

***Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури***

Кафедра міського будівництва

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

*до курсового проекту
з дисципліни «Міські дорожньо–транспортні вузли і споруди»
на тему : «Транспортне імітаційне мікромодельовання»*

*Виконав:
студент групи МБГ-51
Лукашов Гліб
Перевірів: Беспалов
Дмитро Олександрович*

Київ – 2021 р.

Зміст

1. Проектування поперечних профілів магістралей.....	4
1.1. Вибір розрахункової швидкості на перетині магістралей	4
1.2. Розрахунок ширини проїзної частини магістралі.....	5
1.3. Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів	8
1.4. Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину в різних рівнях	9
2. Розробка імітаційної транспортної моделі.....	11
3. Розрахунки імітаційної транспортної моделі	18
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	20

1. Проектування поперечних профілів магістралей

1.1. Вибір розрахункової швидкості на перетині магістралей

Геометричні розміри елементів перетину визначаються величиною розрахункової швидкості руху через ці елементи.

Розрахункова швидкість повинна відповідати нормативним швидкостям в залежно від категорії магістралей, що пересікаються.

Нормативна швидкість руху – це максимальна швидкість проїзду магістралі з врахуванням безпеки руху (регламентується нормами та правилами дорожнього руху) – $V_n = 50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

При проектуванні розрахункова швидкість приймається як правило, менше нормативної.

Розрахункова швидкість повинна забезпечити максимальну пропускну здатність перетину, тобто повинна бути не меншою ніж оптимальна швидкість руху на перетині.

Для проектування основних геометричних елементів перетинів слід встановити оптимальну швидкість руху транспорту, яка б задовольнила вимоги:

- розрахункова швидкість руху транспорту повинна забезпечити максимальну пропускну здатність перетину;
- розрахункова швидкість руху транспорту не повинна перевищувати швидкість найбільш «тихохідних» транспортних засобів в потоці.

Оптимальна швидкість руху транспорту $V_{\text{опт}}$ може бути визначена за формулою

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(l_a + l_6) * 2 * g * (\varphi + f + i)}{k_e - k_1}}, \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

(1)

де l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймається 5 м);

l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2 - 5 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування автомобіля (1,5 - 1,7);

k_1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстрених умовах (1,0 - 1,2);
 g – прискорення сили тяжіння (9,81 м/с²);
 ϕ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (0,4 - 0,45);
 f – коефіцієнт опору кочення (для асфальтобетонних покриттів 0,02);
 i – похил ділянки магістралі (приймаємо 0,02).

$$V_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(5 + 2) * 2 * 9,81 * (0,4 + 0,02 + 0,02)}{1,5 - 1,0}} = 10,99 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 40,0 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

В подальших розрахунках оптимальну швидкість на перетині приймаємо ту, що ми розраховували $V_{\text{опт}} = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

Мінімальна швидкість за завданням складає $V_{\text{мін}} = 38 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

$$V_{\text{мін}} = 38 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$V_{\text{опт}} = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$V_{\text{н}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Приймаємо $V_p = V_{\text{мін}}$. В разі потреби, визначеної транспортним моделюванням V_p може бути збільшеною до $V_{\text{опт}}$.

$$V_p = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

1.2. Розрахунок ширини проїзної частини магістралі

Для визначення ширини проїзної частини магістралей які перетинаються знаходимо необхідну кількість смуг руху транспорту, для кожної магістралі окремо.

а) визначаємо пропускну здатність однієї смуги руху транспорту на перегоні

$$N_{\text{см}} = \frac{3600V_p}{l_a + l_6 + V_p t_p + (k_e - k_l) V_p^2 / [2g(\phi + f + i)]} \quad (2)$$

де V_p – швидкість транспорту залежно від категорії магістралі, м/с;
 t_p – час реакції водія, с;
 l_a – довжина розрахункового автомобіля, м;
 l_6 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися, м;

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування транспорту;
 k_1 – коефіцієнт гальмування автомобіля в екстрених умовах;
 g – прискорення сили тяжіння;
 φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїзної частини;
 f – коефіцієнт опору коченню;
 i – поздовжній похил ділянки магістралі.

$$N_{cm1-2} = \frac{3600 * 11,11}{5 + 1 + 11,11 * 1 + (1,5 - 1,0) * \frac{11,11^2}{[2 * 9,81 * (0,4 + 0,02 + 0,02)]}} = 1656 \text{ авто/год}$$

$$N_{cm3-2} = \frac{3600 * 11,11}{5 + 1 + 11,11 * 1 + (1,5 - 1,0) * \frac{11,11^2}{[2 * 9,81 * (0,4 + 0,02 + 0,02)]}} = 1656 \text{ авто/год}$$

b) встановимо коефіцієнт впливу світлофорного регулювання на пропускну здатність магістралей

$$\delta = \frac{L}{L + \frac{V_p^2}{2 * a} + \frac{V_p^2}{2 * b} + V_p * \frac{t_{\text{ч}} + 2 * t_{\text{ж}}}{2}}$$

(3)

де L – найменша відстань між сусідніми перетинами на магістралі, що регулюються, м;

a – прискорення автомобіля при розгоні;

b – сповільнення автомобіля при гальмуванні;

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

$$\delta_{1-2} = \frac{750}{750 + \frac{11,11^2}{2 * 1,0} + \frac{11,11^2}{2 * 1,0} + 11,11 * \frac{45 + 2 * 5}{2}} = 0,48$$

$$\delta_{3-2} = \frac{700}{700 + \frac{11,11^2}{2 * 1,0} + \frac{11,11^2}{2 * 1,0} + 11,11 * \frac{25 + 2 * 5}{2}} = 0,52$$

c) визначимо пропускну здатність смуги руху транспорту з врахуванням впливу світлофорного регулювання:

$$N_{\text{см}}^{\text{'}} = N_{\text{см}} * \delta, \quad (4)$$

$$N_{\text{см1-3}}' = 1656 * 0,48 = 795 \text{ авто/год};$$

$$N_{\text{см3-2}}' = 1656 * 0,52 = 861 \text{ авто/год}.$$

d) визначаємо необхідну кількість смуг руху транспорту на магістралі:

$$n = N_{\text{розр}} / N_{\text{см}}', (5)$$

де n – необхідна кількість смуг руху транспорту;

$N_{\text{розр}}$ – максимальна інтенсивність руху транспорту на магістралі в одному напрямку, прив. од./год.

Таблиця 1.1

Напрямок магістралі		Вихід				Σ вихід
		1	2	3	4	
Вхід	1	-	1530	1450	-	2980
	2	200	-	375	-	575
	3	1390	300	-	-	1690
	4	-	-	-	-	-
Σ вхід		1590	1830	1825	-	5245

Визначаємо кількість смуг руху для районної магістралі 1-3:

$$N_{\text{розр}} (1-3) = 2980 \text{ прив. од/год}$$

$$N_{\text{розр}} (3-2) = 1690 \text{ прив. од/год}$$

$$n_{1-3} = \frac{2980}{795} = 3,2$$

По магістралі 1-3 приймаємо 3 смуги руху.

$$n_{2-4} = \frac{1690}{861} = 1,96$$

По магістралі 2 приймаємо 2 смуги руху.

Отриману величину кількості смуг руху транспорту порівнюємо з вимогами ДБН В.2.3-5:2018 і для подальшого проектування приймаємо більшу величину

e) визначаємо пропускну здатність магістралі:

$$N_{\text{маг}} = N_{\text{см}}' k_n,$$

де k_n - коефіцієнт ефективності використання смуг руху транспортом

$$N_{1-3} = 795 * 2,7 = 2147 \text{ (прив. } \frac{\text{од}}{\text{год}})$$

$$N_{3-2} = 861 * 2,7 = 2325 \text{ (прив. } \frac{\text{од}}{\text{год}})$$

Перевіряємо виконання умови

$$N_{\text{маг}} > N_{\text{роз}}$$

Для магістралі 1-3:

$$2147 > 1695 - \text{умова виконується}$$

Для магістралі 3-2:

$$2325 > 2190 - \text{умова виконується}$$

f) для визначення ширини проїзної частини $B_{\text{маг}}$ використаємо формулу

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

де n – прийнята кількість смуг руху транспорту на магістралі;

b – ширина однієї смуги руху, м;

r – ширина центральної розділювальної смуги між напрямками руху транспорту, м;

Δ – ширина смуги безпеки між крайньою смугою руху і бортовим каменем, м.

$$B_{\text{маг1-3}} = 2 * 3 * 3 + 2 + 2 * 0,3 = 20,6 \text{ м}$$

$$B_{\text{маг3-2}} = 2 * 2 * 3 + 3 + 2 * 0,5 = 16 \text{ м}$$

1.3. Розрахунок ширини пішохідної частини тротуарів

a) Визначення кількості смуг руху на пішохідній частині:

Згідно заданої інтенсивності пішохідного руху, кількість смуг руху на пішохідній частині тротуару n визначаємо за формулою:

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

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

$N_{n.см.}$ – пропускна здатність однієї смуги руху, піш./год, приймаємо за ДБН В.2.3-5-2001.

Таблиця 1.2

Напрямок магістралі		Вихід				Σ вихід
		1	2	3	4	
Вхід	1	0	1100	1450	-	2550
	2	1000	0	1050	-	2050
	3	900	1700	0	-	2600
	4	-	-	-	-	-
Σ вхід		1900	2800	2500	-	7200

Визначаємо кількість смуг руху на пішохідній частині загальноміської регульованого руху 1-3:

$$2250+1900 = 4150 \text{ піш./год};$$

$$2050+2500 = 4550 \text{ піш./год};$$

$$n_{1-3} = \frac{4550}{1000} = 4.55$$

Для пішохідних тротуарів вздовж магістралі 1-3 приймаємо 5 смуг руху.

Визначаємо кількість смуг руху на пішохідній частині районної магістралі 2-4:

$$2600+2500 = 5100 \text{ піш./год};$$

$$1900+2600 = 4500 \text{ піш./год};$$

$$n_{3-2} = \frac{5100}{1000} = 5.1$$

Для пішохідних тротуарів вздовж магістралі 3-2 приймаємо 5 смуг руху.

b) Визначення ширини пішохідної частини:

$$B_{\text{тр}} = n \cdot 0,75.$$

$$B_{1-3} = 5 \cdot 0,75 = 3.75 \text{ м}$$

$$B_{2-4} = 5 \cdot 0,75 = 3.75 \text{ м}$$

c) Визначення пропускної здатності пішохідної частини тротуару:

$$N_{\text{тр}} = N_{\text{н.с.м.}} \cdot B_{\text{тр}} / 0,75$$

де $B_{\text{тр}}$ – прийнята ширина пішохідної частини тротуару, м.

$$N_{\text{тр}1-3} = 1000 \cdot \frac{3.75}{0,75} = 5000 \text{ піш./год}$$

$$N_{\text{тр}2-4} = 1000 \cdot \frac{3.75}{0,75} = 5000 \text{ піш./год}$$

1.4. Проектування поперечних профілів магістралей в межах їх перетину в різних рівнях

Розробляємо типовий поперечний профіль в межах червоних ліній, у яких набір окремих елементів, розміри та взаємне розташування не змінюється по довжині магістралі.

Елементами поперечного профілю є:

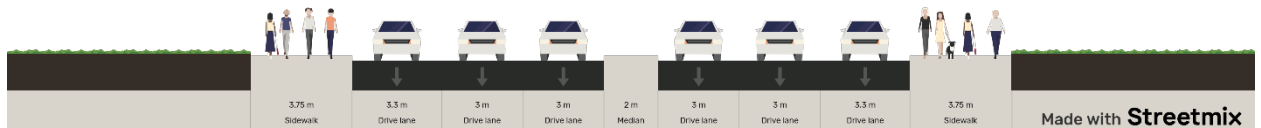
- проїжджа частина;
- пішохідна частина тротуарів;
- розподільча смуга між проїжджою частиною і пішохідною частиною тротуарів;

- смуги для розміщення підземних інженерних комунікацій (на них не дозволяється розміщувати споруди, висаджувати дерева та високорослі чагарники);
- смуги озеленення для привабливості магістралей та зниження негативного впливу транспорту на навколишнє середовище магістралі.

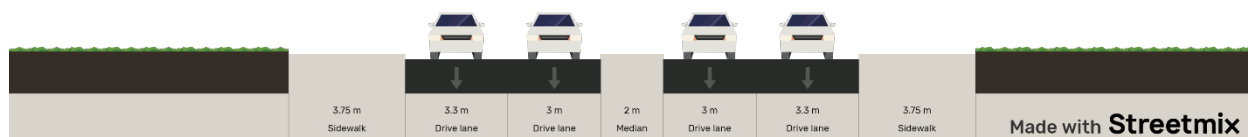
Розміри геометричних елементів обґрунтовуємо розрахунками та відповідними нормативами.

Згідно з п. 5.1.13 ДБН В.2.3-5:2018 ширину розподільчих смуг між елементами поперечного профілю магістралі приймаємо з урахуванням розміщення підземних комунікацій, вимог безпеки руху та охорони навколишнього природного середовища, але не менше розмірів, наведених у таблиці 5.5 ДБН В.2.3-5:2018

1-3



2

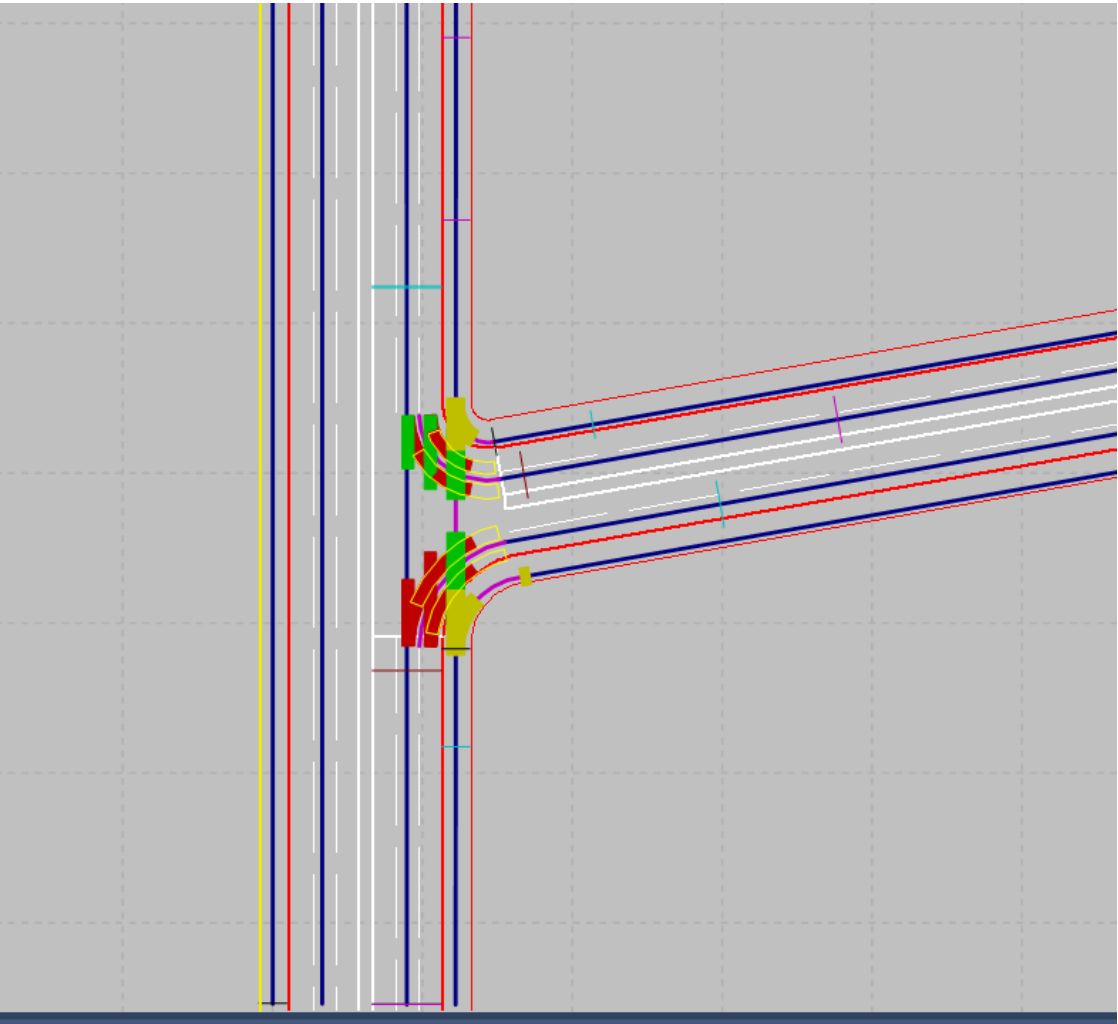


2. Розробка імітаційної транспортної моделі

Модель розробляємо у програмному забезпеченні PTV Vissim:



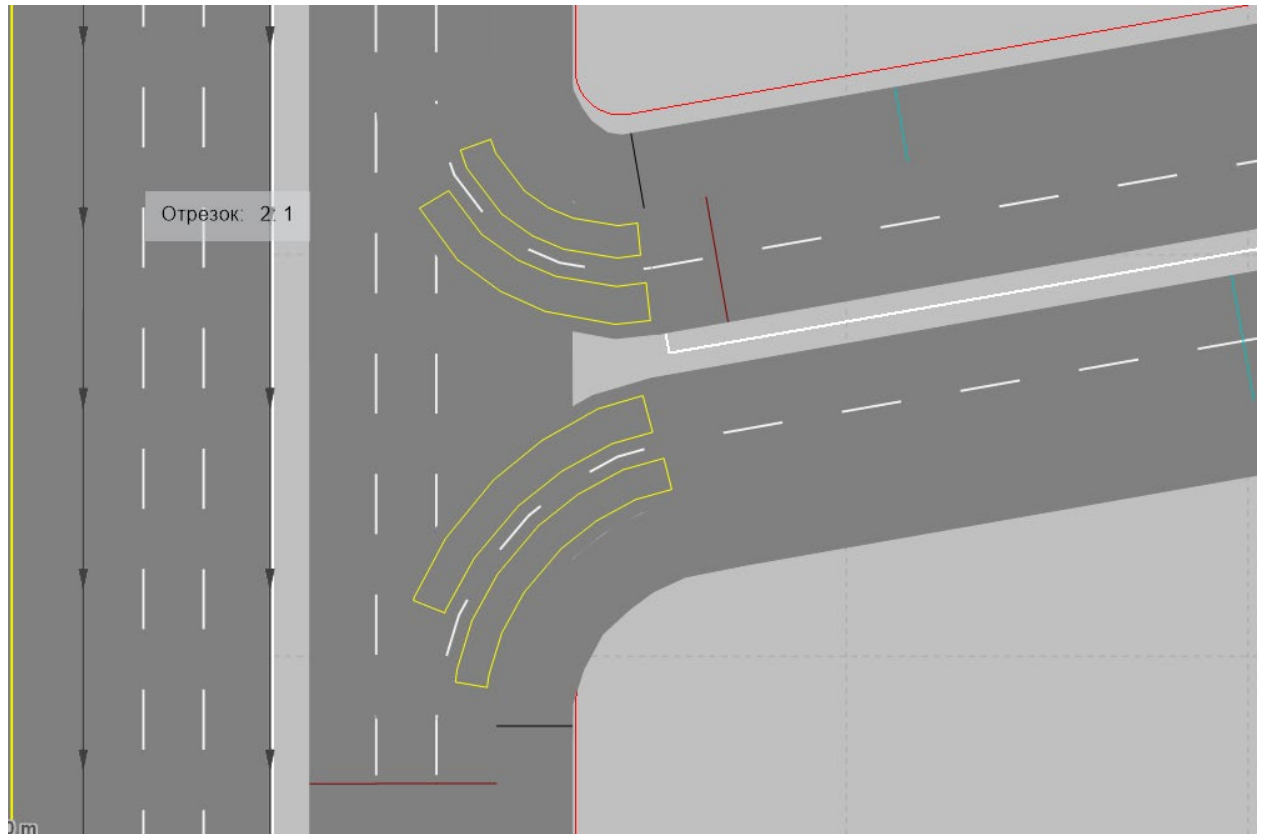
Загальний вигляд відрізків та сполучних відрізків у моделі:



Характеристики відрізків у моделі:

Отрезки / Полоса движения									
Полоса движения									
Число: 14	№	Имя	ТипМанерыЕздыОтр	ТипОтобр	Уровень	КолПД	Длина2D	Явл	Ч
1	1	1	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	3	136,294		
2	2	1	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	3	136,159		
3	3	2	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	90,638		
4	4	2	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	89,871		
5	5		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray	1: Base	1	89,718		
6	6		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray	1: Base	1	89,414		
7	7		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray	1: Base	1	57,429		
8	8		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray	1: Base	1	47,565		
9	9		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray	1: Base	1	136,169		
10	10000		1: Urban (motorized)	1: Road gray		2	19,312		
11	10001		1: Urban (motorized)	1: Road gray		2	15,555		
12	10002		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray		1	16,048		
13	10003		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray		1	31,984		
14	10004		4: Footpath (no interaction)	21: Pedestrian area gray		1	8,992		

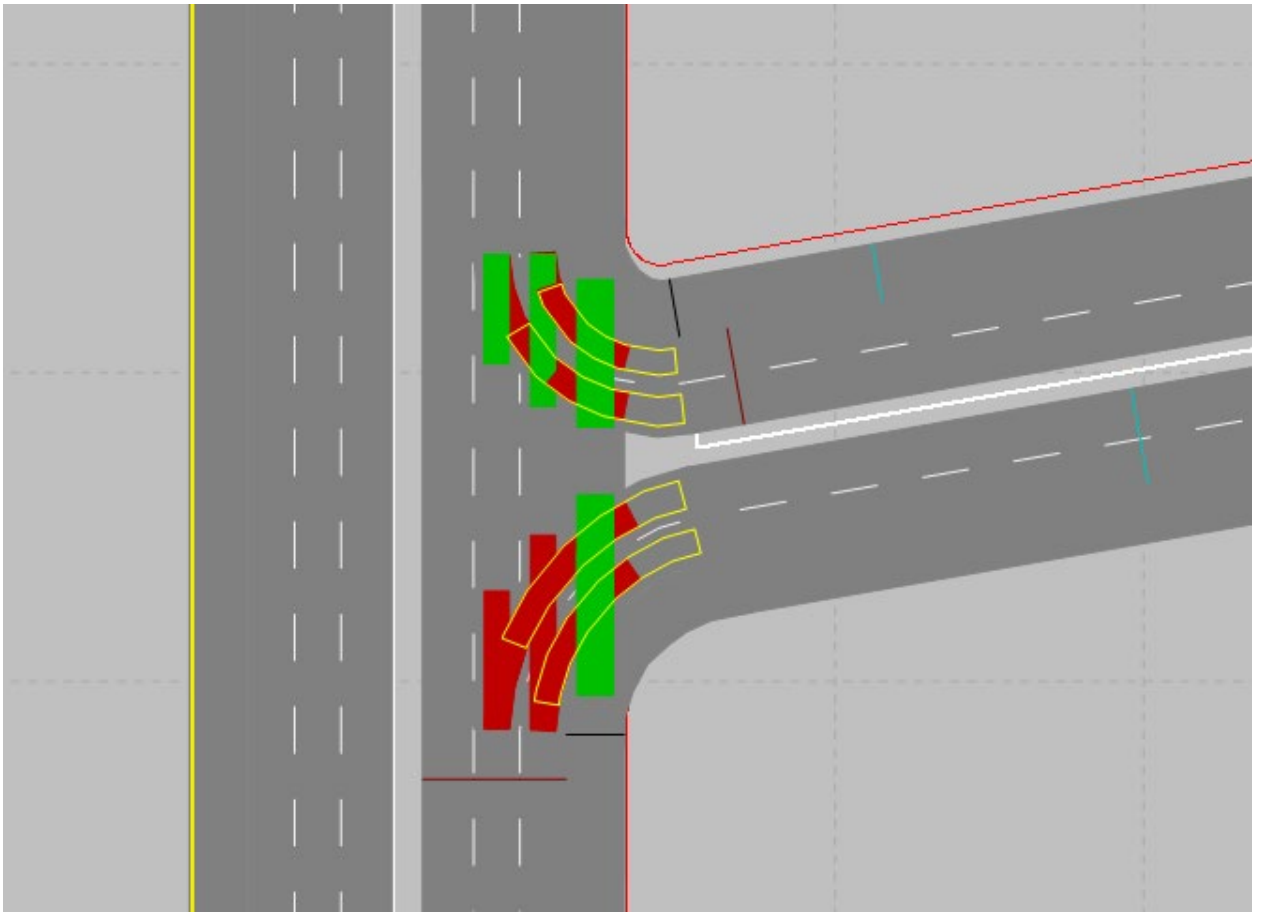
Зони малошвидкісного руху у моделі:



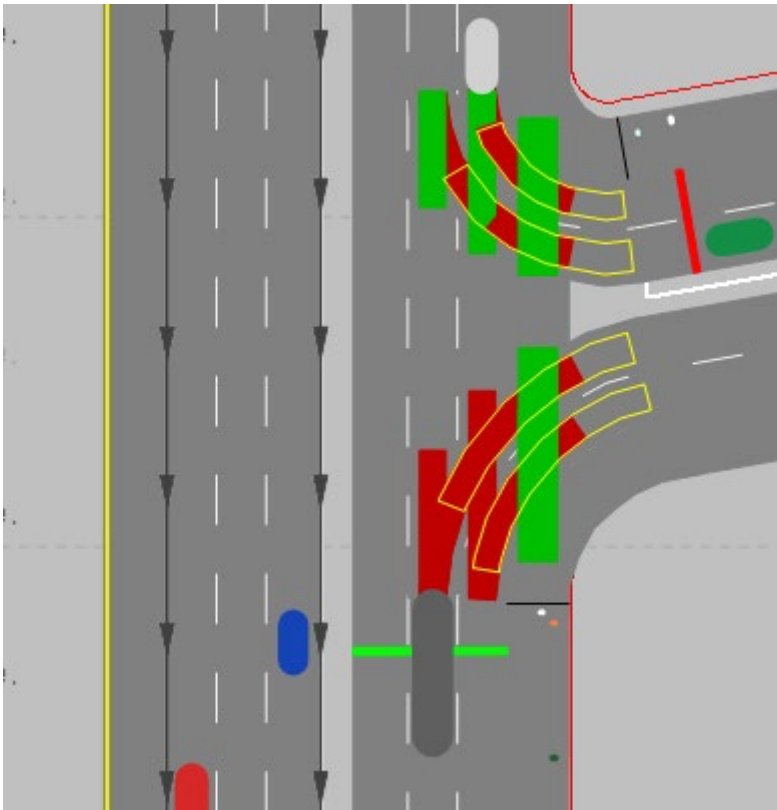
Характеристики зон малошвидкісного руху у моделі:

Число: 4	№	Имя	ПД	Поз	Длина	ВрОт	ВрДо	РаспрЖелСкор(10)	РаспрЖелСкор(20)	РаспрЖелСкор(30)	РаспрЖелСкор(40)
1	1		10000 - 1	1,942	17,058	0	MAX	15: 15 km/h	12: 12 km/h		
2	2		10000 - 2	5,121	13,666	0	MAX	15: 15 km/h	15: 15 km/h		
3	3		10001 - 2	0,342	10,848	0	MAX	15: 15 km/h	15: 15 km/h		
4	4		10001 - 1	0,475	12,314	0	MAX	15: 15 km/h	15: 15 km/h		

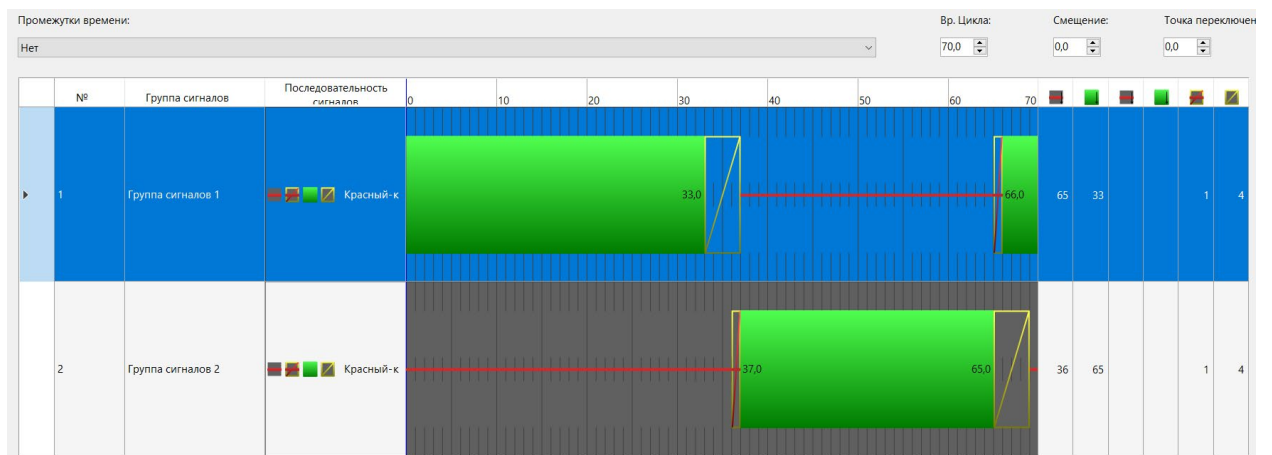
Конфліктні зони у моделі:



Розміщення світлофорів у моделі:



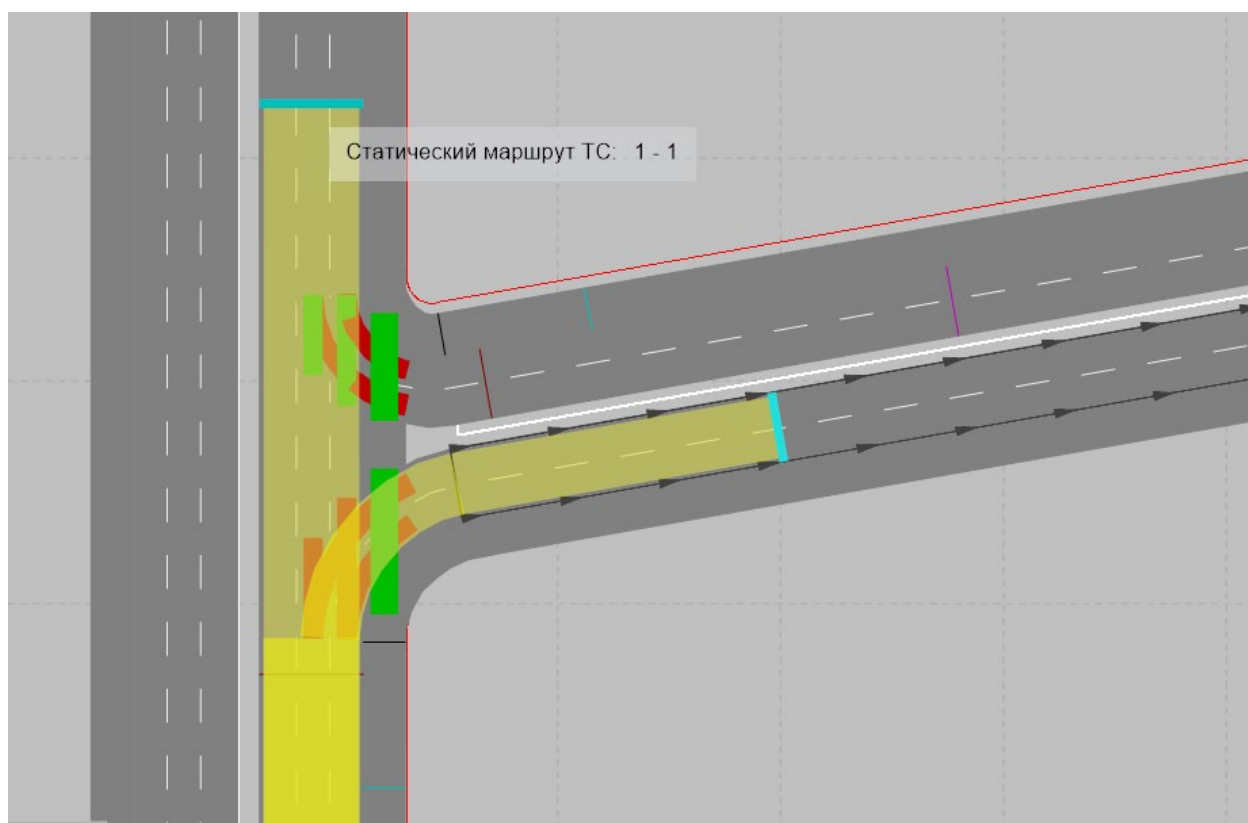
Налаштування світлофорів у моделі:



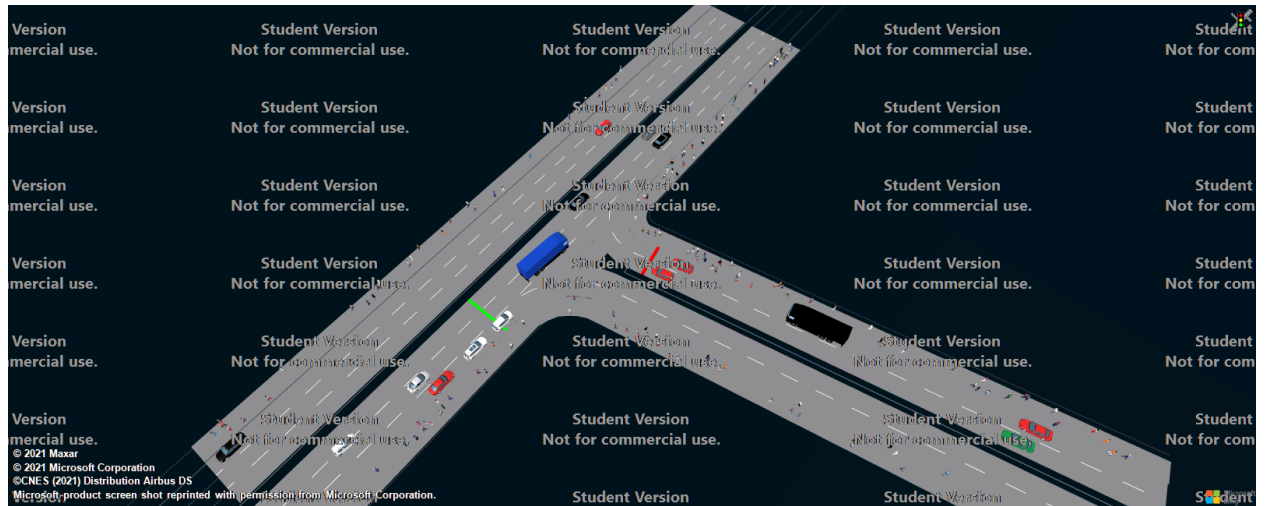
Вхідні потоки у моделі:

Число: 8	№	Имя	Отрезок	Нагр(0-MAX)	СостТС(0-MAX)
1	1		2: 1	1590,0	1: За Завданням
2	2		1: 1	1830,0	1: За Завданням
3	3		4: 2	575,0	1: За Завданням
4	4		6	2050,0	2: Пешеходы
5	5		7	2600,0	2: Пешеходы
6	6		5	2800,0	2: Пешеходы
7	7		9	1900,0	2: Пешеходы
8	8		8	2600,0	2: Пешеходы

Приклад маршруту ІТ у моделі:



Просторовий вигляд моделі:



3. Розрахунки імітаційної транспортної моделі

Таблиця 11.4.1. Інтенсивності руху транспорту в години „пік” на перетині магістралей за напрямками, автом./год
(береться згідно з завданням на проектування)

Напрямок магістралей		Вихід			
		1	2	3	Разом
Вхід	1	-	1100	1450	
	2	200	-	375	
	3	1390	300	-	
	Разом				

Таблиця 11.4.2. Витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей на напрямками, с

Напрямок магістралі		Вихід			
		1	2	3	
Вхід	1	-	71.3	14.2	
	2	64.32	-	32.4	
	3	28.1	77.1	-	

Таблиця 11.4.3. Підрахунки витрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”

Напрямок магістралі		Вихід				Σ вихід
		1	2	3	4	
Вхід	1	-	78430	20590	-	99020
	2	12864	-	12150	-	25014
	3	39059	23130	-	-	62189
	4	-	-	-	-	-
Σ вхід		51923	101560	32740	-	186223

Визначення річних транспортних втрат на перетині за допомогою імітаційної транспортної моделі PTV Vissim:

$$\sum K' = 186223 * \frac{1}{3600} * \frac{365}{0,085} * 99,4 = 22079596,9 \text{ грн}$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Державні будівельні норми України: Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5-2018.* – К.: МінРегіон, 2018. – 61 с. – Чинний з 1 вересня 2018 р.
2. *Державні будівельні норми України. Планування та забудова територій. ДБН Б.2.2-12:2019.* – К.: МінРегіон, 2019. – 187 с. – Чинний з 1 жовтня 2019 р.
3. Коротке керівництво по виконанню проєктів в PTV Vissim 6
https://bespalovdotme.files.wordpress.com/2017/03/quickstart_vissim_6-0.pdf
- 3.