

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**  
**Факультет урбаністики та просторового планування**  
**Кафедра міського будівництва**

**АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

Принципи і методи організації велосипедного руху на перетинах вулично-дорожньої мережі населених пунктів

виконав студент групи МБГ-52  
Клименко Станіслав Валерійович

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

Керівники: Осетрін М.М.  
професор, к.т.н.  
Беспалов Д.О.  
ст.викладач

Київ 2023 р.

# Мета, завдання дослідження та нормативна база

**Мета і завдання дослідження.** Метою є сформувані теоретичні основи, визначити критерії та алгоритм визначення ефективної, раціональної та безпечної організації велосипедного руху на розв'язках (перехрестях) в одному рівні населених пунктів.

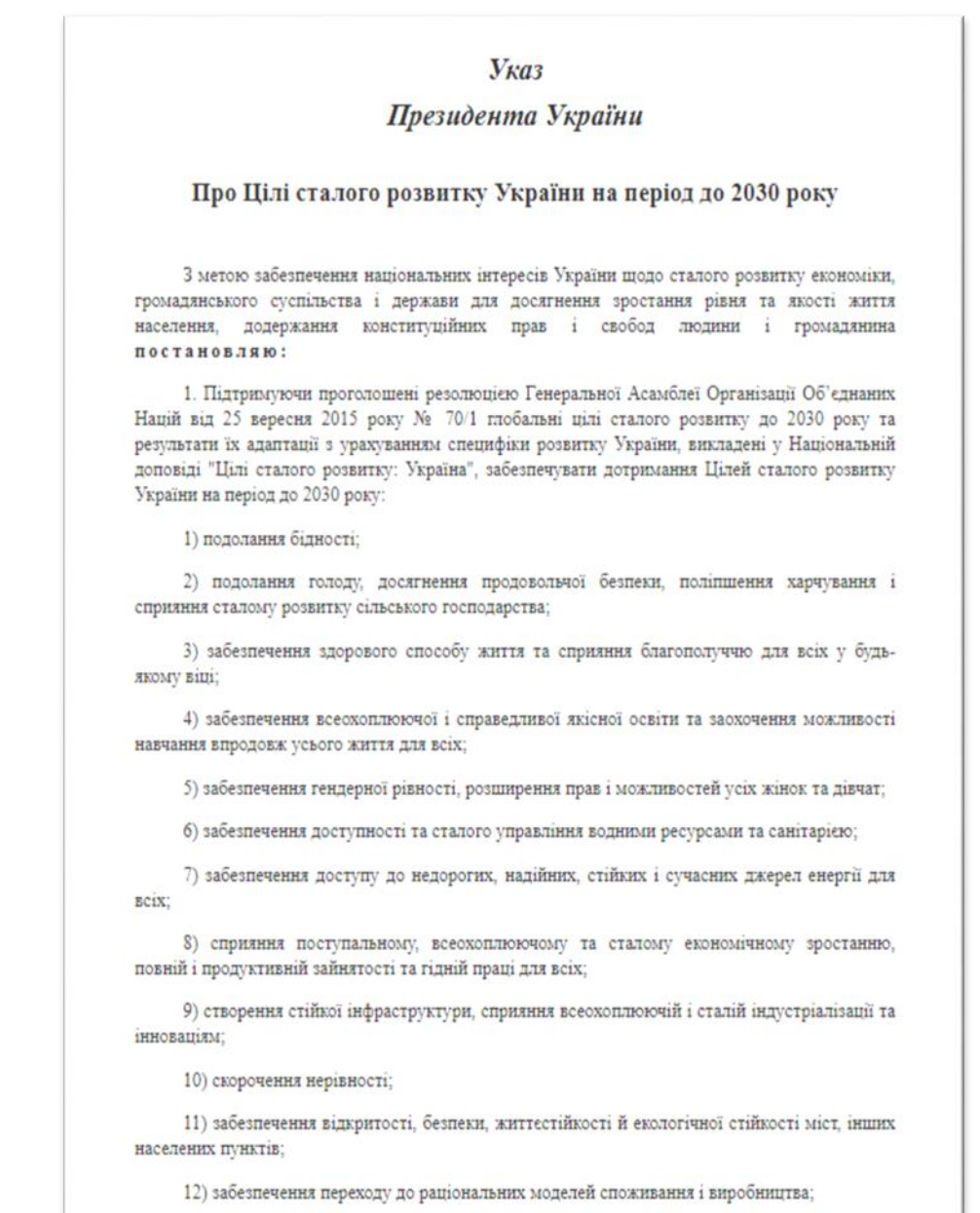
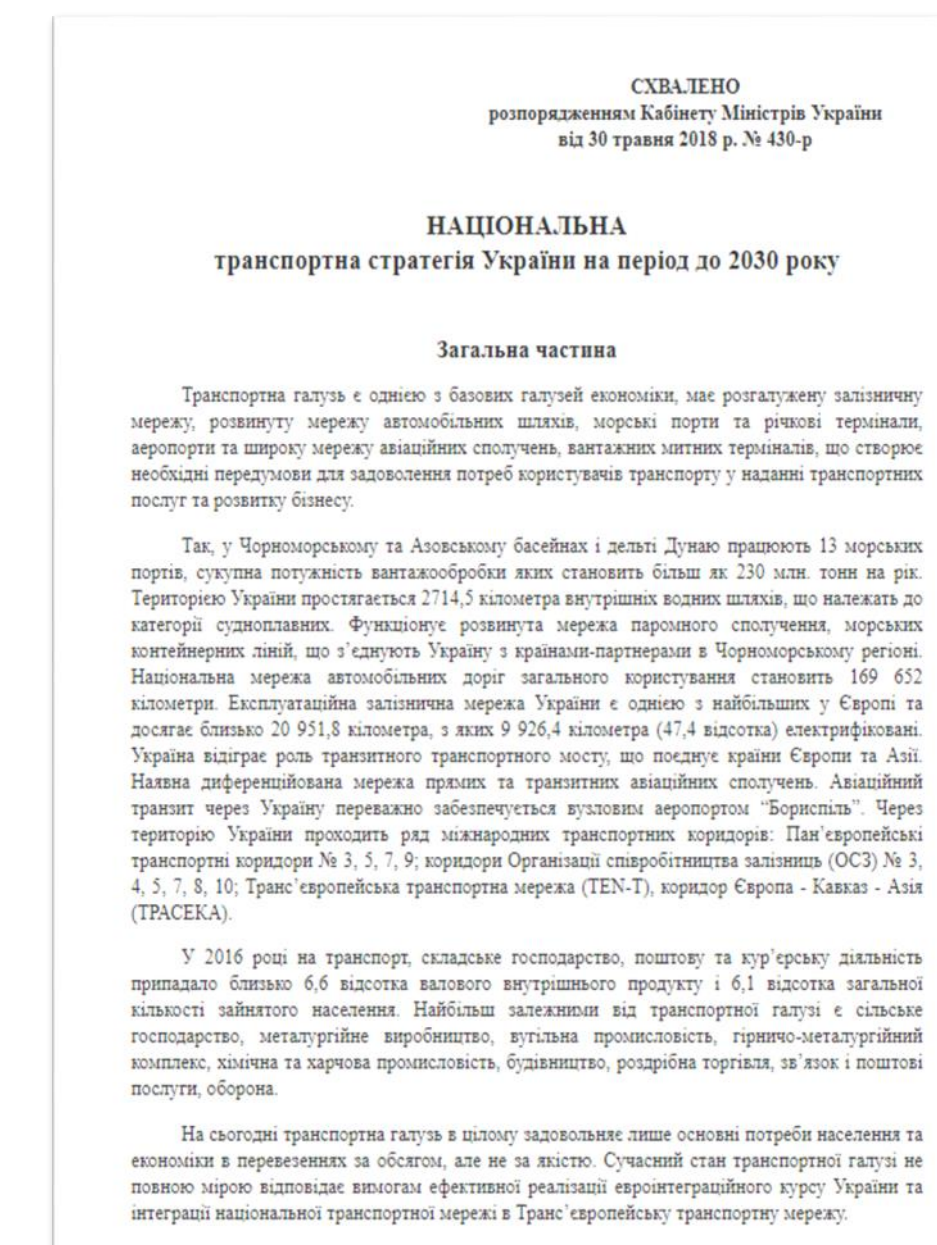
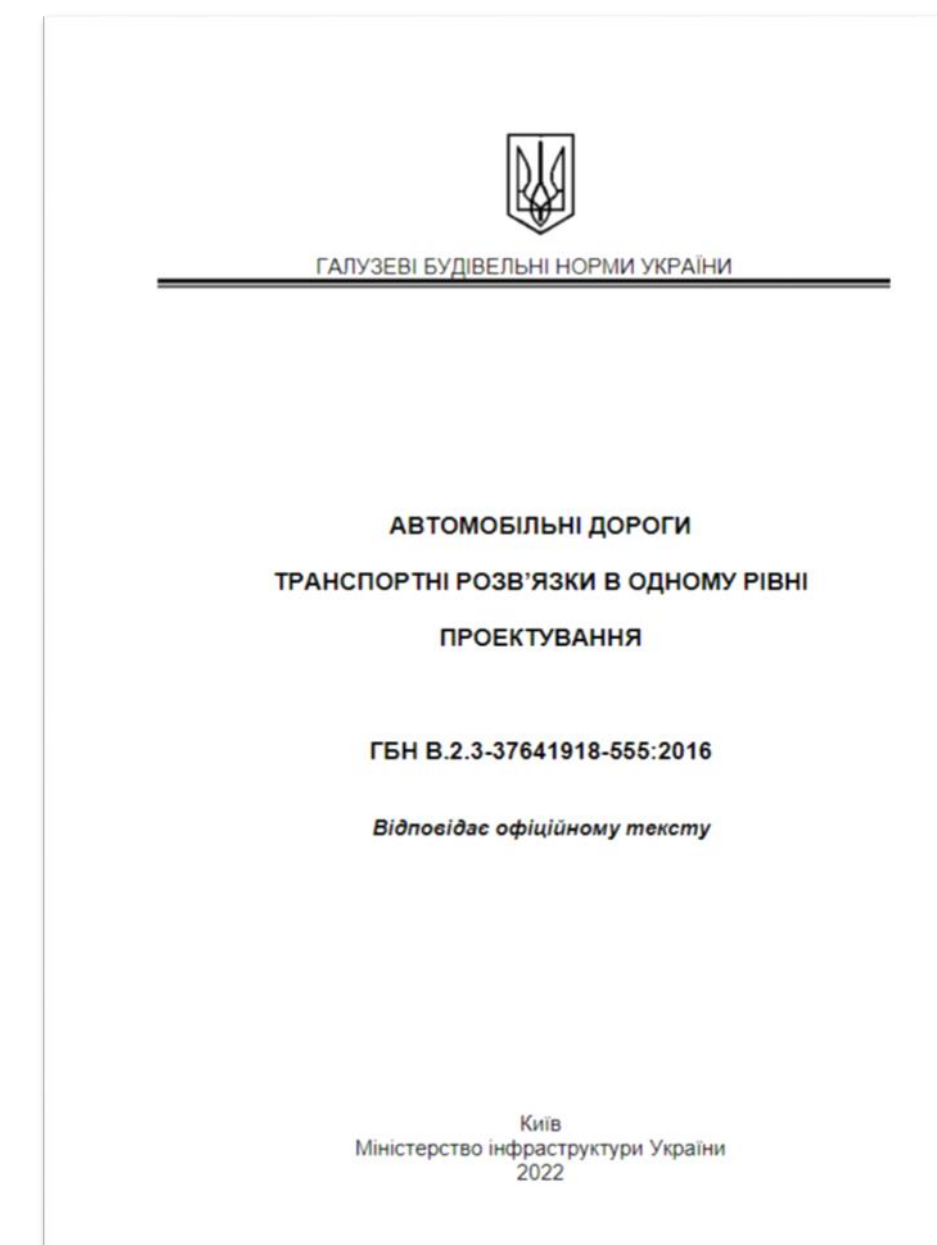
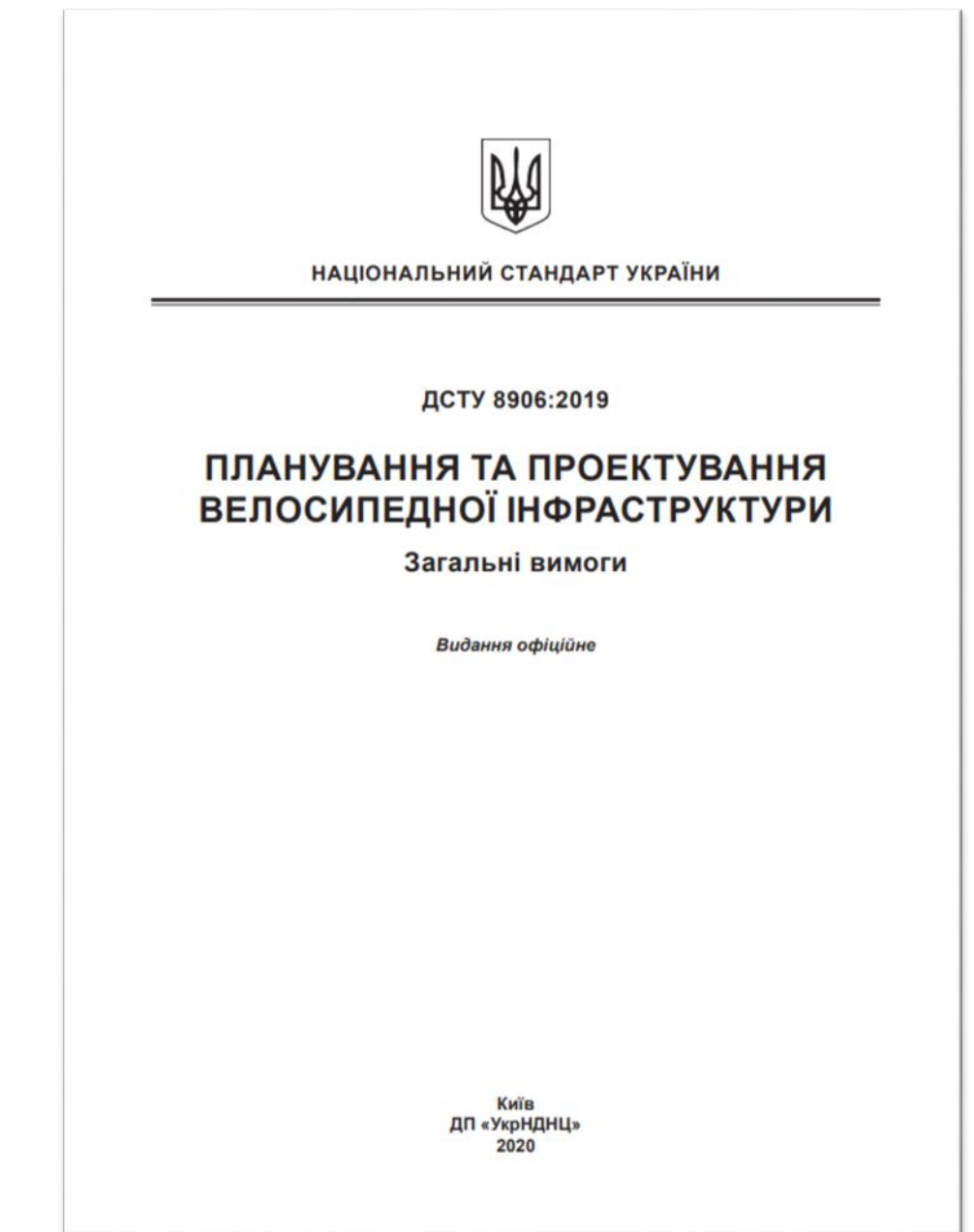
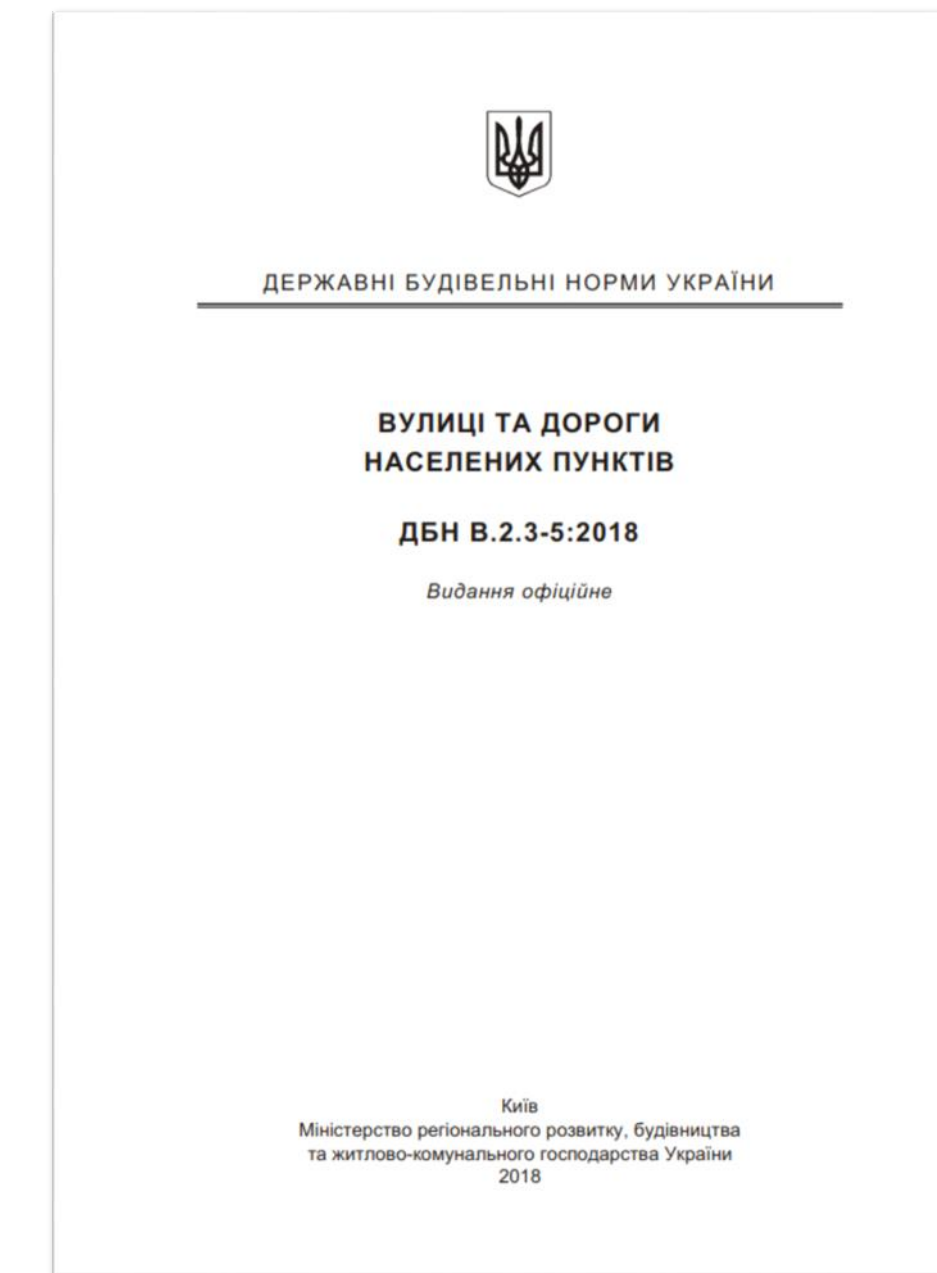
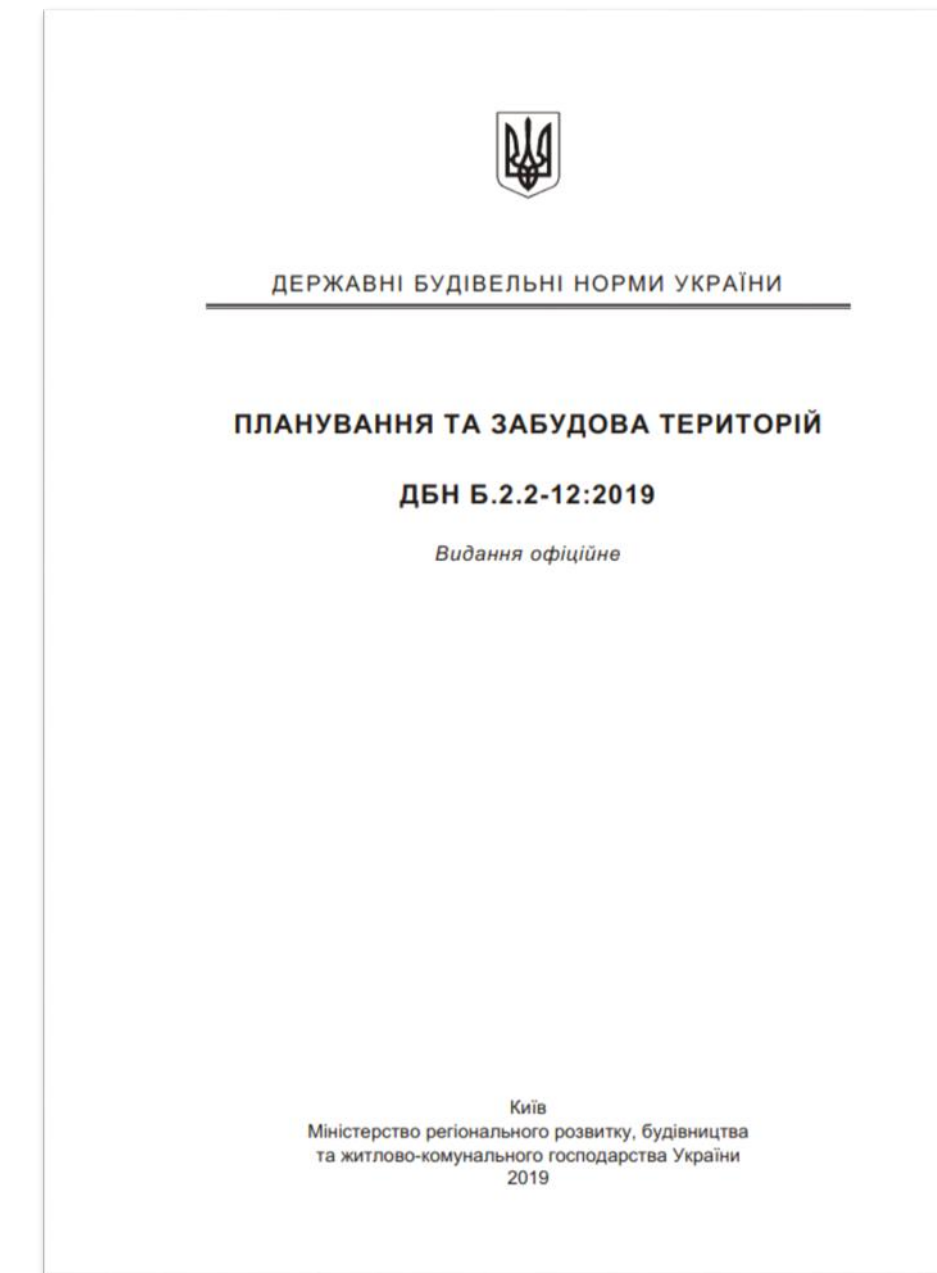
Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз наявних принципів і методів організації велосипедного руху;
- визначити основні елементи що формують велосипедну інфраструктуру на розв'язках (перехрестях) в одному рівні;
- дослідити практичний досвід організації велосипедного руху на розв'язках (перехрестях) в одному рівні;
- сформувані теоретичні основи та визначити критерії щодо застосування ефективної та раціональної форми велосипедного руху;
- розбити алгоритм визначення раціональної форми велосипедного руху;
- розробити варіанти реорганізації розв'язки (перехрестя) в одному рівні з організацією велосипедного руху в місті Києві;
- провести транспортне моделювання та виконати порівняльний аналіз його результатів;
- запропонувати пропозиції доповнення до чинної нормативної бази, щодо облаштування велосипедного руху на розв'язках (перехрестях) в одному рівні.

**Об'єкт дослідження:** перетини вулично-дорожньої мережі населених пунктів.

**Предметом дослідження є рекомендації визначення раціональної форми велосипедного руху.**

**Методи дослідження.** Під час вивчення теми дослідження було використано порівняльний аналіз, дедуктивний метод, метод кейс-стаді, узагальнення та знаходження аналогій; системний аналіз основних норм та вимог, що висуваються до проєктування та облаштування велосипедної інфраструктури в Україні та закордоном; класифікація елементів, що формують велосипедну інфраструктуру та мережу; узагальнення результатів та виявлення закономірностей.

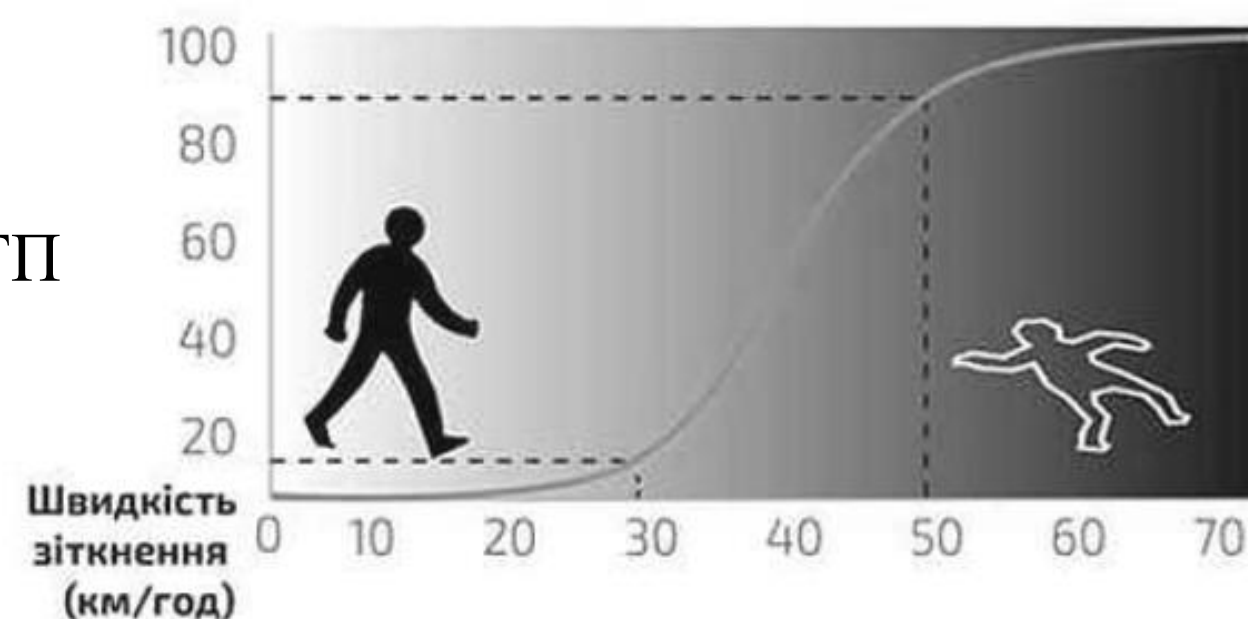


				Атестаційна робота магістра		
				Принципи і методи організації велосипедного руху на перетинах вулично-дорожньої мережі населених пунктів		
Зн	Київ	Арх	ІР Док	Підп	Відп	
Виконав Керівник Ст.вик.	Клименко С.В. Остерн М.М. Бєсєнов Д.О.					Годня Арциз Арцизий
Заф. каф.	Приватченко О.В.					АРМ 1 13
				М 1:5000		КНУБА, ФУП МБГ-52

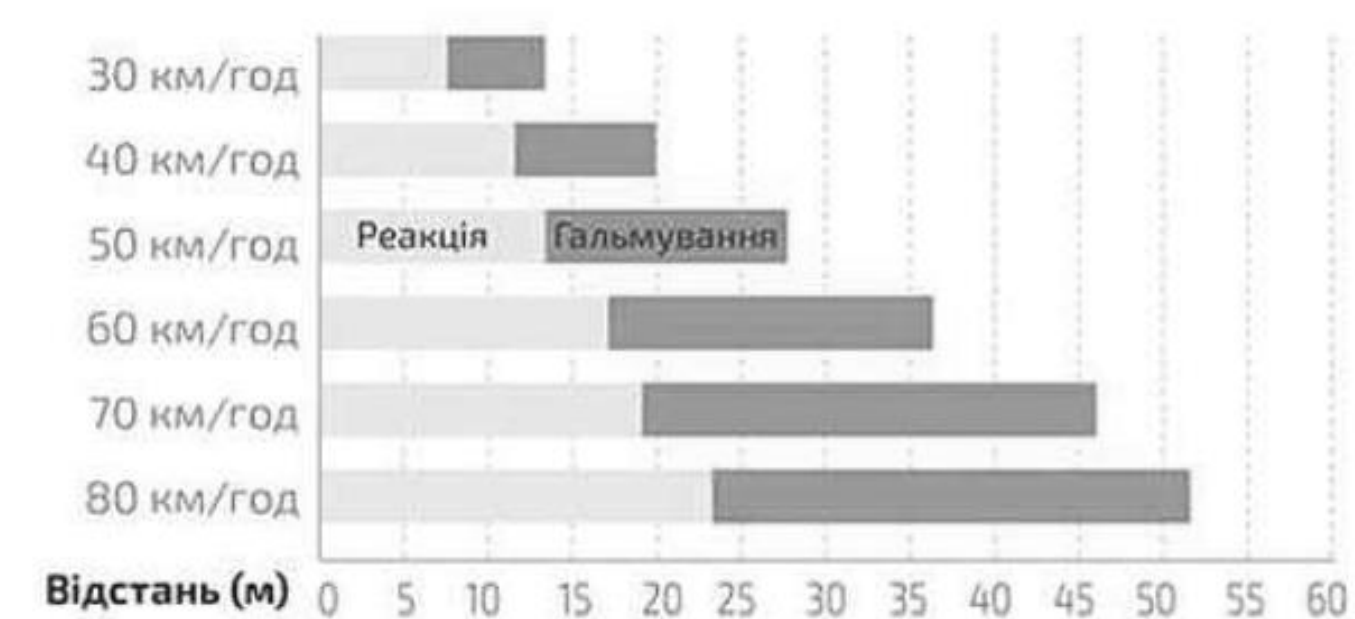
## Порівняльна таблиця досліджуваних підходів організації велоруку

Німеччина	Нідерланди	Данія	Фінляндія	Естонія	Україна
50 км/год (+10)	50 км/год (+10)	50 км/год (+10)	50 км/год (+10)	50 км/год (+10)	50 км/год (+20)
Параметри що визначають форму велосипедного руху:					
км/год x авто/год	км/год x авто/добу	км/год x авто/год	км/год x авто/добу	км/год x авто/год	категорія вулиці
Національна статистика по ДТП за рік:					
2719 смертельних ДТП	515 смертельних ДТП	163 смертельних ДТП	223 смертельних ДТП	59 смертельних ДТП	3238 смертельних ДТП
435 ДТП з велосипедистами	155 ДТП з велосипедистами	27 ДТП з велосипедистами	31 ДТП з велосипедистами	2 ДТП з велосипедистами	195 ДТП з велосипедистами
Порівняльний аналіз найбільших населених пунктів:					
Берлін	Амстердам	Копенгаген	Гельсінки	Таллінн	Київ
Площа міста 891,1 км <sup>2</sup>	Площа міста 219 км <sup>2</sup>	Площа міста 179 км <sup>2</sup>	Площа міста 213,8 км <sup>2</sup>	Площа міста 159,2 км <sup>2</sup>	Площа міста 836 км <sup>2</sup>
1240 км веломережі	520 км веломережі	546 км веломережі	1340 км веломережі	244 км веломережі	220 км веломережі
71 вел. на 100 мешканців	133 вел. на 100 мешканців	80 вел. на 100 мешканців	70 % мешк. мають велосипед	29% користуються вело щодня	0,7% велокористувачів
Середній максимум, °C +13,4	Середній максимум, °C +13,8	Середній максимум, °C +11,1	Середній максимум, °C +0,2	Середній максимум, °C +9	Середній максимум, °C +13,2
Середній мінімум, °C +5,7	Середній мінімум, °C +6,4	Середній мінімум, °C +5	Середній мінімум, °C -5	Середній мінімум, °C +2	Середній мінімум, °C +5,4
Норма опадів, мм 515	Норма опадів, мм 838,2	Норма опадів, мм 613	Норма опадів, мм 58	Норма опадів, мм 696	Норма опадів, мм 619
н/д	Дошових днів на рік 132	Дошових днів на рік 124	н/д	н/д	н/д

Імовірність смертельного ДТП від швидкості руху



Довжина гальмівного шляху в залежності від швидкості руху



Атестаційна робота магістра			
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів			
Зем.	Київ.	Арх.	Арх.
Виконав Керівник Ст.вик.	Клименко С.В. Осетрін М.М. Беспалов Д.О.		
Заф. каф.	Приваленко О.В.	АРМ	2 13
М 1:5000		КНУБА, ФУПБ МБГ-52	

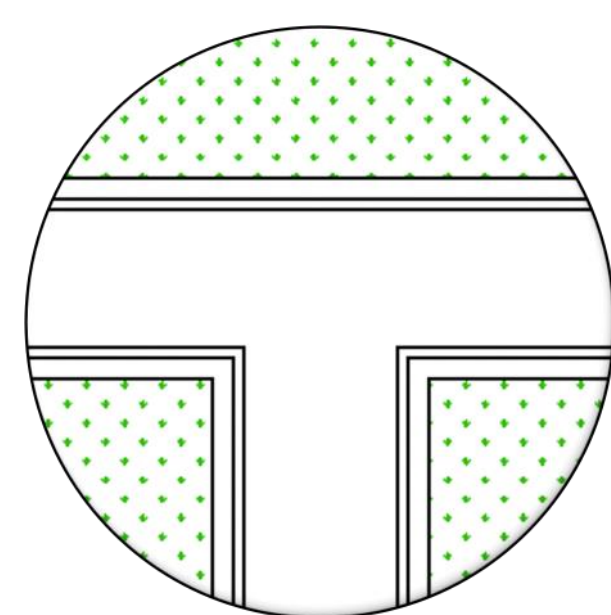
**За способом надання пріоритету у русі розв'язки в одному рівні поділяються:**

Нерегульовані (рівнозначні)	Нерегульовані (нерівнозначні)	Саморегульовані (з рухом по кільцю)	Регульовані (світлофорною сигналізацією)
Змішаний рух Велосипедні коридори Велопішохідна зона Велосипедні смуги	Велосипедні коридори Велосипедні смуги Зустрічні велосипедні смуги Велосипедні доріжки	↓	Велосипедні коридори Велосипедні смуги Зустрічні велосипедні смуги Велосипедні доріжки

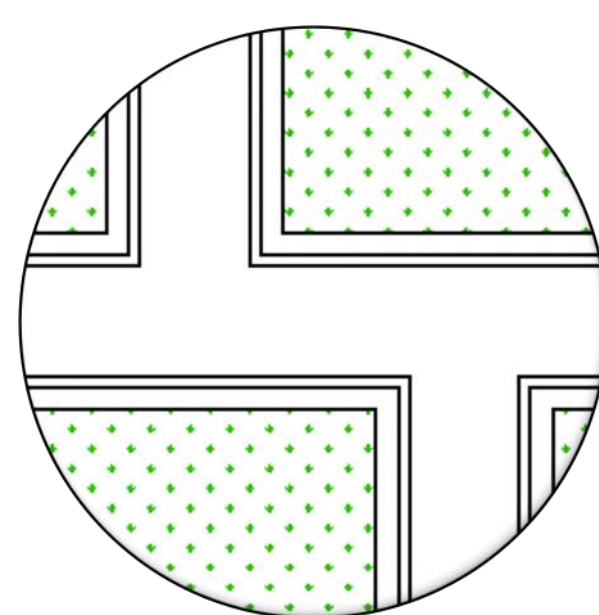
**Кільцеві розв'язки класифікуються за розміром центрального острівця (ЦО):**

Міні-кільцеві розв'язки (ЦО від 2,5 до 4 м)	Малі кільцеві розв'язки (ЦО від 4 до 18 м)	Середні кільцеві розв'язки (ЦО від 18 до 60 м)	Великі кільцеві розв'язки (понад 60 м)
Змішаний рух	Змішаний рух Велосипедні смуги Велосипедні доріжки	Велосипедні доріжки Велопішохідні доріжки	(світлофорно регульовані) Велосипедні доріжки Велопішохідні доріжки

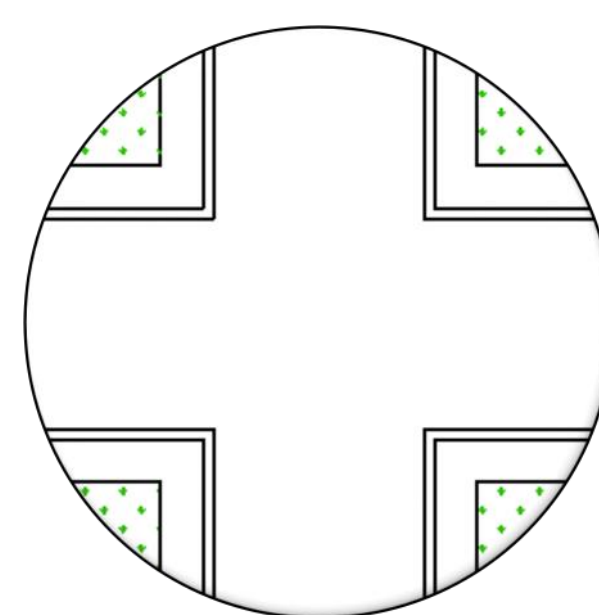
**За формою розв'язки в одному рівні поділяються:**



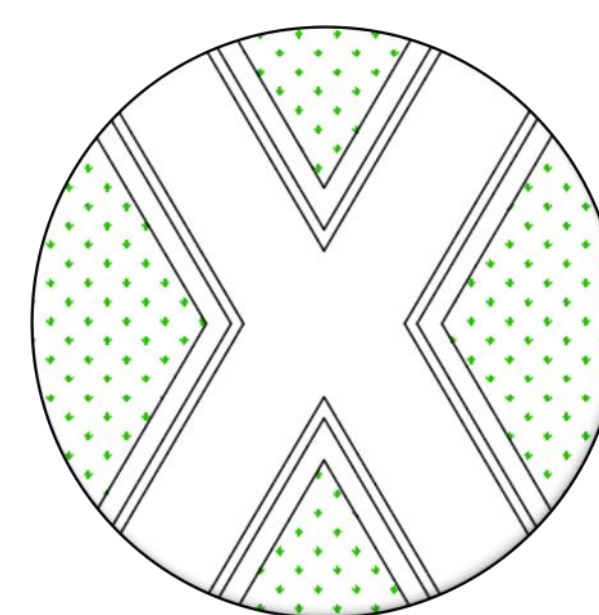
T-подібні (Т)



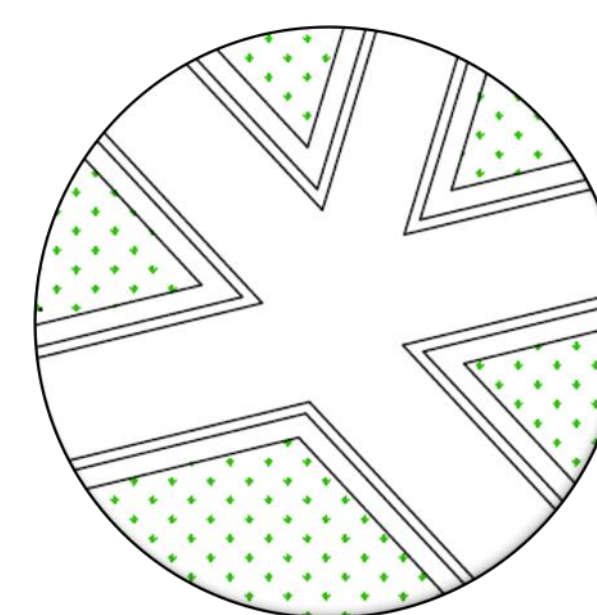
зміщені (2Т)



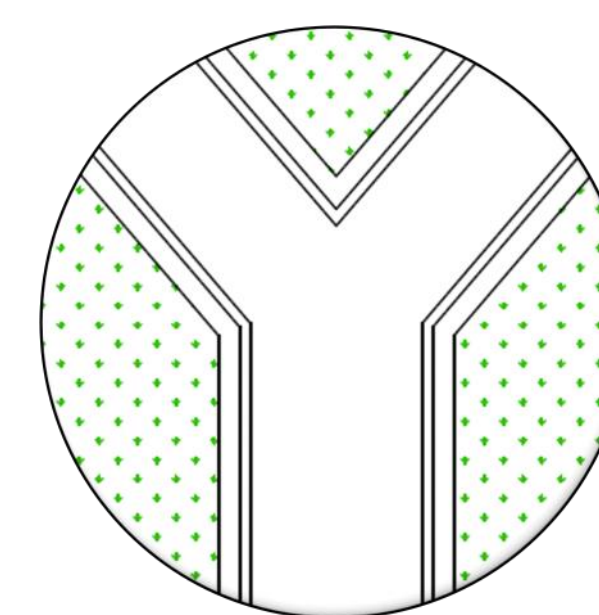
нормальні (Н)



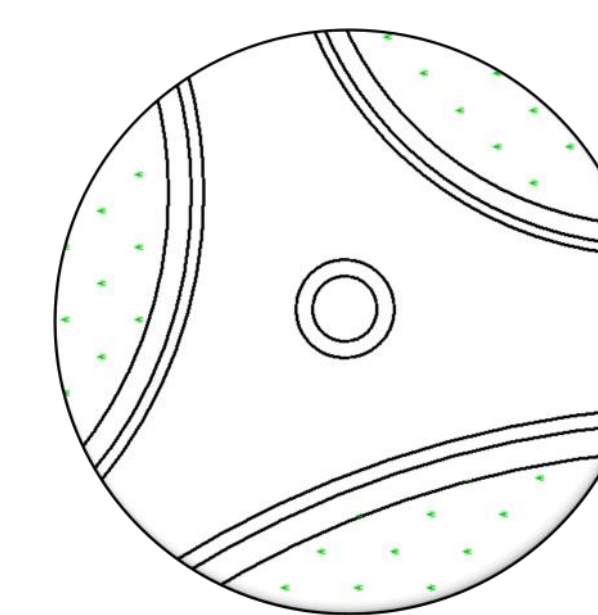
X-подібні (Х)



зіркові (З)



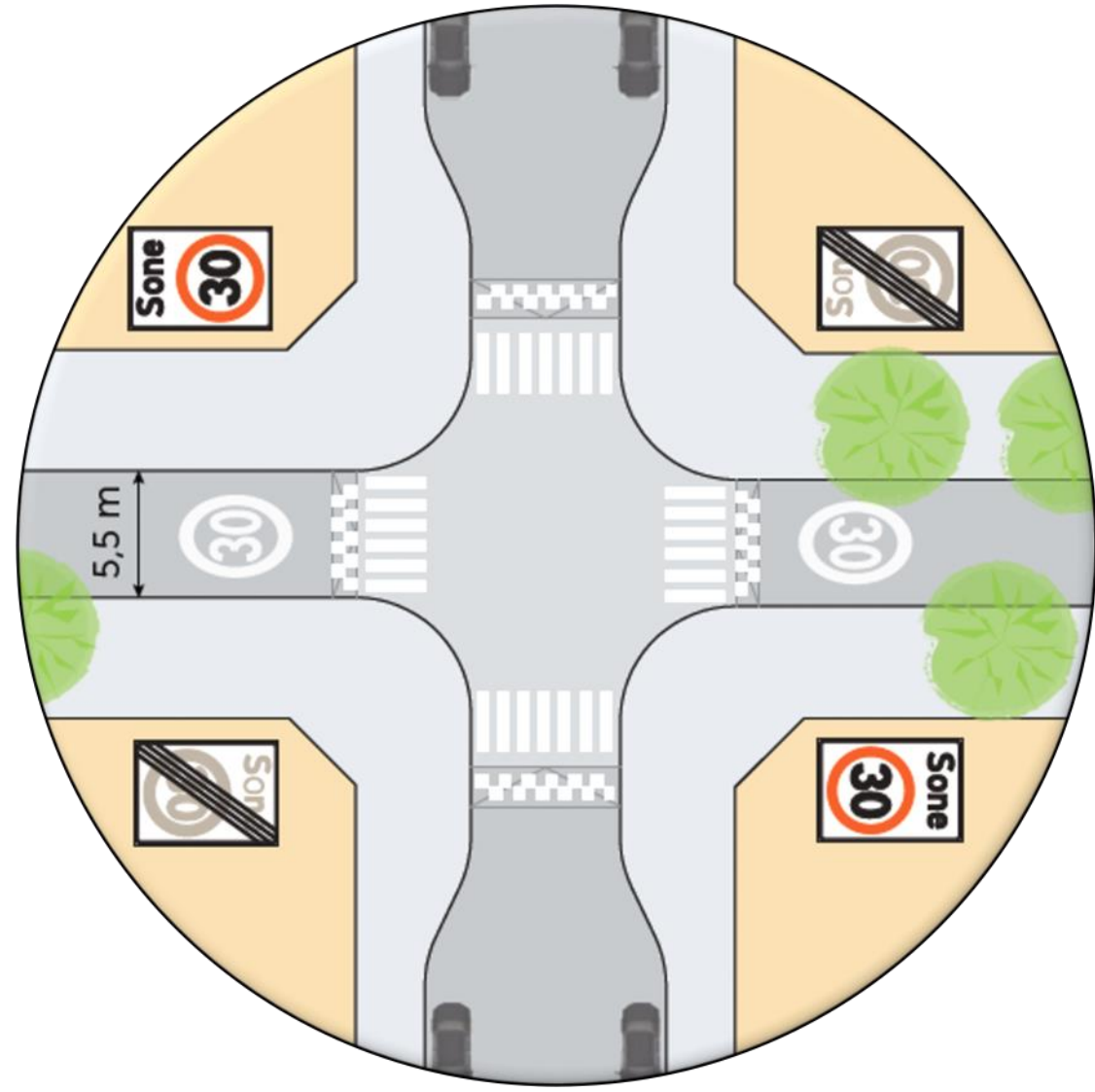
Y-подібні (Y)



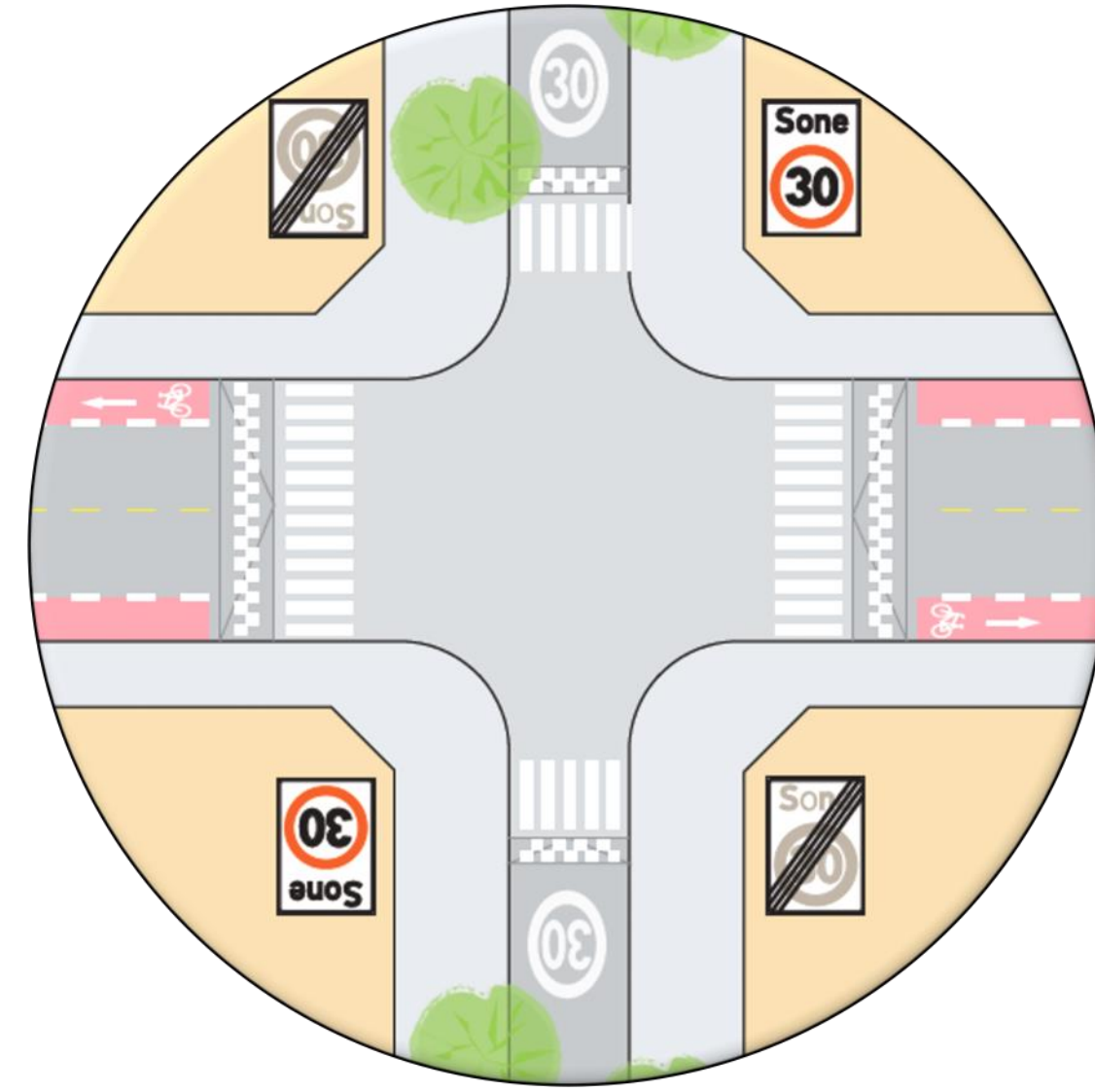
кільцеві (К)

						Атестаційна робота магістра		
						Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів		
Зем.	Кільк.	Арх.	ІР. Док.	Підп.	Батог.	Сторінка	Архивна	Архивний
Виконав	Клименко С.В.					АРМ	3	13
Керівник	Осєтрін М.М.							
Ст.вик.	Беспалов Д.О.							
Заф. каф.	Привітченко О.В.					М 1:5000		КНУБА, ФУПІ МБГ-52

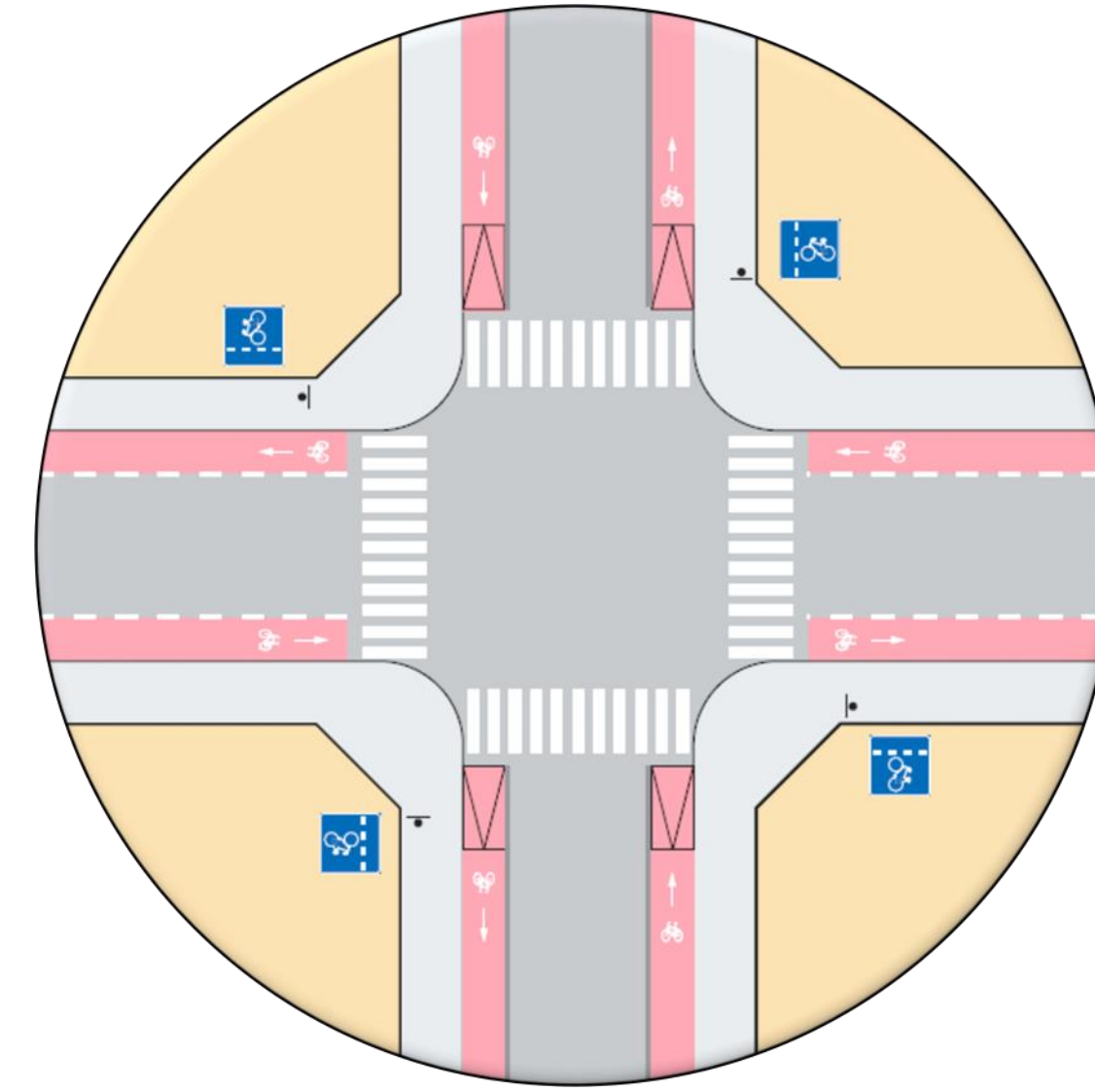
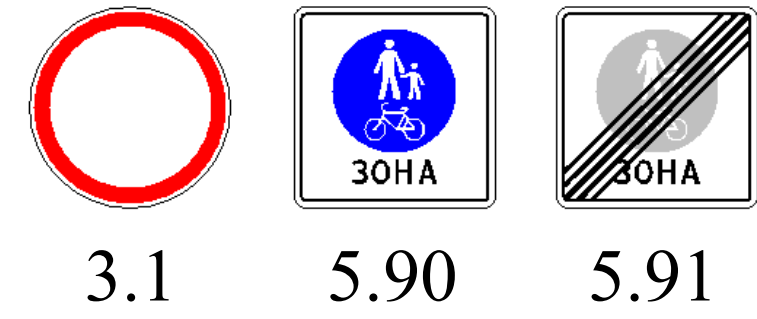
# Нерегульовані (рівнозначні) транспортні розв'язки в одному рівні (основні ТЗРДР та організаційні рішення)



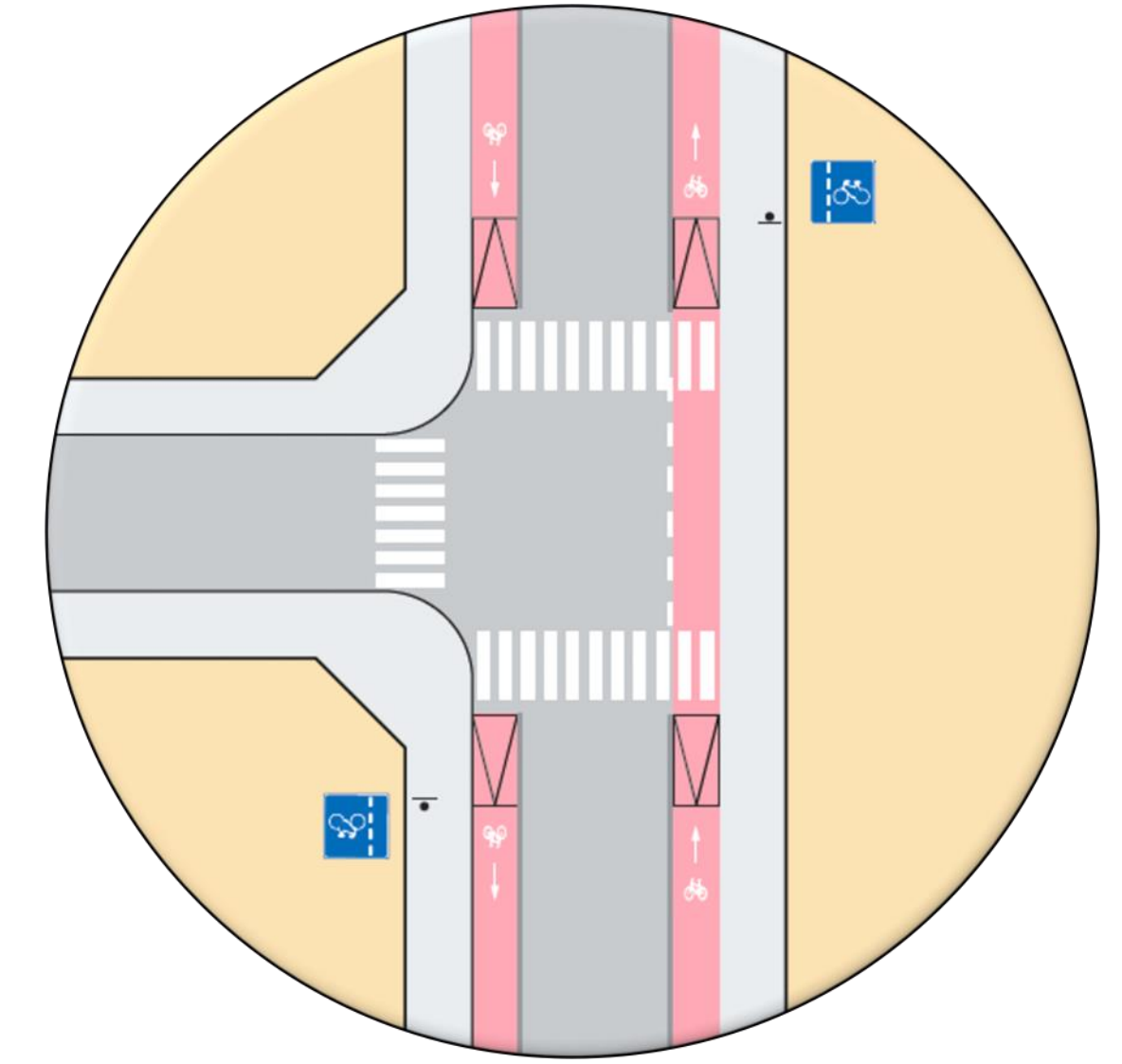
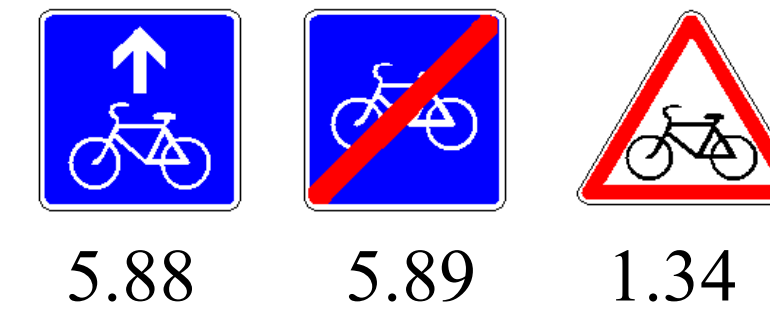
Змішаний рух та Велосипедні коридори



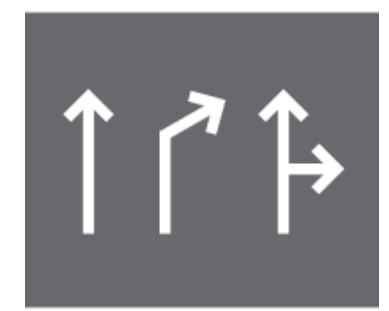
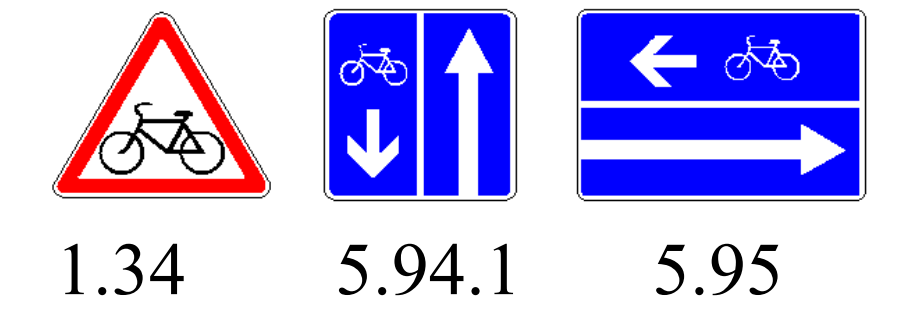
Велопішохідна зона



Велосипедні смуги



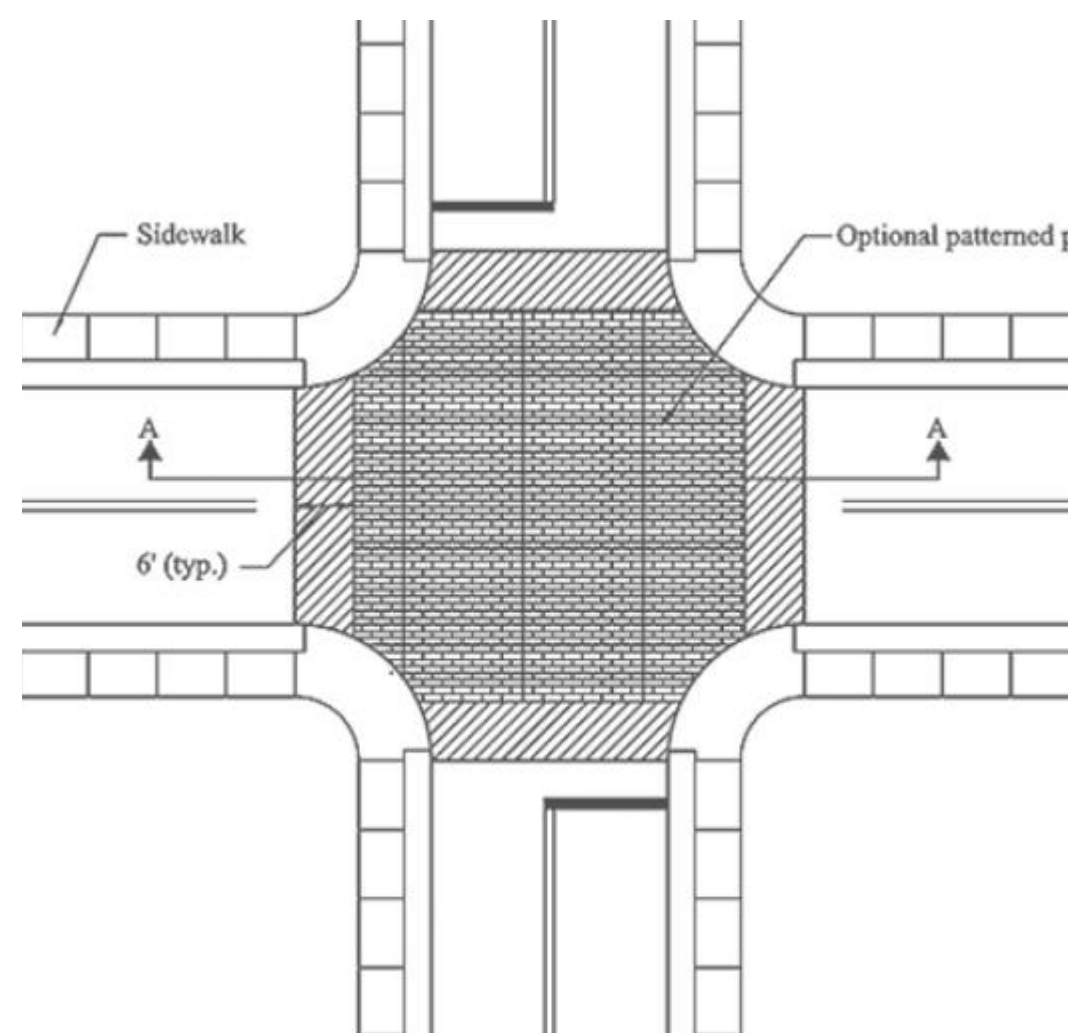
Зустрічні велосипедні смуги



1.15

1.36

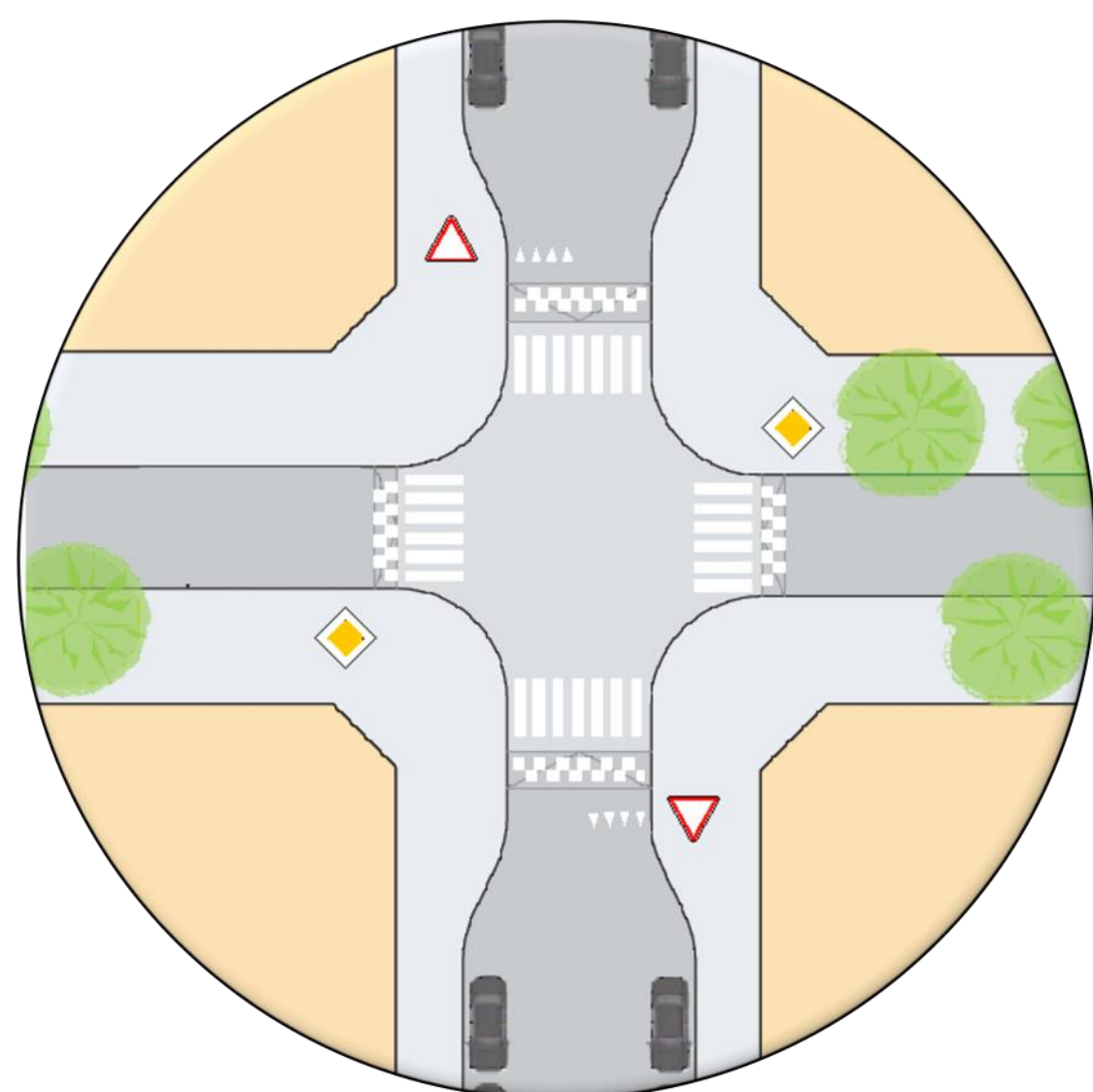
1.37



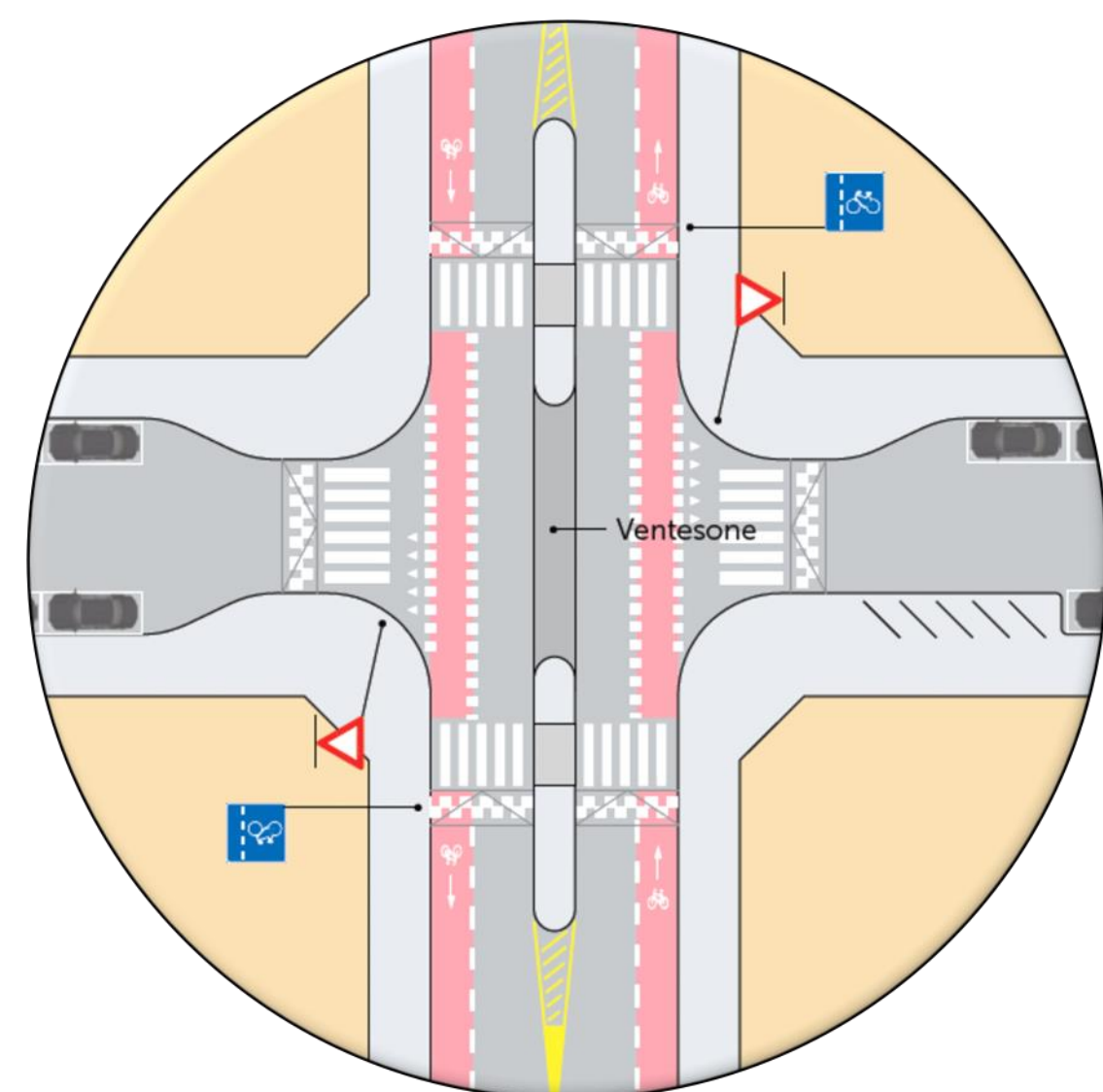
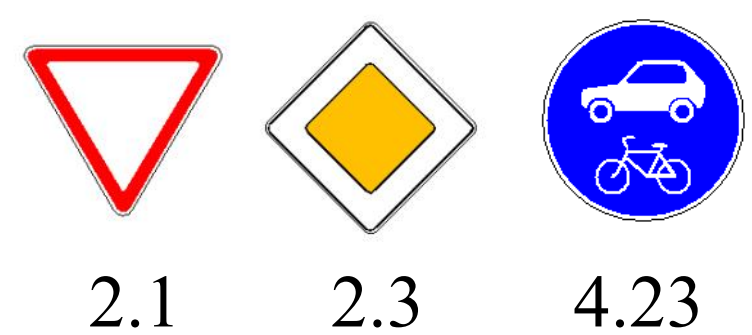
Засіб заспокоєння руху — підвищений перехід

Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зем.	Київ.	Арх.	Інж. Док.	Підп.	Дата
Виконав	Клименко С.В.				
Керівник	Осєтрін М.М.				
Ст.вик.	Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Привітченко О.В.				
				М 1:5000	
				КНУБА, ФУПІ	МБГ-52
				АРМ	4 13

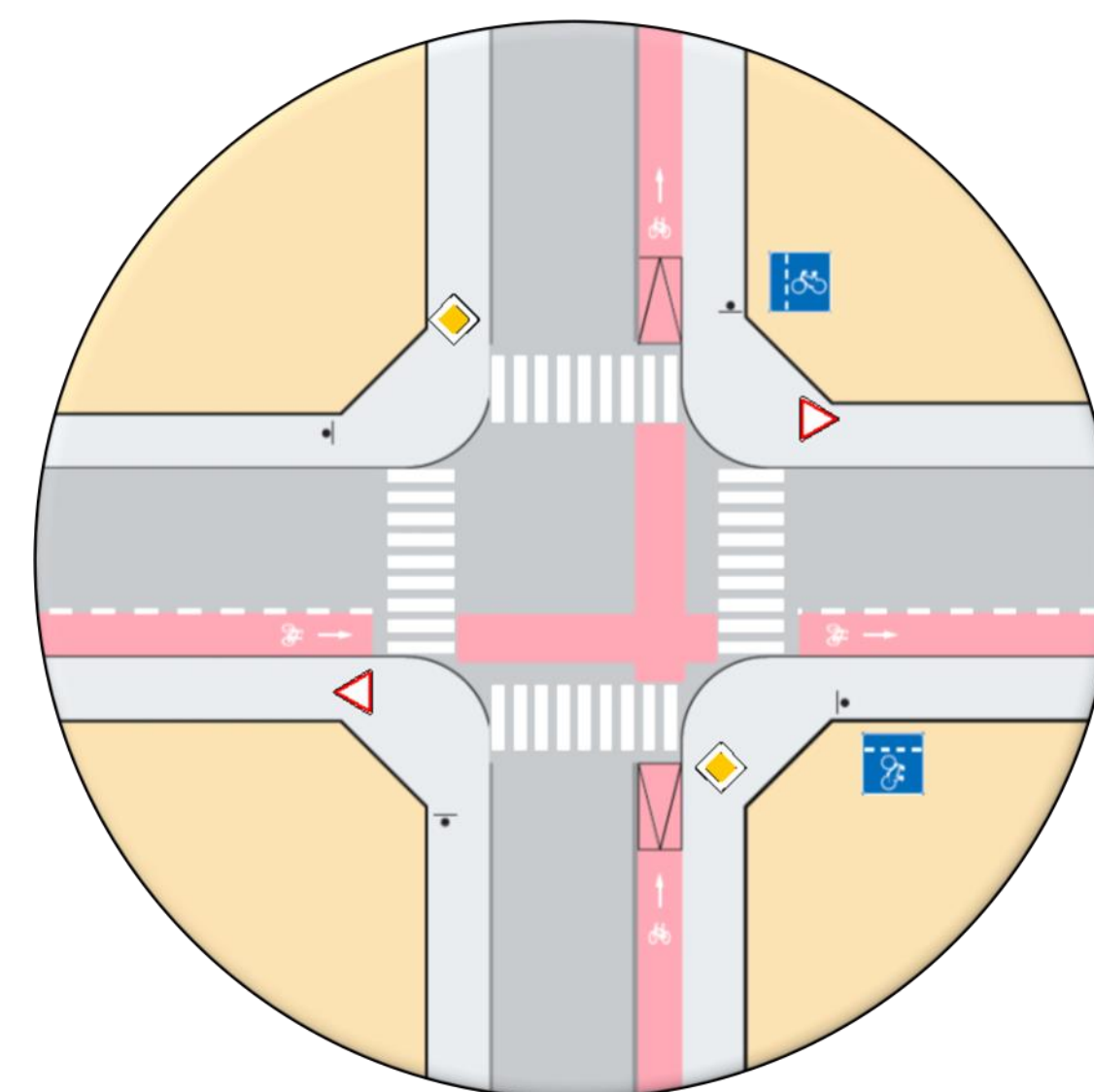
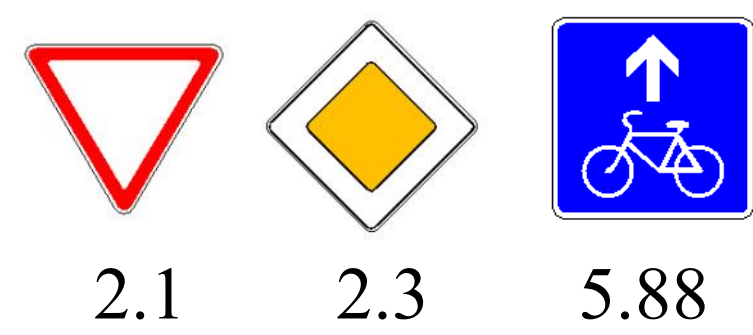
# Нерегульовані (нерівнозначні) транспортні розв'язки в одному рівні (основні ТЗРДР та організаційні рішення)



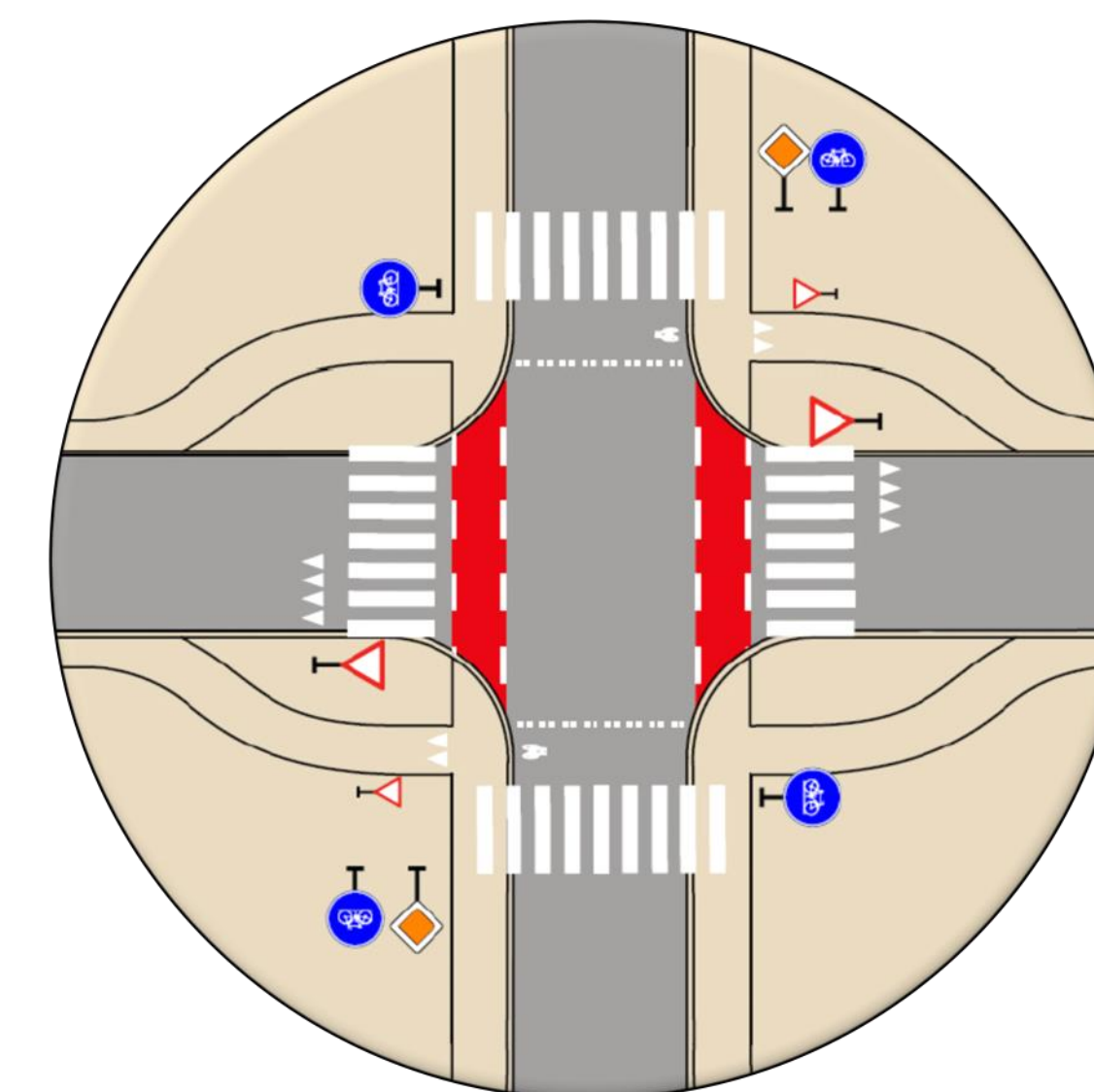
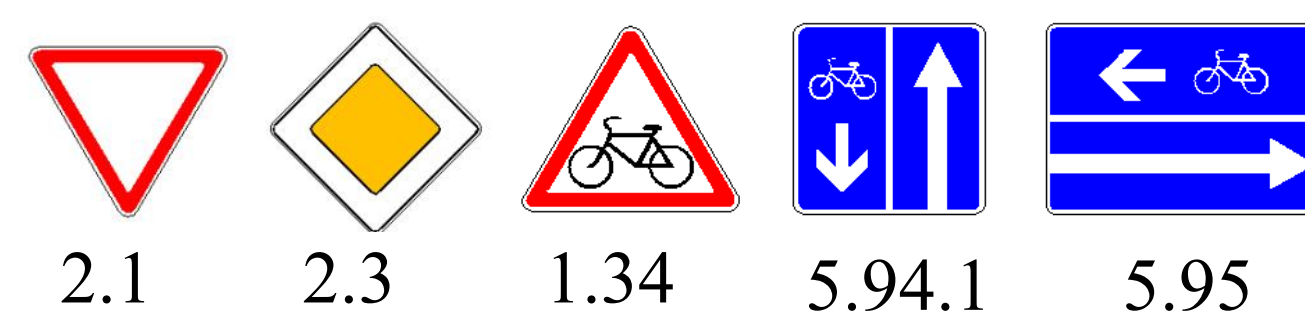
Велосипедні коридори



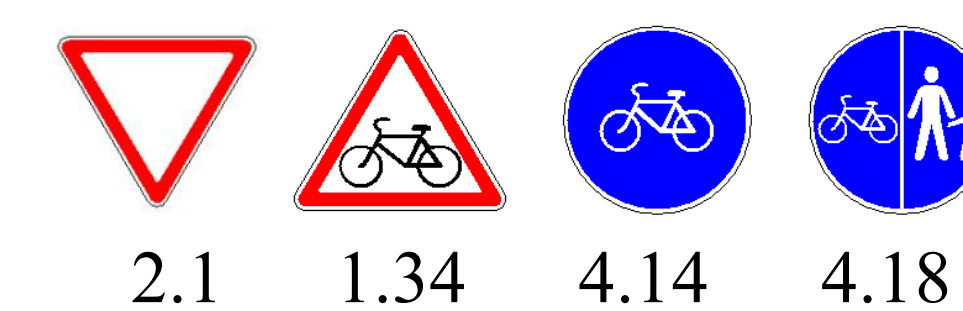
Велосипедні смуги



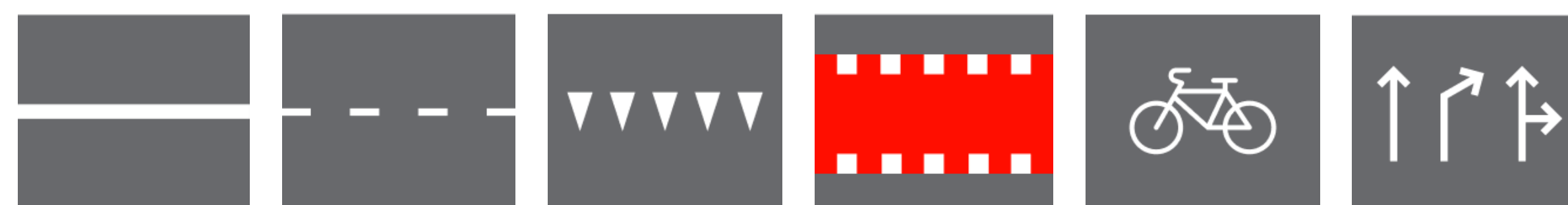
Зустрічні велосипедні смуги



Велосипедні доріжки



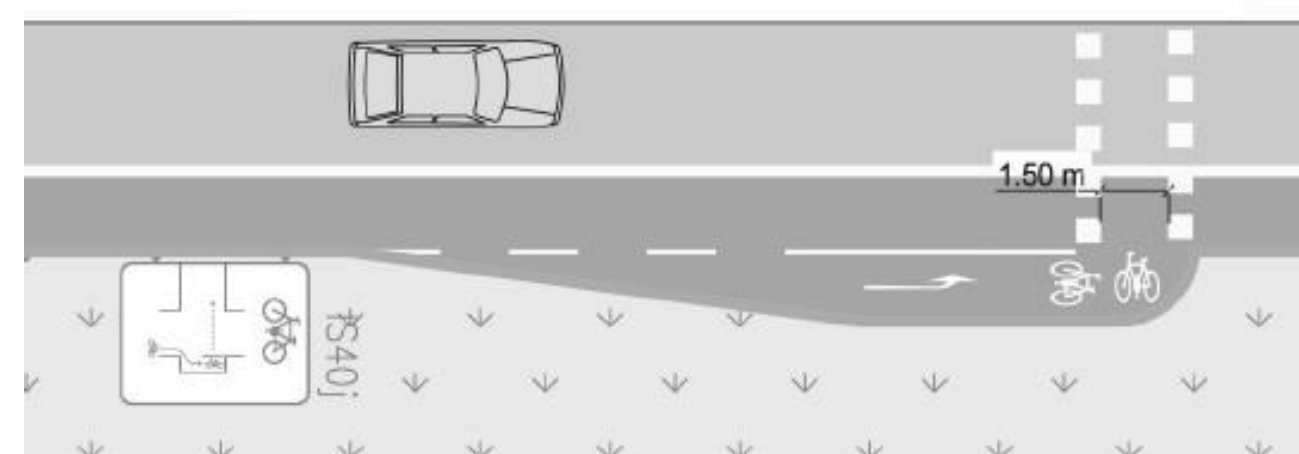
1.13 1.28.3



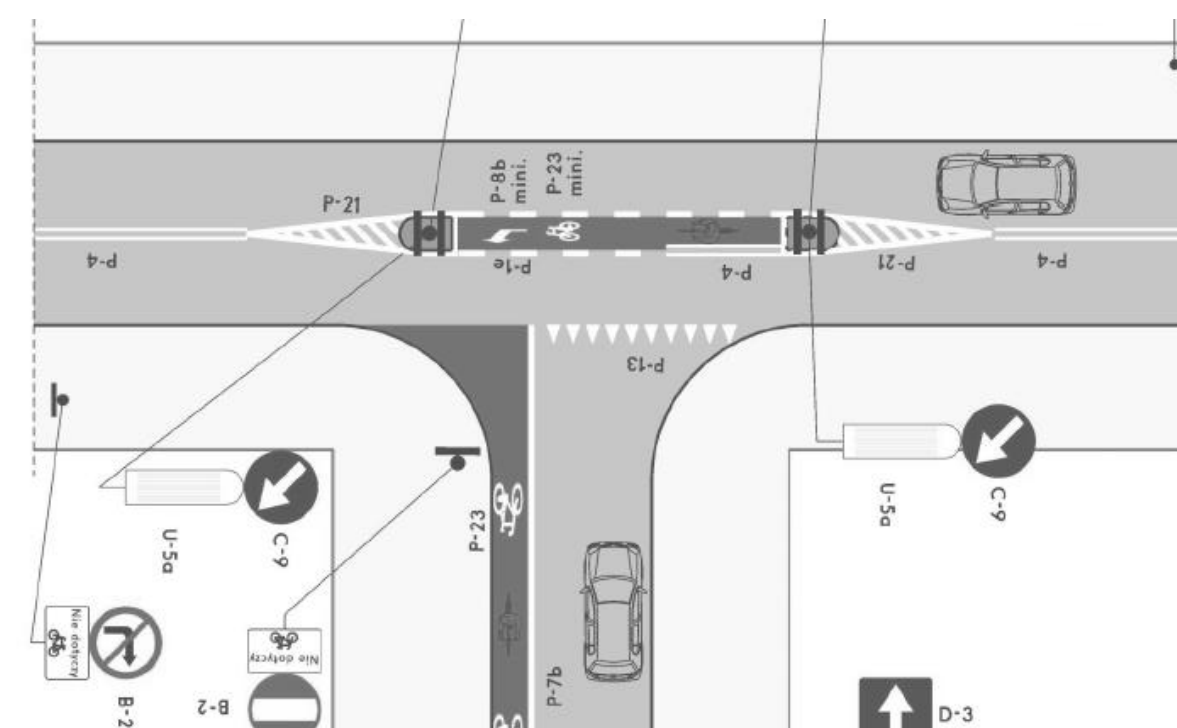
1.2 1.7 1.13 1.15 1.36 1.37



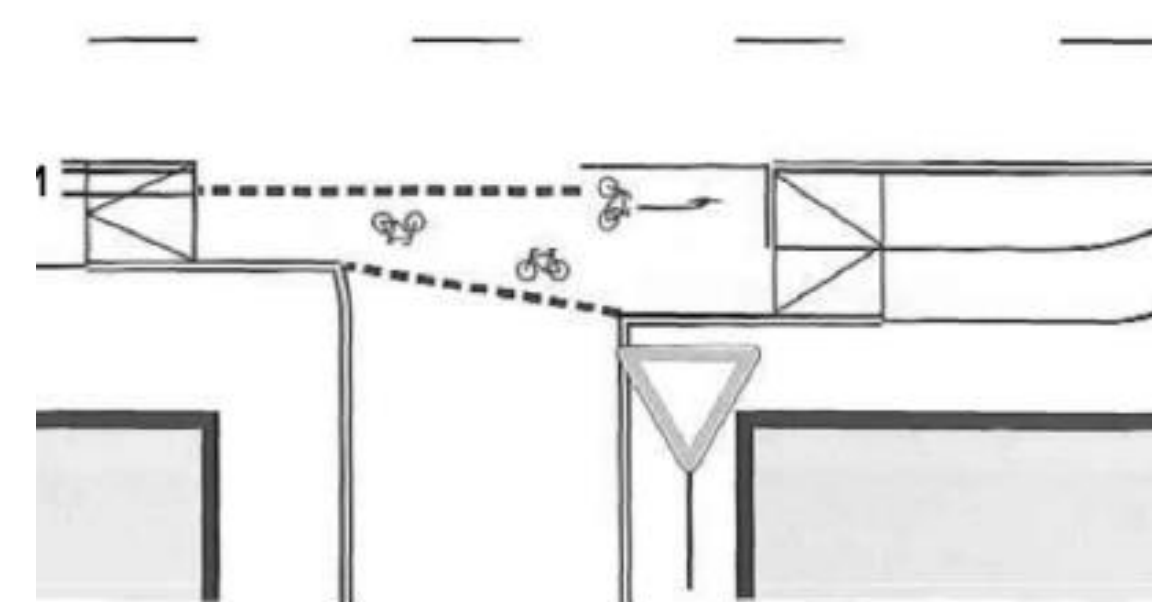
1.13 1.15 1.36



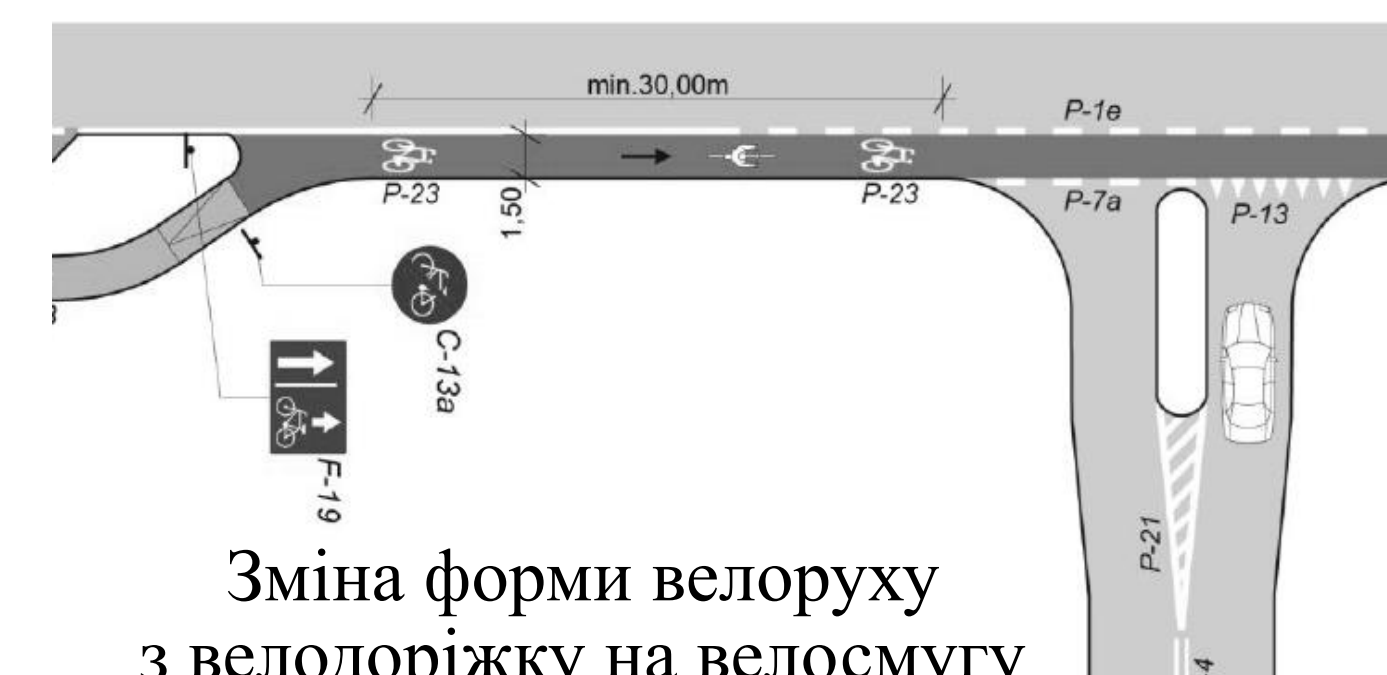
Лівоповоротна кишеня для велосипедистів,



Лівоповоротна коротка смуга для велосипедистів, захищена острівцем безпеки



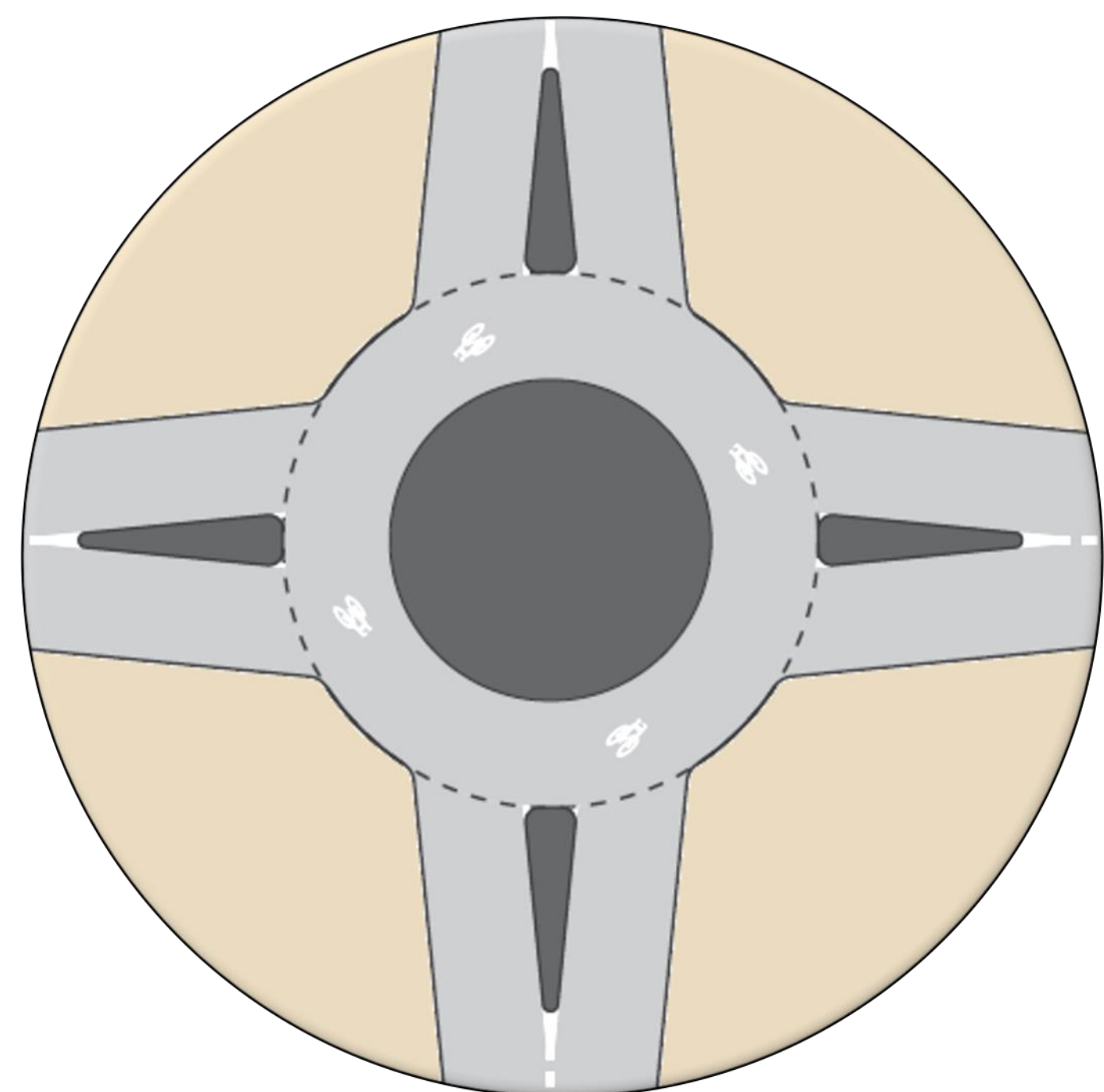
Організація лівого повороту для велосипедистів «у два прийоми»



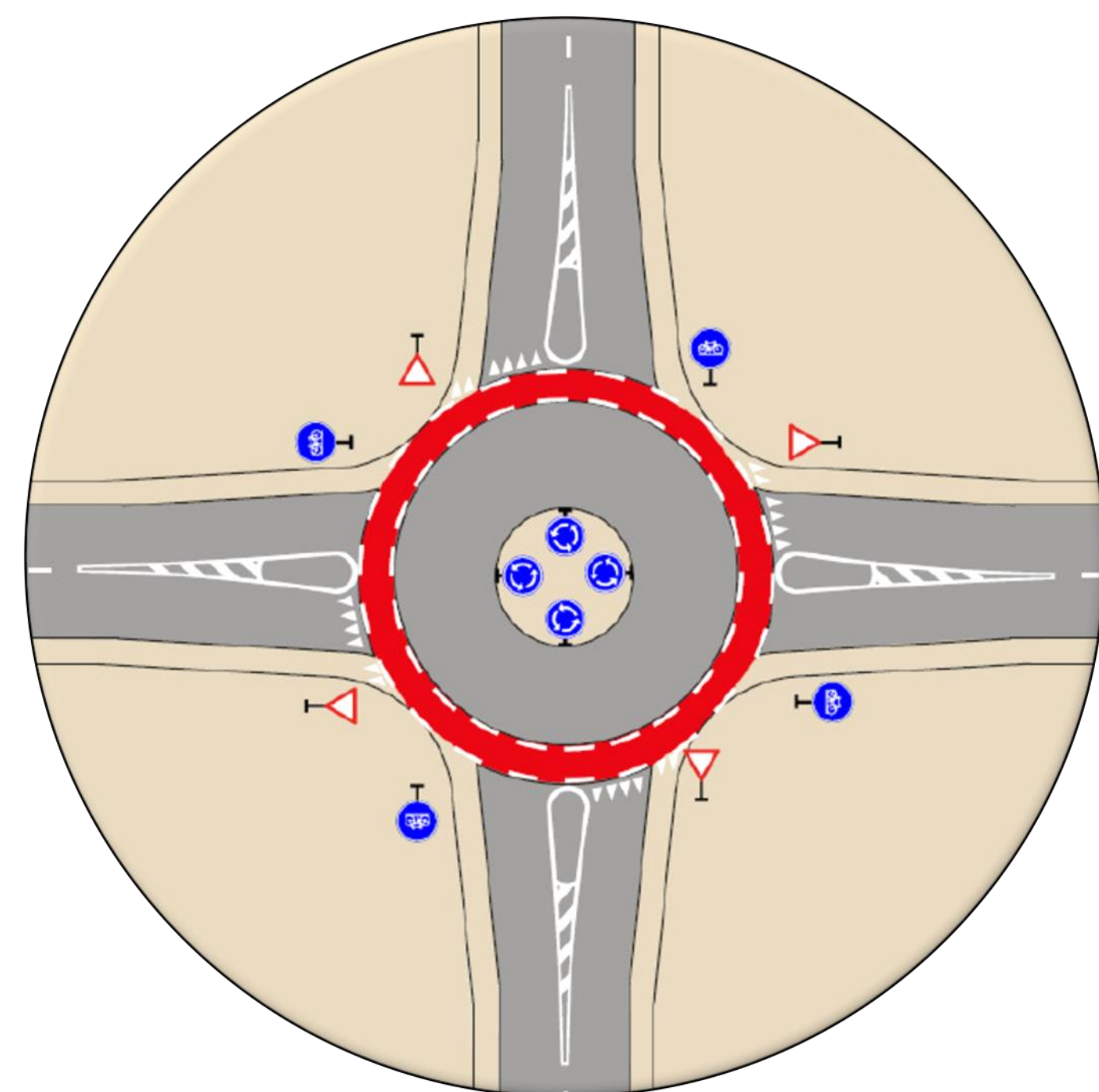
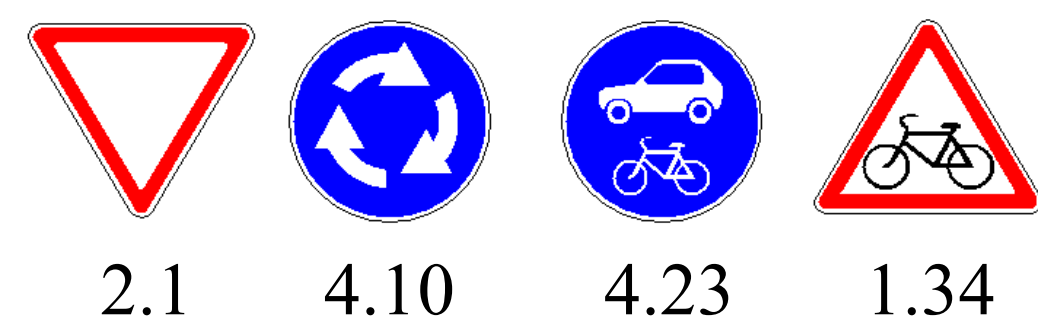
Зміна форми велоруку з велодоріжки на велосмугу

Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зн.	Кільк.	Арх.	Інж. док.	Підп.	Відом.
Висоцький	Клименко С.В.				
Керівник	Осєтрін М.М.				
Ст. вик.	Бєспалов Д.О.				
Заф. каф.	Привітченко О.В.				
				М 1:5000	КНУБА, ФУПІ МБГ-52
				АРМ	5 13

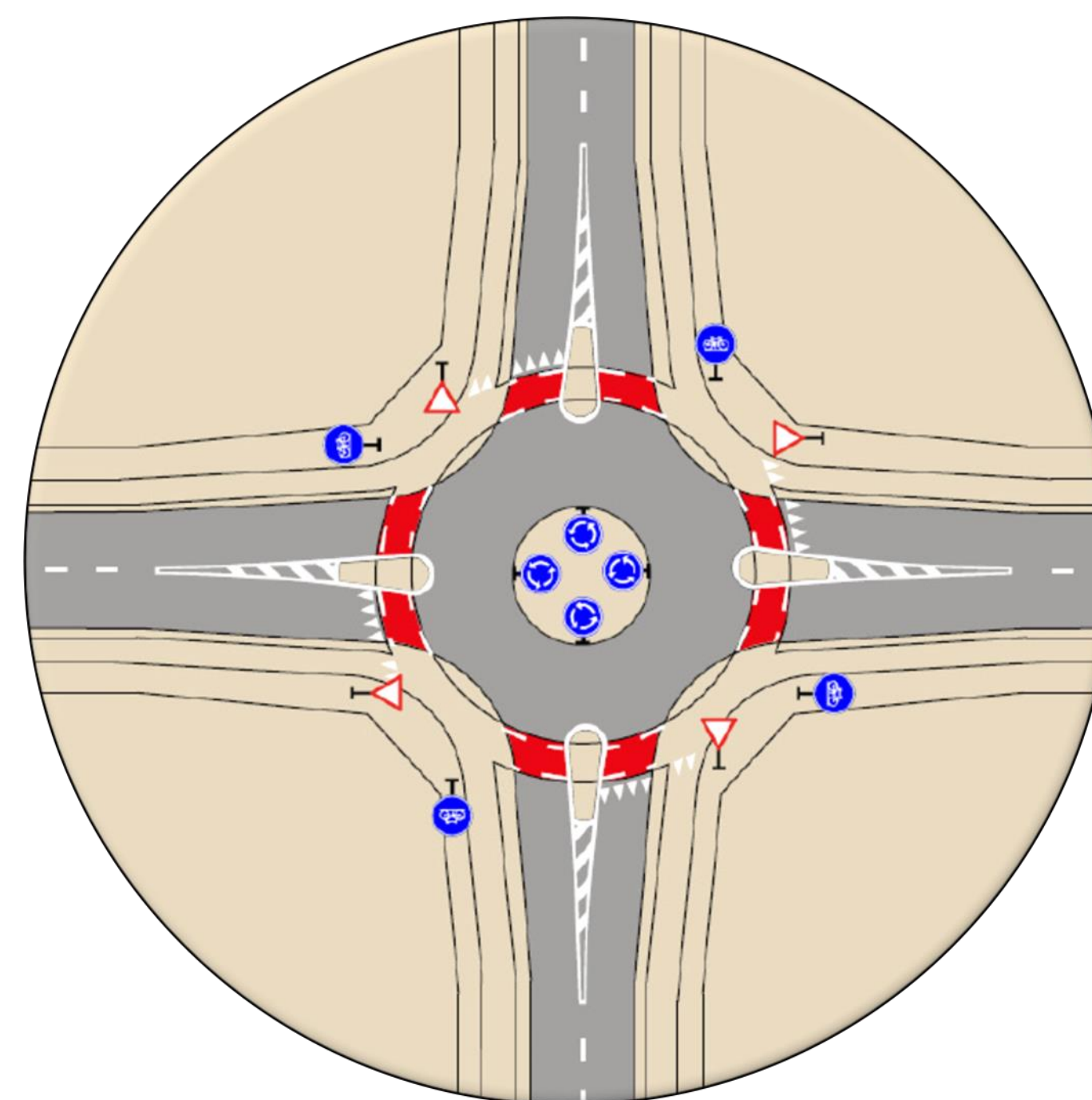
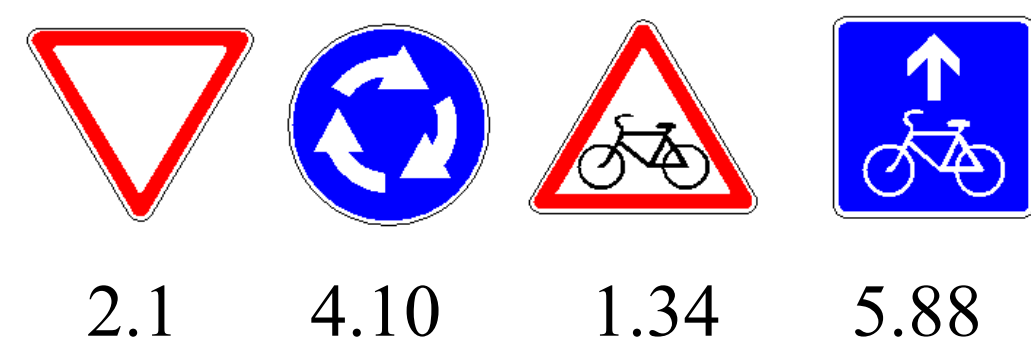
# Саморегульовані (з рухом по кільцю) транспортні розв'язки в одному рівні (основні ТЗРДР та організаційні рішення)



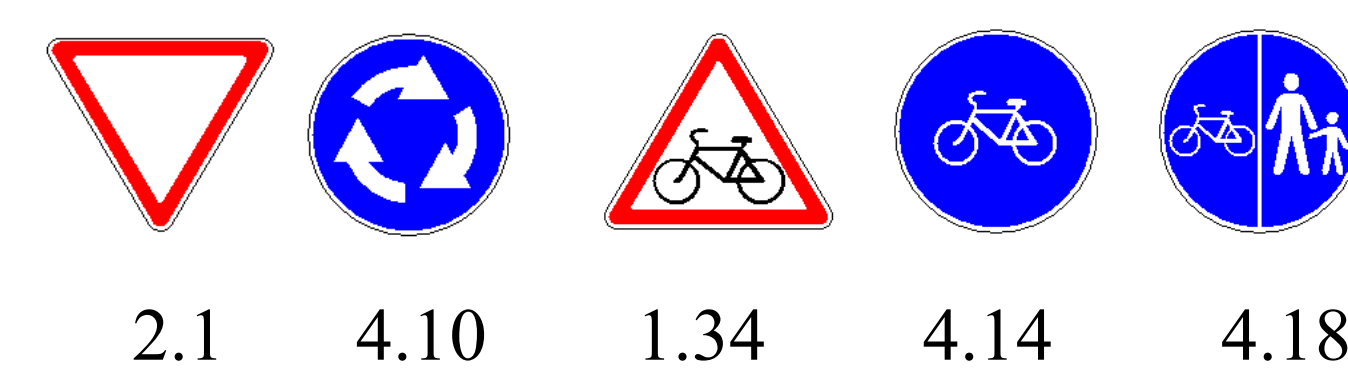
Змішаний рух



Велосипедні смуги



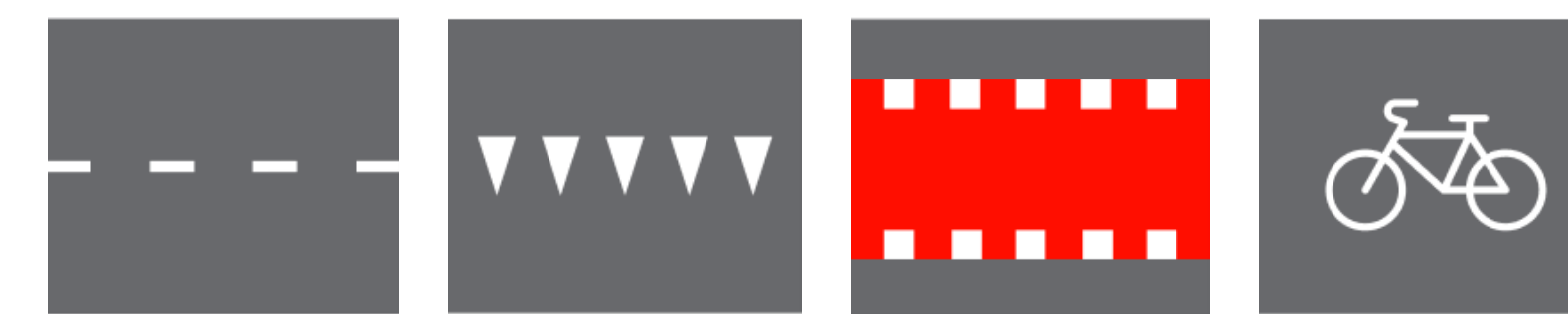
Велосипедні доріжки



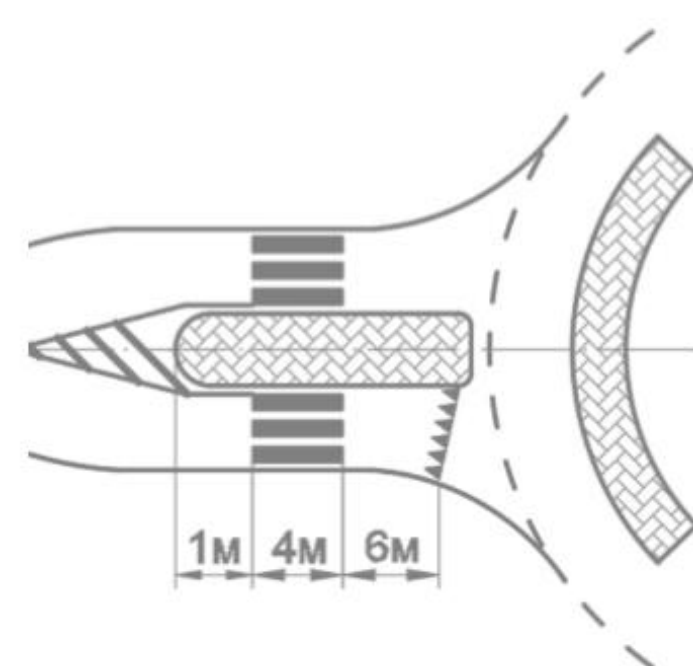
1.7 1.13



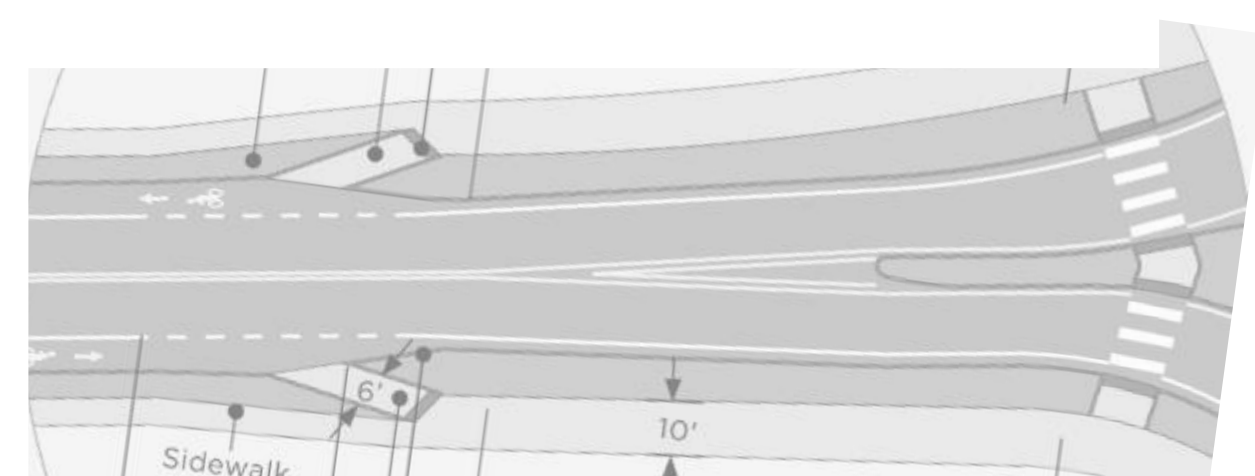
1.2 1.7 1.13 1.15 1.36



1.7 1.13 1.15 1.36



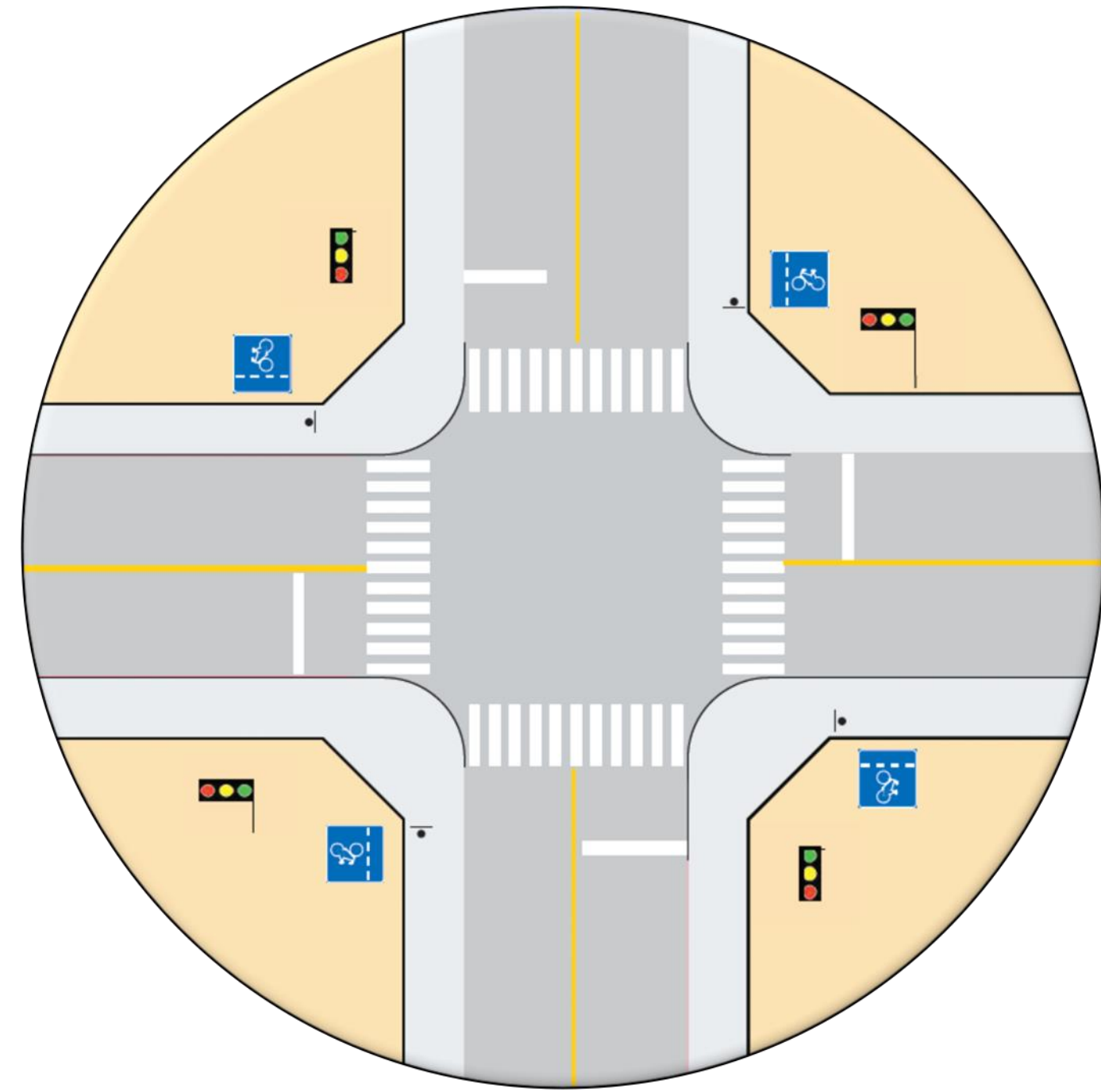
Мінімальна відстань розміщення пішохідного переходу та велопереїзду



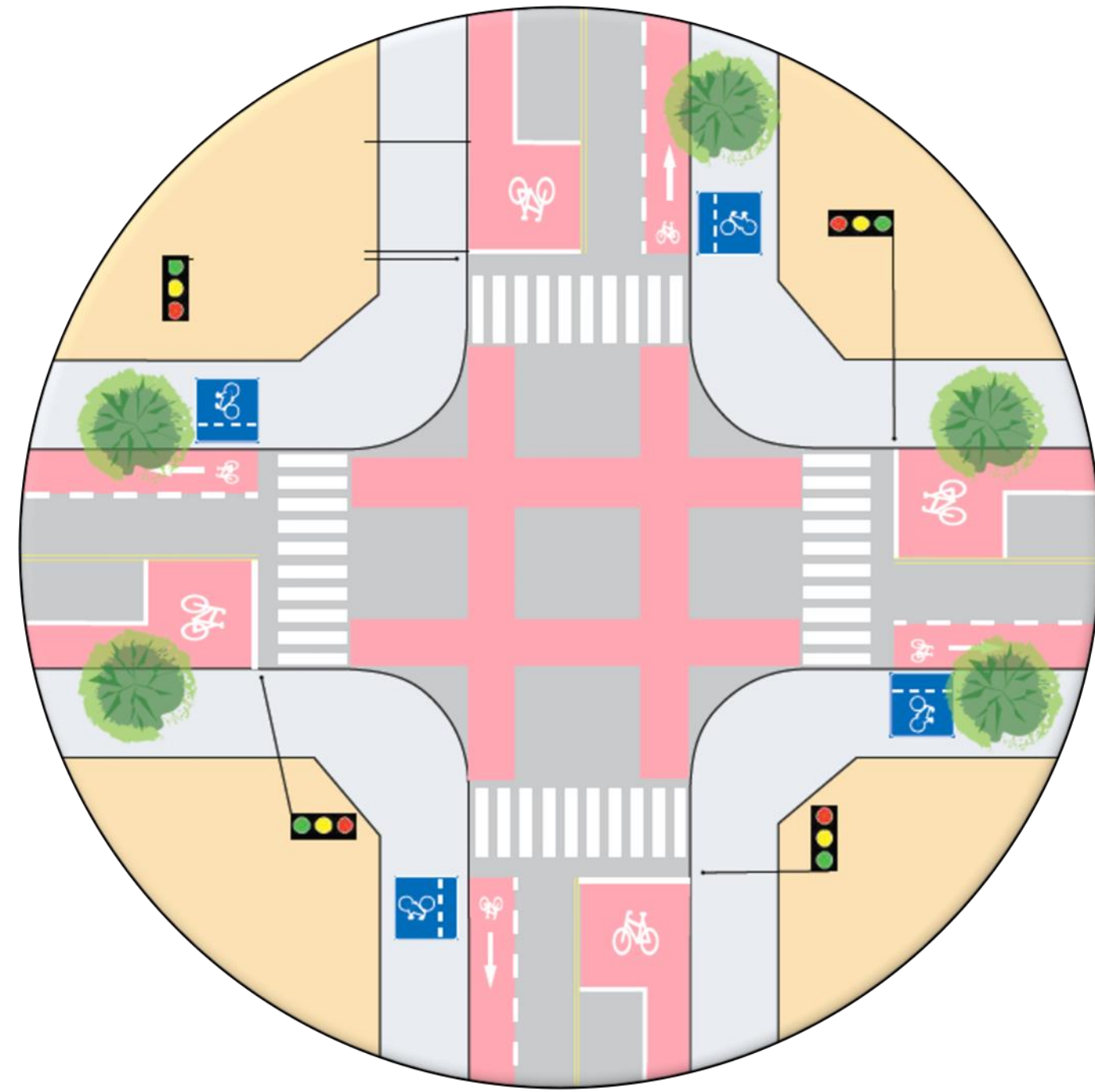
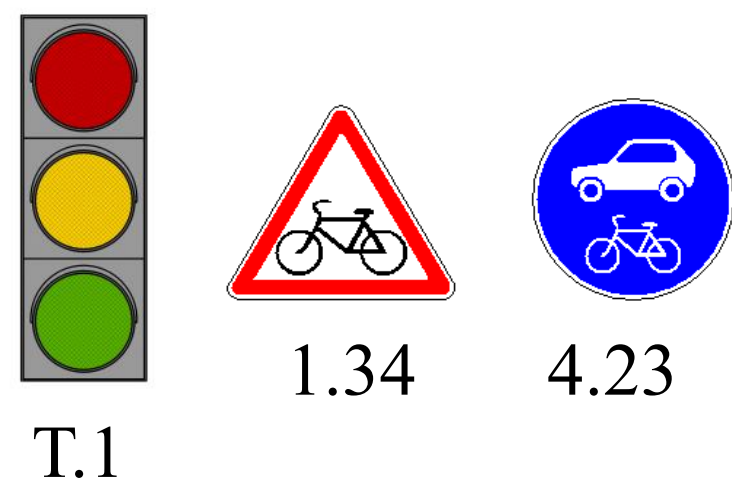
Зміна форми велоруку з велосмуги у велопішохідну доріжку

Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зн.	Кільк.	Арх.	ІР Док.	Підп.	Бато.
Височин	Клименко С.В.				
Керівник	Осєтрін М.М.				
Ст.вик.	Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Приваленко О.В.				
М 1:5000				Сторінка	Архив
				АРМ	13
				КНУБА, ФУПП МБГ-52	

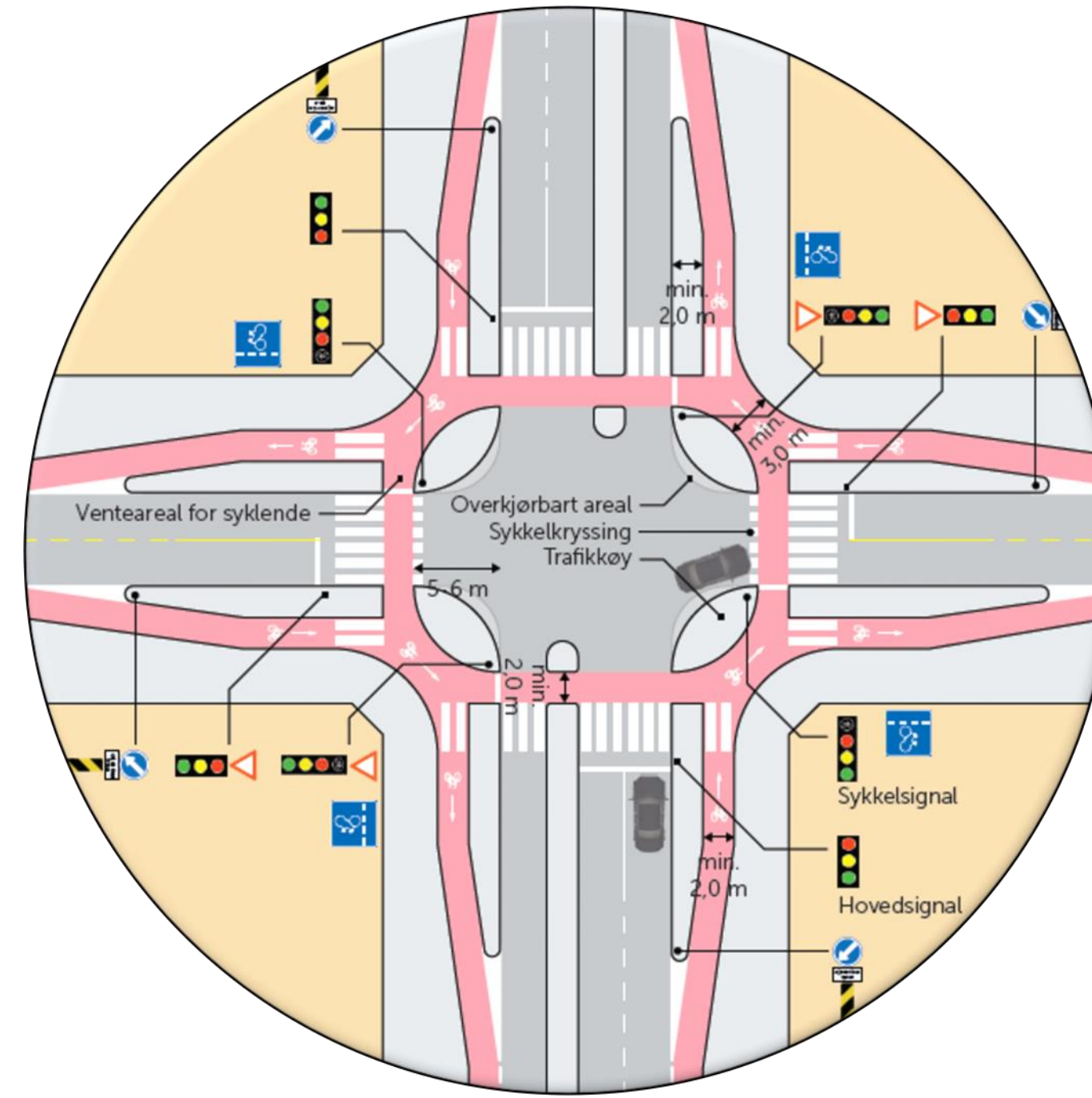
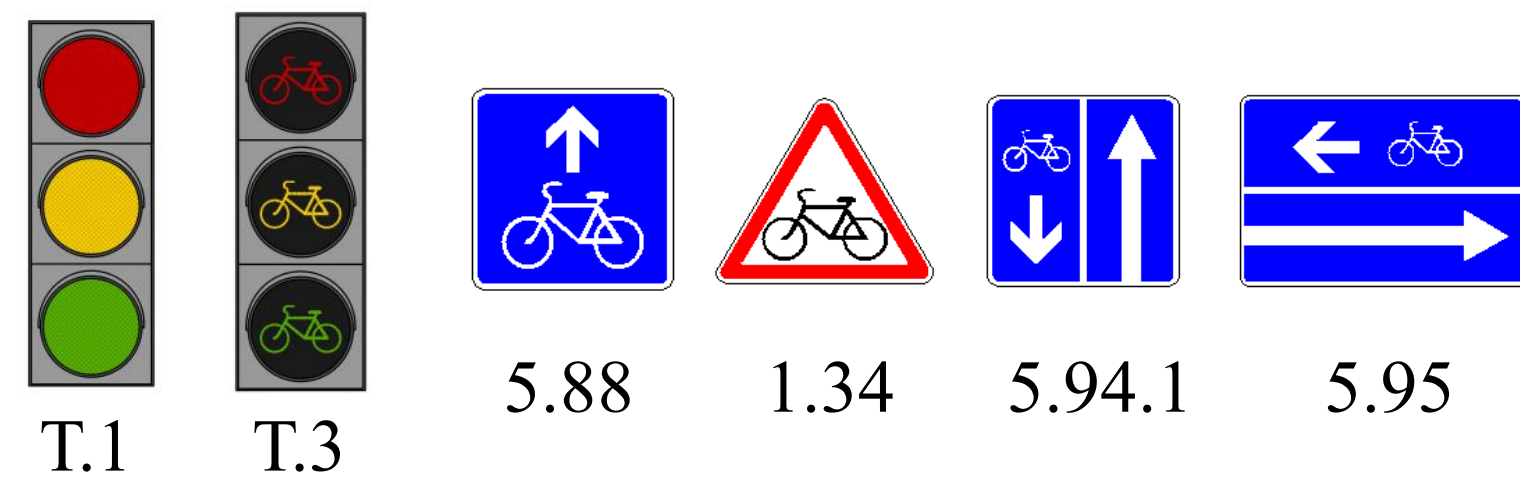
# Регульовані (світлофорною сигналізацією) транспортні розв'язки в одному рівні (основні ТЗРДР та організаційні рішення)



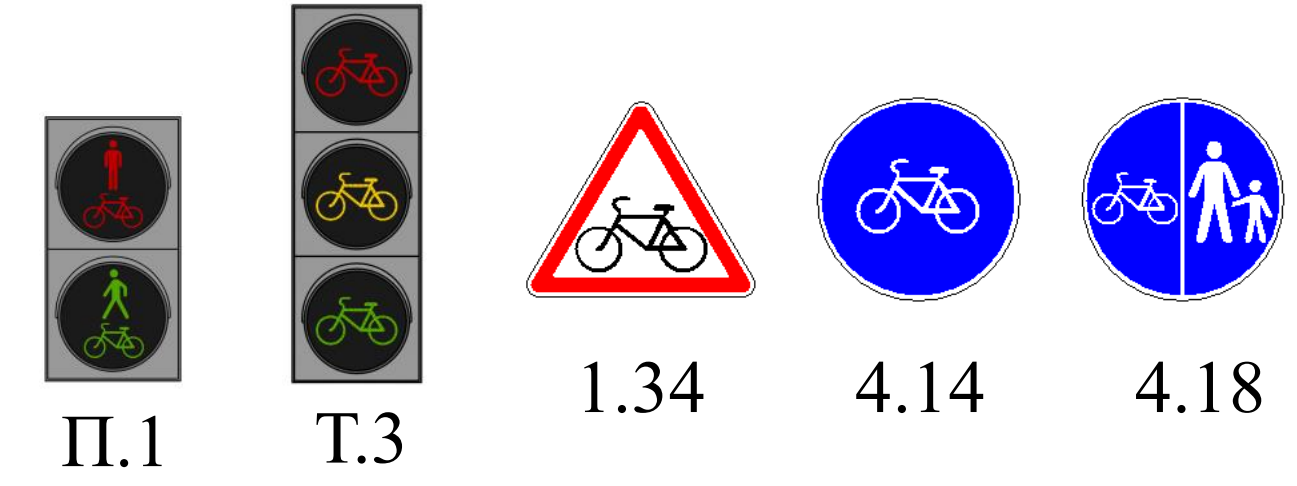
Велосипедні коридори



Велосипедні смуги



Велосипедні доріжки



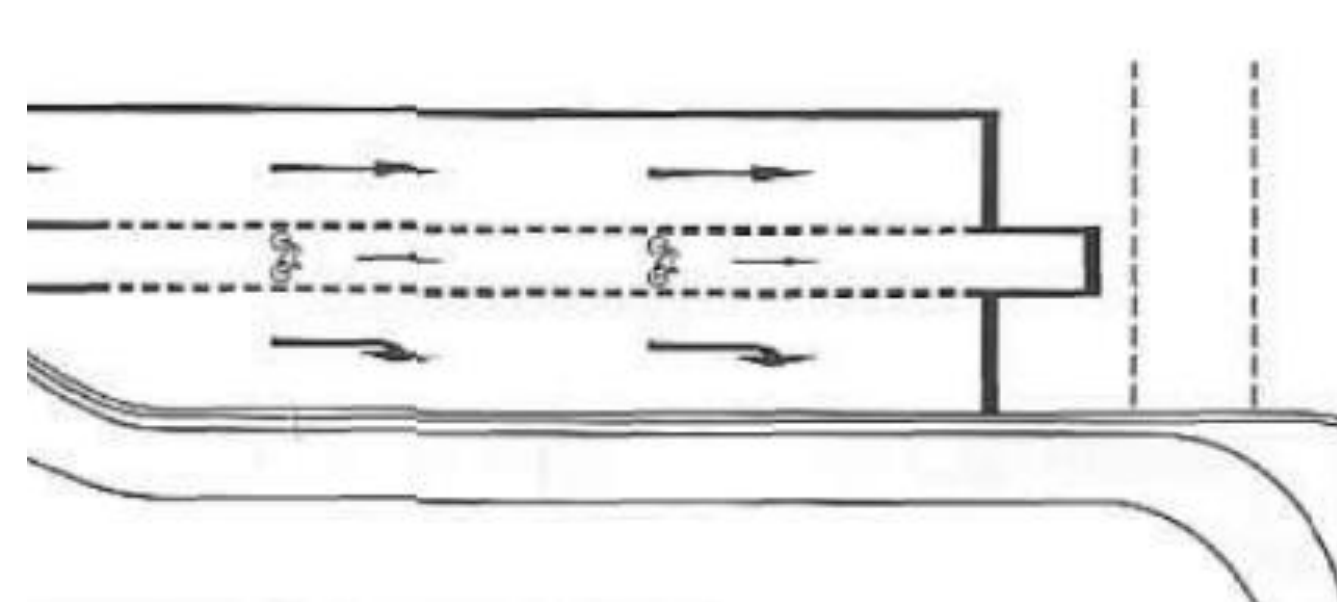
1.12 1.28.3



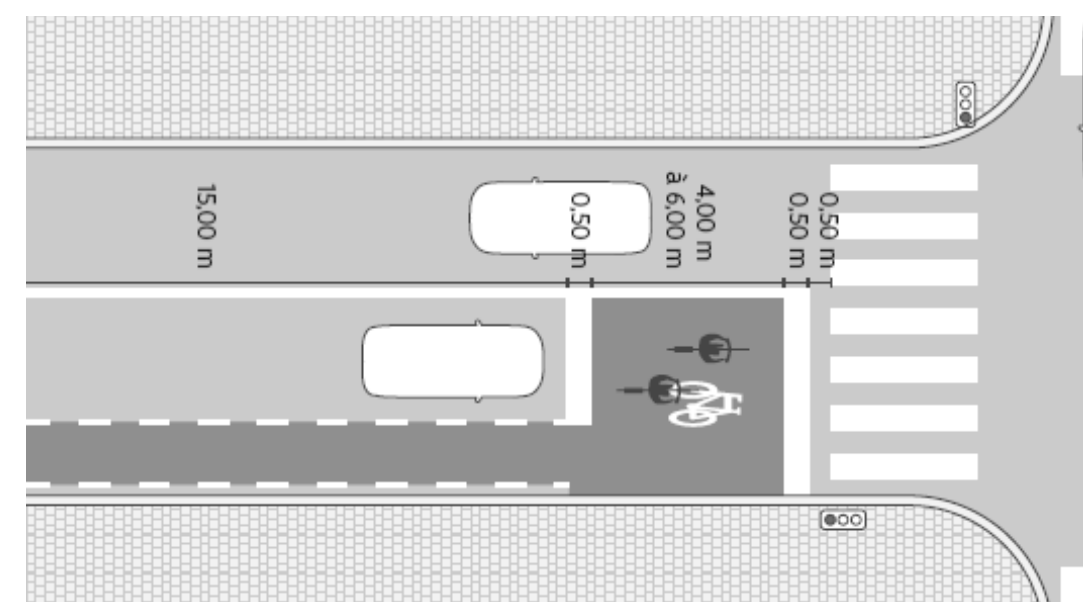
1.12 1.15 1.36 1.37



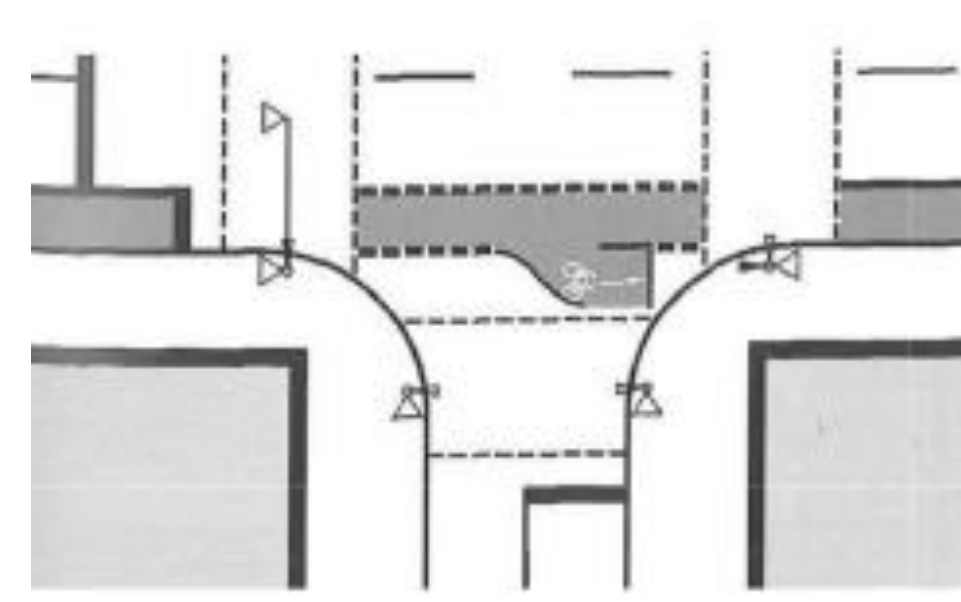
1.12 1.15 1.36 1.37



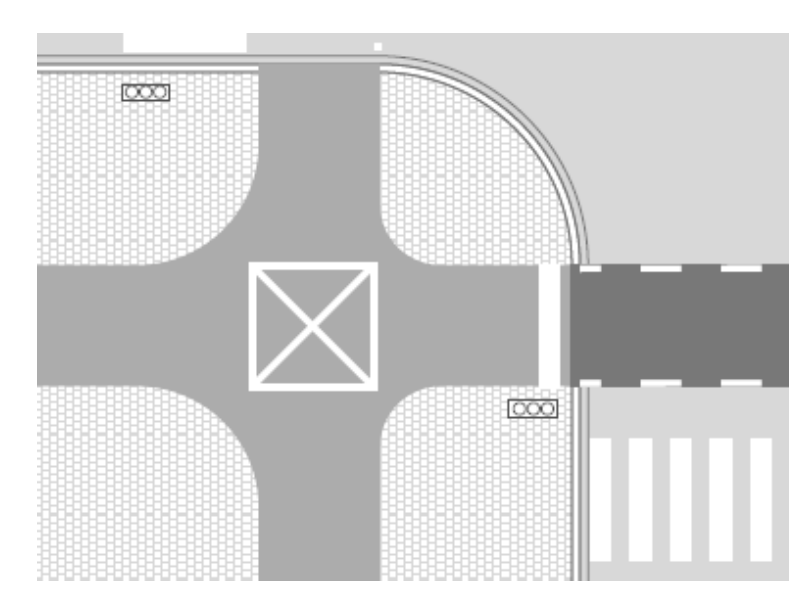
Велосипедний шляз з винесеною стоп-лінією



Зона очікування для лівого повороту



Зона очікування для лівого повороту «в два прийоми» в межах перехрестя



Місце заборони зупинки на велодоріжці позначене розміткою 1.10.2

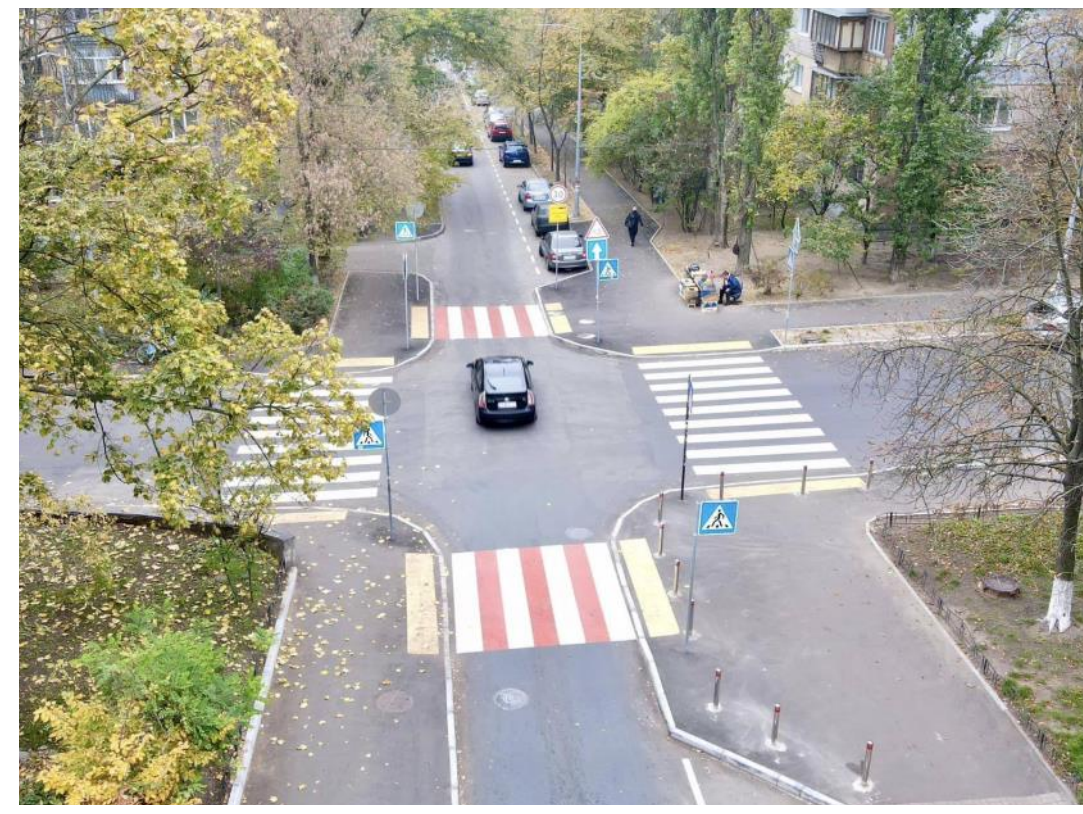
Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зем.	Київ.	Арх.	Інж. Док.	Інж.	Дата
Височин	Клименко С.В.				
Керівник	Осетрін М.М.				
Ст.вик.	Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Приваленко О.В.				
				Стор.	Архив
				АРМ	7 13
				М 1:5000	
				КНУБА, ФУПІ МБГ-52	



# Реалізовані транспортні розв'язки в одному рівні з велосипедним рухом



Перехрестя рівнозначних вулиць з підвищеним перехрестям (Познань, Польща)



Перехрестя рівнозначних вулиць з притротуарними острівцями (Київ, Україна)



Кільцеве перехрестя з велосипедною доріжкою по колу (Львів, Україна)



Лівоповоротна коротка смуга для велосипедистів, (Варшава, Польща)



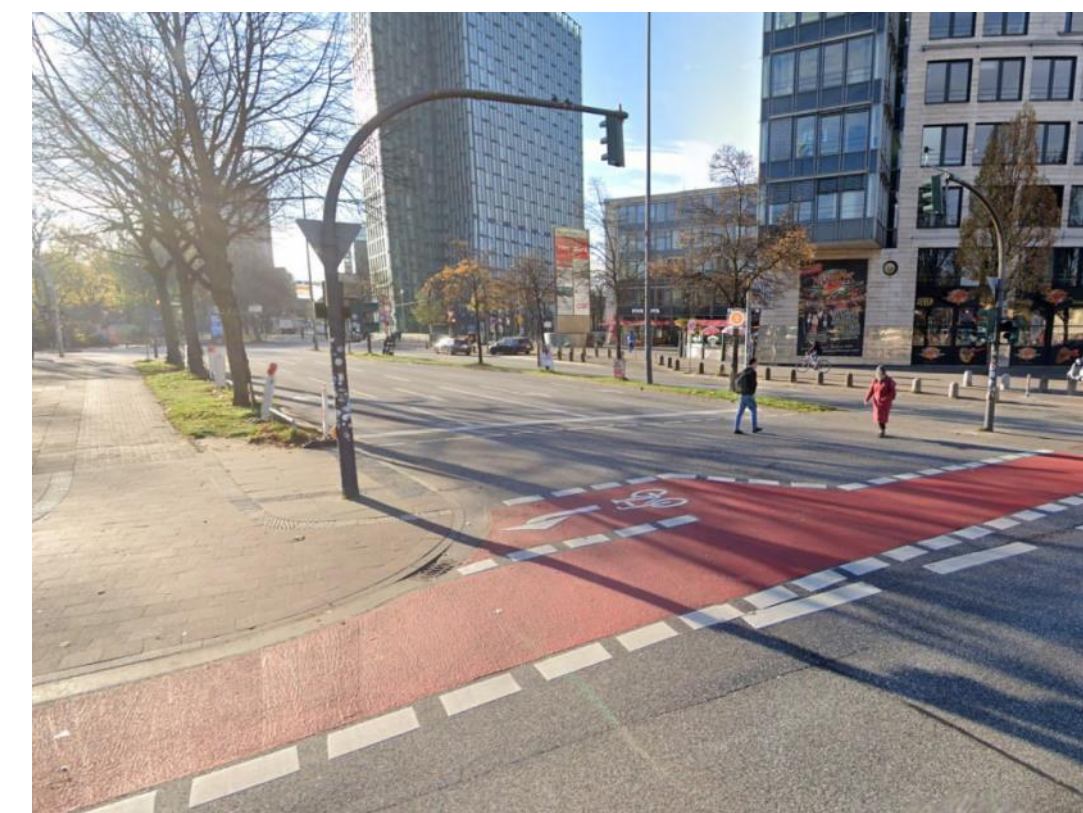
Світлофорно регульований вело-переїзд з велодоріжки у велосмугу (Київ, Україна)



Велосмуга на кільцевій розв'язці малого радіусу (Київ, Україна)



Світлофорно регульований вело-переїзд між велодоріжками (Київ, Україна)



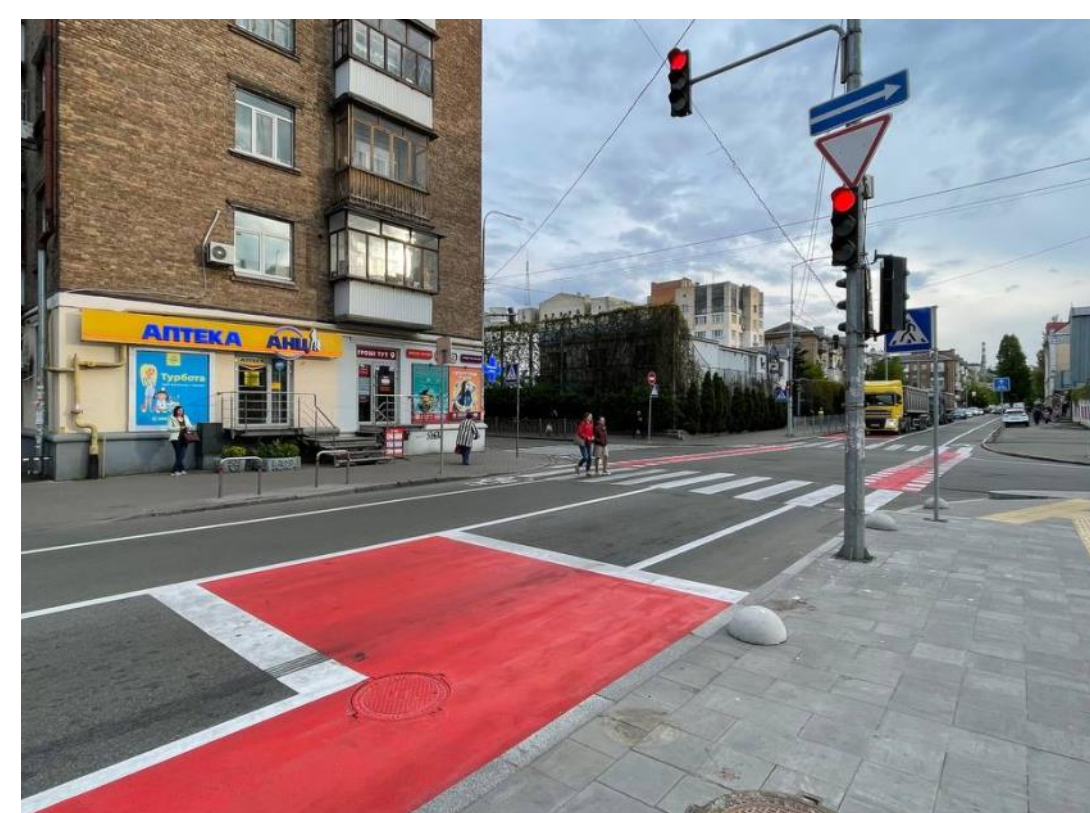
Зона очікування для лівого повороту «в два прийоми» (Берлін, Німеччина)



Велосипедний коридор та змішаний рух на міні-кільцевій розв'язці (Київ, Україна)



Світлофорно регульована велосмуга (Київ, Україна)



Зона очікування для лівого повороту велосипедистів (Київ, Україна)



«Кишень» для лівого повороту велосипедистів (Київ, Україна)



Велосмуга та смуга зустрічного руху на нерівнозначному перехресті (Київ, Україна)



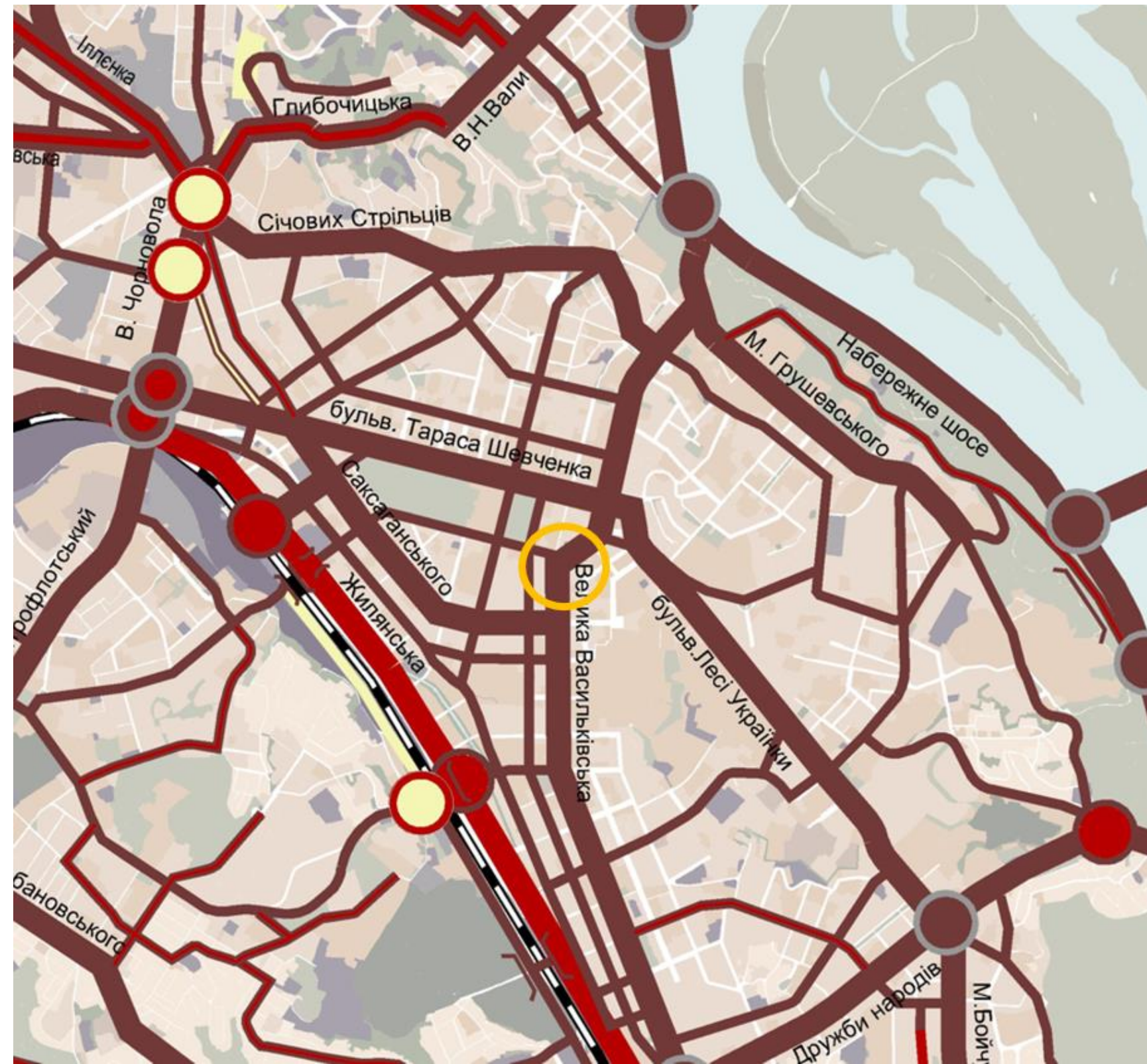
Відгалуження велодоріжки та зона очікування сигналу світлофору (Львів, Україна)



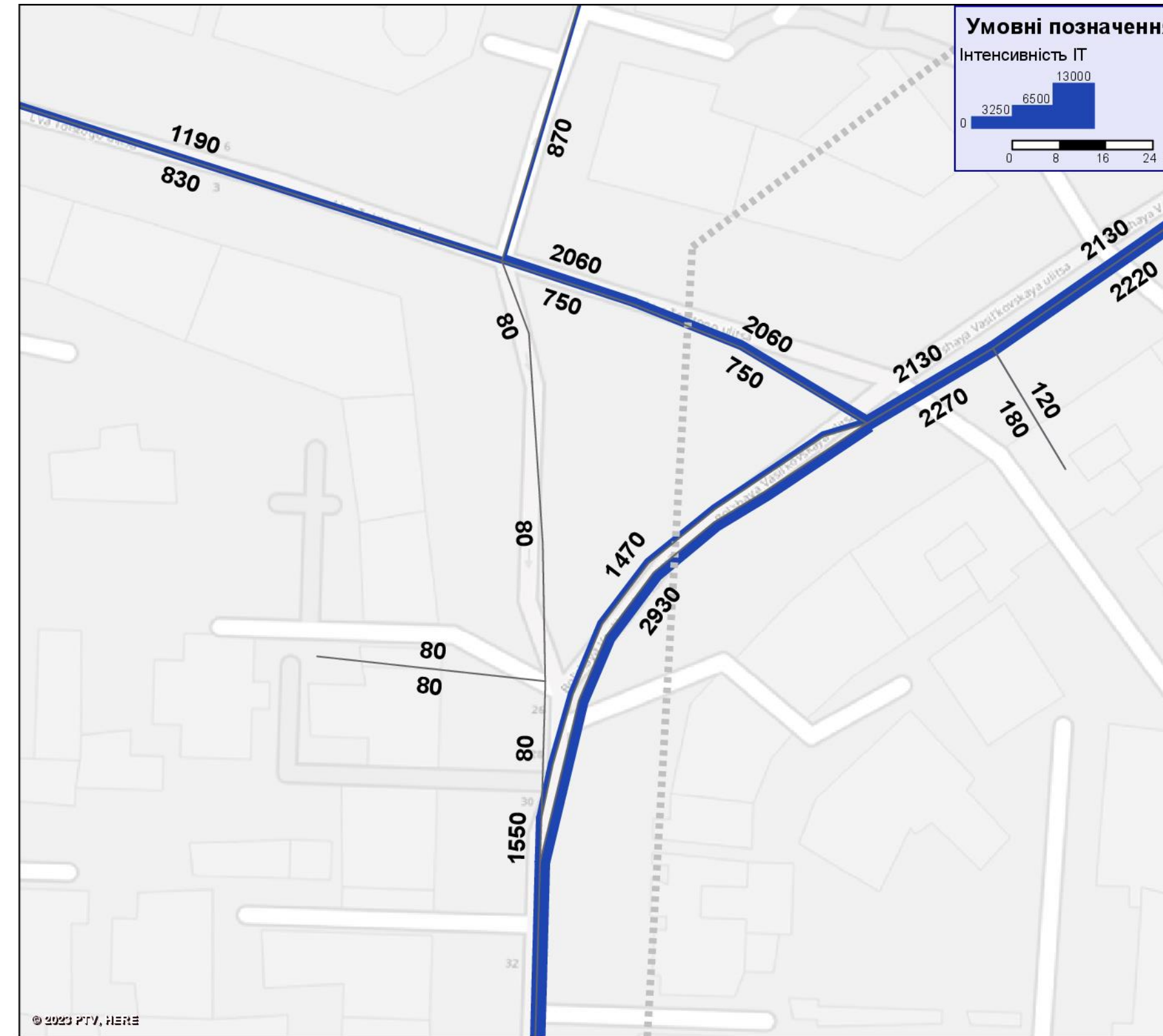
Зона очікування для лівого повороту велосипедистів (Київ, Україна)

Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зем.	Київ	Арх.	Інж. Док.	Підп.	Балат.
Виконав	Клименко С.В.				
Керівник	Осєтрін М.М.				
Ст.вик.	Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Привітальна О.В.				
М 1:5000				КНУБА, ФУПІ	МБГ-52

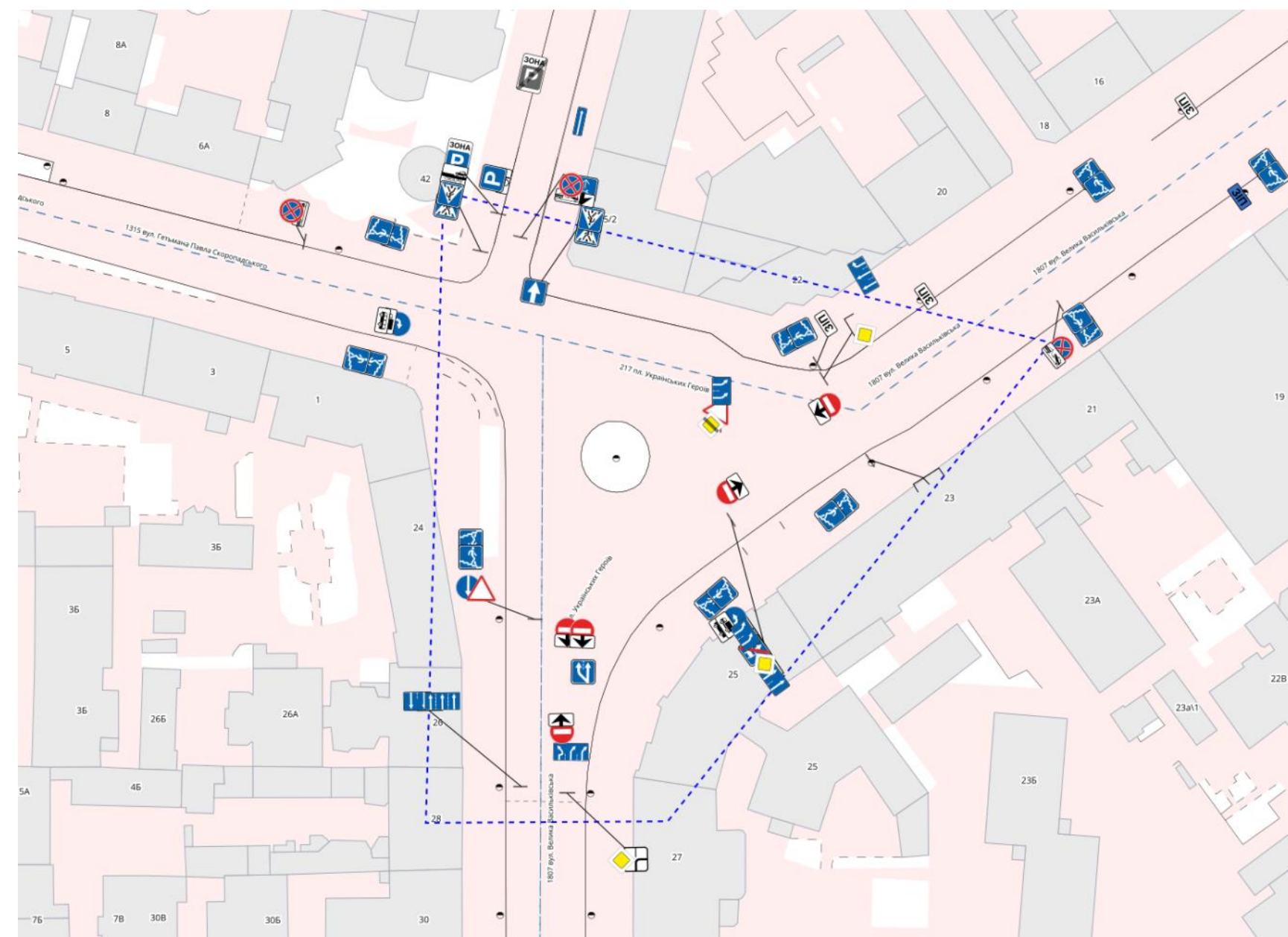
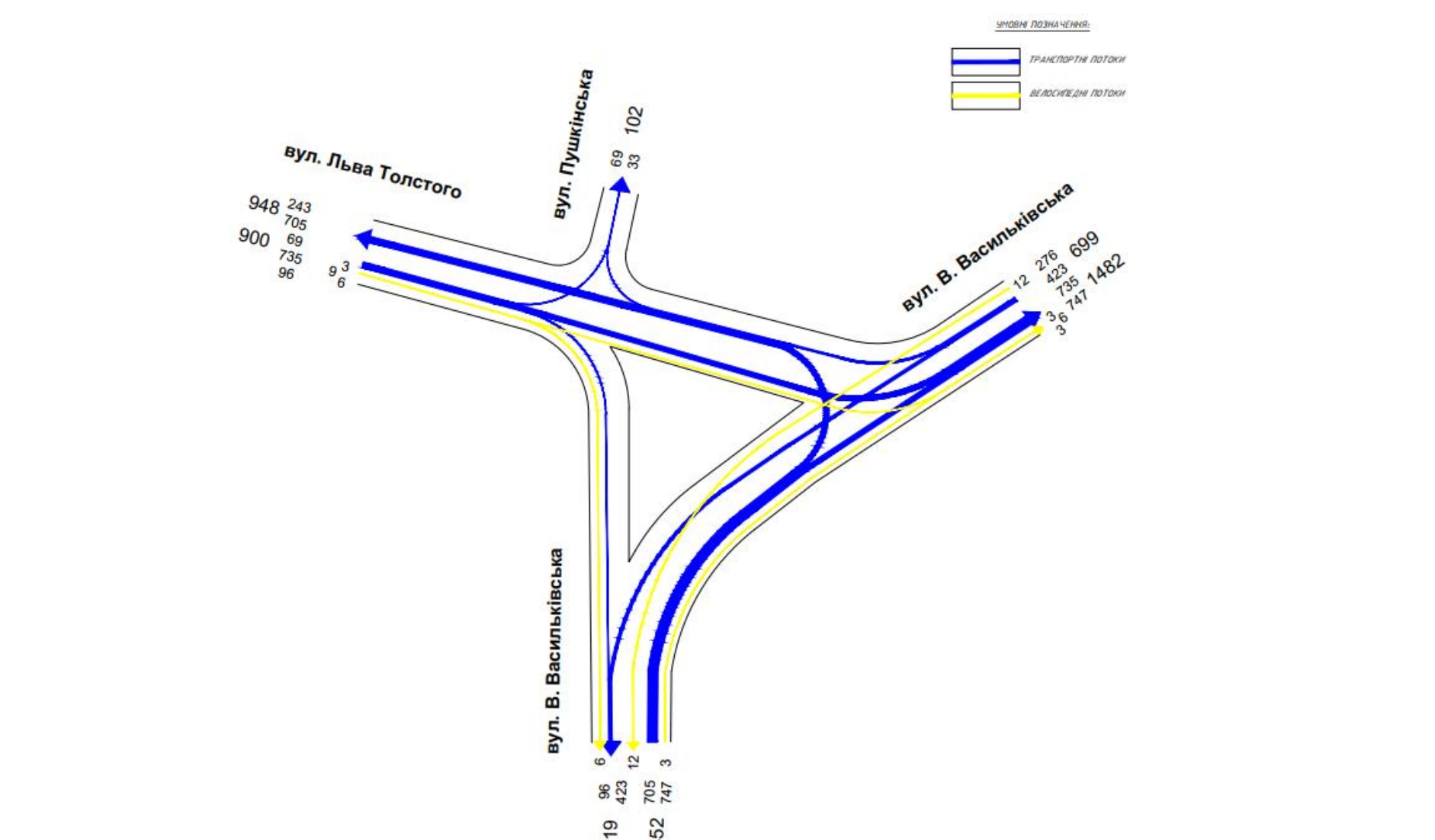
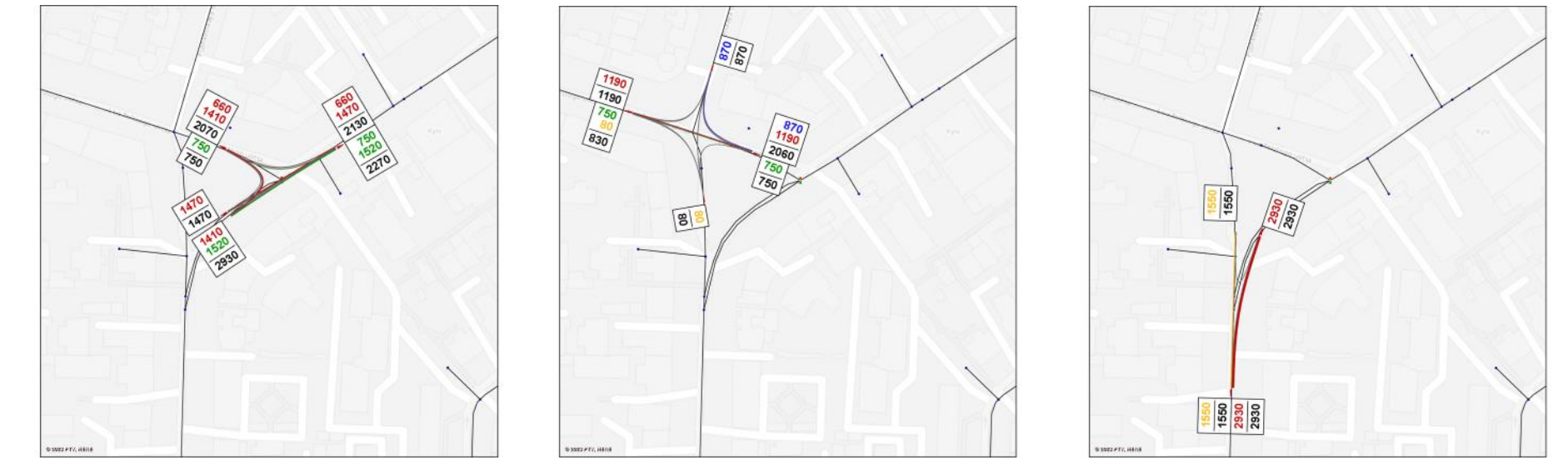
Фрагмент Генерального плану міста Києва



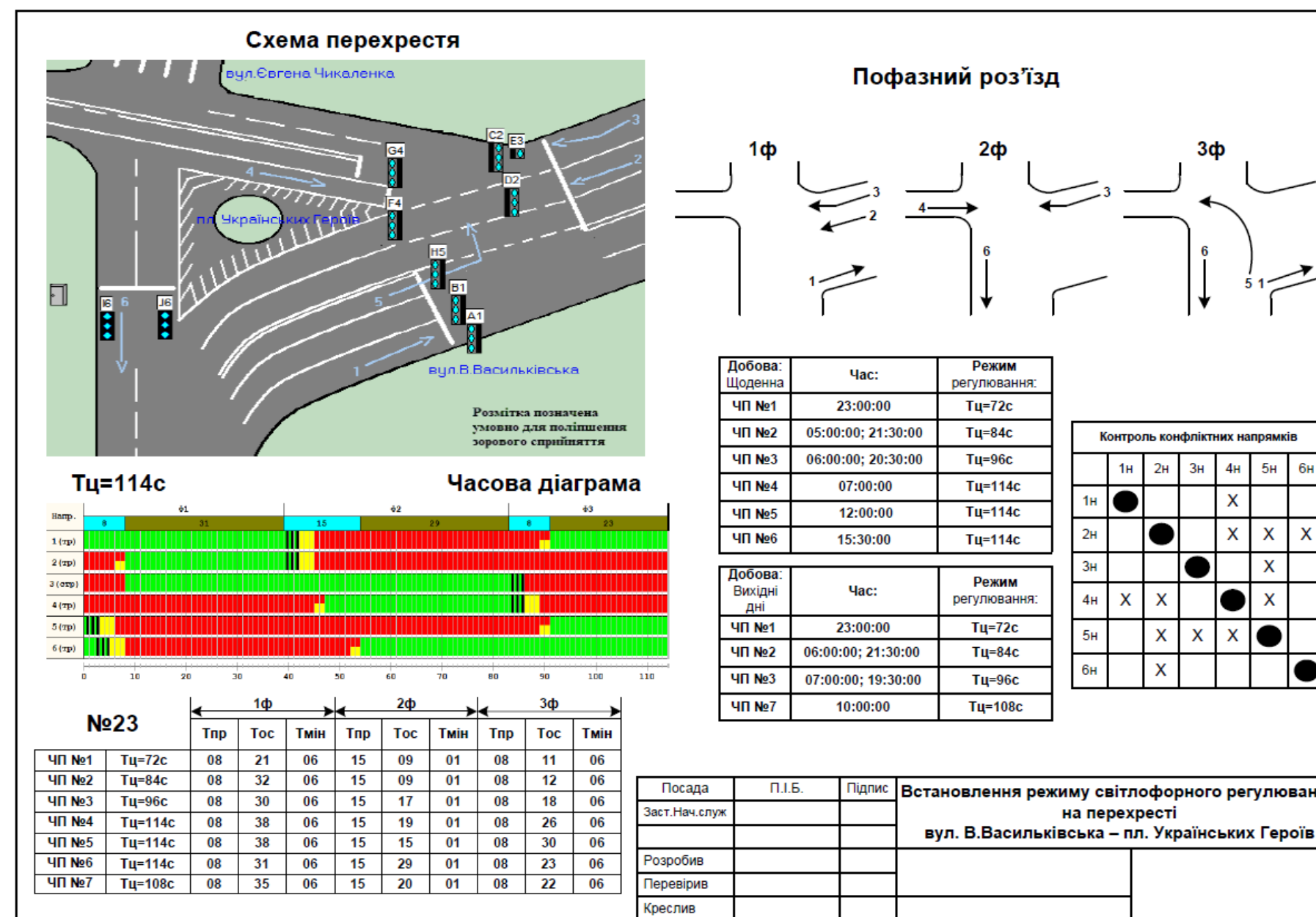
Дані інтенсивностей транспортної моделі міста Києва



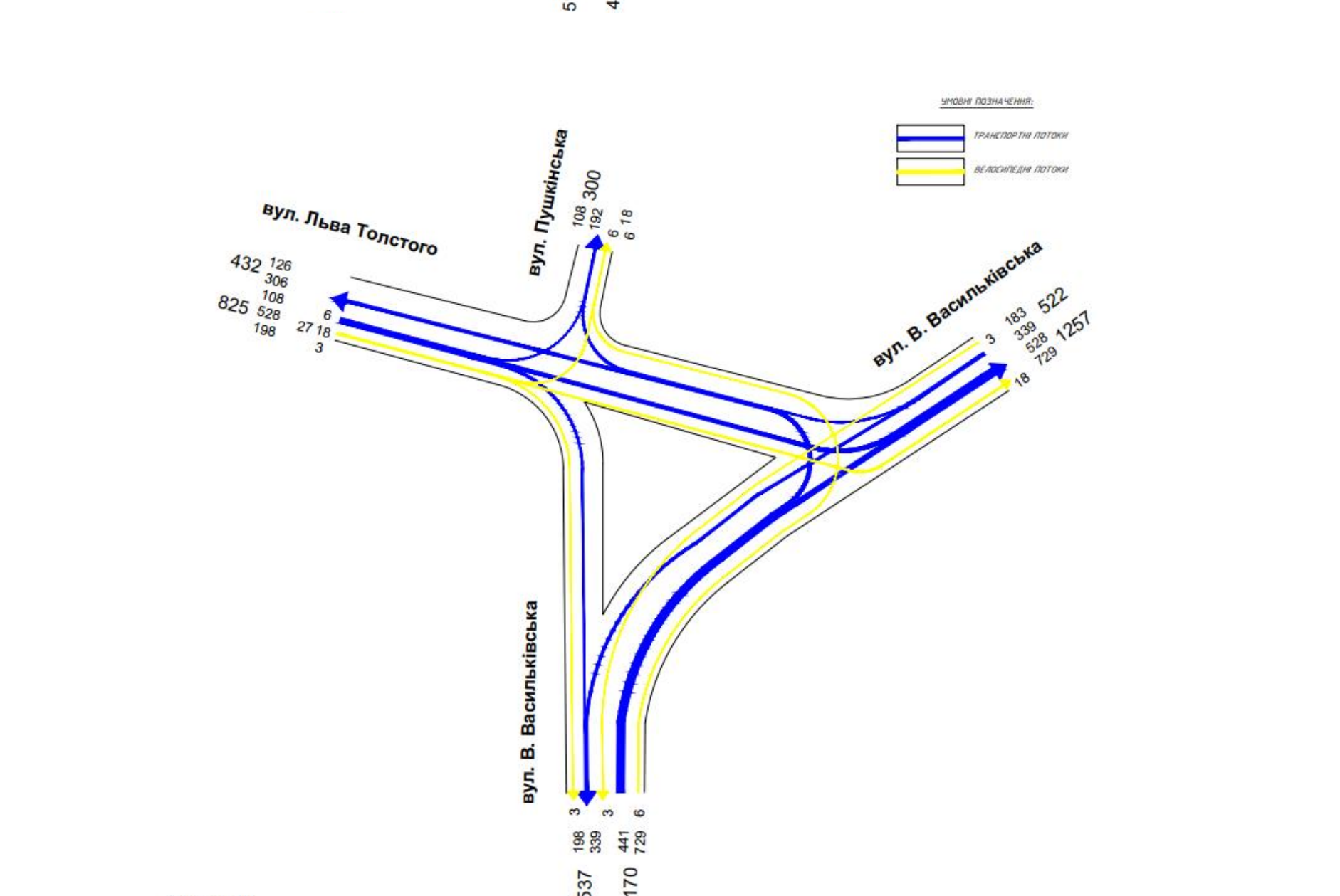
Розподіл інтенсивностей по напрямкам



Чинна схема ОДР



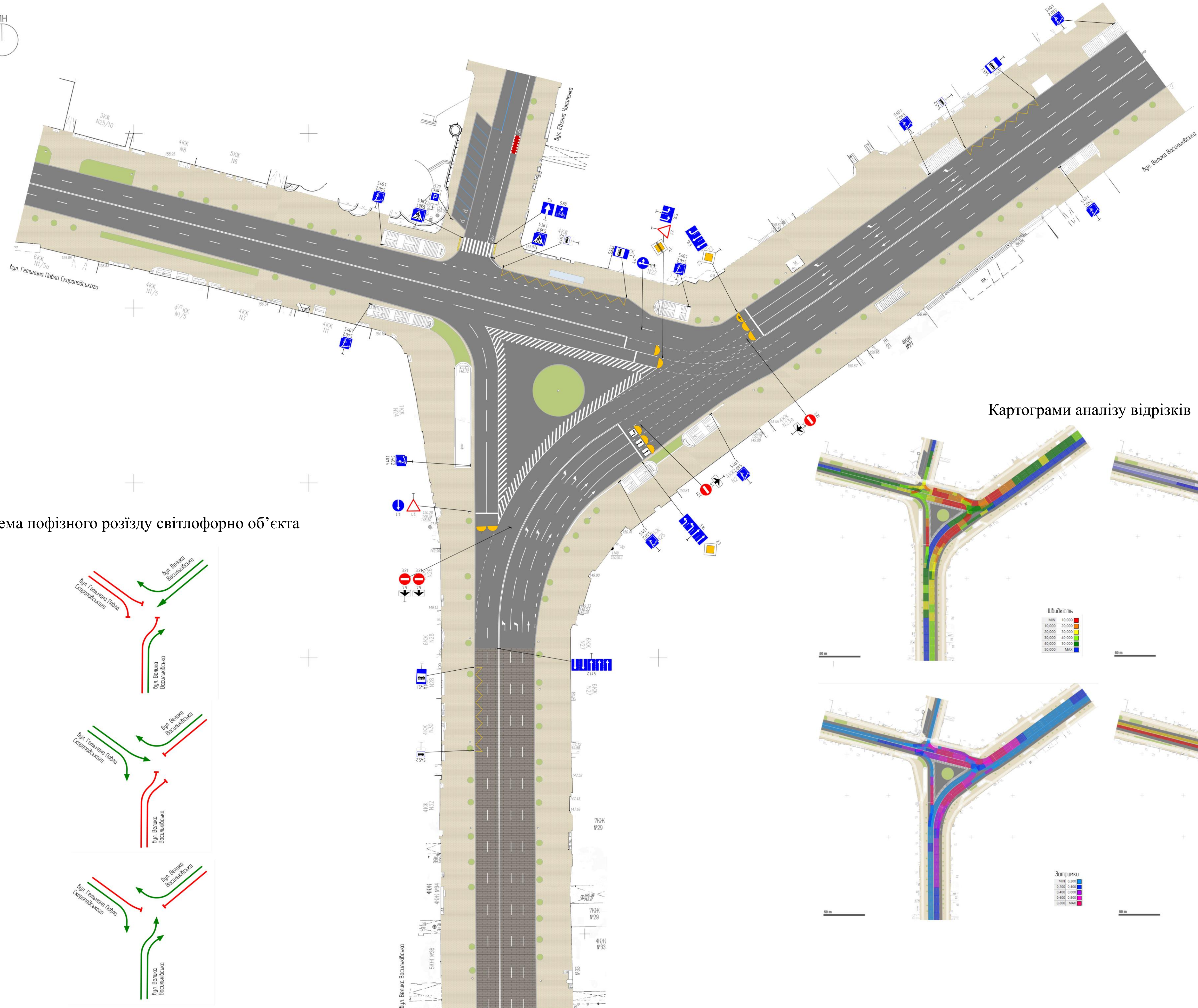
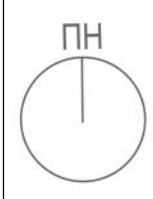
Чинна циклограма СО та схема пофазного розіду



Фактичні заміри інтенсивностей

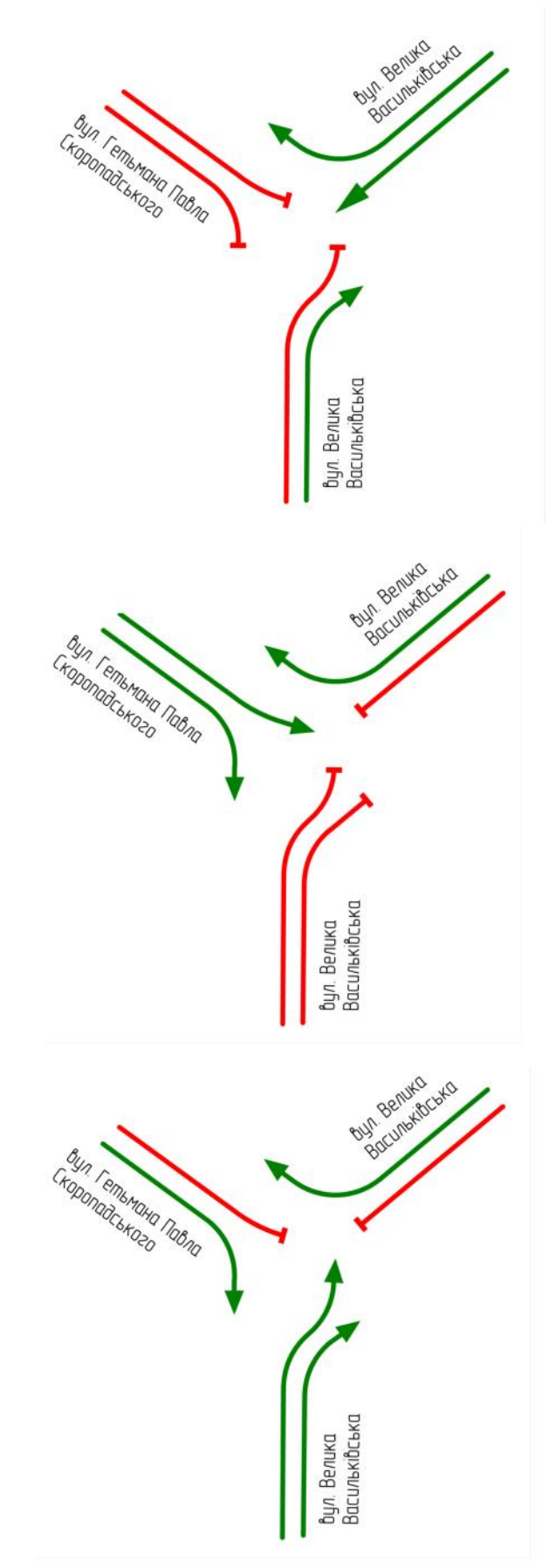
**Вихідні дані для реорганізації дорожнього руху на транспортній розв'язці в одному рівні площі Українських Героїв у місті Київ**

Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зн	Київ	Арх	ІР Док	Підп	Балю
Виконав	Клименко С.В.				
Керівник Ст.вик.	Остерін М.М. Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Приваленко О.В.				
М 1:5000			КНУБА, ФУПП МБГ-52		

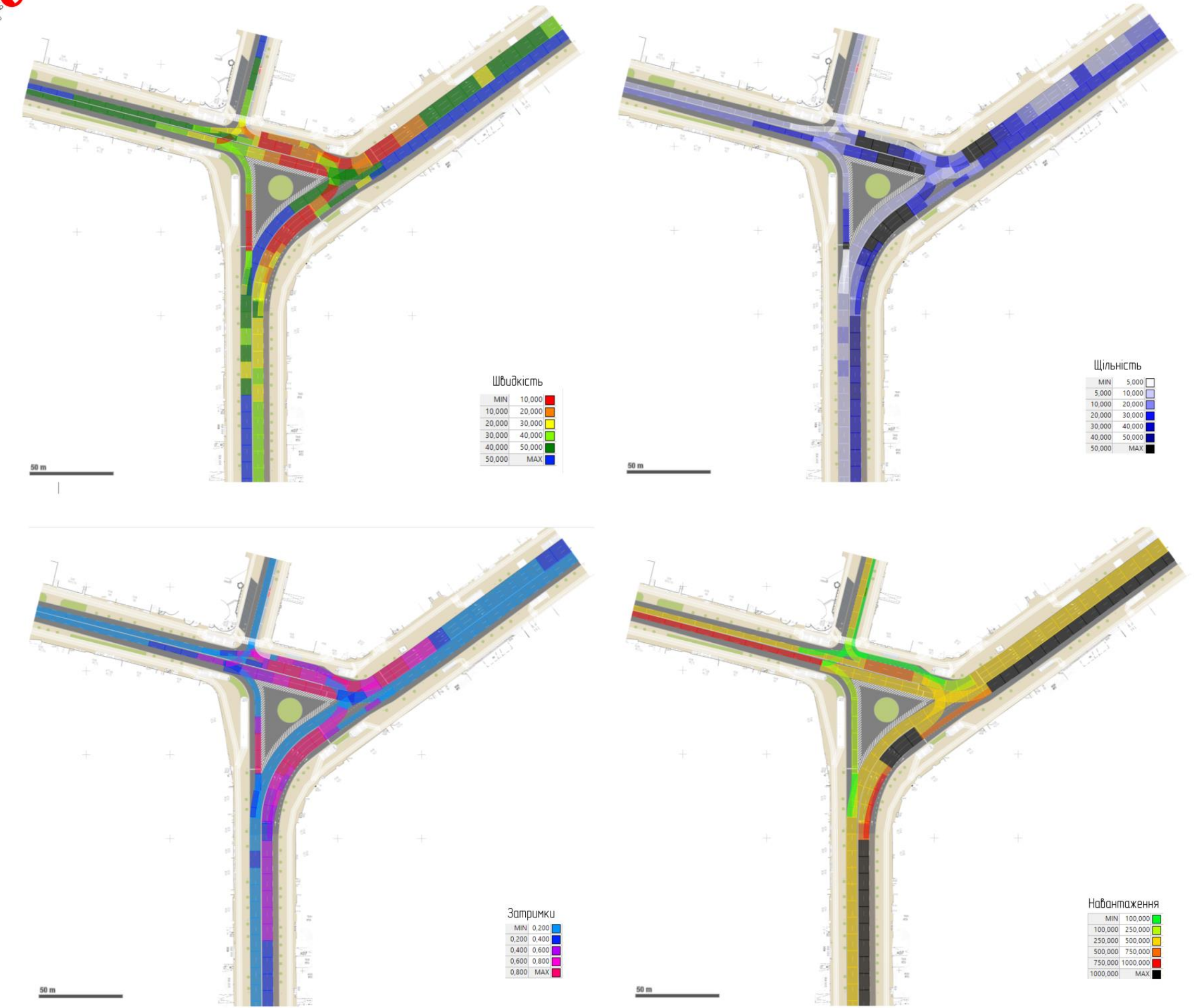


УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	
	Асфальтове дорожнє покриття
	Дорожнє покриття з бруківки/трави
	Пішохідний проїзд з ФЕМ
	Зелені зони
	Дорожні знаки
	Транспортні та пішохідні світлофори
	Горизонтальна дорожня розмітка
	Повільний очікування
	Тактильні смуги

Схема пофізного розіду світлофорно об'єкта



Картограми аналізу відрізків



Швидкість

MIN	10,000
10,000	20,000
20,000	30,000
30,000	40,000
40,000	50,000
50,000	MAX

Щільність

MIN	1,000
1,000	10,000
10,000	20,000
20,000	30,000
30,000	40,000
40,000	50,000
50,000	MAX

Запирення

MIN	0,200
0,200	0,400
0,400	0,600
0,600	0,800
0,800	1,000
1,000	MAX

Навантаження

MIN	100,000
100,000	250,000
250,000	500,000
500,000	750,000
750,000	1,000,000
1,000,000	MAX

## Траспортна розв'язка в одному рівні площа Українськи[ Героїв у місті Києві існуючий стан

Агестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зм.	Кільк.	Арх.	ІР Док.	Підп.	Дата
Виконав	Клименко С.В.				
Керівник	Осетрін М.М.				
Ст.вик.	Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Привітченко О.В.				
М 1:5000			КНУБА, ФУПІ МБГ-52		

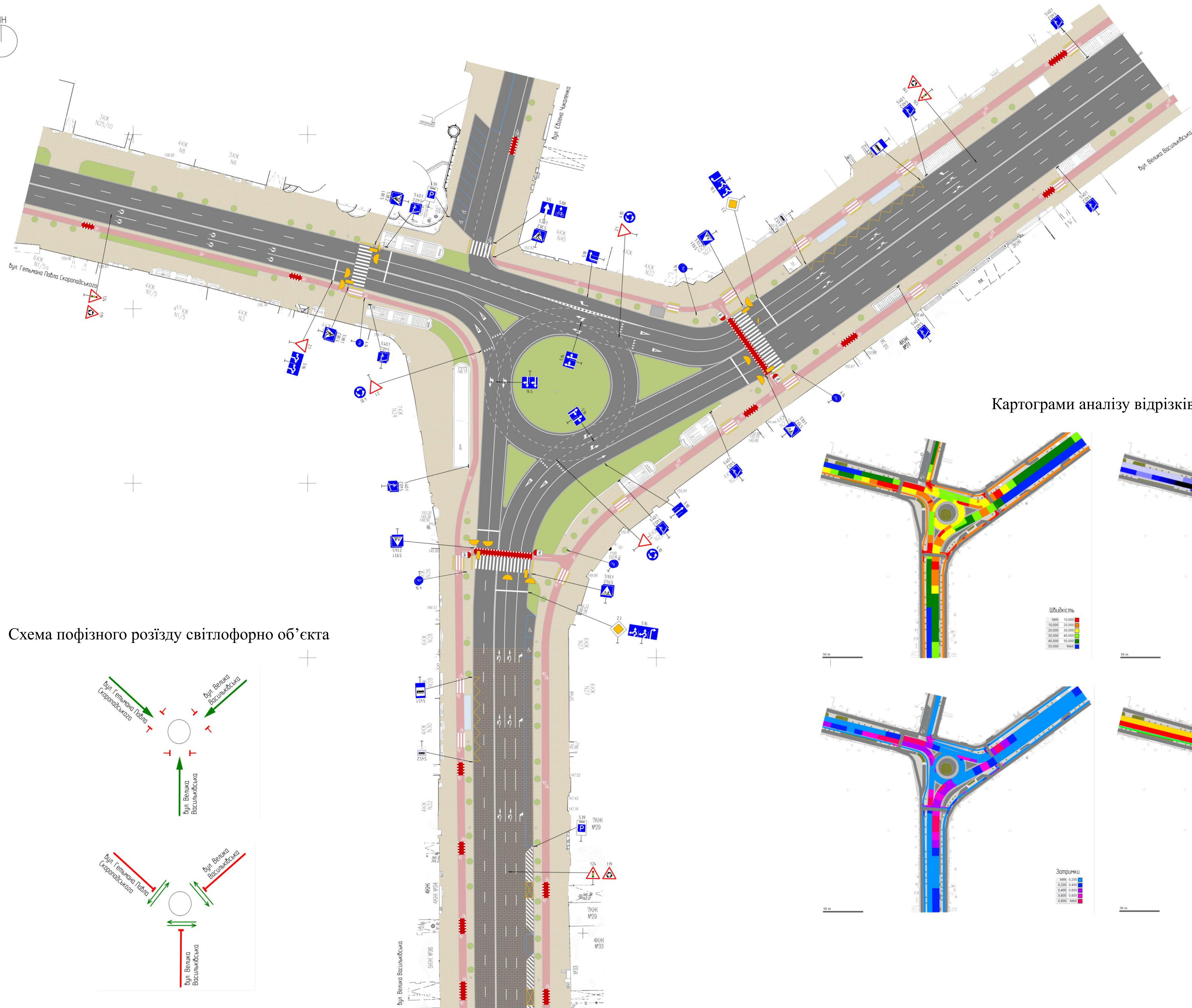
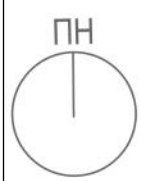
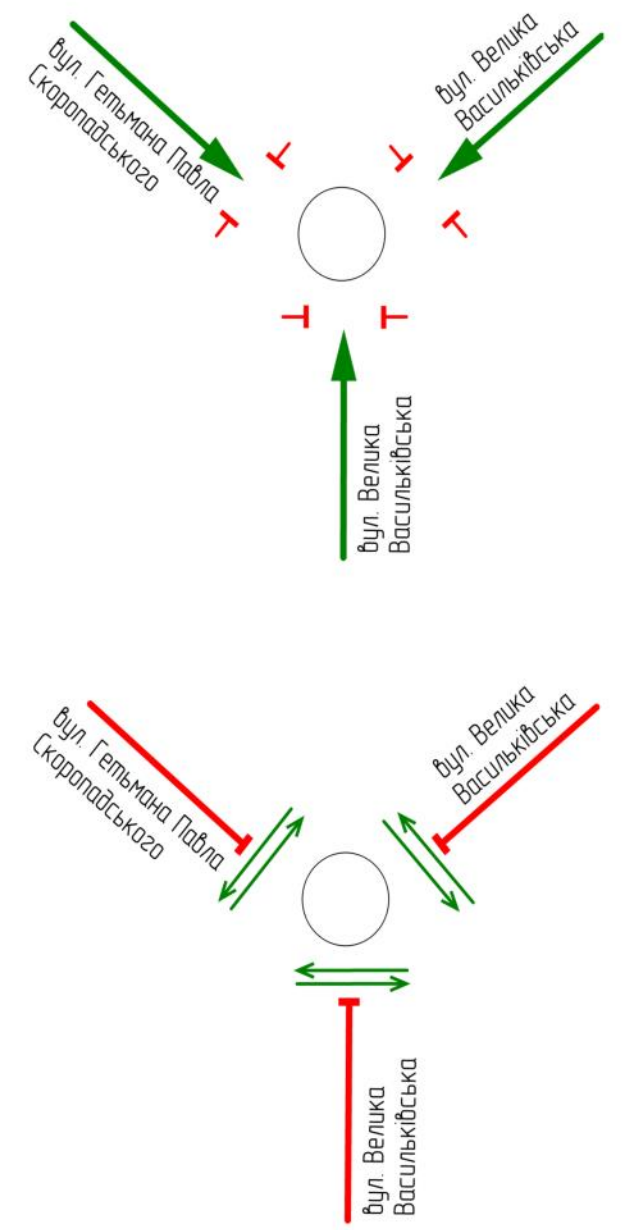
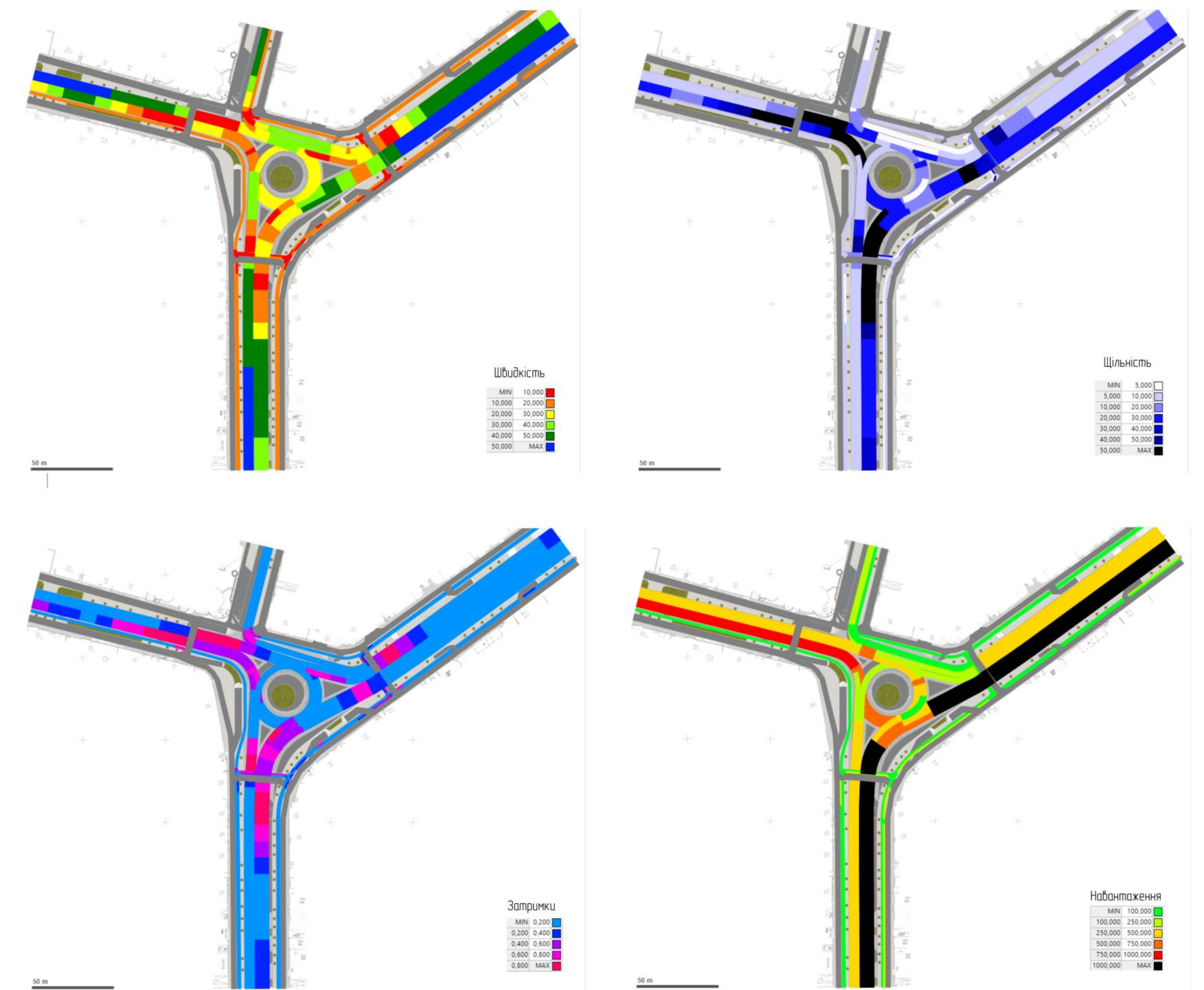


Схема пофізного розізду світлофорно об'єкта



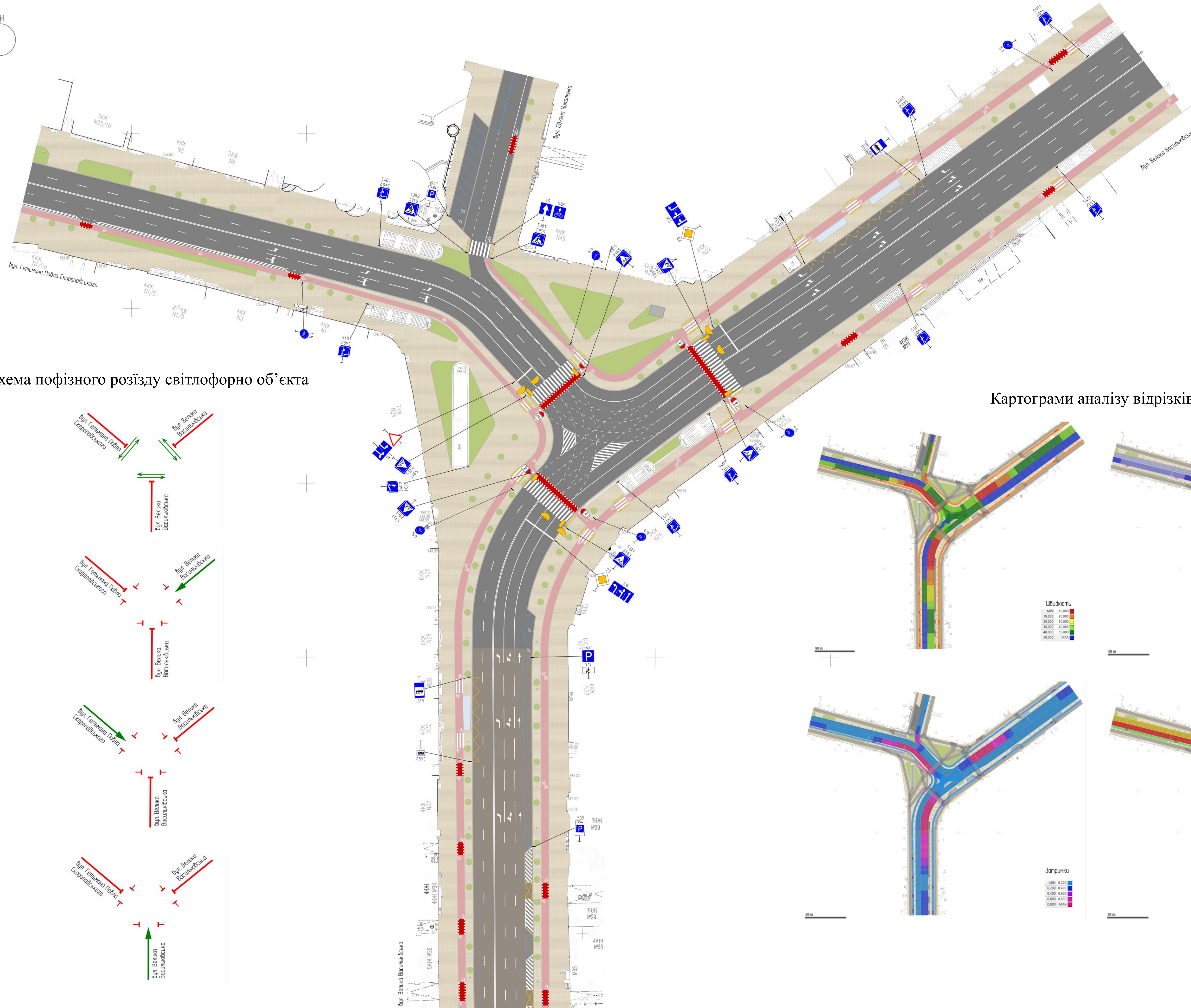
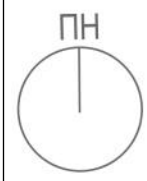
Картограми аналізу відрізків



## Транспортна розв'язка в одному рівні площа Української Героїв у місті Києві

Проектний Варіант 1

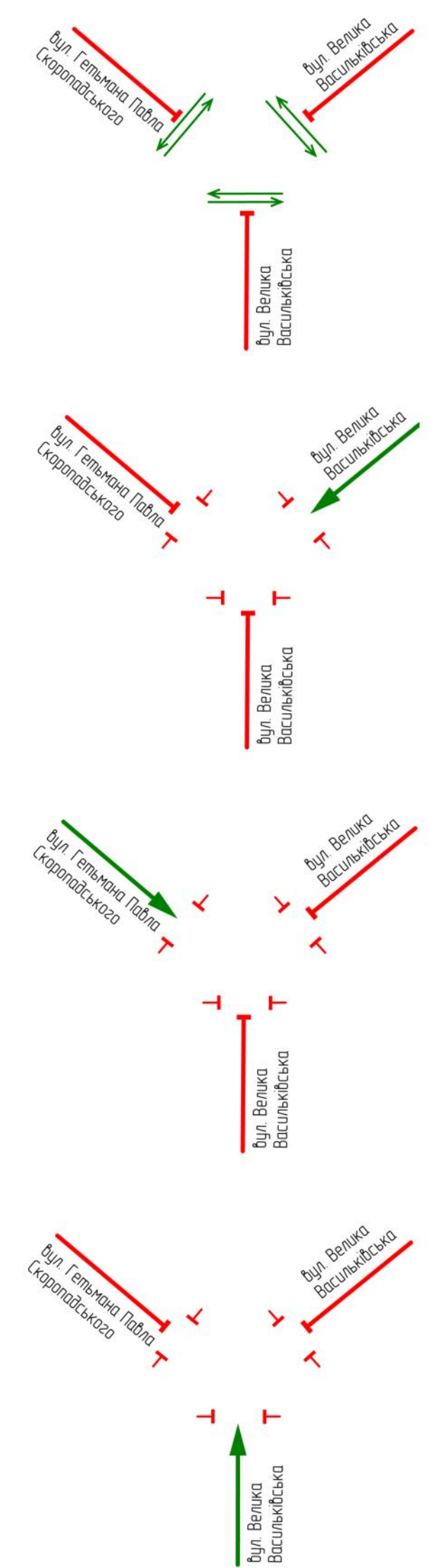
Атестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зм.	Кільк.	Арх.	ІР Док.	Підп.	Дата
Виконав	Клименко С.В.				
Керівник	Осетрін М.М.				
Ст.вик.	Беспалов Д.О.				
Заф. каф.	Привітченко О.В.				
				Студія	Архив
				АРМ	11 13
М 1:5000				КНУБА, ФУПІ МБГ-52	



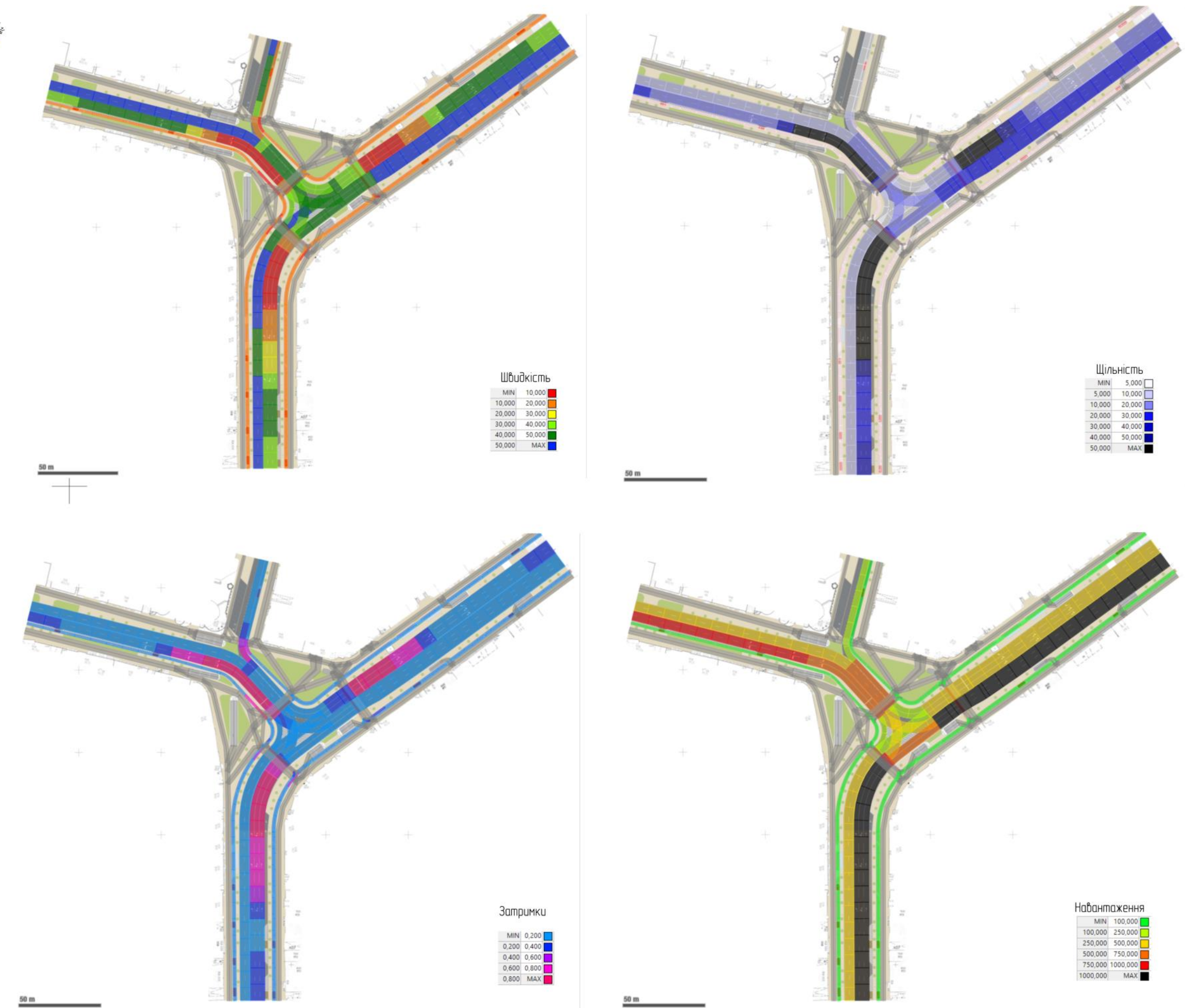
Пішохідний протур з ФЕМ

	Асфальтове дорожнє покриття
	Дорожнє покриття з ґрунтової мастови
	Пішохідний протур з ФЕМ
	Велосипедна доріжка
	Зелені зони
	Дорожні знаки
	Транспортні та пішохідні світлофори
	Горизонтальна дорожня розмітка
	Павільєн очиснення
	Тактильні смуги

Схема пофізного розізду світлофорно об'єкта



Картограми аналізу відрізків



**Траспортна розв'язка в одному рівні площа Української Героїв у місті Києві**  
 Проектний Варіант 2

Агестаційна робота магістра					
Принципи і методи організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі населених пунктів					
Зм	Кільк	Арх	ІР Док	Підп	Дата
Виконав	Клименко С.В.				
Керівник	Осєтрін М.М.				
Ст.вик.	Бєспалов Д.О.				
Заф. каф.	Привітченко О.В.				
М 1:5000				Студія	Архив
				АРМ	12 13
				КНУБА, ФУПП МБГ-52	

Показник	Сучасний стан	Варіант 1	Варіант 2
Середній час затримок, с.	25,27	23,32	34,9
Середня кількість зупинок, од.	0,77	1,30	0,82
Середня швидкість, км/год	22,95	20,34	19,84
Пропускна спроможність, ТЗ (10 хв)	357	395	428
Пропускна спроможність, ТЗ (1 год.)	2142	2370	2568
Провізна спроможність, осіб (1 год.)*	3413	3755	4052
Зміна провізної спроможності		110%	119%

\* Коефіцієнт заповненості автомобіля = 1,5; громадського транспорту = 50.

У розрахунковій частині було розглянуто практичне застосування напрацьованого алгоритму визначення оптимальної форми велосипедного руху на прикладі реального транспортного перетину на вулично-дорожній мережі міста. Згідно визначених рекомендацій алгоритму було розроблено два проектних варіанти, які відповідають чинним вимогам нормативних документів та визначені алгоритмом як рекомендовані. Оскільки велосипедна мережа інтегрується в цілісну вулично-дорожню мережу населеного пункту, то її місце та вплив на загальний стан організації дорожнього руху визначається моделюванням.

Транспортне імітаційне моделювання організації та реорганізації дорожнього руху дозволяє отримати показники для оцінки інтеграції раціональної форми велосипедного руху на об'єктах вулично-дорожньої мережі. З розглянутих варіантів реорганізації транспортної розв'язки в одному рівні на площі Українських героїв найбільш оптимальним виявився проектний варіант 2, який показує найкращі показники по параметрах пропускної спроможності і провізної спроможності та найбільш цілісної велосипедної мережі. Визначений алгоритм вибору форми велосипедного руху в залежності від інтенсивності руху, кількості смуг ругу, типу організації дорожнього руху та форми перехрестя дозволяє максимально раціонально та оптимально визначати ефективну форму велосипедного руху та обирати переваж-

ний тип велосипедної інфраструктури. Ефективність впровадження будь якої форми велосипедної мережі може бути оцінена по кількісним показникам, завдяки транспортному імітаційному моделюванню.

Відповідно, проводимо порівняльний аналіз мережі за основними транспортно-експлуатаційними показниками, можна зробити висновки про ефективність обох проектних рішень на площі Українських Героїв у порівнянні з сучасним станом. Враховуючи впровадження наземних пішохідних переходів, очікувано знижується середня швидкість і підвищується час затримок і кількість зупинок транспорту в мережі. Однак, ці зміни не є критичними:

- Середній час затримок зростає на 10 с. для Т-подібного перехрестя та знижується на 2 с. для кільцевої розв'язки;
- Середня кількість зупинок зростає на 0,05од для Т-подібного перехрестя та на 0,53 од для кільцевої розв'язки;
- Середня швидкість знижується на 3,11 км/год для Т-подібного перехрестя та на 2,61 км/год для кільцевої розв'язки.

При цьому, пропускна і провізна спроможність для обох проектів зростає – на 10% або 342 особи для кільцевої розв'язки та на 19% або 639 осіб для Т-подібного перехрестя.

## Висновки

Атестаційна робота магістра									
Принципи і методи організації велосипедного руху на перетинах вулично-дорожньої мережі населених пунктів									
Зн.	Кільк.	Аре.	ІФ. Док.	Підп.	Базис	Годів.	Архив.	Архив.	Архив.
Виконав	Клименко С.В.								
Керівник	Осєтрін М.М.								
Ст.вик.	Беспалов Д.О.								
Заф. каф.	Приваленко О.В.								
М 1:5000						КНУБА, ФУП МБГ-52			