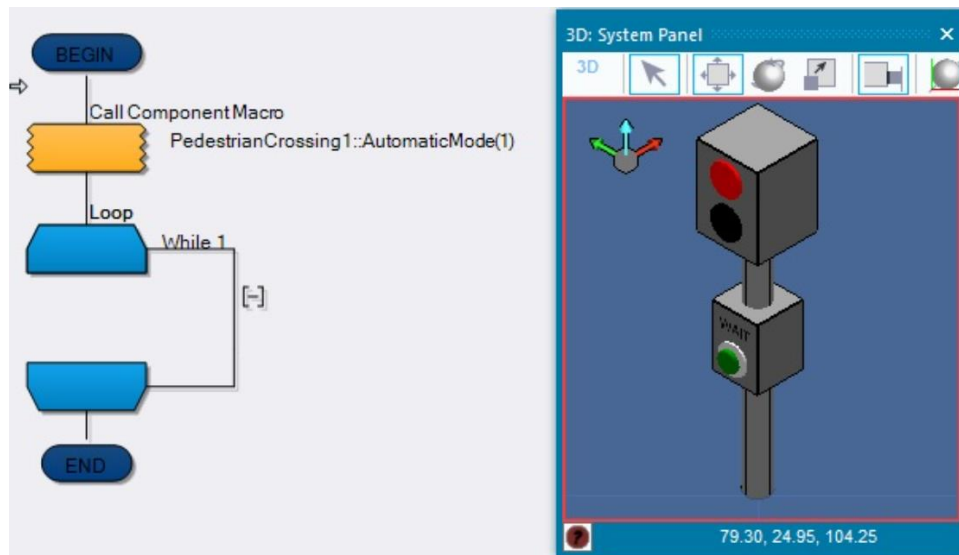


Рис. 2.11 Приклад блок-схеми інклюзивного світлофору [16].

Сліпі та слабозорі люди зазвичай знаходять дорогу завдяки своїй білій тростині або собаці-поводирю. Вони можуть відчувати спрямовані рельєфні поверхні і самостійно йти по тактильній бруківці.

Коли людина з вадами зору знаходить напрямні доріжки за допомогою білої тростини, це створює вібрацію. У певному сенсі, це працює як відкидний механізм.

Матеріал напрямних-алюміній, але здебільшого їхній спосіб кріплення створює цю вібрацію. Ці напрямні прикручені. Вони не повністю приклеєні до землі.



Рис. 2.12. Приклад алюмінієвих доріжок [20].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		45

Ці доріжки розташовані на пішохідному переході. Їх призначення-допомогти незрячим і слабозорим пішоходам тримати курс під час переходу вулиці. Насправді ніхто не ходить прямо. Але для людини з проблемами зору може бути складніше йти прямо під час переходу.

У Франції цей вид тактильної бруківки дуже поширений. Його мета полягає в тому, щоб допомогти сліпому пішоходу знайти перехід [20].

#### Зупинки громадського транспорту:

Вони розташовані на відстані 5 м від пішохідного переходу та на відстані 20 м від перетину згідно умов ДБН [8] п. 5.4.2 – 5.4

За для зручної зупинки маршрутним таксі або автобусам, прийнято рішення зробити зупинку без заїзду. Такий варіант прибирає необхідність маневрування автобусів. Нижче наведений приклад для більшого розуміння.

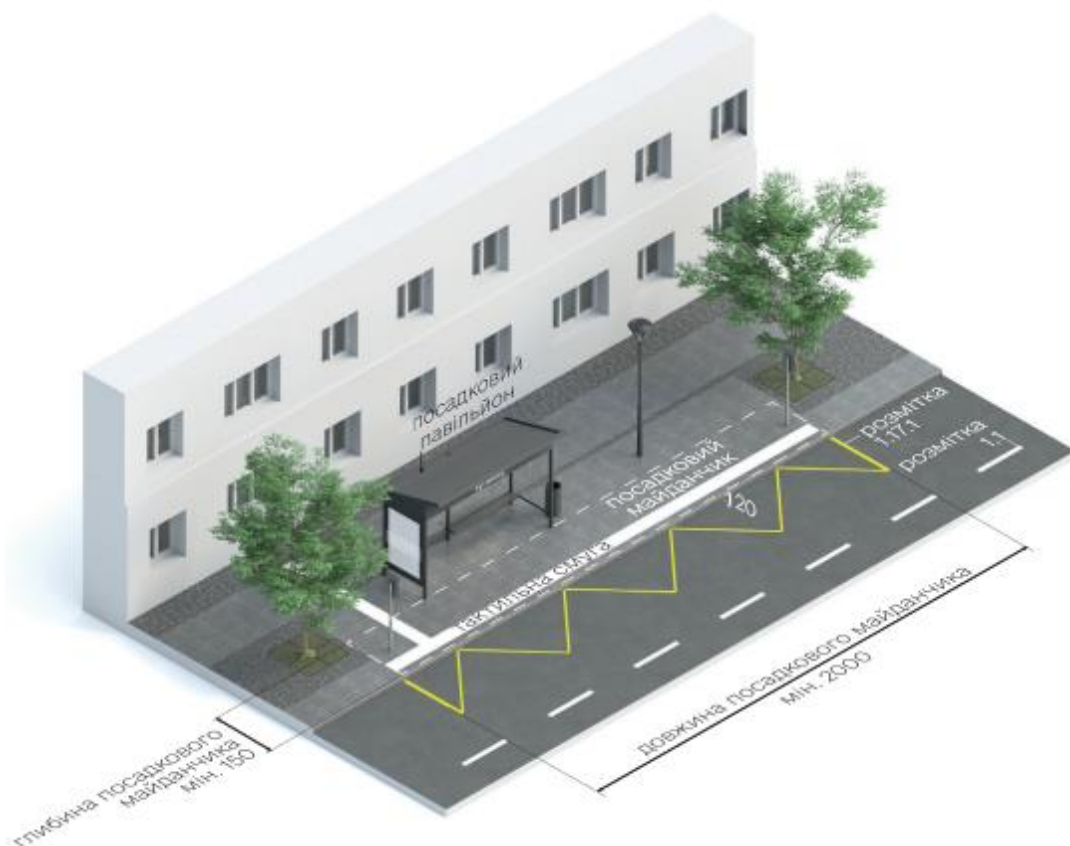


Рис. 2.13. Приклад влаштування транспортної зупинки біля перетину вул. Вишгордська – вул. Білицька (розміри вказані у см) [29].

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

У своїй роботі я хочу покращити видимість перетинів на під'їзді та зробити перетин вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві регульованим, тому буде важливим написати про тему сигналізованих перетинів.

Застосування регульованого кільцевого вузла на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві може сприяти зменшенню затримок та різні варіанти пішохідного переходу може зробити кільцевий перетин більш інклюзивним та придатним для пересування різних груп населення. Кожний перетин є небезпечним для маломобільних груп населення за інформацією «Ради з питань доступу Сполучених Штатів»( United States Access Board ) «ризикований» перетин було визначено як такий, для якого не було б достатньо часу, щоб дістатися до роздільного острова до прибуття наступного автомобіля. Згідно з цим визначенням, «ризиковані» переходи вимагатимуть або того, щоб усі ТЗ поступалися пішоходам, які переходять вулицю, та/або щоб пішохід міг стежити за швидкістю та траєкторією транспортних засобів, що рухаються поблизу. «Безпечним» рішенням було те, для якого було достатньо часу, щоб дістатися до острівця безпеки [19].

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		47

## 2.4 Визначення показника рівня обслуговування на перетині вул.Вишгородська – вул.Білицька у м. Києві.

Щоб зробити остаточний висновок чи виконує своє завдання кільцевий перетин, потрібно зробити розрахунок за формулою, яка береться з дослідження [43]:

$$D = \frac{N}{|A|} \quad (2.12)$$

де N – кількість пішоходів на ділянці;

|A| - розмір ділянки, на якій рухаються пішоходи, м<sup>2</sup>.

Робимо розрахунки:

$$\frac{8000}{(4\,572,177 + 8\,257,031)} = 0,6236 \text{ піш/м}^2$$

Для повного висновку, наступним кроком буде знаходження середньої швидкості пішоходів на перетині. У дослідженні «Recommended Walking Speeds for Pedestrian Clearance Timing Based on Pedestrian Characteristics» з Великої Британії вказано, що середня швидкість пішоходів, які старше 65-ти років, буде дорівнювати швидкості людей з інвалідністю. Спираючись на це дослідження, у якому вказано, що у середньому групи маломобільних людей становлять 15,5% від загальної кількості населення, тому швидкість людей з інвалідністю буде становити 3,29 км/год [27].

На основі даних з дослідження «Functional Predictors of Stair-Climbing Speed in Older Adults», що середня швидкість спуску по сходах складає 1.3 кроків за секунду і довжини кроку 0.6 метра, середня швидкість спуску по сходах дорівнює 2.8 км/год. Це значення є орієнтовним і може варіюватися залежно від фізичного стану людини, характеристик сходів та інших факторів [28]. Швидкістю візку для людей з інвалідністю приймається в залежності від кута нахилу пандусу. Так як у роботі похил на кожному пандусі різний, то прийнято рішення взяти середнє значення, яке дорівнює 2,34 км/год. Ця робота орієнтована на те, щоб зробити перетин більш інклюзивним та безбар'єрним, тому прийнято рішення взяти швидкість на пандусі 2,34 км/год, так як пріоритетом роботи є маломобільні групи населен-

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

ня [34].

Class	Angle	Risk	Speed range(m/s)
0	12° up	Dangerous	-
1	7.6° - 12°		
2	6° - 7.5°	Caution	0.6-0.7
3	4° - 5.9°	Safe	0.5-0.7
4	2° - 3.9°		0.4-0.7
5	0° - 1.9°		0-0.7

Рис. 2.14. Таблиця класів похилів пандусів та швидкостей [34].

З дослідження «The crossing speed and safety margin of pedestrians at signalized intersections» можн припустити, що на пішохідному переході середня швидкість середньостатистичної людини дорівнює 3,852 км/год [35].

У дослідженні «Recommended Walking Speeds for Pedestrian Clearance Timing Based on Pedestrian Characteristics» з Великої Британії вказано, що середня швидкість пішоходів, які старше 65-ти років, буде дорівнювати швидкості людей з інвалідністю. Спираючись на це дослідження, у якому вказано, що у середньому групі маломобільних людей становлять 15,5% від загальної кількості населення, тому швидкість людей з інвалідністю буде становити 3,29 км/год [27].

Також відома інформація про середню швидкість людей з інвалідністю на тротуарі, яка, з дослідження «Analysis of walking speeds involving individuals with disabilities in different indoor walking environments», буде становити 3,348 км/год [36].

Роблячи припущення з дослідження «Another Look at Pedestrian Walking Speed», можна стверджувати що середня швидкість середньостатистичної людини на тротуарі дорівнює 4,32 км/год [37].

Нижче наведена таблиця за допомогою якої, з вище зробених обрахунків і досліджень, можна зробити припущення про рієнь обслуговування на кільцевому перетині.

<b>Level of Service</b>	<b>Flow Rate</b> <i>(pedestrian/minute/meter)</i>	<b>Density</b> <i>(pedestrian per squared meter)</i>
<b>A</b>	$\leq 7$	$\leq 0.08$
<b>B</b>	7 - 23	0.08 - 0.27
<b>C</b>	23 - 33	0.27 - 0.45
<b>D</b>	33 - 49	0.45 - 0.69
<b>E</b>	49 - 82	0.69 - 1.66
<b>F</b>	$\geq 82$	$\geq 1.66$

Рис. 2.15. Таблиця зі значеннями для виміру рівня обслуговування пішоходів [33].

Роблячи припущення на основі досліджень та обрахунків, можна сказати, що кільцевий перетин підняв рівень обслуговування до рівня D, що є середнім показником рівня обслуговування пішоходів.

Після розрахунків здійснюємо проектування перетину з урахуванням визначених параметрів, враховуючи просторові обмеження та кут перетину осей магістралей.

З вище зроблених розрахунків, виконане аналітичне моделювання на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька у м. Києві у масштабі 1:500.

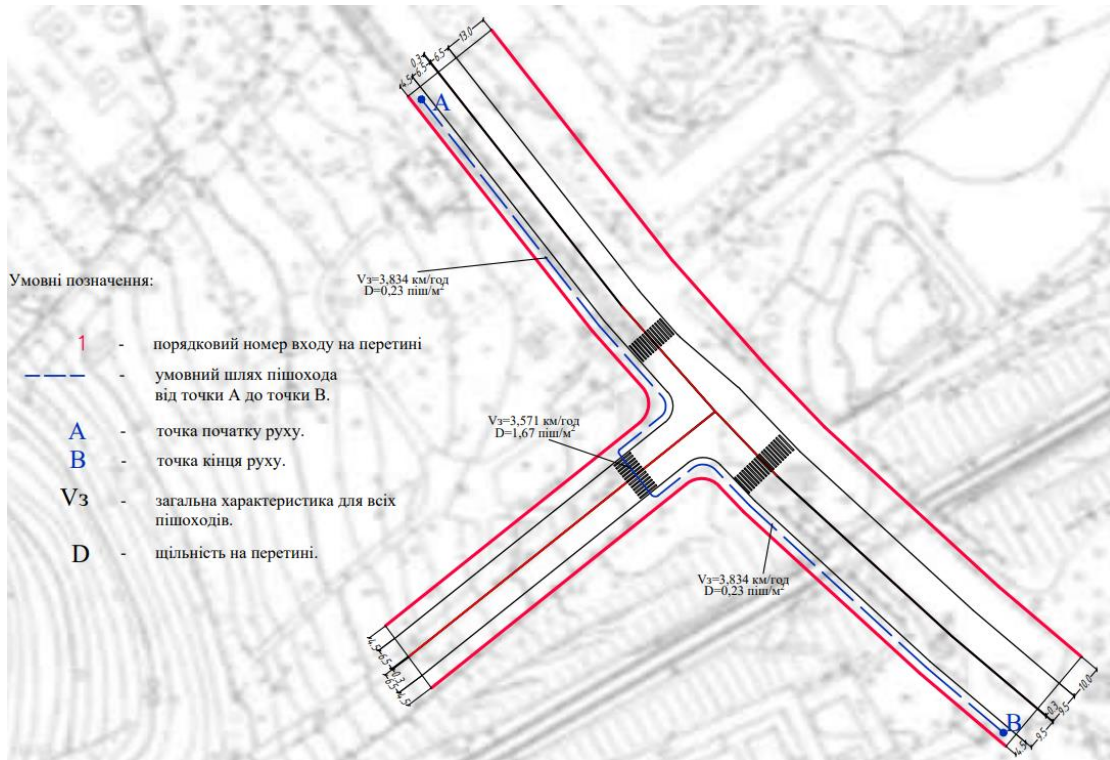


Рис. 2.16. Аналітичне моделювання перетину вул. Вишгородська – вул. Білицька, М1:500.

Наступною схемою буде аналітичне моделювання проектного перетину вулиць Вишгородська-Білицька у місті Києві.

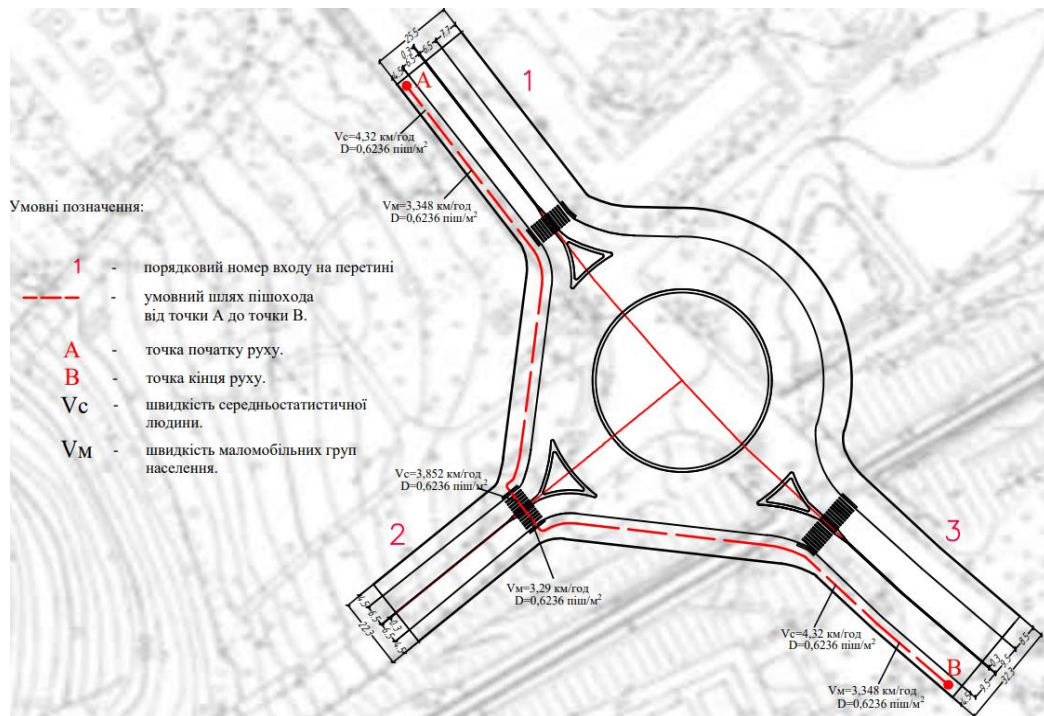


Рис. 2.17. Аналітичне моделювання проектного варіанту з надземними пішохідним перехом на перетині на вул. Вишгородська – вул. Білицька, М1:500.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		51

### 2.5 Кошторисно- фінансовий розрахунок.

№ п/ п	Види буді- вельних робіт	Од. ви- міру	Вар- тість оди- ниці , грн.	Обсяг робіт	Загальна ва- ртість, грн.
1.	Земляні ро- боти	м <sup>3</sup>	300	25 442,8	7 632 840
2.	Влаштуван- ня дорож- нього одягу магістралей в межах проекту	м <sup>2</sup>	3000	29 449.138	88 347 414
3.	Влаштуван- ня дорож- нього одягу пішохідної частини тротуару / велосипед- ної доріжки	м <sup>2</sup>	1500	8 257.031/ 2 144.085	12 385 545/ 3 216 127.5
<b>Влаштування водовідведення</b>					
4.	Влаштуван- ня дощеп- риймально- го колекто- ра	1 м.п.	10000	732.303	19 620
5.	Влаштуван- ня дощоп- риймаль- них колодя- зів	1 шт.	15000	9	135 000
6.	Влаштуван- ня бортово- го каменю	1 м.п.	500	1 336.489	668 244.5
7.	Влаштуван- ня освітлю- вальних опор	Шт.	15000	13	195 000
	<b>Сума про- міжна</b>				162 190 221
	Прокладка інженерних	(15% с.п)			24 328 533

						Лист
						52
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА

	мереж				
	<b>Сума</b>	-	-	-	137 861 688

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

## КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

Керівник : \_\_\_\_\_ Осетрін М.М.  
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)  
\_\_\_\_\_ Беспалов. Д.О.  
(підпис, дата) (прізвище та ініціали)

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

### 3.1 Проектування поверхневого стоку в межах перетину магістралей.

При проектуванні водовідвідних систем слід враховувати місцеві природні умови, архітектурно-планувальні та санітарно-гігієнічні вимоги, зазначені в ДБН [7] у пунктах 6.2, 6.3 і 6.7, а також у таблицях 5.1 та 5.7.

Зливоприймальні споруди на магістралях із шириною проїзної частини до 30 м без притоку дощової води з прилеглих територій розміщують на відстанях, залежно від поздовжнього похилу, окрім ділянок локально найвищих точок:

Похил до 4‰ — відстань 50 м; •

Похил 4-6‰ — відстань 60 м;

Похил 6-10‰ — відстань 70 м;

Похил 10-30‰ — відстань 80 м.

На магістралях шириною понад 30 м або з похилом більше 30‰ відстань між зливоприймальними колодзями не повинна перевищувати 60 м.

Ці вимоги сприятимуть ефективному водовідведенню, допоможуть уникнути зайвих витрат, не передбачених проектом, і запобігатимуть можливим проблемам з водостоком на магістралях.

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

### 3.2 Проектування наземного пішохідного переходу.

Зважаючи на відсутність даних про пішохідний рух на цьому перетині, було прийнято рішення використовувати рекомендації, засновані на відповідних дослідженнях, для встановлення ширини пішохідних переходів.

Спираючись на «Довідник з відбудови міст» [38] робимо висновок що мінімальна ширина зебри на наземному переході дорівнює мінімум 4 метри.

Також прийнято рішення на наземному пішохідному переході розмістити тактильні смуги.

Як зазначено у підрозділі кваліфікаційної роботи «Аналіз ситуації з пішохідним рухом на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві та перевірка його на відповідність сучасним будівельним нормам», то у цій роботі буде обрхований показник рівня обслуговування пішоходів на перетині. Наземний пішохідний перехід на перетині вул. Вишгородська – вул. Білицька становить 3 метри. З аналізу перетину через програму PTV Vissim та моделювання, можна зробити висновок, що ця ширина не підходить інтенсивності руху пішоходів на перетині. Внаслідок цього, було прийнято рішення зробити пішохідні переходи шириною 6 метрів за для підвищення пропускної здатності пішоходів. Можна припустити, що ці дії зможуть допомогти підвищити безбарерність та рівень обслуговування пішоходів на перетині.

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

### 3.3 Інженерне обладнання перетину.

#### Освітлення:

На типовому поперечному профілі магістралей відображено розташування підземних інженерних комунікацій, а на плані перетину вказано місця їх прокладання.

Опори освітлення влаштовується з обох боків дороги з інтервалом 20 – 50 м. У даній роботі світильники розташовані на відстані 50 м згідно з п.10.8 – 10.11 ДБН [8].

Щоб зробити інклюзивним перетин, міське освітлення повинно бути гнучким і адаптивним, щоб враховувати зміни в місті з перебігом часу. Це може включати використання розумних систем освітлення, які можна легко налаштувати відповідно до потреб, що змінюються [30].

Прикладом освітлення є Schröder Teseo модель Teseo 1 LED. У цьому світильнику є сценарії регулювання яскравості та функція «світло на прохання», що за допомогою датчиків дозволяють адаптувати освітлення до реальних потреб місця та часу, щоб створити максимально безпечне та комфортне середовище [31].



Рис.3.1 Опора освітлення Schröder Teseo модель Teseo 1 LED [32].

#### Озеленення:

Рослинність вздовж вулиць і доріг має слугувати захистом від шуму, пилу та

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

вихлопних газів, а також сприяти покращенню місцевого мікроклімату. Важливо, щоб такі насадження не перешкоджали руху транспорту і пішоходів. Також важливо, щоб озелененням не були кущі, які б заважали людині на візку розуміти ситуацію на перетині.

#### Дорожній одяг:

Згідно з ДБН [1] пунктами 8.12, 8.16 та таблицею 8.1. визначення оптимальних конструкцій для покриття вулиць, доріг, площ, автостоянок і проїздів у населених пунктах базується на техніко-економічних порівняннях різних варіантів дорожнього покриття. Також враховуються ще такі показники: категорія вулиці (дороги), передбачена інтенсивність руху, склад транспортного потоку, кліматичні умови, геологогідрологічні особливості, доступність будівельних матеріалів, вимоги до охорони навколишнього середовища, а також технологічні та експлуатаційні аспекти будівництва.

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

## ВИСНОВКИ

Були розглянуто які саме проблеми є у пішоходів на перетині вул. Вишгородська - вул. Білицька у м. Києві. Було встановлено, що основною проблемою є затримка пішоходів перед наземним переходом через світлофорне регулювання. Також наявна проблема номер два, а саме: не забезпечені умови для пішоходів, які належать до маломобільних груп. Було виконано комплексний аналіз існуючого положення перетину, використовуючи методи детального транспортного моделювання для транспортних і пішохідних потоків. В результаті було встановлено транспортно-експлуатаційні показники, які складають: середня швидкість 7 км/год, пропускна здатність 4000 пішоходів, а поточний рівень обслуговування пішоходів становить F. Також було розглянуто найбільш ефективні планувальні рішення для підвищення рівня обслуговування пішоходів на перетині, а саме: влаштування регульованого кільцевого перетину та оптимізація роботи світлофора. Для регульованого кільця було виконано детальніші розрахунки, у ході яких було отримано рівень обслуговування пішоходів D.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		59

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

### 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 дорожній рух. Закон України від 30 червня 1993 р. N 3353-XII.
4. Про охорону праці. Закон України від 14 жовтня 1992 р. N 2694-XII.
5. Про охорону культурної спадщини. Закон України від 8 червня 2000 р. N 1805-III.

### Посилання на норми і стандарти України:

6. ДБН В. 2.3-5-2001 //Державні норми України. Споруди транспорту населених пунктів. Вулиці та дороги. – 2001.
7. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018. – [Чинні від 2018–09–01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
8. Безгулий А. Зміна № 1 до ДБН В.2.3-5-2018 "Вулиці та дороги населених пунктів".  
[https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3199686959802877315?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199686959802877315?doc_type=2)

### Посилання на книги, довідники, навчально-методичні матеріали, статті:

9. Jaskiewicz F. Pedestrian level of service based on trip quality //Transportation Research Circular, TRB. – 2000.
10. Campisi T. et al. Perceived pedestrian level of service: the case of Thessaloniki, Greece //Transportation research procedia. – 2022. – Т. 60. – С. 124-131.
11. Marisamynathan S., Vedagiri P. Pedestrian perception-based level-of-service model at signalized intersection crosswalks //Journal of modern transportation. – 2019. – Т. 27. – С. 266-281.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		60

12. Raad N., Burke M. Pedestrian Levels-of-Service tools: problems of conception, factor identification, measurement and usefulness //39th Australasian Transport Research Forum (ATRF 2017), Auckland. – 2017. – С. 27-29.
13. Amanda M., Director N. Y. C. New York City Pedestrian Level of Service Study Phase I. – 2006.
14. Prykhodko V., Vikovych I. Analysis of calculating level of service for pedestrians //Transport Technologies, 1 (2), 2021. – 2021. – №. 1. – С. 50-59.
15. «Roundabouts».  
<https://mtc.ca.gov/operations/programs-projects/streets-roads-arterials/roundabouts>
16. «Pedestrian Crossing»  
[https://www.flowcode.co.uk/wiki/index.php?title=Pedestrian\\_Crossing](https://www.flowcode.co.uk/wiki/index.php?title=Pedestrian_Crossing)
17. «Bird-Like Crosswalk Sounds for the Visually Impaired Are Being Phased Out».  
<https://www.audubon.org/news/bird-crosswalk-sounds-visually-impaired-are-being-phased-out>
18. «Accessible Pedestrian Signals (APS)».  
<https://www.acb.org/content/accessible-pedestrian-signals-aps>
19. «Pedestrian Access to Modern Roundabouts: Design and Operational Issues for Pedestrians who are Blind».  
<https://www.access-board.gov/research/prow/roundabouts/research-resources/>
20. «Creating Inclusive Multisensory Signage for People with Disabilities».  
<https://www.inclusivecitymaker.com/inclusive-multisensory-signage/>
21. «The Hidden Dangers of Roundabouts».  
<https://kanthakalaw.com/2023/05/the-hidden-dangers-of-roundabouts/>
22. «Accessible Pedestrian Signals».  
<https://www.nyc.gov/html/dot/html/infrastructure/accessiblepedsignals.shtml>
23. «Генплан Києва до 2020 р. (діючий)».  
<http://kyiv-landuse.com/content/genplan-kieva-do-2020-r-diyuchiy>

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		61

24.«Pedestrian Level Of Service (PLOS)».

<https://transformtransport.org/media/articles/pedestrian-level-of-service-plos/>

25.«Things DOTs say: “We have to preserve the level of service”».

<https://t4america.org/community-connectors/what-they-mean/level-of-service/>

26.«Level of service (transportation)».

[https://en.wikipedia.org/wiki/Level\\_of\\_service\\_\(transportation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Level_of_service_(transportation))

27.Recommended Walking Speeds for Pedestrian Clearance Timing Based on

Pedestrian Characteristics By Tim J. Gates, David A. Noyce, Andrea R. Bill, and Nathanael Van Ee.

28.Functional Predictors of Stair-Climbing Speed in Older Adults Hinman,

Martha R. PT, EdD; O'Connell, Janelle K. PT, DPT, PhD, ATC, LAT; Dorr, Melissa PT, DPT; Hardin, Robyn PT, DPT; Tumlinson, Allison B. PT, DPT; Varner, Bria PT, DPT.

29.«Довідник з відбудови міст». Березень 2023.

<https://www.urbanyna.com/dovidnyk-z-vidbudovy-mist>

30.«Urban Street Lighting as an Essential Element of Urbanism».

<https://www.peretzarc.com/post/urban-street-lighting-as-an-essential-element-of-urbanism-1>

31.«LED street luminaire Schreder Teceo 1 - 105 Watt».

<https://stolb.com.ua/en/svitlodiodniy-vulichniy-svitilnik-schreder-teceo-1-105-vt/>

32.Онлайн-магазин «ENDEVOR online»

<https://endevoronline.com/de/mehrere/3178-led-strassenleuchte-teceo-1.html>

33.Gorrini A. et al. Empirical studies and computational results of a proxemic-based model of pedestrian crowd dynamics. – 2014.

34.Wu B. F. et al. An uphill safety controller with deep learning-based ramp detection for intelligent wheelchairs //IEEE Access. – 2018. – Т. 6. – С. 28356-28371.<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8364538>

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		62

35. Onelcin P., Alver Y. The crossing speed and safety margin of pedestrians at signalized intersections // *Transportation Research Procedia*. – 2017. – Т. 22. – С. 3-12.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517301369#:~:text=The%20average%20crossing%20speed%20is,to%20be%201.07%20m%2Fs>.
36. Sharifi M. S. et al. Analysis of walking speeds involving individuals with disabilities in different indoor walking environments // *Journal of Urban Planning and Development*. – 2016. – Т. 142. – №. 1. – С. 04015010.
37. Fitzpatrick K., Brewer M. A., Turner S. Another look at pedestrian walking speed // *Transportation research record*. – 2006. – Т. 1982. – №. 1. – С. 21-29.  
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0361198106198200104>
38. «EASYWAY».  
<https://www.eway.in.ua/ua/cities/kyiv/routes>

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРСЬКА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		63