

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування  
Кафедра міського будівництва

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

Оцінка ефективності дорожньо-транспортного вузла на підході до  
міста Гальне

Денісов Сергій Олександрович

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування

Кафедра міського будівництва

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Оцінка ефективності дорожньо-транспортного вузла на підході до  
міста Тальне

Виконав студент групи ЗАДА-71

Денісов Сергій Олександрович

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: Автомобільні дороги та аеродроми

Керівник Осетрін М.М.

Професор

Київ 2022 р.

<p align="center"><b>РЕЗЮМЕ</b> (summary) до атестаційної випускної роботи студента:</p>	<p align="center"><b>Денісов Сергій Олександрович</b> <b>Dienisov Serhii Oleksandrovich</b></p>
<p>Назва ВНЗ</p>	<p>Київський національний університет будівництва і архітектури Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture</p>
<p>Тема</p>	<p>Оцінка ефективності дорожньо-транспортного вузла на підході до міста Тальне Assessment of the efficiency of the traffic junction on the approach to the city of Talne</p>
<p>Освітній ступень</p>	<p>Магістр за освітньо-професійною програмою навчання Master's Degree in Educational and Professional Education Program</p>
<p>Факультет</p>	<p>Урбаністики та просторового планування Urban and Spatial Planning</p>
<p>Кафедра</p>	<p>Міського будівництва Urban construction</p>
<p>Спеціальність</p>	<p>192 Будівництво та цивільна інженерія 192 Construction and Civil Engineering</p>
<p>Спеціалізація /група</p>	<p>Автомобільні дороги та аеродроми / зАДА - 71 Automobile roads and airfields / zADA - 71</p>
<p>Керівник</p>	<p>Osetrin Mykola Mykolaiovych, Professor</p>

Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	86	4	10
Розділ 1 Аналітична частина	Визначення основних видів транспортних розв'язок дорожньої мережі. Класифікація вулично-дорожньої мережі.		
Розділ 2 Науково-дослідна частина	Визначення підходів до оцінки вулично-дорожньої мережі міста та заміських автошляхів в Україні. Ознайомлення із західним досвідом. НСМ.		
Розділ 3 Проектно-конструктивні рішення	Збір даних для подальших дослідів, розробка транспортних моделей, розробка проектів зі світлофорним регулюванням та у двох рівнях, проведення дослідів за допомогою PTV Vissim.		
Розділ 4 Висновки	Підсумки роботи, перегляд отриманих результатів та внесення пропозицій щодо подальшого шляху розвитку розглянутого вузла.		
<p><b>Ключові слова:</b> вулично-дорожня мережа, транспортна інфраструктура, рівень обслуговування, мільтимодальний рівень обслуговування, енерговитрати, моделювання.</p> <p><b>Keywords:</b> street-road network, transport infrastructure, service level, multimodal service level, energy costs, modeling.</p>			

Укладач: \_\_\_\_\_ /Денісов С.О./

Керівник: \_\_\_\_\_ /Осетрін М.М./

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022



## Вступ

Транспортна розв'язка - один з найважливіших елементів вулично-дорожньої мережі міста, який дозволяє транспортним засобам змінювати напрям руху.

Ми стикаємося з нею кожного дня, добираючись зранку до робочого місця, на навчання, відвозячи дітей в школу чи в поїзді за продуктами в магазин. Добре спланована, спроектована та побудована транспортна розв'язка проходиться плавно, непомітно, не створюючи зайвих затримок для водіїв та пішоходів та не перенавантажуючи і без того напружену увагу учасників руху, що, в свою чергу, позитивно впливає на загальне враження від поїздки, кількість нещасних випадків в районі, а іноді – і на якість життя окремих людей чи мікрорайонів міста.

В той же час, погано спроектована чи виконана розв'язка мало того що спричиняє зайві затримки, незручності та небезпеку для людей, так ще й має негативні довгострокові економічні наслідки для бюджету, створює обмеження для розвитку мікрорайону і міста, знижує вартість найближчого житла та підприємств.

**Мета дослідження** – оцінка ефективності дорожньо-транспортного вузла на підході до міста Гальне.

**Актуальність теми** – транспортна розв'язка має забезпечувати не лише безпечні та зручні умови для руху транспортних засобів та пішоходів, а й бути економічною при зведенні та експлуатації. Баланс між цими загальними вимогами – складна задача. Інженери різних країн та шкіл будівництва мають до цього власний підхід та власну систему критеріїв. Будь-який проект будівництва чи реконструкції доріг включає в себе такі показники, які впливають на прийняття рішень:

- Економічні (собівартість, рентабельність, термін окупності, дохід)
- Екологічні (вплив на здоров'я населення, вплив на навколишнє середовище)
- Соціальні (рівень обслуговування, безпека руху, доступність)
- Функціональні (пропускна здатність, час затримки, швидкість сполучення)

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						7
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

На даний момент в Україні сформульовані загальні критерії оцінювання розв'язки. Більшість рішень приймаються виходячи з негайної економічної доцільності. Проект з меншою вартістю легше приймаються в будівництво, впровадити проект, який опирається на довгострокову вигоду, екологічність, доступність буває складно. Це обумовлено як традиційним дефіцитом бюджетних коштів у держави, так і відсутністю чітко сформульованих критеріїв оцінювання транспортних розв'язок.

Тому розробка критеріїв оцінювання ефективності транспортних розв'язок та обґрунтування з їх допомогою того чи іншого проекту є вкрай актуальним завданням, особливо в умовах майбутніх післявоєнних реконструкцій не лише доріг, а й цілих міст.

**Об'єкт дослідження** – вулично-дорожня мережа міста Тальне.

**Предмет дослідження** – оцінка ефективності транспортної розв'язки.

**Задачі дослідження:**

1. Формулювання основних критеріїв оцінки транспортної розв'язки.
2. Порівняння вітчизняного та західного досвіду оцінки дорожньо-транспортної розв'язки, різниця загальних підходів до питання.
3. Розробка порівняльних моделей для різних варіантів розв'язки.
4. Визначення основних ТЕП проектів.
5. Створення транспортних моделей для ітераційних досліджень за допомогою комплексу PTV Vissim.
6. Оцінка впливу зміни різних факторів на пропускну здатність та основні показники моделей.
7. Розробка висновків та пропозицій щодо вдосконалення розв'язки.

**Методи дослідження** – методи моделювання, порівняльного та структурного аналізу.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						8
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Керівник: \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						9
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

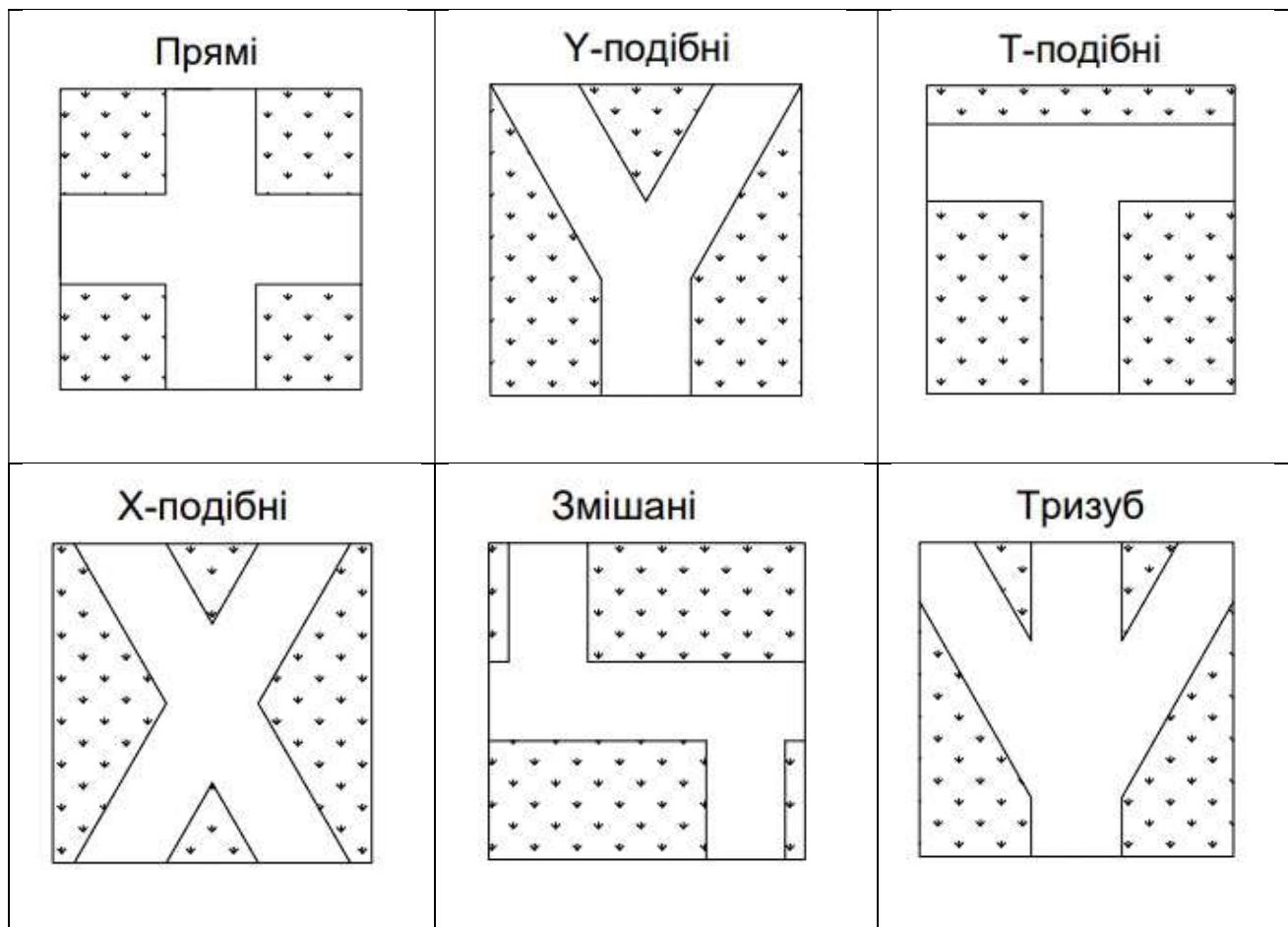
# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНОЇ РОЗВ'ЯЗКИ

## 1.1 Види транспортних розв'язок.

«Транспортна розв'язка - інженерна споруда (або комплекс споруд), яка забезпечує можливість змінювати напрямки руху транспортних потоків у місцях їх примикань або пересічень. Транспортна розв'язка може влаштовуватись в одному, двох або більше рівнях.» [1]

Транспортна розв'язка називається повною, якщо на ній відсутні конфліктні точки перетину потоків і за схемою організації лівоповоротного руху. При відсутності хоча б одного лівоповоротного з'їзду, розв'язка відноситься до неповних, оскільки на ній або не забезпечується рух в усіх напрямках, або є конфліктні точки перетину. [5]

Відповідно до [3], розв'язки в одному рівні бувають лінійні і кільцеві. Розв'язки в різних рівнях бувають багатьох конфігурацій, основні наведені нижче:



Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата

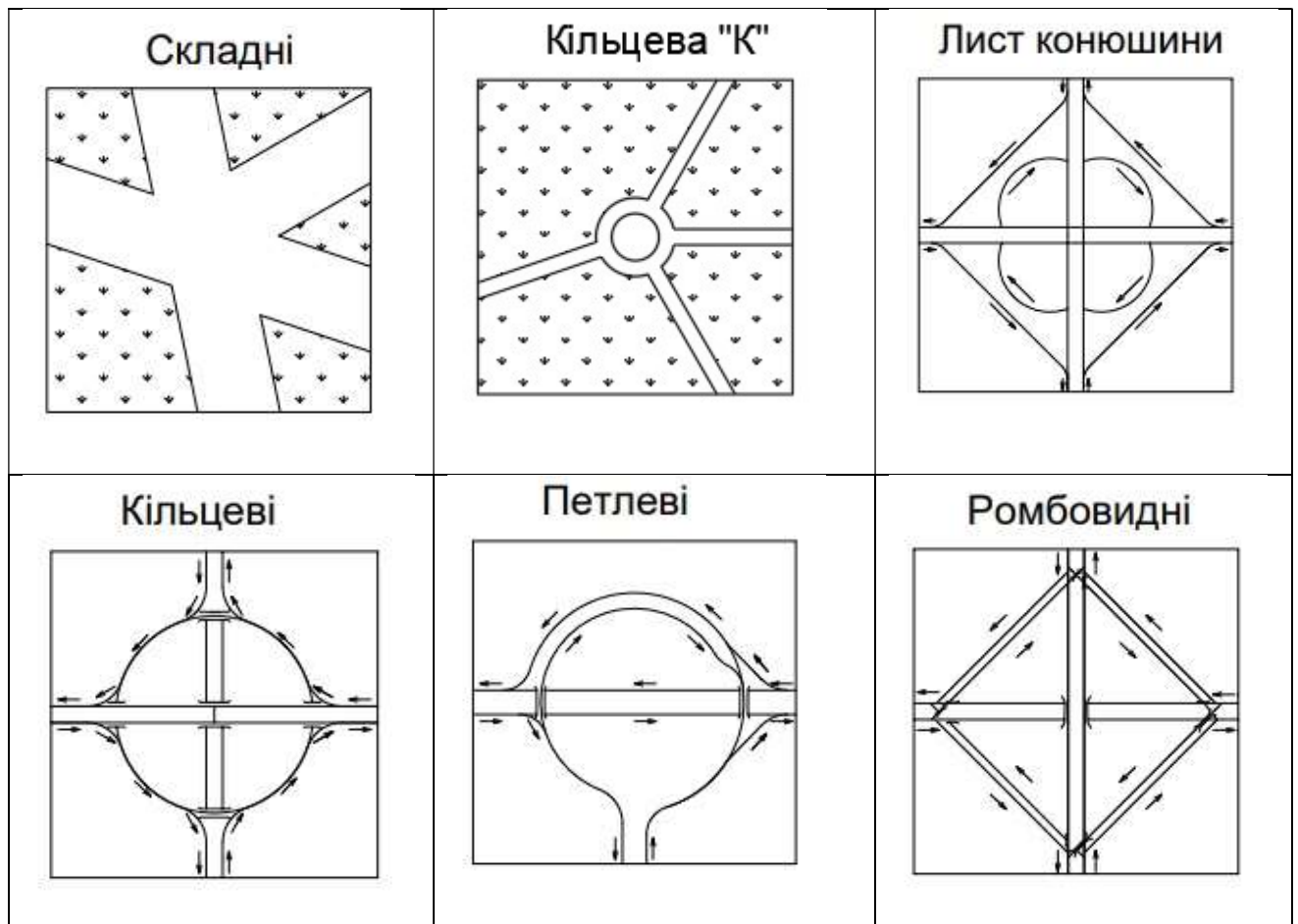


Рис. 1.1 Конфігурації розв'язок в різних рівнях.

Найбільш розповсюдженими видами розв'язок у всьому світі є прості розв'язки в одному рівні. Частіше за все, вони виникали стихійно протягом усього періоду розвитку та розширення міст та регіонів. Вони з'явилися задовго до встановлення сучасних нормативів та правил як необхідний шлях для пересування людей та гужевих транспортних засобів.

З появою транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання, виникла гостра необхідність у стандартизації та уніфікації певних вузлів та створенні загальноприйнятих норм дорожнього руху. Цей процес тривав майже століття. Різні країни йшли різними шляхами розвитку. Це залежало як від регіональних особливостей, культури та історичних подій того часу, так і від шляхів розвитку транспортних засобів окремих країн. Деякі особливості збереглися і понині. Певні країни зберігають свої консервативні погляди та не планують їх полишати. Наприклад, Японія, Великобританія, Австралія, Гонконг та деякі інші країни зберегли лівосторонній рух, що кардинально міняє поняття розв'язок, лівих поворотів та ін. Більше того, транспортні засоби

для них виготовляють праворульними, експлуатувати їх у країнах з правостороннім рухом може бути небезпечно (деякі країни заборонили експлуатацію праворульних засобів саме з міркувань безпеки та дорожнього огляду водіїв).

Розв'язки в одному рівні поділяють на пересічення, примикання та розгалуження.

Пересічення (прямі «Н», Х-подібні, кільцеві «К») – вид розв'язки, до якого підходить мінімум чотири основні напрямки (іноді - більше).

Примикання (Т-подібні) – до вузла приходять мінімум три напрямки. Як правило, до прямої вулиці приходять один чи декілька (Змішані) бокових напрямки (послідовно) тої ж або іншої категорії.

Розгалуження (У-подібні, тризуб) – розв'язка, в якій до вузла приходять три і більше напрямки однакової чи різних категорій.

Перевагою розв'язок в одному рівні є їх відносна дешевизна та простота. Вони займають малу площу та, в більшості випадків, виконують свою функцію. У випадках, коли пропускної здатності звичайних розв'язок не вистачає, застосовують кільцеву розв'язку в одному рівні (кільцева «К»). Вона має значно поліпшену пропускну здатність та менші затримки, але займає значно більшу площу. Це один із самих ефективних вузлів розв'язки в одному рівні, далі збільшувати пропускну здатність можна за рахунок збільшення кількості смуг до певної міри, або ж переходу до розв'язки у двох рівнях.

Деякі представники наведені у таблиці вище, хоча, слід зазначити, що їх насправді десятки і нові конфігурації все ще можна створювати.

На противагу до розв'язок в одному рівні існують також розв'язки в кількох рівнях (2-, 3-, 4-, і навіть в 5 рівнях). Основною їх перевагою є висока пропускну здатність вузла, менші затримки у конфліктних зонах, вища безпека для водіїв і пішоходів і, як наслідок цього – краща екологічність та економічна вигода. Звісно, є і мінуси. Вузол займає значно більшу площу, значно дорожчий та складніший.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						12
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

Доцільність влаштування саме багаторівневої розв'язки визначається як із розрахунків перспективної інтенсивності руху, так і за вимогами нормативних документів.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						13
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## 1.2 Класифікація вулично-дорожньої мережі

Одним із важливих факторів при виборі та розрахунку транспортної розв'язки є класи доріг, які примикають до неї.

Відповідно до [1], автомобільні дороги за значенням регламентуються за Законом України від 08.09.2005 Мо 2862-ІМ "Про автомобільні дороги".

Автомобільні дороги поділяють за значенням на:

- автомобільні дороги загального користування;
- вулиці і дороги міст та інших населених пунктів;
- відомчі (технологічні) автомобільні дороги;
- автомобільні дороги на приватних територіях
- автомобільні дороги оборонного значення (особливий вид, регламентується статтею 5 цього ж закону)

За покриттям на:

- з твердим покриттям (цементобетонні, асфальтобетонні, чорні шосе, білі щебеневі (гравійні) шосе, бруківка)
- ґрунтові

За категорією (за добовою інтенсивністю руху) на 1а, 1б, 2, 3, 4, 5.

**Автомобільні дороги державного значення** – дороги загального користування, які мають власне позначення літерою на картах. Міжнародні (М-...), національні (Н-...), регіональні (Р-...) і територіальні (Т-...) відповідно.

**Автомобільні дороги місцевого значення** – основна частка дорожньо-транспортної системи України. Їх поділяють на обласні та районні. Обласні з'єднують адміністративні центри областей та міста області, або ж області між собою (іноді це дорога до аеропорту, залізничної станції, аеропорту і т д). Районні з'єднують адміністративні центри району з іншими населеними пунктами або населені пункти між собою.

Так як частина напрямків, які примикають до нашого вузла є заміськими а частина – міськими, звернемось також до [2], та приведемо класифікацію вулиць і доріг звідти.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						14
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

Дороги та вулиці загалом діляться на вулиці **міських** та **сільських** населених пунктів.

Міські вулиці, в свою чергу, діляться на

- **магістральні дороги,**
- **магістральні вулиці загальноміського значення,**
- **вулиці і дороги місцевого значення.**

Магістральні дороги є безперервного та регульованого руху.

Магістральні вулиці загальноміського значення є безперервного, регульованого руху та районного значення.

Вулиці і дороги місцевого значення можуть бути житловими вулицями, вулицями та дорогами науково-виробничих промислових і комунально-складських зон, пішохідними, парковими, велосипедними доріжками та проїздами.

В свою чергу, є такі дороги та вулиці сільських населених пунктів:

- **селищні дороги**
- **головні вулиці**
- **житлові вулиці**
- **другорядні житлові вулиці**
- **проїзди**

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						15
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Керівник: \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						16
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## 2. ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

### 2.1 Критерії ефективності автомобільних доріг в Україні

Необхідність влаштування того чи іншого виду транспортної розв'язки, в першу чергу, обумовлюється умовами руху видів транспорту або вимогами нормативних документів, які необхідно реалізувати відповідно до категорій магістралей. В цьому випадку техніко-економічне обґрунтування не проводиться.

В інших же випадках, доцільність влаштування перетину в одному чи кількох рівнях визначається на основі підрахунків перспективних інтенсивностей руху в найбільш конфліктних місцях транспортного вузла. Якщо наведена умова не виконується, то обґрунтування влаштування перетину в різних рівнях в таких умовах визначається техніко-економічними розрахунками. Економічна ефективність будівництва перетинів магістралей в різних рівнях встановлюється на основі тих економічних збитків, які характерні для перехрестя (непродуктивні затримки транспорту, втрати від дорожньо-транспортних пригод та ін.). [4]

Загалом, прийняття рішення щодо впровадження в роботу проекту нового будівництва чи реконструкції проводиться на основі транспортно-експлуатаційних та техніко-економічних показників. [4].

#### **Транспортно-експлуатаційні показники:**

- площа території перетину магістралей – шукається як звичайна площа.
- довжина магістралей, що перетинаються – сума довжин перетнутих магістралей.
- підсумкова довжина з'їздів в одnobічному підрахуванні – як правило, для симетричних вузлів це половина суми довжин всіх з'їздів.
- площа дорожніх покриттів магістралей – площа, добуток довжини магістралей на ширину дорожнього покриття.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						17
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

- площа дорожніх покриттів з'їздів – те ж, але множитья довжина з'їздів.
- загальна довжина шляхопроводів чи тунелів в однобічному підрахуванні.
- розрахункова швидкість руху транспортних засобів через варіант перетину в прямому, правоповоротному та лівоповоротному напрямках – розраховується виходячи із допустимої швидкості та інших чинників (зчеплення колеса).
- час пробігу транспортного засобу через варіант перетину в прямому, правоповоротному та лівоповоротному напрямках – залежить від розрахункової швидкості та довжини розв'язки.
- пропускна спроможність в прямому, правоповоротному та лівоповоротному напрямках – залежить від розрахункової швидкості, затримок і т д.
- рівень забезпечення безпеки руху на даному варіанті перетину – коефіцієнт, кількість ДТП на 10 млн транспортних засобів.

**Техніко-економічні показники:**

- вартість будівництва – встановлюється кошторисно-фінансовим розрахунком.
- річні дорожні витрати – сума витрат на реновацію, капітальний ремонт, щорічні витрати на середній ремонт, утримання дорожнього покриття та штучних споруд.
- річні транспортні витрати – затрати транспортних засобів на проїзд по даному вузлу. Залежить від розміру розв'язки, часу пробігу, середньої швидкості і т д.
- річні дорожньо-транспортні витрати – сума дорожніх і транспортних витрат.
- термін окупності – час, за який магістраль зможе принести економічного доходу більше, ніж було затрачено на її влаштування чи реконструкцію.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						18
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## 2.2 Західний досвід оцінки ефективності дорожньо-транспортної системи.

Західний підхід до оцінки ефективності розв'язки, рекомендацій щодо основних принципів проектування та покращення дорожньо-транспортної мережі базується на **HCM - The Highway Capacity Manual**. Це публікація Транспортної науково-дослідної ради (TRB) Національних академій наук, техніки та медицини Сполучених Штатів. Він містить концепції, вказівки та обчислювальні процедури для визначення пропускної спроможності та якості обслуговування різноманітних об'єктів автомобільних доріг, у тому числі автомагістралей, шосе, магістралей, кільцевих розв'язок, перехресть із регулюванням та саморегулюванням, розв'язок, сільських автомагістралей та впливів громадського транспорту, пішоходів і велосипедистів на продуктивність цих систем [7].

Ця публікація виходить уже понад 70 років. Було розроблено сім основних видань та безліч правок та доповнень до них.

Остання публікація вийшла в січні 2022 року та мала назву «Highway Capacity Manual, Seventh Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis». Наукову базу для сучасних рекомендацій HCM розробили Американська асоціація державних дорожніх і транспортних службовців (AASHTO) та Федеральна адміністрація автомобільних доріг (FHWA). Саме повне дослідження пропускної здатності автомобільних доріг та вузлів є у шостому видавництві HCM 2016, видання 2022 року лише коригує певні нюанси.

Однією з перешкод для впровадження цього міжнародного досвіду в Україні є немала ціна видання. Його можна придбати за 250\$ США. Перші три томи видання є лише на платній основі, четвертий том розповсюджується на безкоштовній основі у вигляді веб-ресурсу та не має повного об'єму методів та підходів, необхідних для повноцінного використання.

У розділі 2 HCM 5 описується набір показників та характеристик, які є у кожного елемента вулично-дорожньої мережі. Використання цих характеристик для прийняття конкретних планувальних рішень описано у

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						19
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

розділі 4. Кількісні показники, описані за допомогою цього посібника, називаються МОЕ (measures of effectiveness). Для кожного окремого об'єкта обирається такий МОЕ, який максимально визначає його ефективність та рівень обслуговування – LOS (level of service).

Аналіз і прийняття рішень за допомогою методів HCM майже завжди передбачає оцінку або визначення показника рівня обслуговування – LOS. У деяких випадках показники LOS уступають в важливості МОЕ. Наприклад, співвідношення  $v/c$  – транспортний потік до пропускної здатності. Рівень обслуговування може бути достатнім, але пропускна здатність може значно обмежуватися на деяких ділянках шляху.

Показники LOS, загалом, створені для їх легшого подання громаді та людям, які не надто розбираються в спеціальних термінах, проте мають приймати рішення щодо того чи іншого варіанту майбутнього проекту. Це дозволяє мати уявлення про ефективність не вдаючись у поняття МОЕ.

В свою чергу, МОЕ – це набір кількісних показників, який включає в себе:

- відношення потоку до пропускної здатності  $v/c$
- щільність потоку
- пікова щільність потоку
- відсоток часу, витраченого на рух
- затрачений час на подолання шляху
- середня швидкість руху транспорту на ділянці
- середня швидкість подорожі
- середня швидкість проходження ділянки
- середня швидкість вільного потоку
- насичення потоку
- розрив потоку
- відстань між транспортними засобами

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						20
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

Також, є набір показників для перерваного потоку (потоків зі світлофорним регулюванням):

- об'єм і швидкість потоку
- потік насичення
- змінні управління (параметри світлофорів)
- прогалини в конфліктних зонах
- затримки

Звісно, роботи із аналізу вулично-дорожньої мережі ведуться не один десяток років багатьма видатними вченими та науковими і громадськими діячами. Проаналізувавши деякі статті, видані із початку десятиліття [11-17], можна дійти висновку про те, що напрацювання в цьому напрямі дуже значні. Проте післявоєнну Україну чекає непростий період відновлення та реконструкції, який може як остаточно згубити будівельну сферу держави, так і стати періодом нових можливостей та економічного відродження. І для цього імплементація норм НСМ є ключовим фактором, який дозволить вітчизняним будівельним компаніям складати конкуренцію іноземним, які зайдуть на ринок разом з інвесторами. Підхід Заходу є простішим і комплекснішим. Він дозволяє пояснити простими тезами людині, яка не є експертом в галузі переваги того чи іншого варіанту реконструкції.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						21
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

Керівник: \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						22
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

### 3. МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВ'ЯЗКИ

#### 3.1 Класифікація доріг транспортного вузла на підході до міста Тальне

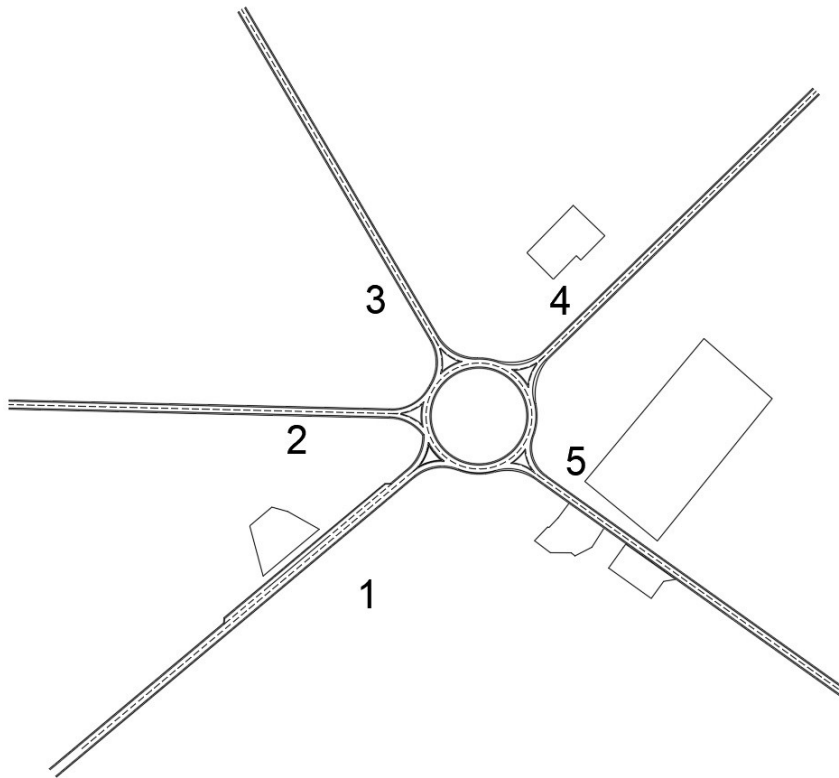


Рис. 3.1 Схема позначень напрямків руху вузла у місті Тальне. 1- до Умані, 2 – до Маньківки, 3 - до Черкас, 4 - вулиця Соборна, 5 - на Добробут

Напрямки 1 і 3 – автомобільна дорога регіонального (національного) значення (траса Н-16).

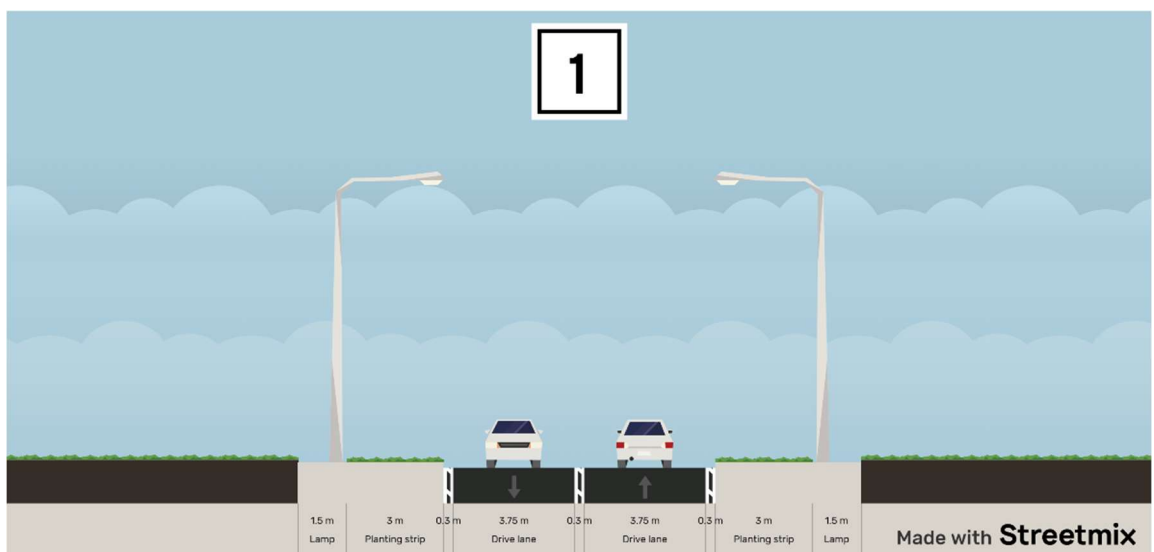


Рис. 3.2 Поперечний профіль дороги напрямку 1

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						23
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

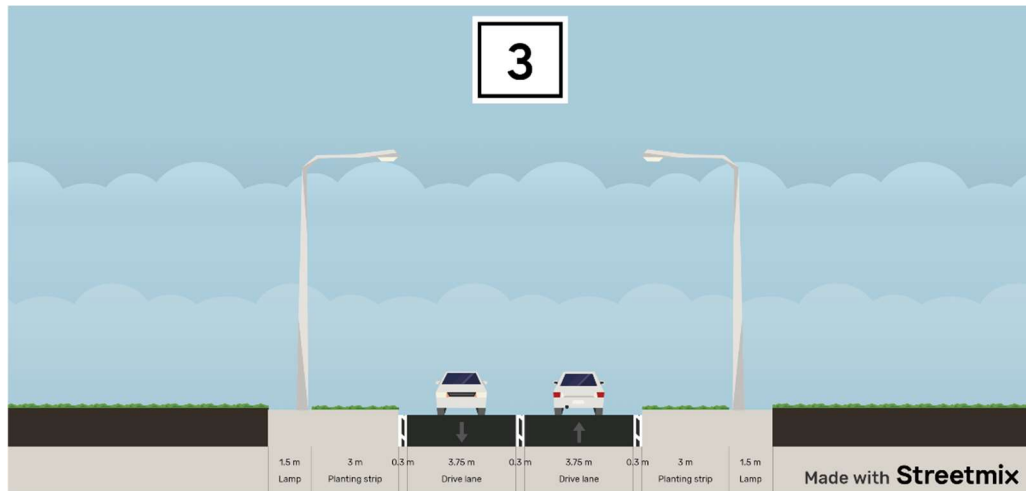


Рис. 3.3 Поперечний профіль дороги напрямку 3

Траса Н-16 є автомобільною дорогою регіонального (національного) значення II категорії (відповідно до таблиці 4.1 [1] інтенсивність руху перевищує 3000 авт/добу). Після реконструкції відстань до найближчих зелених насаджень перевищує 10 метрів. Відповідно до [1, ст10], відстань має становити 9м до найближчого краю стовбура та 5м до чагарників. Умова виконана. За цими ж нормами, стовпи освітлення від проїжджої частини мають бути відділені огороженням, що теж зроблено.

Відповідно до пункту 4.4.5 [1], траси категорії II і вище треба прокладати в обхід населених пунктів. В місті Тальне траса Н-16 знаходиться в межах адміністративної території, проте є об'їздною, тому умову теж можна вважати виконаною.

Пункт 4.6.1 [1] вказує на те, що «В усіх випадках, коли за місцевими умовами можлива поява на дорозі людей або тварин, необхідно забезпечувати бічну видимість придорожньої смуги на відстані 25 м від крайки проїзної частини для доріг I-б - III категорій...». Умова виконана, ніщо не перешкоджає видимості, відсутні будинки та чагарники.

Пункт 4.6.6 [1] говорить про видимість при перетині дороги із залізничною колією в одному рівні. Формально, перетин присутній. Проте фактично – колії не використовуються уже багато років і за декілька сотень

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						24
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

метрів від перетинів – розібрані. В подальшому будемо вважати, що колій нема. При проектуванні можливих варіантів реконструкції ігноруватимемо колії.

Відповідно до таблиці 5.1 [1], поперечний профіль дороги II категорії повинен відповідати таким основним умовам:

- кількість смуг руху – 2. Відповідає, 2 основні смуги руху та одна поворотна біля розв'язки.
- ширина смуг руху 3,75м. Відповідає.
- ширина узбіччя 3,75м. Не відповідає по причині недостатньої ширини земляного насипу. Проте присутні зони з'їзду впродовж всього шляху.
- допустима швидкість руху 90км/год, проте приймаємо 50км/год тому що розв'язка знаходиться в адміністративних межах населеного пункту.

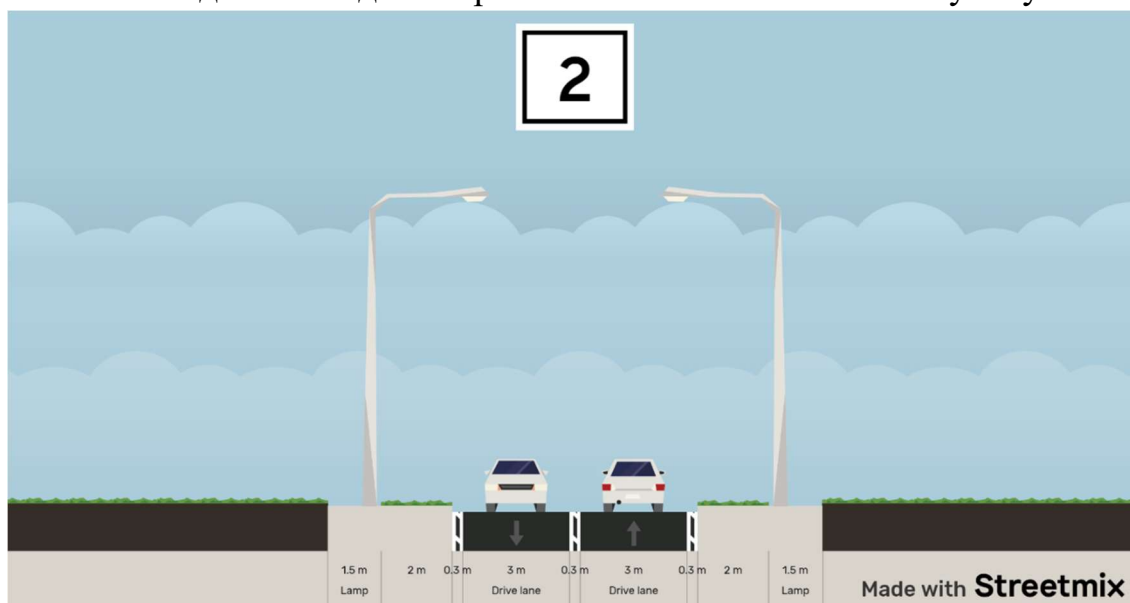


Рис. 3.4 Поперечний профіль дороги напрямку 2

Дорога в напрямку Маньківки є автомобільною дорогою обласного (територіального) значення (Т-24-11) 4 категорії (пропускна здатність до 1000 авт/добу). Відповідно до вищезазначених пунктів, дорога відповідає загальним

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						25
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

вимогам ДБН. Слід зазначити, що вуличне освітлення присутнє лише на ділянці близ розв'язки.

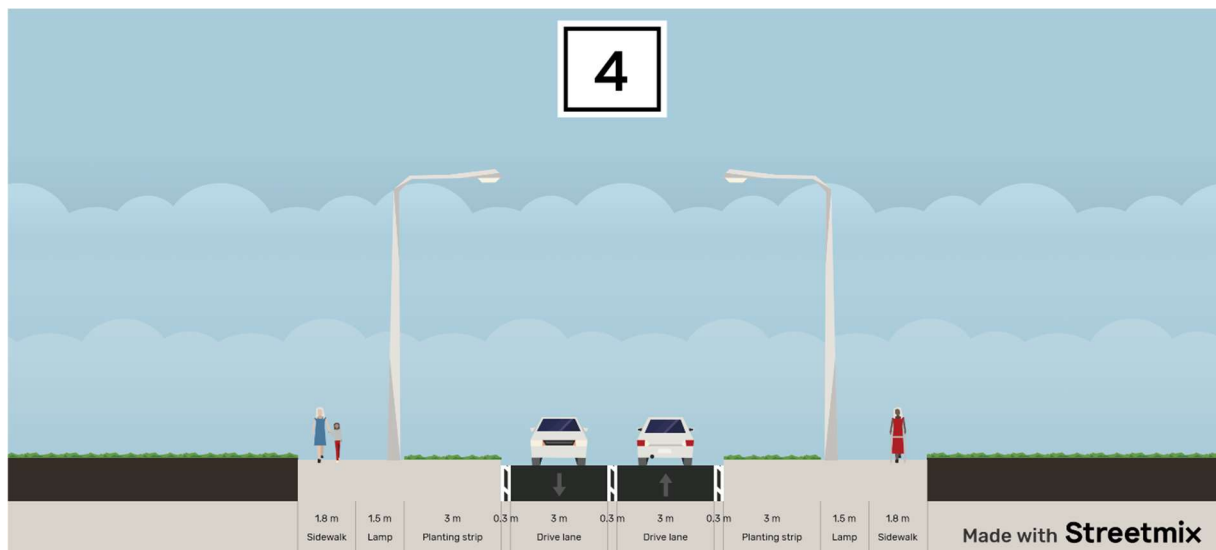


Рис. 3.5 Поперечний профіль дороги напрямку 4

Напрямок 4 – вулиця Соборна, є основною магістраллю районів міста, або магістральною вулицею загальноміського значення. Загалом, вона відповідає вимогам ДБН по кількості і ширині смуг та ширині узбіччя.

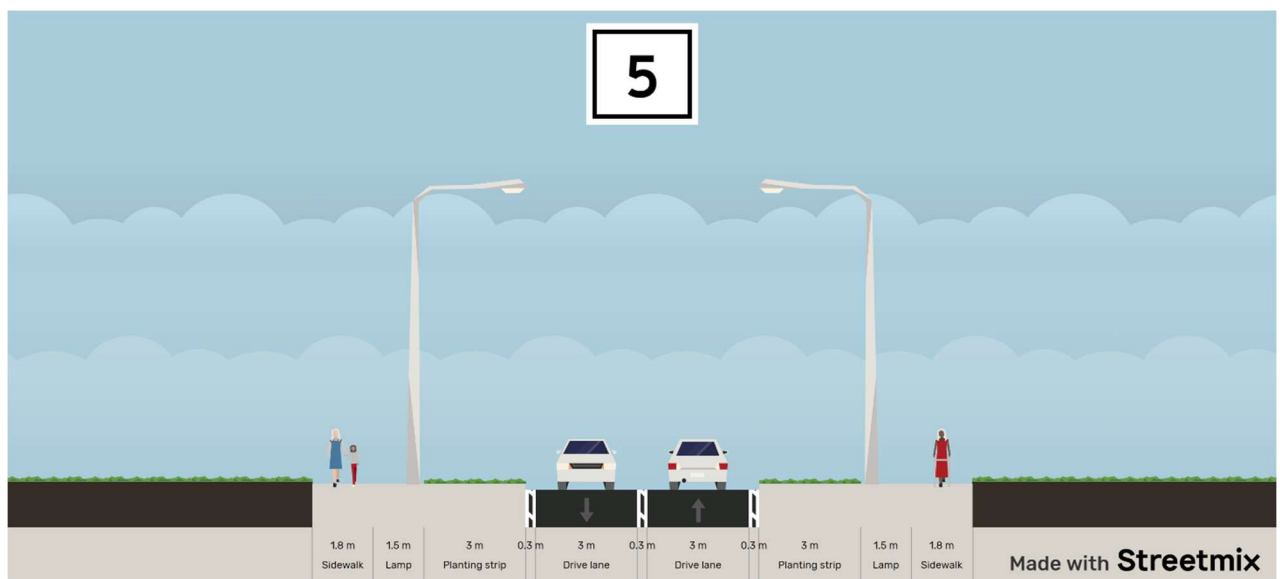


Рис. 3.6 Поперечний профіль дороги напрямку 5

Напрямок 5 – вулиця в сторону Добробуту (район міста). Це дорога місцевого значення, відноситься до вулиць і доріг в науково-виробничих, промислових і комунально-складських зонах. Відповідає більшості нормативних вимог, проте є тупиковою і не має вкінці місця для розвороту.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		26

### 3.2 Визначення швидкості руху та складання матриці інтенсивностей для вузла.

На всіх напрямках приймаємо допустиму швидкість руху відповідно до оновлених правил дорожнього руху 50км/год.

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

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

(1)

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

$l_b$  – 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/с<sup>2</sup>);

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (0,4 - 0,45);

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

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

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

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						27
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

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

$$V_{\text{опт}} = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}} \qquad V_{\text{н}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Приймаємо  $V_{\text{р}} = V_{\text{опт}}$ .  $V_{\text{р}} = 30 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ .

Визначимо добову інтенсивність руху для легкових автомобілів, легких вантажних та важких вантажних транспортних засобів:

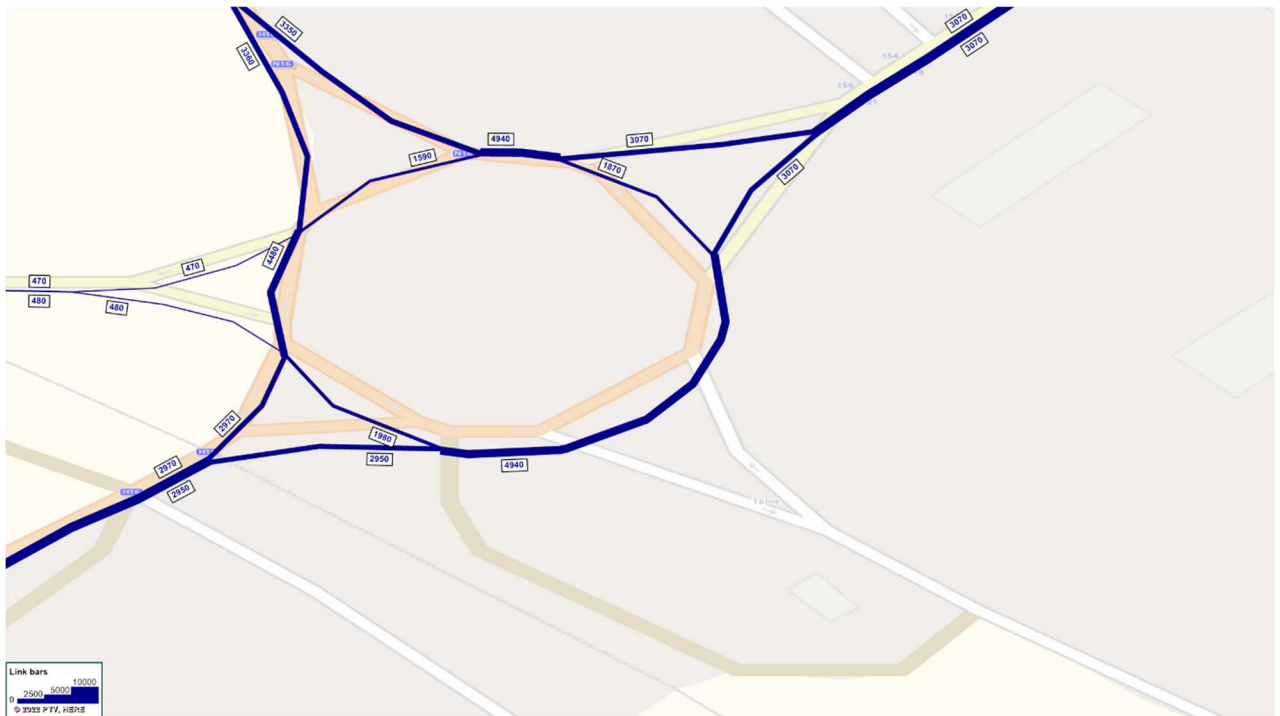


Рис. 3.7 Добова інтенсивність руху легкових автомобілів на розв'язці.

У напрямку 5 (Добрут) приймаємо інтенсивність 130авт/добу та 130авт/добу вхідного та вихідного потоку відповідно до спостережень. Напрямок між 1 та 5 відсутній після реконструкції 2020 року. Коефіцієнт приведення для легкового автомобіля відповідно до таблиці 4.1 ДБН В.2.3-5-2018 приймається 1,0.



Рис. 3.8 Додова інтенсивність руху легких вантажних автомобілів на розв'язці.

У напрямку 5 (Добробут) приймаємо інтенсивність 40авт/добу та 40авт/добу вхідного та вихідного потоку відповідно до спостережень. Коефіцієнт приведення для легкового автомобіля відповідно до таблиці 4.1 ДБН В.2.3-5-2018 приймається 1,5.



Рис. 3.9 Додова інтенсивність руху важких вантажних автомобілів на розв'язці

У напрямку 5 (Добробут) приймаємо інтенсивність 0авт/добу та 0авт/добу вхідного та вихідного потоку відповідно до відсутності достатнього місця для розвороту та маневрування відповідних транспортних засобів. Коефіцієнт приведення для легкового автомобіля відповідно до таблиці 4.1 ДБН В.2.3-5-2018 приймається 1,7.

Виходячи з цих даних, складемо матриці інтенсивності руху:

Табл. 3.1 Матриця інтенсивностей для легкових автомобілів.

Напря́м		Вихід					Сума вхід
		1	2	3	4	5	
Вхід	1	140	130	1760	910	30	2970
	2	190	40	125	100	15	470
	3	990	120	350	1850	40	3350
	4	1620	170	1050	190	40	3070
	5	10	20	75	20	5	130
Сума вихід		2950	480	3360	3070	130	9990

Табл. 3.2 Матриця інтенсивностей для легких вантажних автомобілів.

Напря́м		Вихід					Сума вхід
		1	2	3	4	5	
Вхід	1	145	0	5	265	20	435
	2	0	0	0	0	0	0
	3	5	0	0	10	0	15
	4	310	0	5	140	10	465
	5	5	0	5	20	10	40
Сума вихід		465	0	15	435	40	955

Табл. 3.3 Матриця інтенсивностей для важких вантажних автомобілів.

Напря́м		Вихід					Сума вхід
		1	2	3	4	5	
Вхід	1	26	0	7	273	0	306
	2	0	0	0	0	0	0
	3	12	0	5	0	0	17
	4	268	0	5	50	0	323
	5	0	0	0	0	0	0
Сума вихід		306	0	17	323	0	646

Табл. 3.4 Матриця загальних інтенсивностей.

Напря́м		Вихід					Сума вхід
		1	2	3	4	5	
Вхід	1	311	130	1772	1448	50	3711
	2	190	40	125	100	15	470
	3	1007	120	355	1860	40	3382
	4	2198	170	1060	380	50	3858
	5	15	20	80	40	15	170
Сума вихід		306	3721	480	3392	3828	11591

В подальшому розрахунку будемо приймати інтенсивності окремо для кожного виду транспортного засобу у кожному напрямку для підвищення точності вимірів.

### 3.3 Розробка імітаційної моделі транспортного вузла у програмному комплексі PTV Vissim

Користуючись раніше розробленою схемою (Рис), створимо основну схему дорожньої розв'язки у програмі, враховуючи радіус кільця та ширину смуг руху:

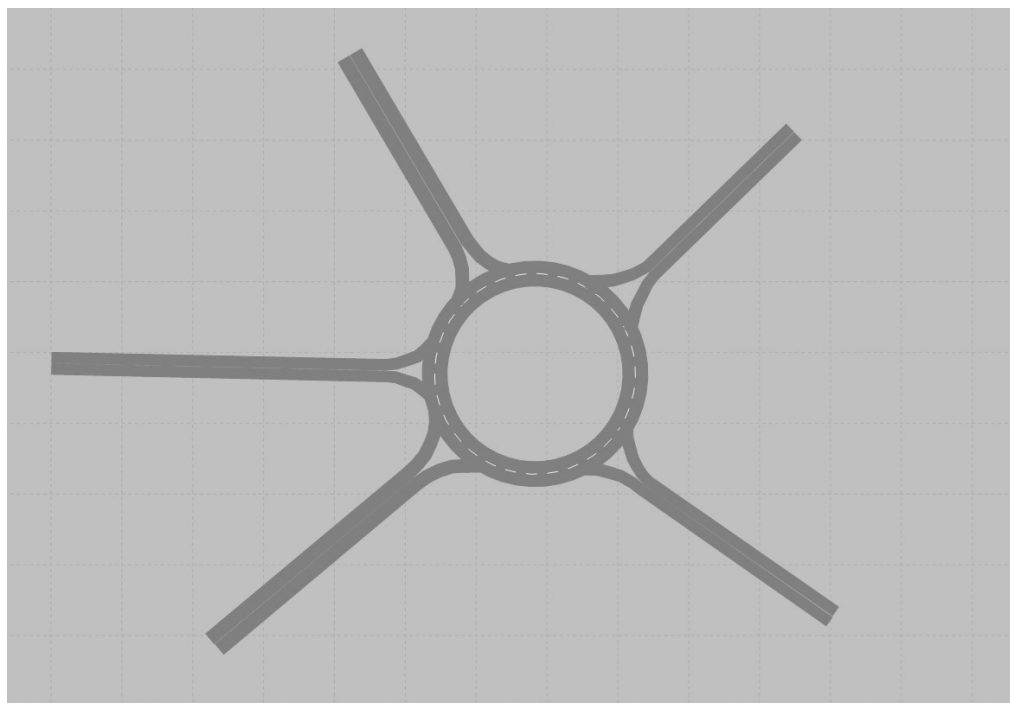


Рис. 3.9 Схема дорожньої розв'язки у програмному комплексі PTV Vissim

Відповідно до Табл, створимо схему вхідних потоків для кожного із видів транспорту:

Входящие потоки ТС / Интервал времени нагрузки ТС					
Число: 15	№	Имя	Отрезок	Нагр(0-MAX)	СостТС(0-MAX)
	1	1	1: 1 вхід	2970,0	2: Легкові
	2	2	5: 2 вхід	470,0	2: Легкові
	3	3	3: 3 вхід	3350,0	2: Легкові
	4	4	8: 4 вхід	3070,0	2: Легкові
	5	5	9: 5 вхід	130,0	2: Легкові
	6	11	1: 1 вхід	435,0	3: Середні
	7	12	5: 2 вхід	0,0	3: Середні
	8	13	3: 3 вхід	15,0	3: Середні
	9	14	8: 4 вхід	465,0	3: Середні
	10	15	9: 5 вхід	40,0	3: Середні
	11	21	1: 1 вхід	306,0	4: Важкі
	12	22	5: 2 вхід	0,0	4: Важкі
	13	23	3: 3 вхід	17,0	4: Важкі
	14	24	8: 4 вхід	323,0	4: Важкі
	15	25	9: 5 вхід	0,0	4: Важкі

Рис. 3.10 Вхідні потоки транспортних засобів

Все з тих же таблиць візьмемо вихідні дані для створення статичних маршрутів транспортних засобів:

Решения маршрутов ТС (статич.) / Статические маршруты ТС							
Число: 15	№	Имя	Отрезок	Поз	ВсеТипыТС	КлТС	МетВыбМарш
1	1	1л	1: 1 вхід	3,962	<input type="checkbox"/>	10	Статически
2	2	2л	5: 2 вхід	1,624	<input type="checkbox"/>	10	Статически
3	3	3л	3: 3 вхід	2,052	<input type="checkbox"/>	10	Статически
4	4	4л	8: 4 вхід	3,370	<input type="checkbox"/>	10	Статически
5	5	5л	9: 5 вхід	3,078	<input type="checkbox"/>	10	Статически
6	6	1с	1: 1 вхід	3,962	<input type="checkbox"/>	80	Статически
7	7	2с	5: 2 вхід	1,624	<input type="checkbox"/>	80	Статически
8	8	3с	3: 3 вхід	2,052	<input type="checkbox"/>	80	Статически
9	9	4с	8: 4 вхід	3,370	<input type="checkbox"/>	80	Статически
10	10	5с	9: 5 вхід	3,078	<input type="checkbox"/>	80	Статически
11	11	1в	1: 1 вхід	3,962	<input type="checkbox"/>	20	Статически
12	12	2в	5: 2 вхід	1,624	<input type="checkbox"/>	20	Статически
13	13	3в	3: 3 вхід	2,052	<input type="checkbox"/>	20	Статически
14	14	4в	8: 4 вхід	3,370	<input type="checkbox"/>	20	Статически
15	15	5в	9: 5 вхід	3,078	<input type="checkbox"/>	20	Статически

Рис. 3.11 Рішення маршрутів транспортних засобів

Число: 75	РешМаршТС	№	Имя	Формула	КонОтр	ПозЦели	ОтнНагр(0-MAX)
1	1: 1л	1	11-1		10004	8,943	140,000
2	1: 1л	2	11-2		10006	6,366	130,000
3	1: 1л	3	11-3		10008	6,184	1760,000
4	1: 1л	4	11-3		10010	5,969	910,000
5	1: 1л	5	11-5		10002	6,060	30,000
6	2: 2л	1	12-1		10004	8,262	190,000
7	2: 2л	2	12-2		10006	5,950	40,000
8	2: 2л	3	12-3		10008	6,963	125,000
9	2: 2л	4	12-4		10010	7,371	100,000
10	2: 2л	5	12-5		10002	7,453	15,000
11	3: 3л	1	13-1		10004	10,463	990,000
12	3: 3л	2	13-2		10006	7,364	120,000
13	3: 3л	3	13-3		10008	9,160	350,000
14	3: 3л	4	13-4		10010	6,357	1850,000
15	3: 3л	5	13-5		10002	8,561	40,000
16	4: 4л	1	14-1		10004	12,297	1620,000
17	4: 4л	2	14-2		10006	8,791	170,000
18	4: 4л	3	14-3		10008	8,150	1050,000
19	4: 4л	4	14-4		10010	8,784	190,000
20	4: 4л	5	14-5		10002	10,338	40,000
21	5: 5л	1	15-1		10004	13,852	10,000
22	5: 5л	2	15-2		10006	7,646	20,000
23	5: 5л	3	15-3		10008	10,653	75,000
24	5: 5л	4	15-4		10010	9,908	20,000
25	5: 5л	5	15-5		10002	12,027	5,000

Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

26 6: 1с	1 21-1		10004	8,943	145,000
27 6: 1с	2 21-2		10006	6,366	0,000
28 6: 1с	3 21-3		10008	6,184	5,000
29 6: 1с	4 21-4		10010	5,969	265,000
30 6: 1с	5 21-5		10002	6,060	20,000
31 7: 2с	1 22-1		10004	8,262	0,000
32 7: 2с	2 22-2		10006	5,950	0,000
33 7: 2с	3 22-3		10008	6,963	0,000
34 7: 2с	4 22-4		10010	7,371	0,000
35 7: 2с	5 22-5		10002	7,453	0,000
36 8: 3с	1 23-1		10004	10,463	5,000
37 8: 3с	2 23-2		10006	7,364	0,000
38 8: 3с	3 23-3		10008	9,160	0,000
39 8: 3с	4 23-4		10010	6,357	10,000
40 8: 3с	5 23-5		10002	8,561	0,000
41 9: 4с	1 24-1		10004	12,297	310,000
42 9: 4с	2 24-2		10006	8,791	0,000
43 9: 4с	3 24-3		10008	8,150	5,000
44 9: 4с	4 24-4		10010	8,784	140,000
45 9: 4с	5 24-5		10002	10,338	10,000
46 10: 5с	1 25-1		10004	13,852	5,000
47 10: 5с	2 25-2		10006	7,646	0,000
48 10: 5с	3 25-3		10008	10,653	5,000
49 10: 5с	4 25-4		10010	9,908	20,000
50 10: 5с	5 25-5		10002	12,027	10,000
51 11: 1в	1 31-1		10004	8,943	26,000
52 11: 1в	2 31-2		10006	6,366	0,000
53 11: 1в	3 31-3		10008	6,184	7,000
54 11: 1в	4 31-4		10010	5,969	273,000
55 11: 1в	5 31-5		10002	6,060	0,000
56 12: 2в	1 32-1		10004	8,262	0,000
57 12: 2в	2 32-2		10006	5,950	0,000
58 12: 2в	3 32-3		10008	6,963	0,000
59 12: 2в	4 32-4		10010	7,371	0,000
60 12: 2в	5 32-5		10002	7,453	0,000
61 13: 3в	1 33-1		10004	10,463	12,000
62 13: 3в	2 33-2		10006	7,364	0,000
63 13: 3в	3 33-3		10008	9,160	5,000
64 13: 3в	4 33-4		10010	6,357	0,000
65 13: 3в	5 33-5		10002	8,561	0,000
66 14: 4в	1 34-1		10004	12,297	268,000
67 14: 4в	2 34-2		10006	8,791	0,000
68 14: 4в	3 34-3		10008	8,150	5,000
69 14: 4в	4 34-4		10010	8,784	50,000
70 14: 4в	5 34-5		10002	10,338	0,000
71 15: 5в	1 35-1		10004	13,852	0,000
72 15: 5в	2 35-2		10006	7,646	0,000
73 15: 5в	3 35-3		10008	10,653	0,000
74 15: 5в	4 35-4		10010	9,908	0,000
75 15: 5в	5 35-5		10002	12,027	0,000

Рис. 3.12 Статичні маршрути транспортних засобів

Відповідно до правил дорожнього руху, на нерегульованих кільцевих розв'язках пріоритет руху мають засоби, які вже знаходяться на кільці. Тому влаштовуємо конфліктні зони таким чином:

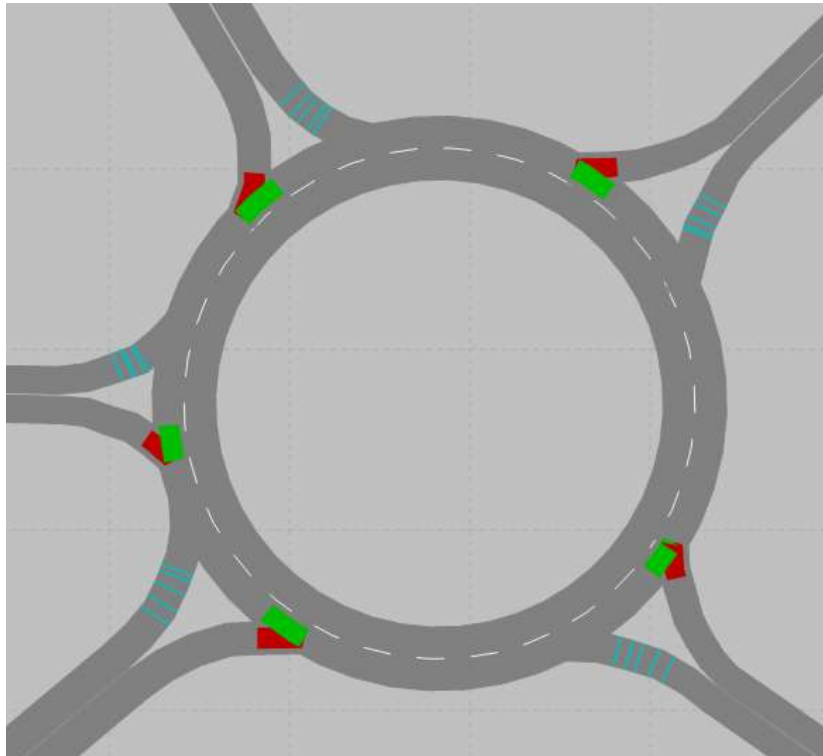


Рис. 3.13 Конфліктні зони на кільцевій розв'язці.

За попереднім розрахунком, швидкісний режим для всіх видів транспортних засобів встановлений на рівні 40км/год, проте для безпечного проходження повороту встановимо додаткові зони малошвидкісного руху у 30км/год на з'єднуючих ділянках:

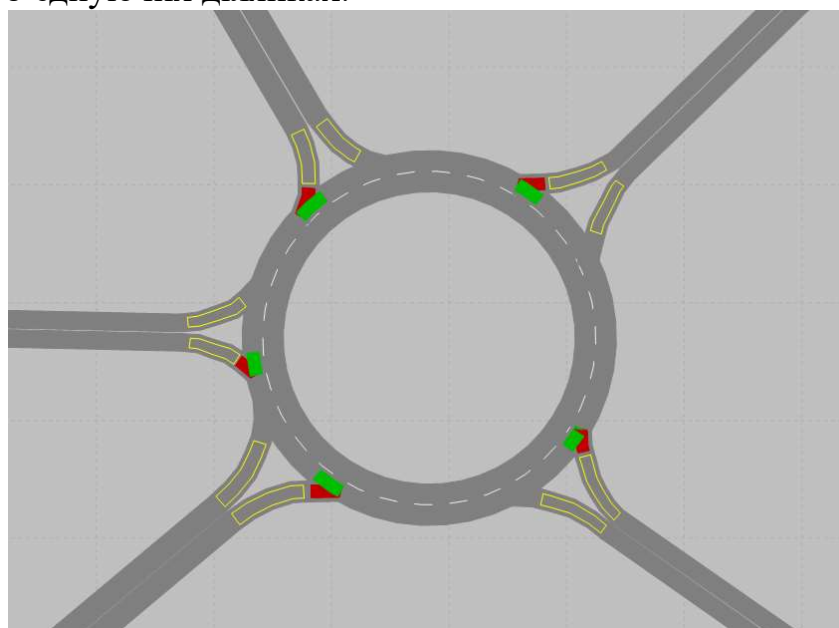


Рис. 3.14 Зони малошвидкісного руху

Встановимо лічильники на входах і виходах кожного маршруту для підрахунку техніко-економічних показників:

Число:	25	№	Имя	СтартОтр	СтартПоз	КонОтр	КонПоз	Расстояние
1	1	1-1	1: 1 вхід	70,456	2: 1 вихід	3,037	203,16	
2	2	1-2	1: 1 вхід	71,259	6: 2 вихід	0,686	176,71	
3	3	1-3	1: 1 вхід	70,683	4: 3 вихід	0,615	147,90	
4	4	1-4	1: 1 вхід	70,878	7: 4 вихід	0,560	110,18	
5	5	1-5	1: 1 вхід	69,948	10: 5 вихід	0,618	69,01	
6	6	2-1	5: 2 вхід	93,641	2: 1 вихід	2,879	41,82	
7	7	2-2	5: 2 вхід	93,803	6: 2 вихід	0,565	194,01	
8	8	2-3	5: 2 вхід	93,656	4: 3 вихід	1,272	165,55	
9	9	2-4	5: 2 вхід	93,524	7: 4 вихід	0,562	127,50	
10	10	2-5	5: 2 вхід	93,924	10: 5 вихід	0,654	85,03	
11	11	3-1	3: 3 вхід	60,737	2: 1 вихід	2,603	70,70	
12	12	3-2	3: 3 вхід	60,861	6: 2 вихід	0,423	45,10	
13	13	3-3	3: 3 вхід	60,669	4: 3 вихід	0,990	194,52	
14	14	3-4	3: 3 вхід	60,552	7: 4 вихід	0,673	156,85	
15	15	3-5	3: 3 вхід	60,834	10: 5 вихід	1,031	114,76	
16	16	4-1	8: 4 вхід	55,679	2: 1 вихід	2,324	109,61	
17	17	4-2	8: 4 вхід	55,488	6: 2 вихід	0,421	84,60	
18	18	4-3	8: 4 вхід	55,582	4: 3 вихід	0,949	55,72	
19	19	4-4	8: 4 вхід	55,874	7: 4 вихід	0,762	195,74	
20	20	4-5	8: 4 вхід	56,068	10: 5 вихід	0,809	153,43	
21	21	5-1	9: 5 вхід	63,737	2: 1 вихід	2,464	153,97	
22	22	5-2	9: 5 вхід	63,848	6: 2 вихід	0,697	128,79	
23	23	5-3	9: 5 вхід	63,471	4: 3 вихід	0,970	100,13	
24	24	5-4	9: 5 вхід	63,882	7: 4 вихід	0,948	62,23	
25	25	5-5	9: 5 вхід	63,660	10: 5 вихід	1,119	198,43	

Рис. 3.15 Встановлення лічильників на маршрутах

Після проходження імітації отримаємо результати часу затримок та внесемо їх в таблицю:

Табл. 3.5 Результати виміру затримок на напрямках, с.

Напрямок		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	31,2	22,7	24	22,4	16,3
	2	19,2	36	28,3	25,1	22,8
	3	14,3	15,9	30,5	23,1	19,4
	4	24	77,3	20,8	31,3	18,6
	5	136,3	22,7	77,5	40,4	0

Табл. 3.6 Підрахунки втрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”

Напрямок		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	9703,2	2951	42528	32435	815
	2	3648	1440	3537,5	2510	342
	3	14400	1908	10828	42966	776
	4	52752	13141	22048	11894	930
	5	2044,5	454	6200	1616	0

Загальна сума затримок на проходженні розв’язки складає 281867с або 78,3 години на день.

Провівши серію моделювань для отримання середніх значень, отримаємо такі результати аналізу мережі ТЗ:

Результати аналізу мережі ТЗ

Число:	ЦиклИмит	ИнтВр	ВрЗадержСр(Все)	ОстСр(Все)	СкорСр(Все)	ВрЗадержСтояСр(Все)	РасстВсего(Все)
3	7	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
4	8	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
5	9	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
6	10	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
7	11	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
8	12	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
9	13	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
10	14	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
11	15	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
12	16	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
13	17	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
14	18	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
15	19	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
16	20	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
17	Среднее з...	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
18	Стандарт...	0-600	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Минимум	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47
20	Максимум	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47

Рис. 3.15 Результати аналізу мережі ТЗ ч.1

ВрПутиВсього(Все)	ЗадержВрВсього(Все)	ОстВсього(Все)	ВрЗадержСтояВсього(Все)	ТСАкт(Все)	ТСПриб(Все)	ВрЗадержСкр	DemandLatent
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
0,00	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00

Рис. 3.16 Результати аналізу мережі ТЗ ч.2

26 5	0-600	1: 1-1	5	31,18
27 5	0-600	2: 1-2	3	22,73
28 5	0-600	3: 1-3	46	24,05
29 5	0-600	4: 1-4	30	22,43
30 5	0-600	5: 1-5	13	16,31
31 5	0-600	6: 2-1	14	19,21
32 5	0-600	7: 2-2	7	36,01
33 5	0-600	8: 2-3	13	28,31
34 5	0-600	9: 2-4	9	25,12
35 5	0-600	10: 2-5	1	22,83
36 5	0-600	11: 3-1	25	14,28
37 5	0-600	12: 3-2	5	15,86
38 5	0-600	13: 3-3	5	30,45
39 5	0-600	14: 3-4	63	23,13
40 5	0-600	15: 3-5	2	19,37
41 5	0-600	16: 4-1	43	24,06
42 5	0-600	17: 4-2	3	77,25
43 5	0-600	18: 4-3	24	20,80
44 5	0-600	19: 4-4	4	31,33
45 5	0-600	20: 4-5	2	18,55
46 5	0-600	21: 5-1	4	136,25
47 5	0-600	22: 5-2	1	22,71
48 5	0-600	23: 5-3	5	77,54
49 5	0-600	24: 5-4	5	40,35
50 5	0-600	25: 5-5	0	

Отримуємо час проходження напрямків ТЗ:

Рис. 3.17 Час на проходження напрямку, с.

### 3.4 Оптимізація дорожньо-транспортної розв'язки шляхом додавання світлофорного регулювання

Одним із найпростіших шляхів оптимізації вузла є додавання світлофорного регулювання на нього. Вартість такої роботи – встановлення та налаштування обладнання. Вузол можна залишити існуючий, не вносячи фізичні зміни в дорожнє полотно, не проводячи земляних робіт та не розширюючи смуг руху.

Для першого наближення візьмемо світлофорний цикл із трьома групами сигналів. Зелене світло горітиме 25 секунд (в третій групі 20 секунд), жовте – 5 секунд до та після зеленого, тобто 10 секунд, і червоне – 50 секунд. Весь цикл триватиме  $25+10+50=85$  секунд, що повинно дати достатньо пропускну здатність та не створювати дискомфорту для водіїв.

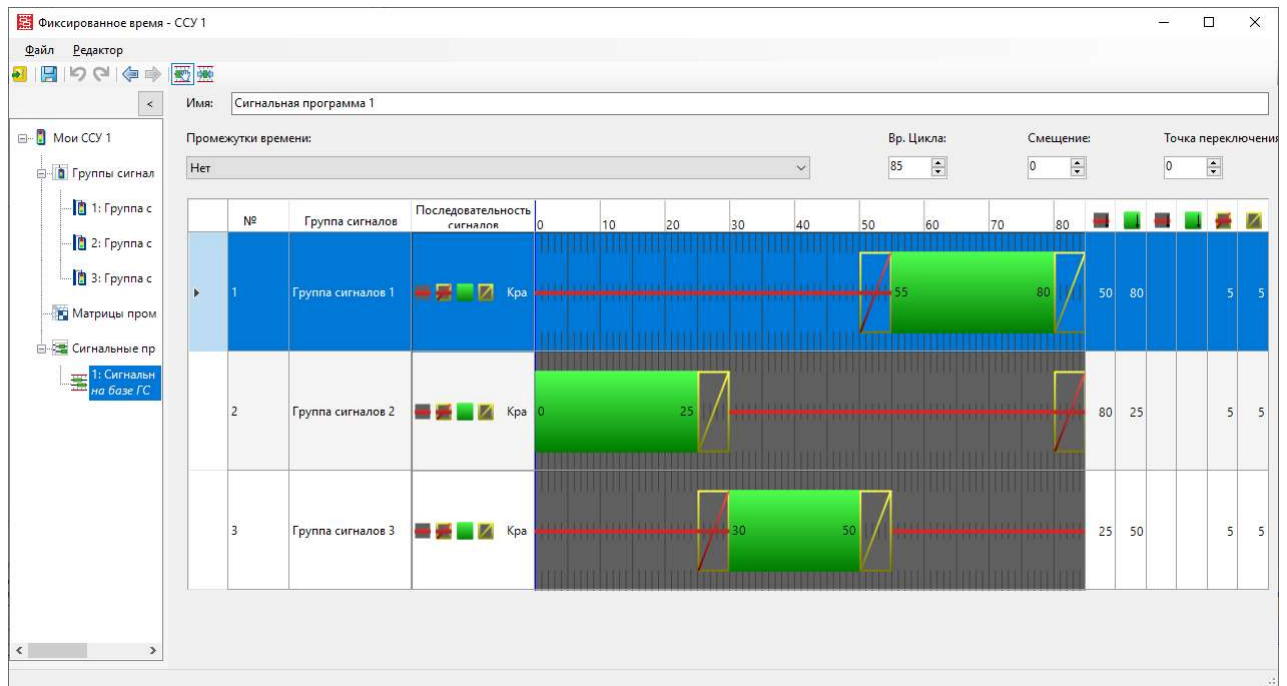


Рис. 3.18 Графік перемикання сигналів світлофору.

Маючи 3 групи сигналів, ми можемо розмістити їх так, щоб автомобільні потоки не пересікалися, проте 1 група буде регулювати потоки із напрямів 1 та 2, друга група – із 3 та 5, а 3 група – із напрямом 3. Напрями 1, 3 та 4 самі значимі, інтенсивність на них на порядок вища, ніж на 2 та 5. Напряму 3 відповідає група сигналів 3, яка має коротший на 5 секунд зелений сигнал тому що напрям 3 є найменшим із трьох основних.

Отже, запускаємо імітацію із розставленими світлофорними приладами

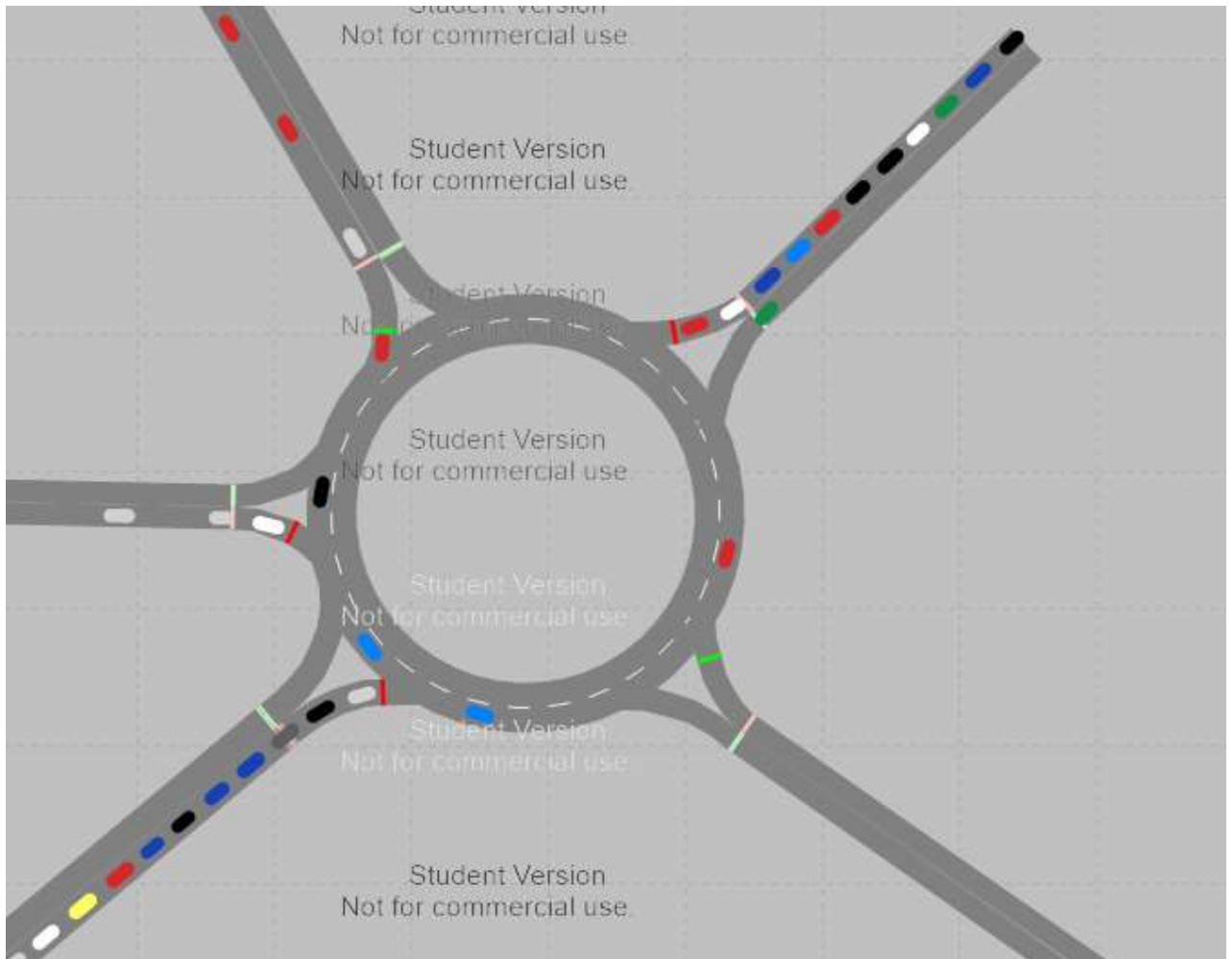


Рис. 3.19 Працююча модель зі світлофорними приладами

Табл. 3.7 Результати затримок моделі зі світлофором

Напрямок		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	19,9	45,5	45,4	37,5	73,7
	2	16,3	26,7	25,5	23,2	8,7
	3	21,1	5,7	19,2	32,3	14,7
	4	23,8	11,8	12,4	18,4	34,3
	5	23,4	15,3	34,7	31,5	0

На перший погляд, результат – сильно негативний. Розрахуємо загальні витрати часу автомобілів на вузлі

Табл. 3.8 Підрахунки втрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”

Напрямок		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	6188,9	5915	80449	54300	3685
	2	3097	1068	3187,5	2320	130,5
	3	21248	684	6816	60078	588
	4	52312	2006	13144	6992	1715
	5	351	306	2776	1260	0

Загальні витрати часу склали 330617 секунд, або 91,84 години кожного дня, що значно гірше, ніж до внесення змін.

Оптимізуємо режим роботи світлофору, приймемо ті ж 3 групи сигналів, проте тривалість кожного зеленого буде 20с, кожного жовтого  $3+3=6$ с та червоних 43с

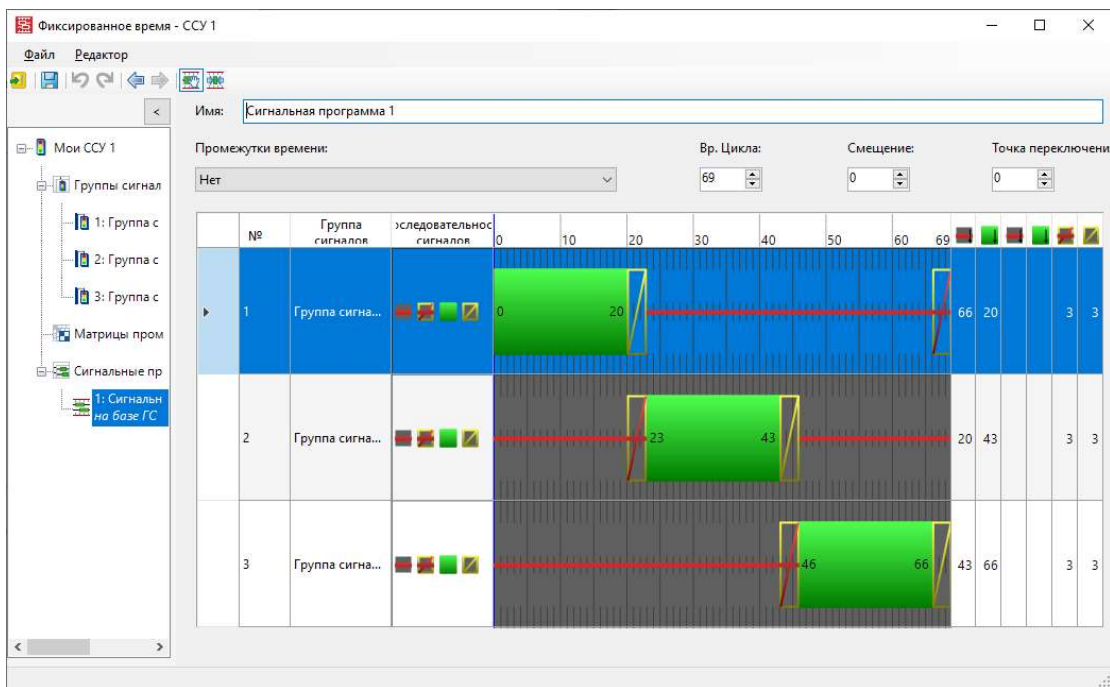


Рис. 3.20 Змінений режим роботи світлофорів

При цьому, напрям 1 працює від 1 групи сигналів, напрям 2 та 3 – від другої, а напрями 4 та 5 – від третьої. Отримаємо час затримки:

Табл. 3.8 Результати затримок другої моделі зі світлофором

Напря́м		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	26,8	46,7	24,2	16,5	43,1
	2	27,5	33,8	37	30,4	24,7
	3	15,7	20,7	46,1	31,7	38,3
	4	37,8	0	24,1	24,8	62,3
	5	45,3	22,3	20	25,9	0

Табл. 3.9 Підрахунки втрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пiк”

Напря́м		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	6188,9	5915	80449	54300	3685
	2	3097	1068	3187,5	2320	130,5
	3	21248	684	6816	60078	588
	4	52312	2006	13144	6992	1715
	5	351	306	2776	1260	0

Загальні витрати часу склали 318032 секунди, або 88,34 години кожного дня, що значно гірше, ніж до внесення змін.

Спробуємо третій варіант – 2 групи сигналів, у мершій зелений сигнал триватиме 40 секунд, у другій – 20. Перша група включатиме напрями 1, 3 та 4, друга – 2 та 5. Жовтий – ті ж 3 секунди.

Отримуємо такі результати:

Табл. 3.10 Результати затримок другої моделі зі світлофором

Напря́м		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	26,1	19,1	25,7	23,1	16,4
	2	23,7	38,4	32,7	26,2	9,2
	3	20,2	17,6	30,6	26,33	24,1
	4	25,7	29	16,6	52,1	34,2
	5	54,4	27	30,4	13,4	0

Табл. 3.11 Підрахунки втрат часу на рух транспорту через перетин магістралей за напрямками і в цілому в години „пік”

Напря́м		Вихід				
		1	2	3	4	5
Вхід	1	6188,9	5915	80449	54300	3685
	2	3097	1068	3187,5	2320	130,5
	3	21248	684	6816	60078	588
	4	52312	2006	13144	6992	1715
	5	351	306	2776	1260	0

Вартість влаштування одного світлофору складає в середньому 12000грн, вартість встановлення одного знаку – 1278гр. Отже, встановивши 5 знаків та 5 світлофорів, вартість такого проекту складатиме 66390грн.

### 3.5 Розробка проекту реконструкції розв'язки у двох рівнях.

Відповідно до таблиці 5.5 пункту 5.2.2 [1] та прийнятої розрахункової швидкості руху 40км/год, приймаємо основні параметри елементів плану і поздовжнього профілю:

Табл. 3.12 Параметри елементів плану і поздовжнього профілю, що залежать від розрахункової швидкості руху

Найменування елементів	Значення для 40км/год
Найбільший поздовжній похил, ‰	90
Найменший радіус кривої в плані, м	65
Найменший радіус опуклої кривої у профілі, м	1000
Найменший радіус увігнутої кривої у профілі, м	500
Найменша відстань видимості для зупинки, м	50
Найменша відстань видимості для зустрічного, м	120

Для мінімізації вартості проекту, використаємо розв'язку в другому рівні лише для з'єднання двох самих завантажених напрямків, тобто 1 та 4. При цьому напрямки 2, 3, 5 та саме кільце залишаться без змін. Лише зменшимо розмір трикутника безпеки напрямку 2 для оптимізації руху переплетення.

Отже, виходячи із цієї таблиці та відповідно до вимог [2], проектуємо варіант розв'язки у двох рівнях. При цьому приймаємо необхідну висоту до низу несучих конструкцій 5,5м та висоту самих конструкцій 1,5м, отримуючи необхідну висоту над кільцевою розв'язкою.

Основні елементи поперечного перетину приймаємо виходячи із проектної доцільності, пішохідні смуги відсутні як до реконструкції так і після у зв'язку з відсутністю необхідності. Поздовжні профілі виконуємо у програмному комплексі Autodesk Civil 3D, поперечні профілі всіх напрямків крім 1-4 відповідають вихідних.

Зважаючи на відносно малі радіуси з'їздів у деяких місцях, приймемо їх ширину 3,5м і смуги руху 3,5м, так як при в'їзді в місто вони всеодно стануть такими.



Рис. 3.20 Поперечний профіль 1-4 після реконструкції

Побудуємо поздовжні профілі для напрямків, які реконструюються

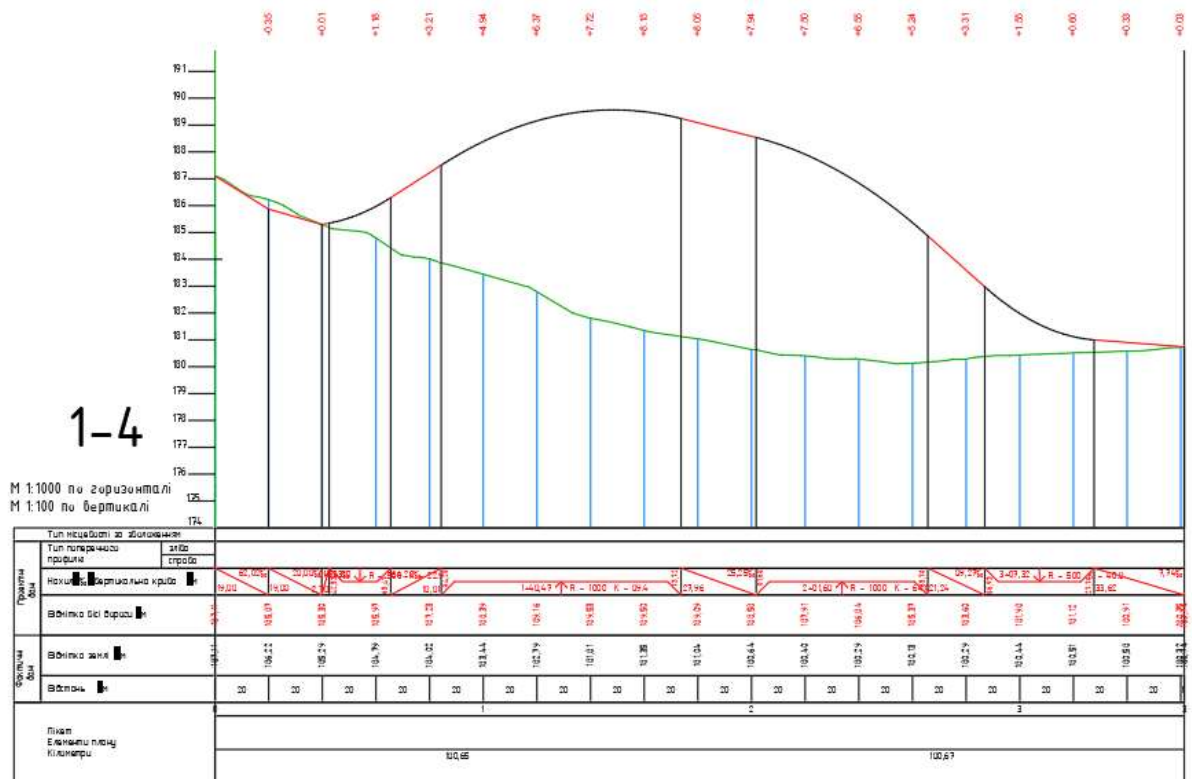


Рис. 3.21 Поздовжній профіль 1-4

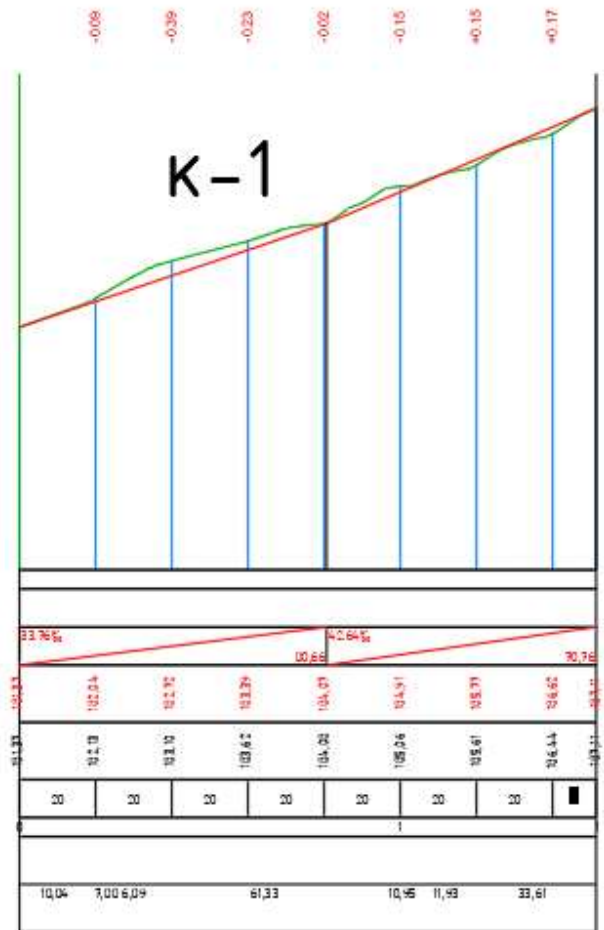
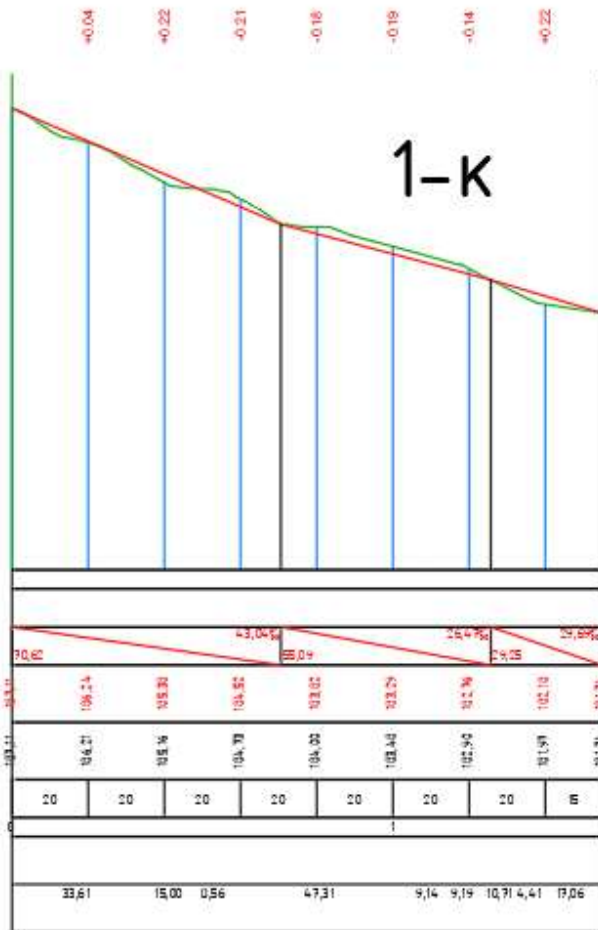


Рис. 3.22– Поздовжній профіль з’їздів від напрямку 1 на кільце

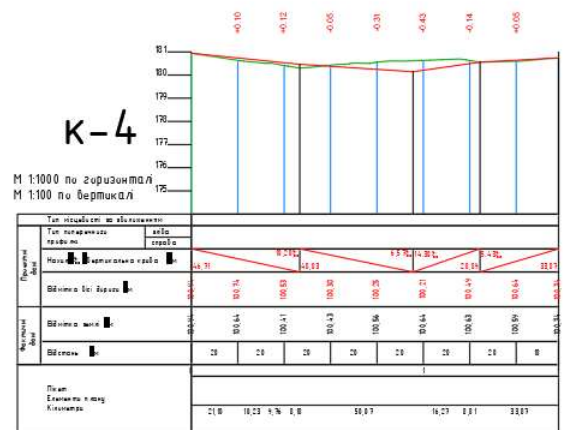
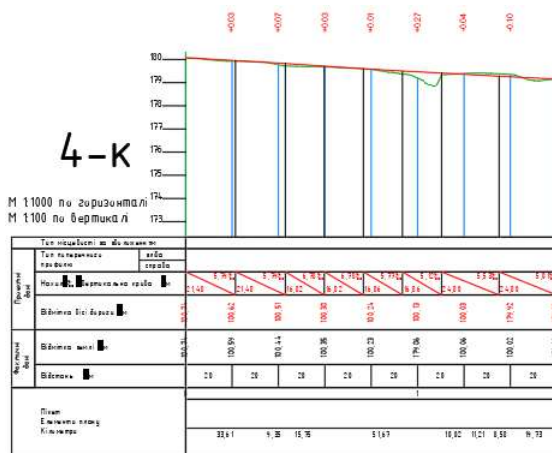


Рис. 3.23 Поздовжній профіль з’їздів напрямку 4 на кільце

В результаті отримаємо такий вигляд вузла:

Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

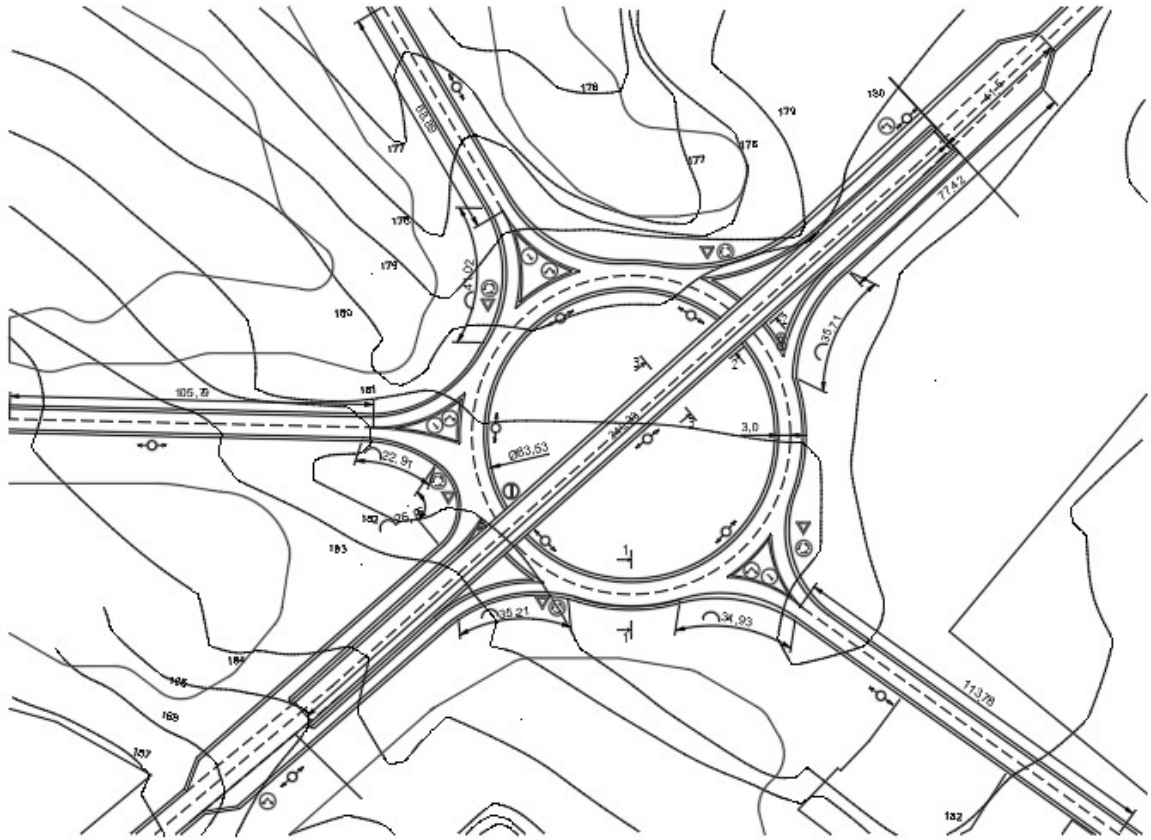


Рис. 3.24 План вузла у двох рівнях

Користуючись отриманими поздовжніми профілями та планом вузла, розробимо поперечний профіль, прийнявши поперечних похил 20‰:

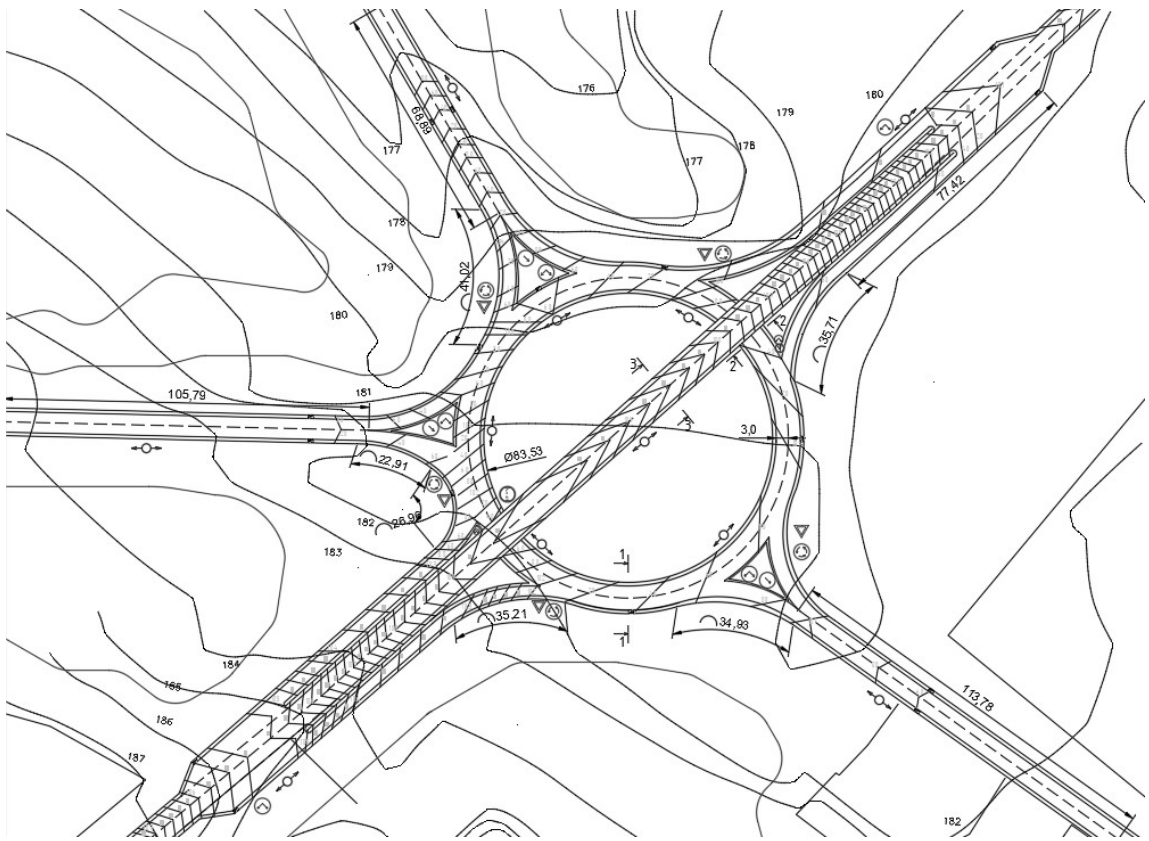


Рис. 3.25 Поперечний профіль варіанту вузла у двох рівнях

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		47

Про розміщення інженерних комунікацій ми не можемо судити у зв'язку з відсутністю вихідних даних та можливості їх отримати під час воєнного стану, а отже будемо вважати що їх нема, так як вузол знаходиться практично за межами міста а опори ЛЕП надземні та знаходяться за межами реконструкції вузла.

Вносити значні зміни у дощоприймальні конструкції та озеленення не доведеться, так як наявні конструкції покривають потреби вузла тієї ж площі, а озеленення уже є в наявності.

Об'єм земляних робіт буде відносно невеликим у зв'язку із тим, що естакада буде виконана за новітніми технологіями зі сталевих та збірних залізобетонних конструкцій, що не потребує значних об'ємів переміщення ґрунтів. Опори під нею будуть розміщені через 18м окрім зайвої пари під ділянкою, яка проходить безпосередньо над кільцем, а отже буде достатньо

$((250/18)+2)*2=36$  в'язок під фундамент. Об'єм однієї в'язки  $21,3\text{м}^3$ . Отже, об'єм загальний  $21,3*36=766,8\text{м}^3$ . Об'єм одного фундаментного блоку  $9,1\text{м}^3$ , загальний об'єм  $327,6\text{м}^3$ , а отже об'єм засипки  $766,8 - 327,6 = 439,2\text{м}^3$

Табл. 3.13 Відомість обсягів будівельних робіт.

№ пор.	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Кількість
1	Земляні роботи:		
	Зрізка	$\text{м}^3$	766,8
	Насип	$\text{м}^3$	439,2
2	Влаштування дорожніх одягів	$\text{м}^2$	7191
3	Влаштування бортового каменю	м.пог.	1598
4	Влаштування штучної споруди	$\text{м}^2$	678
5	Влаштування дощоприймальних колодязів	шт	4
6	Влаштування дорожніх знаків	шт	6

Табл. 3.14 – Кошторисно-фінансовий розрахунок

№ пор.	Види будівельних робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
1	Земляні роботи:				
	Зрізка	$\text{м}^3$	766,8	$80/\text{м}^3$	61 344
	Насип	$\text{м}^3$	439,2	$80/\text{м}^3$	35 136
2	Влаштування дорожніх одягів	$\text{м}^2$	7191	$412/\text{м}^2$	2 962 692
3	Влаштування бортового каменю	м.пог.	1598	$80/\text{м.пог.}$	127 840

4	Влаштування штучної споруди	м <sup>2</sup>	1187	17000/м <sup>2</sup>	20179000
5	Влаштування дощоприймальних колодязів	шт	4	1000/шт	4000
6	Влаштування дорожніх знаків	шт	6	1278/шт	7668
	Разом, грн				23 377 980

### 3.6 Розробка імітаційної моделі транспортного вузла у двох рівнях у програмному комплексі PTV Vissim

Для розробки імітаційної моделі використаємо раніше створений план вузла як підкладку в програмному комплексі PTV Vissim

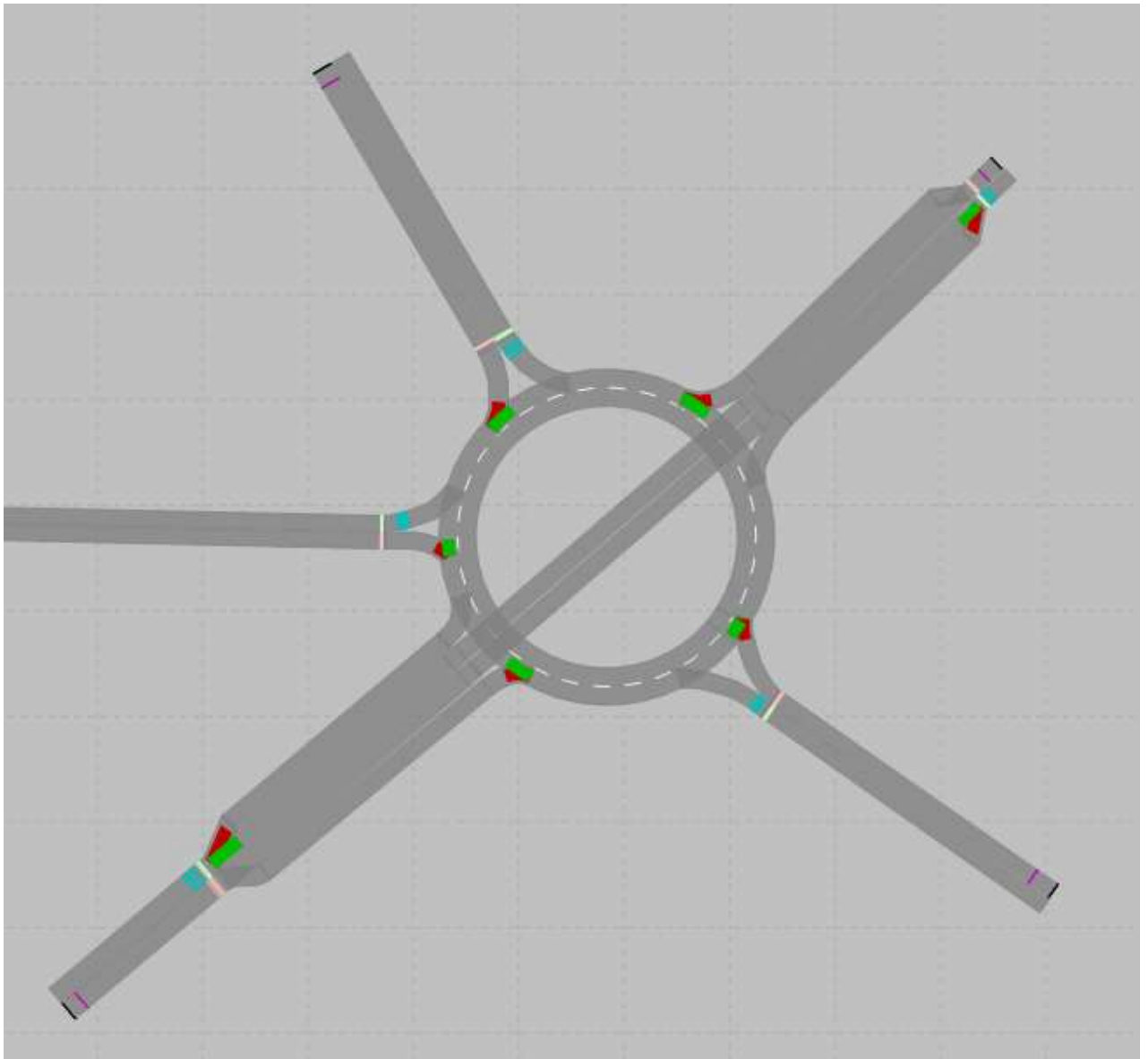


Рис. 3.26 Модель транспортного вузла у двох рівнях у PTV Vissim.

Після цього введемо входні потоки, розподіл за напрямками для легких, середніх та важких транспортних засобів, додамо необхідні зони виміру для проведення подальших дослідів, введемо змінені статичні маршрути ТЗ:

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						50
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

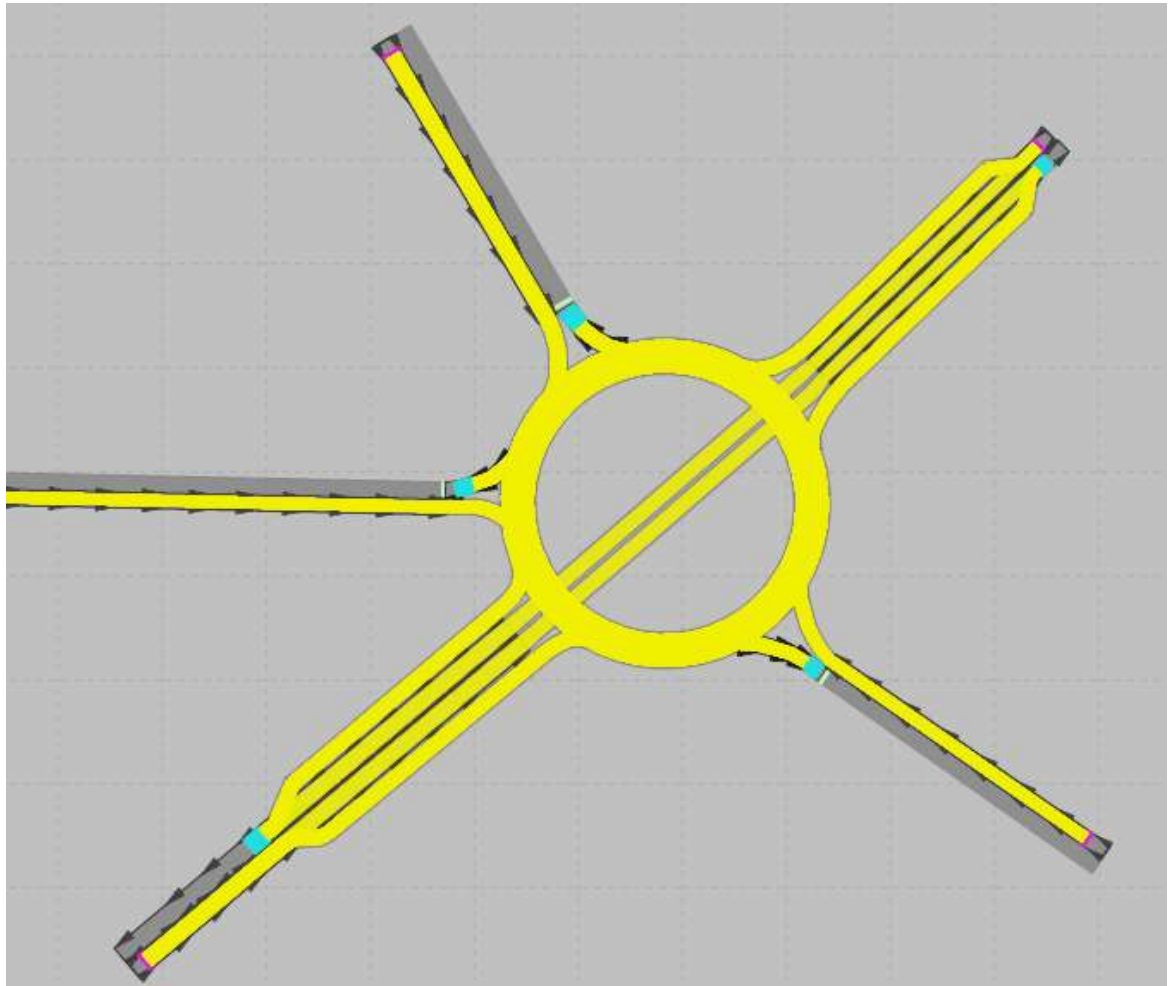


Рис. 3.27 Маршрути ТЗ для двох рівнів.

Запустимо імітацію та переконаємось у її працездатності, а також внесемо певні коригування у модель для приведення її до реального стану

1 1	0-600	35,06	2,66	15,39	11,44	118,38	27694,40	17460,80	1324	5695,83	49	449	394046,40	1356,00
2 2	0-600	40,74	2,90	13,97	15,17	116,81	30103,60	20002,59	1425	7449,34	54	437	394595,80	1363,00
3 3	0-600	37,71	3,07	14,61	10,97	117,66	28998,10	18819,31	1532	5473,85	52	447	391676,00	1355,00
4 4	0-600	36,00	2,68	15,14	12,37	118,25	28115,80	17891,06	1332	6147,92	51	446	393849,90	1357,00
5 5	0-600	36,00	2,68	15,14	12,37	118,25	28115,80	17891,06	1332	6147,92	51	446	393849,90	1357,00

Рис. 3.28 Результати початкових випробувань транспортної моделі

Отже, модель працює і з нею можна в подальшому проводити необхідні тести.

### 3.7 Основні транспортно-експлуатаційні показники трьох варіантів.

Визначимо основні техніко-економічні показники, до яких відносяться вартість будівництва, річні дорожні витрати, річні транспортні витрати, річні дорожньо-транспортні витрати, термін окупності капіталовкладень.

Вартість першого варіанту – 0грн, це вихідний проект.

Вартість влаштування другого - світлофорного регулювання – 66390грн.

Вартість третього – двох рівнів - 23 377 980грн.

Річні дорожні витрати складаються із щорічних витрат на капітальний ремонт та річних витрат на утримання та ремонт штучних споруд:

$$D = D_{\text{од}} + D_{\text{шт.споруд}}$$

$$D_{\text{од}} = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_{\text{кап.рем.}} + p_{\text{поточн.рем.}}) + F \cdot a,$$

де  $C_{\text{од}}$  – вартість дорожніх одягів, грн.;

$p_{\text{кап.рем.}}$  – щорічне відрахування на капітальний ремонт дорожніх одягів (для асфальтобетонних покриттів 5-5,5 %);

$p_{\text{поточн.рем.}}$  – щорічне відрахування на поточний ремонт (за досвідом утримання дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям 1,0-1,5 %);

$F$  – площа дорожнього покриття на перетині магістралей, м<sup>2</sup>;

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

$$D_{\text{шт.споруд}} = 0,01 \cdot C_{\text{шт.споруд}} \cdot p_{\text{шт.споруд}} + F \cdot b,$$

де  $C_{\text{шт.споруд}}$  – вартість будівництва штучних споруд перетину, грн.;

$p_{\text{шт.споруд}}$  – щорічне відрахування на капітальний ремонт штучних споруд (2,0-2,5 %);

$F$  – площа штучних споруд, м<sup>2</sup>;

$b$  – вартість утримання і поточного ремонту м<sup>2</sup> штучної споруди, м.

Отже, до реконструкції у першому варіанті штучних споруд немає.

$$\begin{aligned} D &= D_{\text{од}} = 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_{\text{кап.рем.}} + p_{\text{поточн.рем.}}) + F \cdot a \\ &= 0,01 * 1772818,4 * (88645,9 + 17729,2) + 4303,2 * 80 \\ &= 1063,8 + 344240 = 345\,303,8 \text{грн} \end{aligned}$$

У другому варіанті зі світлофорним регулюванням:

Вартість щорічного утримання одного світлофору 48525грн

$$D = D_{\text{од}} + D_{\text{світлоф.об.}} = 345303,8 + 48525 * 5 = 587\,928,8 \text{грн}$$

У третьому варіанті, у двох рівнях:

$$\begin{aligned} D &= D_{\text{од}} + D_{\text{шт.споруд}} \\ D_{\text{од}} &= 0,01 \cdot C_{\text{од}} \cdot (p_{\text{кап.рем.}} + p_{\text{поточн.рем.}}) + F \cdot a \\ &= 0,01 * 4\,735\,610 * (0,05 + 0,01) + 10794,2 * 80 \\ &= 2841,4 + 863536 = 866\,377,4 \text{грн} \end{aligned}$$

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						52
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
D_{\text{шт.споруд}} &= 0,01 \cdot C_{\text{шт.споруд}} \cdot p_{\text{шт.споруд}} + F \cdot b \\
&= 0,01 * 23\,377\,980 * 0,02 + 1187 * 80 = 4675,6 + 94960 \\
&= 99635,6\text{грн}
\end{aligned}$$

$$D = D_{\text{од}} + D_{\text{шт.споруд}} = 866\,377,4 + 99635,6 = 966013$$

Річні транспортні витрати визначимо на основі даних РТV Vissim. Для цього скористаємося даними моделювання та знайдемо витрати часу для трьох варіантів та перемножимо на вартість однієї години праці 114,4грн:

Для першого 20038 год/рік, тобто 2 292 302грн

Для другого 19353год/рік, тобто 2 214 052грн

Для третього 17856год/рік, тобто 2 042 727грн.

Річні дорожньо-транспортні витрати – це сума річних дорожніх і річних транспортних витрат:

Перший варіант  $345\,303,8 + 2\,292\,302 = 2\,637\,605,8$ грн

Другий варіант  $587\,928,8 + 2\,214\,052 = 2\,801\,980,8$ грн

Третій варіант  $966013 + 2\,042\,727 = 3\,008\,740$ грн

Термін окупності капіталовкладень визначається за формулою:

$$T_0 = \frac{C}{(\sum K_{\text{до реконструкції}} + D_{\text{до реконструкції}}) - (\sum K_{\text{після реконструкції}} + D_{\text{після реконструкції}})}$$

де –  $C$  – кошторисна вартість реконструкції перетину міських магістралей, грн.;

$\sum K_{\text{до реконструкції}}$  – річні транспортні витрати до реконструкції, грн.

$D_{\text{до реконструкції}}$  – річні дорожні витрати до реконструкції, грн.;

$K_{\text{після реконструкції}}$  – річні транспортні витрати після реконструкції, грн.;

$D_{\text{після реконструкції}}$  – річні дорожні витрати після реконструкції, грн.

Отже, другий варіант:

$$T_0 = \frac{66390}{2\,637\,605,8 - 2\,801\,980,8} = -0,4 \text{ роки,}$$

Третій варіант:  $T_0 = \frac{23\,377\,980}{2\,637\,605,8 - 3\,008\,740} = -63 \text{ роки.}$

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						53
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

Отже, можна зробити висновок про те, що з точки зору техніко-економічних показників проводити реконструкцію даного вузла не має ніякого сенсу. Витрати часу на проходження вузла цілком допустимі, пропускна здатність задовольняє поточні потреби . Встановлення світлофорного регулювання матиме незначний від’ємний ефект, в той же час реконструкція у два рівні створить різко негативну дію на вузол вцілому.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						54
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

### 3.8 Проведення дослідів з моделювання вихідного вузла та підбір показників для його оцінки.

Для вибору кращого варіанту розв'язки варто провести дослідження доцільності реконструкції. Цю задачу можна значно спростити та удешевити за рахунок програмного комплексу PTV Vissim. Це дозволить нам провести безліч дослідів і розрахунків за відносно короткий час а також провести ті випробування, які в польових умовах є просто неможливими або надто дорогими. Наприклад, ми можемо збільшити відсоток лівих поворотів, змінити частку вантажних автомобілів, заборонити той чи інший маршрут руху або додати новий, не передбачений початковим проектом, контролювати швидкість руху. Такі досліді допоможуть нам змоделювати можливі ситуації в майбутньому та визначити межі, при яких доцільно було б змінити розглянутий вузол.

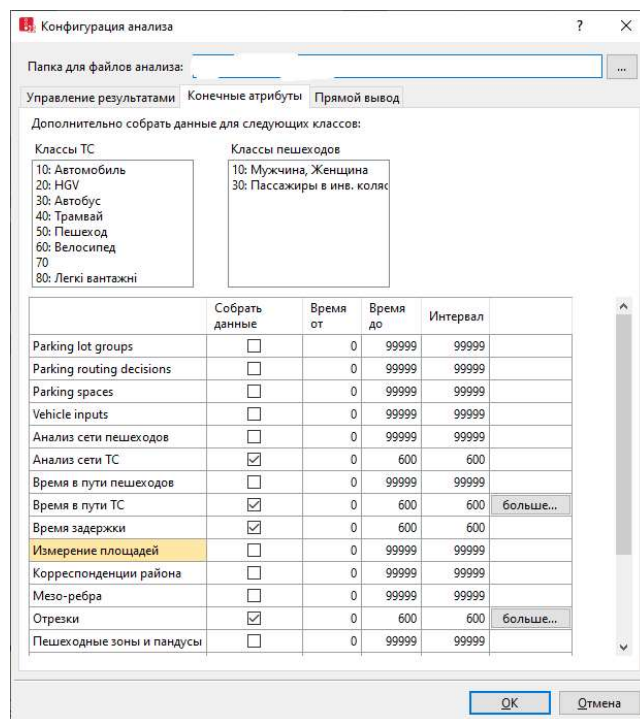


Рис. 3.29 Приклад конфігурації для аналізу в PTV Vissim

Для початку, користуючись інструментами PTV Vissim, отримаємо картограми існуючого вузла для часу затримки, навантаження на мережу, щільності та швидкості потоку. Оскільки в роботі використовується студентська версія програми, час імітації буде обмежений 600с.

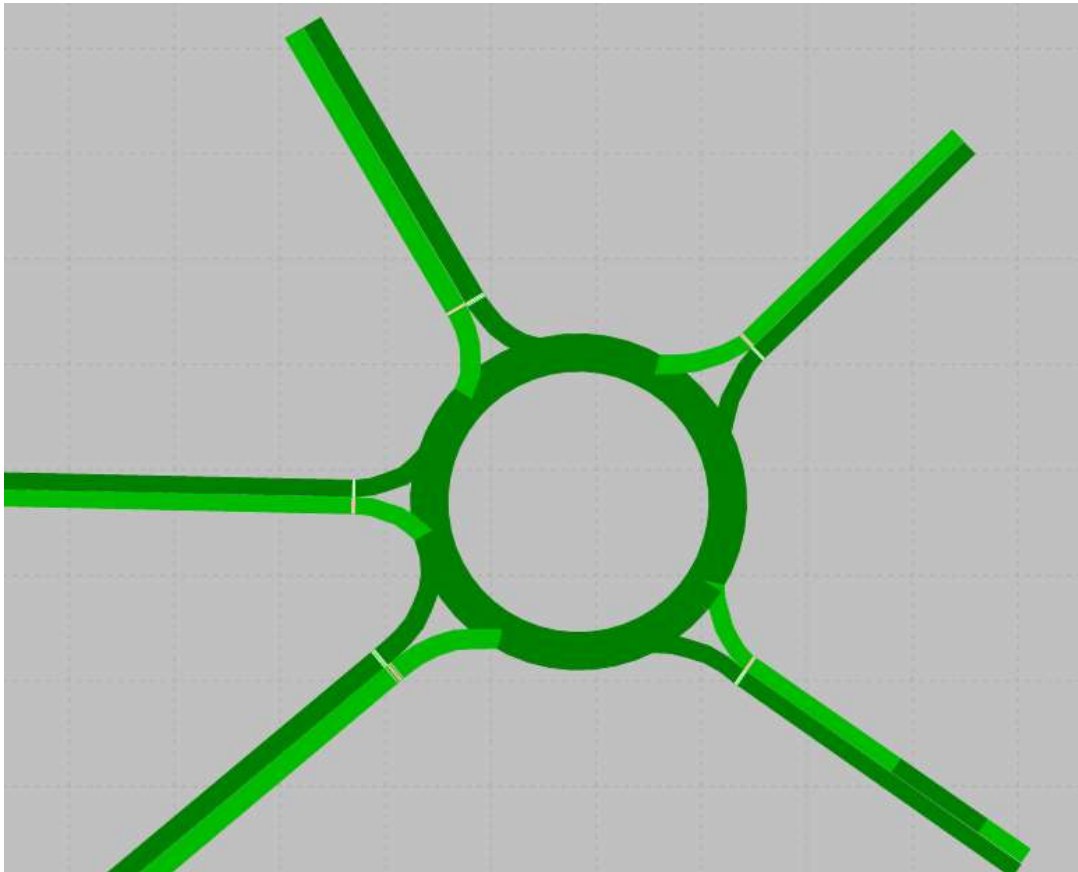


Рис. 3.30 Теплова карта часу затримки для початкової моделі, виконана в PTV  
Vissim

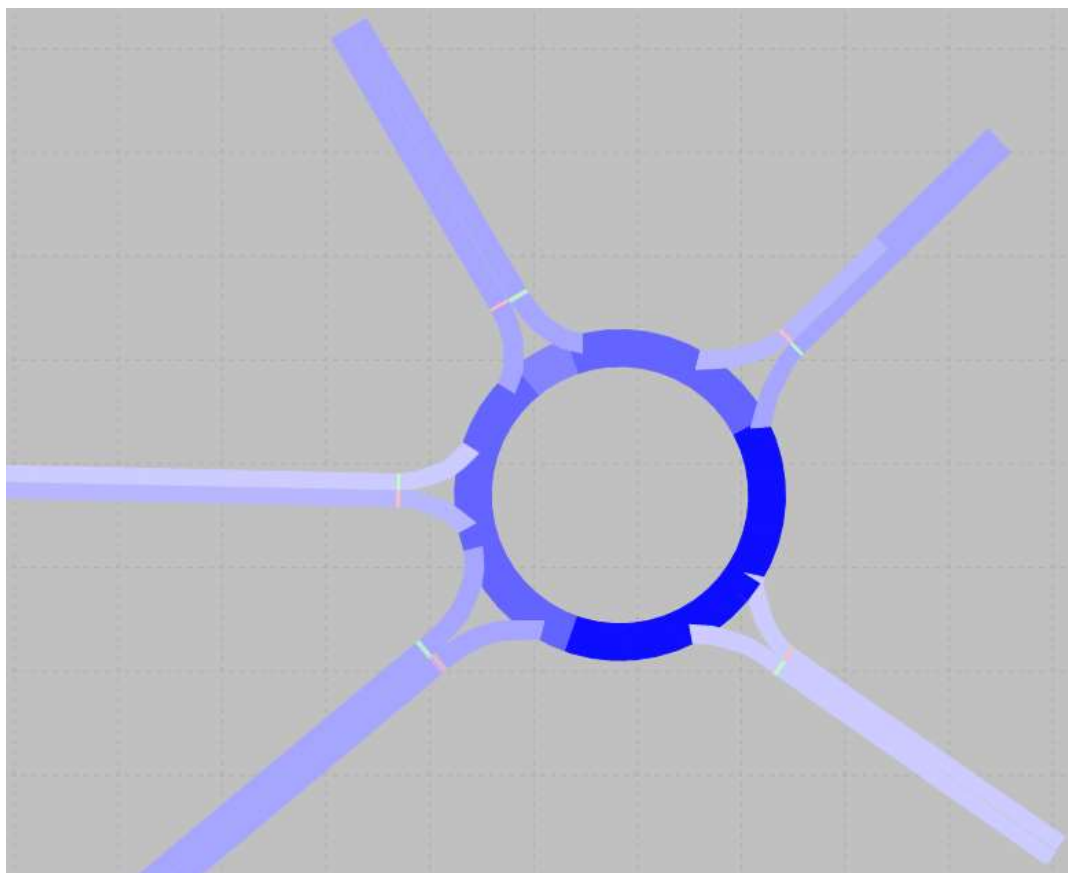


Рис. 3.31 Теплова карта навантаження для початкової моделі, виконана в PTV  
Vissim

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						56
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

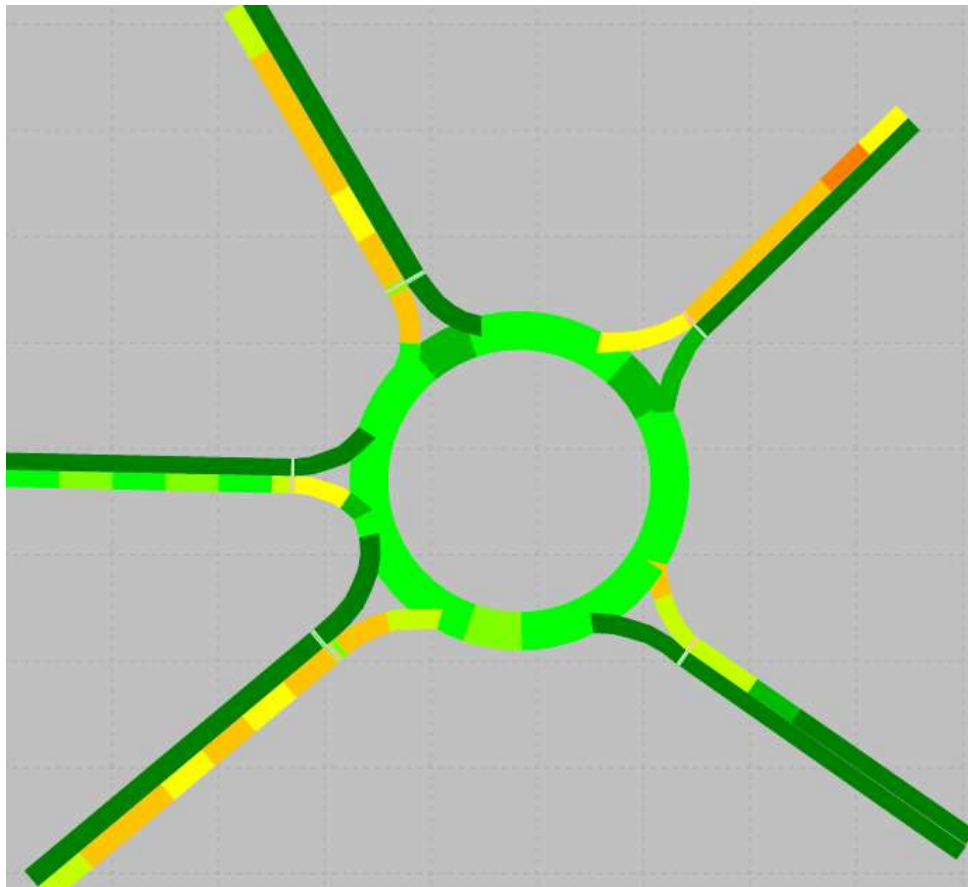


Рис. 3.32 – Теплова карта щільності для початкової моделі в PTV Vissim

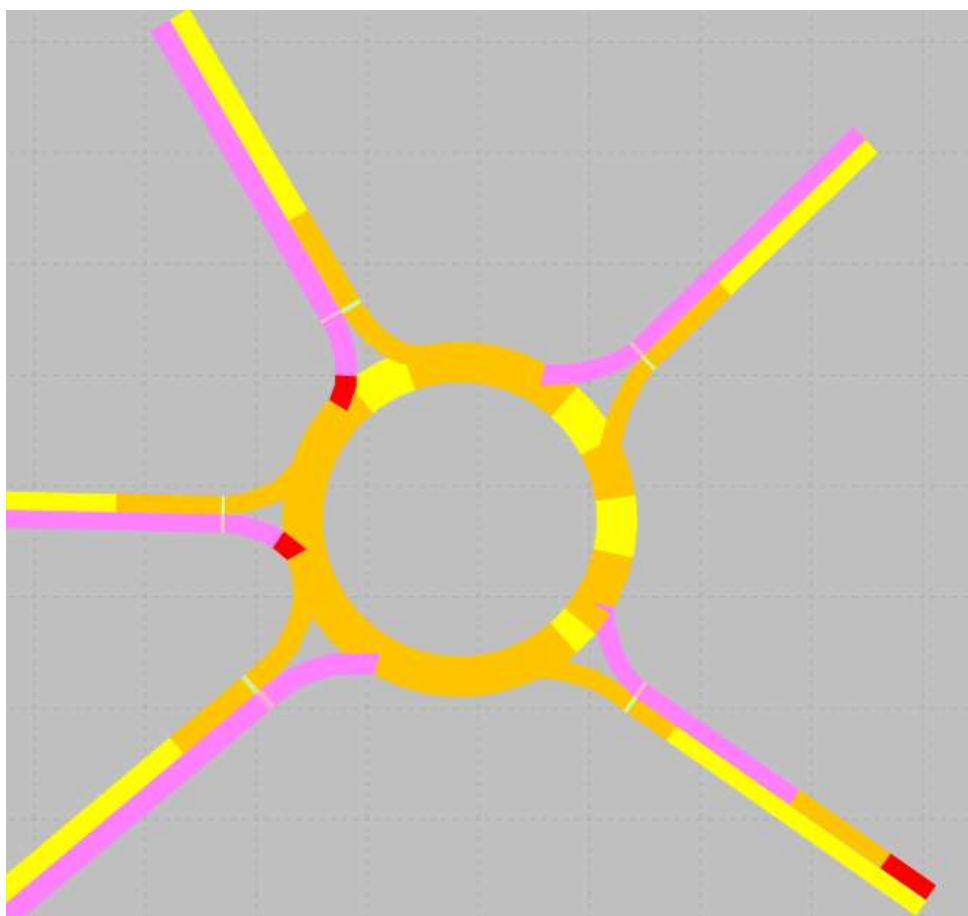


Рис. 3.33– Теплова карта швидкості для початкової моделі, виконана в PTV Vissim

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						57
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

Проведемо дослід – збільшимо вхідні потоки транспортних засобів всіх типів у 2 рази.

Число: 15	№	Имя	Отрезок	Нагр(0-МАХ)	СостТС(0-МАХ)
	1	1	1: 1 вхід	5940,0	2: Легкові
	2	2	5: 2 вхід	940,0	2: Легкові
	3	3	3: 3 вхід	6700,0	2: Легкові
	4	4	8: 4 вхід	6140,0	2: Легкові
	5	5	9: 5 вхід	260,0	2: Легкові
	6	11	1: 1 вхід	870,0	3: Середні
	7	12	5: 2 вхід	0,0	3: Середні
	8	13	3: 3 вхід	30,0	3: Середні
	9	14	8: 4 вхід	930,0	3: Середні
	10	15	9: 5 вхід	80,0	3: Середні
	11	21	1: 1 вхід	612,0	4: Важкі
	12	22	5: 2 вхід	0,0	4: Важкі
	13	23	3: 3 вхід	34,0	4: Важкі
	14	24	8: 4 вхід	646,0	4: Важкі
	15	25	9: 5 вхід	0,0	4: Важкі

Рис. 3.34 Подвоєні вхідні потоки ТЗ у комплексі PTV Vissim.

Запустивши імітацію, одразу можемо відмітити значні затримки на деяких вхідних напрямках неозброєним оком. Проте модель все ще працює, автомобілі рухаються (хоча і зі значними затримками) і результати в табличній формі можна вважати допустимими.

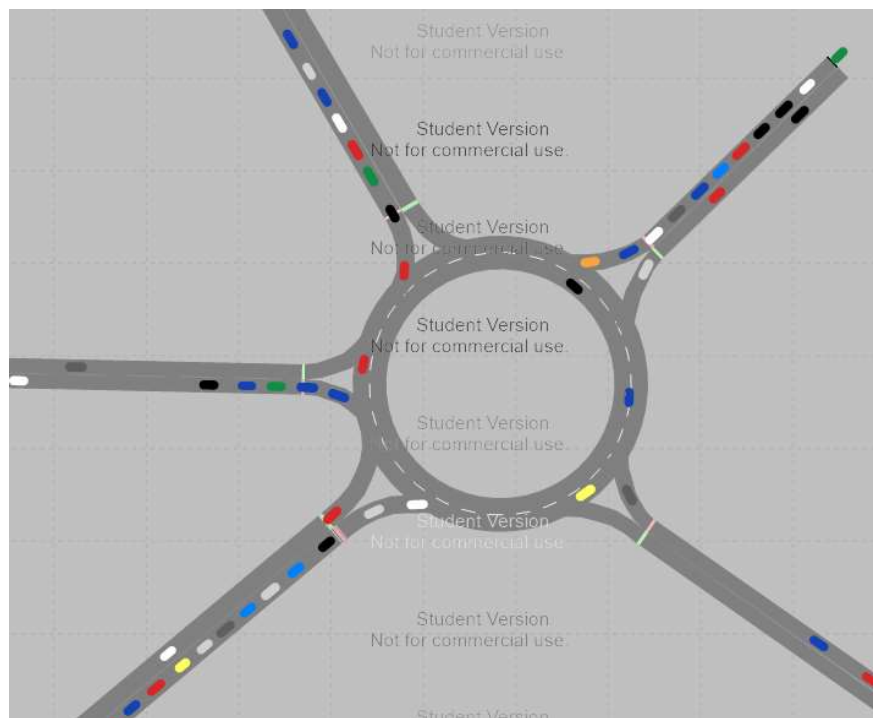


Рис. 3.35 Працююча імітаційна модель з подвоєними вхідними потоками

2,6	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
3,7	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
4,8	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
5,9	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
6,10	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
7,11	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
8,12	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
9,13	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
10,14	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
11,15	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
12,16	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
13,17	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
14,18	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
15,19	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
16,20	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
17,21	0-600	22,38	1,76	16,83	6,80	14,86	3178,70	1857,64	146	564,41	41	42	7021,50	178,00
18,22	0-600	9,29	0,83	19,94	1,85	4,89	883,50	445,79	40	88,66	40	8	697,40	44,00
19,23	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
20,24	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
21,25	0-600	68,98	4,75	11,00	28,24	114,85	37602,30	27454,90	1890	11239,48	67	331	998567,50	3461,00

Рис. 3.36 Результати аналізу в табличній формі, отримані в PTV Vissim, де 24 ітерація – попередня, 25 – з інтенсивністю x2 при тому ж розподілі

Створимо ті ж картограми для показників як і у випадку до внесення змін:

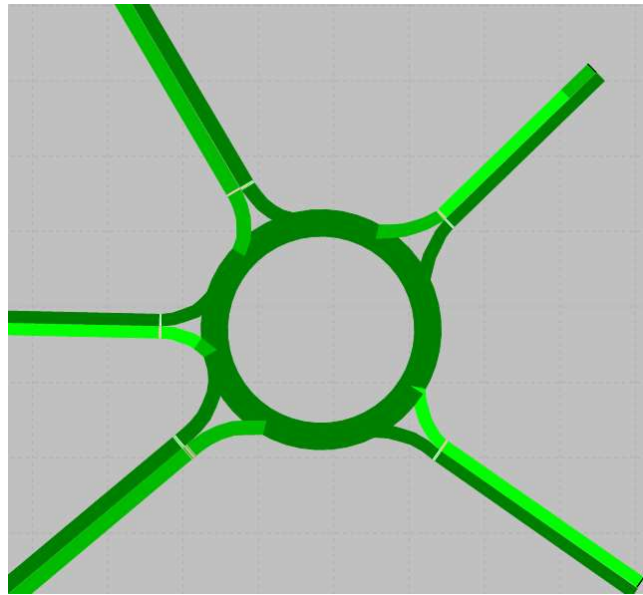


Рис. 3.37 Теплова карта часу затримки для початкової моделі з подвоєними вхідними потоками, виконана в PTV Vissim

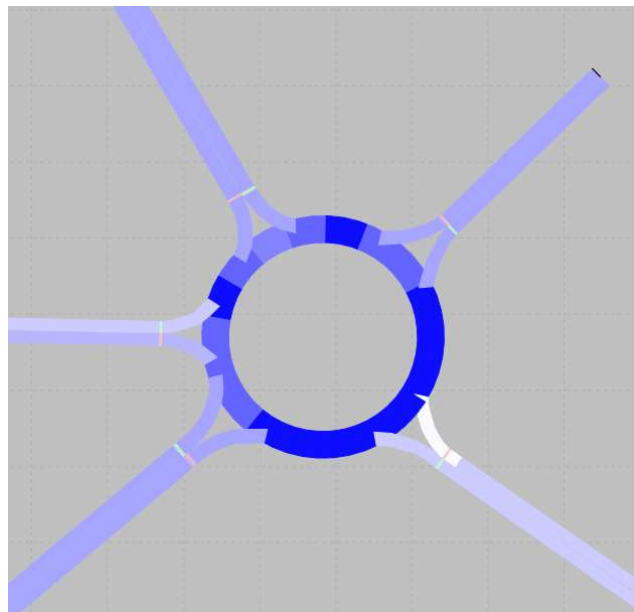


Рис. 3.38 Теплова карта навантаження на мережу для початкової моделі з подвоєними вхідними потоками, виконана в PTV Vissim

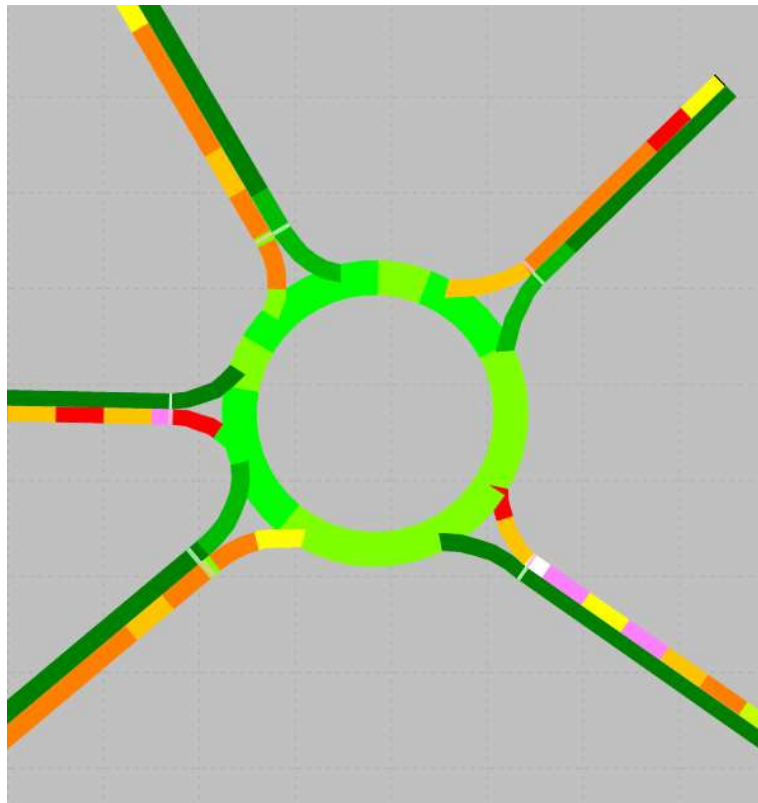


Рис. 3.39 Теплова карта щільності для початкової моделі з подвоєними вхідними потоками, виконана в PTV Vissim

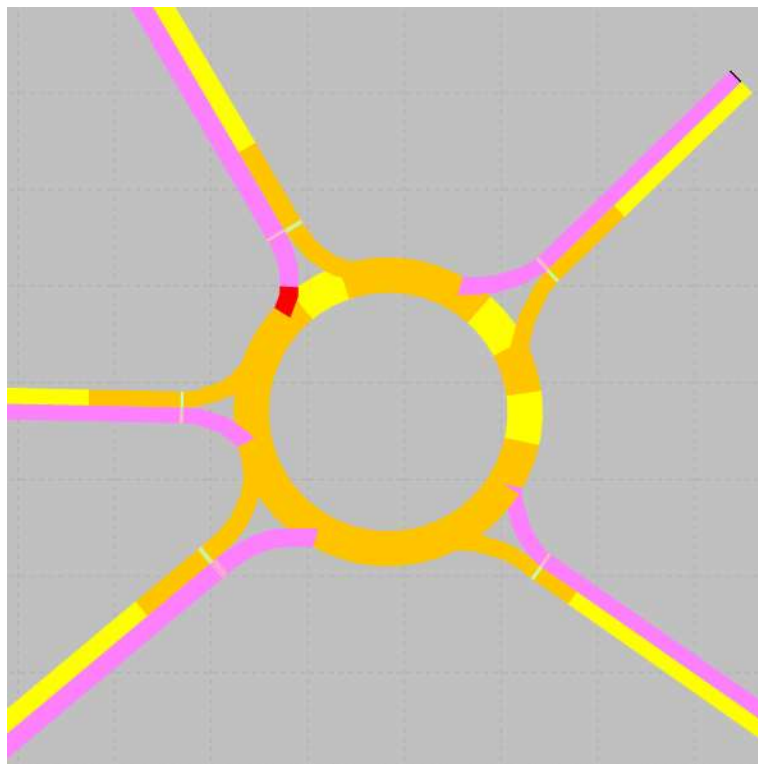


Рис. 3.40 Теплова карта швидкості для початкової моделі з подвоєними вхідними потоками, виконана в PTV Vissim

З таблиці ми можемо побачити те, що середній час затримок виріс із 50с до 70с, що складає 40% від початкових, що є значним приростом, але все ще допускає стабільний та комфортний рух вузлом.

При збільшенні інтенсивності у 3 рази відносно початкового, отримуємо приблизно такі ж показники середньої затримки – 66,9с (3 секунди - похибка вимірювання у студентській версії).

6	10	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
7	11	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
8	12	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
9	13	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
10	14	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
11	15	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
12	16	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
13	17	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
14	18	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
15	19	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
16	20	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
17	21	0-600	22,38	1,76	16,83	6,80	14,86	3178,70	1857,64	146	564,41	41	42	7021,50	178,00
18	22	0-600	9,29	0,83	19,94	1,85	4,89	883,50	445,79	40	88,66	40	8	697,40	44,00
19	23	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
20	24	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
21	25	0-600	68,98	4,75	11,00	28,24	114,85	37602,30	27454,90	1890	11239,48	67	331	998567,50	3461,00
22	26	0-600	66,92	4,94	11,86	25,52	129,43	39288,20	27904,34	2058	10641,75	70	347	1611663,10	5469,00
23	27	0-600	66,92	4,94	11,86	25,52	129,43	39288,20	27904,34	2058	10641,75	70	347	1611663,10	5469,00
24	Середнє з...	0-600	49,81	3,72	13,93	17,18	108,26	28953,12	19407,10	1445	6732,07	65	304	520739,83	1776,74
25	Стандарт...	0-600	12,36	0,86	1,68	5,24	31,31	8979,96	6338,90	461	2459,45	8	88	386697,17	1305,40
26	Мінімум	0-600	9,29	0,83	11,00	1,85	4,89	883,50	445,79	40	88,66	40	8	697,40	44,00
27	Максимум	0-600	68,98	4,94	19,94	28,24	129,43	39288,20	27904,34	2058	11239,48	70	347	1611663,10	5469,00

Рис. 3.41 Результати аналізу в табличній формі, отримані в PTV Vissim, де 25 і 26 ітерація – попередня, 27 – з інтенсивністю x3 при тому ж розподілі.

Збільшивши інтенсивність у 4 рази маємо середній час затримок 68,6с.

Подальші збільшення інтенсивності результату не приносять – з поточними налаштуваннями конфліктних зон автомобілі з напрямків просто не потрапляють у зону дослідження. Про це можна судити по показнику Demand (latent), який показує кількість автомобілів, які заплановані для симуляції відповідно до вказаної інтенсивності, але не можуть у неї потрапити. Він росте в геометричній прогресії, при цьому час затримок залишається в межах 70с. Отже, симулюємо більш агресивну поведінку водіїв, які втомлюються чекати своєї черги та намагаються перелаштуватись в потік. Для цього вкажемо взаємовиключні пріоритети на вхідних потоках. При цьому одразу можна помітити значний ріст затримок транспортних засобів навіть на початковій моделі з нормальними інтенсивностями руху:

20 24	0-600	50,62	3,79	13,83	17,07	116,47	30315,60	20044,24	1502	6758,98	67	329	430411,30	1458,00
21 25	0-600	68,98	4,75	11,00	28,24	114,85	37602,30	27454,90	1890	11239,48	67	331	998567,50	3461,00
22 26	0-600	66,92	4,94	11,86	25,52	129,43	39288,20	27904,34	2058	10641,75	70	347	1611663,10	5469,00
23 27	0-600	66,92	4,94	11,86	25,52	129,43	39288,20	27904,34	2058	10641,75	70	347	1611663,10	5469,00
24 28	0-600	68,60	4,66	11,24	25,74	121,59	38948,00	28262,22	1919	10603,36	64	348	2200984,50	7405,00
25 29	0-600	68,60	4,66	11,24	25,74	121,59	38948,00	28262,22	1919	10603,36	64	348	2200984,50	7405,00
26 30	0-600	68,60	4,66	11,24	25,74	121,59	38948,00	28262,22	1919	10603,36	64	348	2200984,50	7405,00
27 31	0-600	453,07	3,34	1,98	439,88	30,30	55171,40	52555,70	387	51026,43	98	18	2273038,70	7701,00
28 32	0-600	242,18	7,63	3,41	223,70	43,46	45936,60	42138,48	1328	38924,31	98	76	475275,90	1680,00
29 33	0-600	242,18	7,63	3,41	223,70	43,46	45936,60	42138,48	1328	38924,31	98	76	475275,90	1680,00
30 34	0-600	25,44	1,30	21,20	1,75	171,38	29105,30	14017,47	718	964,96	43	508	386137,00	1303,00
31 35	0-600	242,18	7,63	3,41	223,70	43,46	45936,60	42138,48	1328	38924,31	98	76	475275,90	1680,00

Рис. 3.42 Затримки транспортних засобів із агресивною манерою водіння.

Отже затримки виросли майже в 5 разів порівняно із правильними правилами пріоритету (24 дослід на рисунку). Продовжимо збільшувати інтенсивність. Цього разу крок буде 10%.

Внесемо дані в таблицю:

Табл. 3.15 Основні транспортно-експлуатаційні показники вузла.

Інтенсивність	Затримки середні	Швидкість	ТЗ акт	ТЗ приб	ТЗ неакт
100%	242,2	3,4	98	76	1680
110%	202,7	4,9	103	100	1859
120%	210,1	5,4	106	94	2067
130%	375,4	1,5	96	34	2327
140%	224,1	2,9	96	99	2446
150%	386,1	1,9	98	29	2722
160%	393,9	2,6	98	25	2921
170%	300,1	3,9	102	57	3071
180%	123,3	7,2	101	196	3151
190%	338,1	1,8	96	47	3502
200%	298,3	4,1	100	58	3701

Використовуючи інструменти MS Excel, створимо графіки залежностей середніх затримок та прибувших до місця призначення транспортних засобів від збільшення інтенсивності руху через вузол:

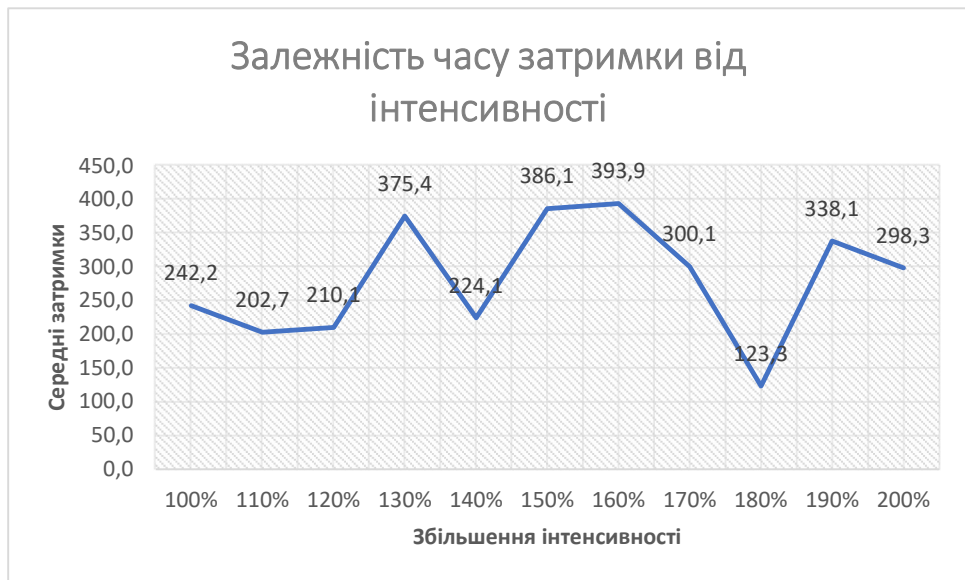


Рис. 3.42 Графік залежності середніх затримок від збільшення інтенсивності.

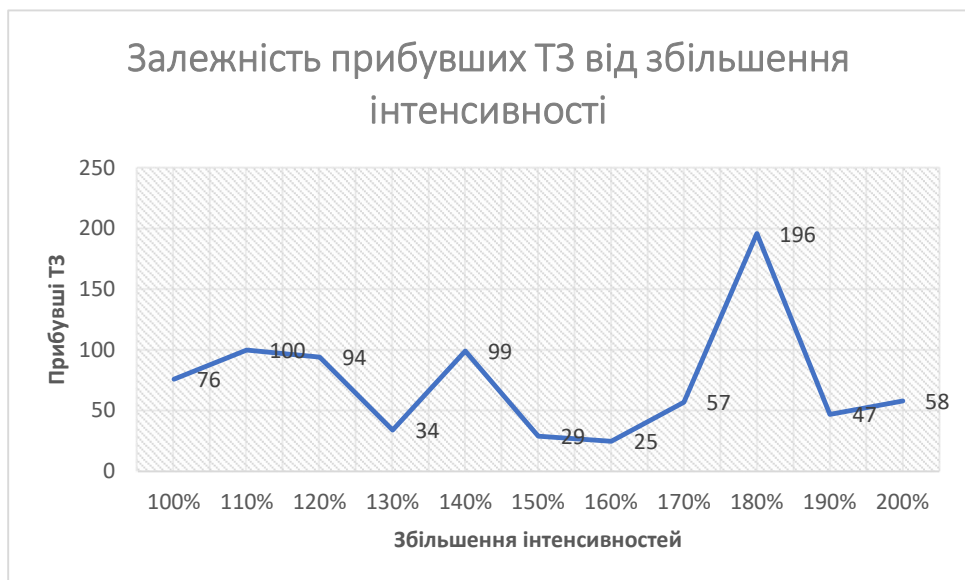


Рис. 3.43 Графік залежності прибувчих ТЗ від збільшення інтенсивності.

Проаналізувавши ці 2 графіки, ми можемо зробити висновок про те, що даний вузол може працювати до збільшення інтенсивностей руху транспортних засобів у 1,4 рази. При цьому зберігається адекватна пропускна здатність та середній час затримок і рух ТЗ продовжується. При збільшенні навантаження до 150%, вузол, фактично, зупиняється:

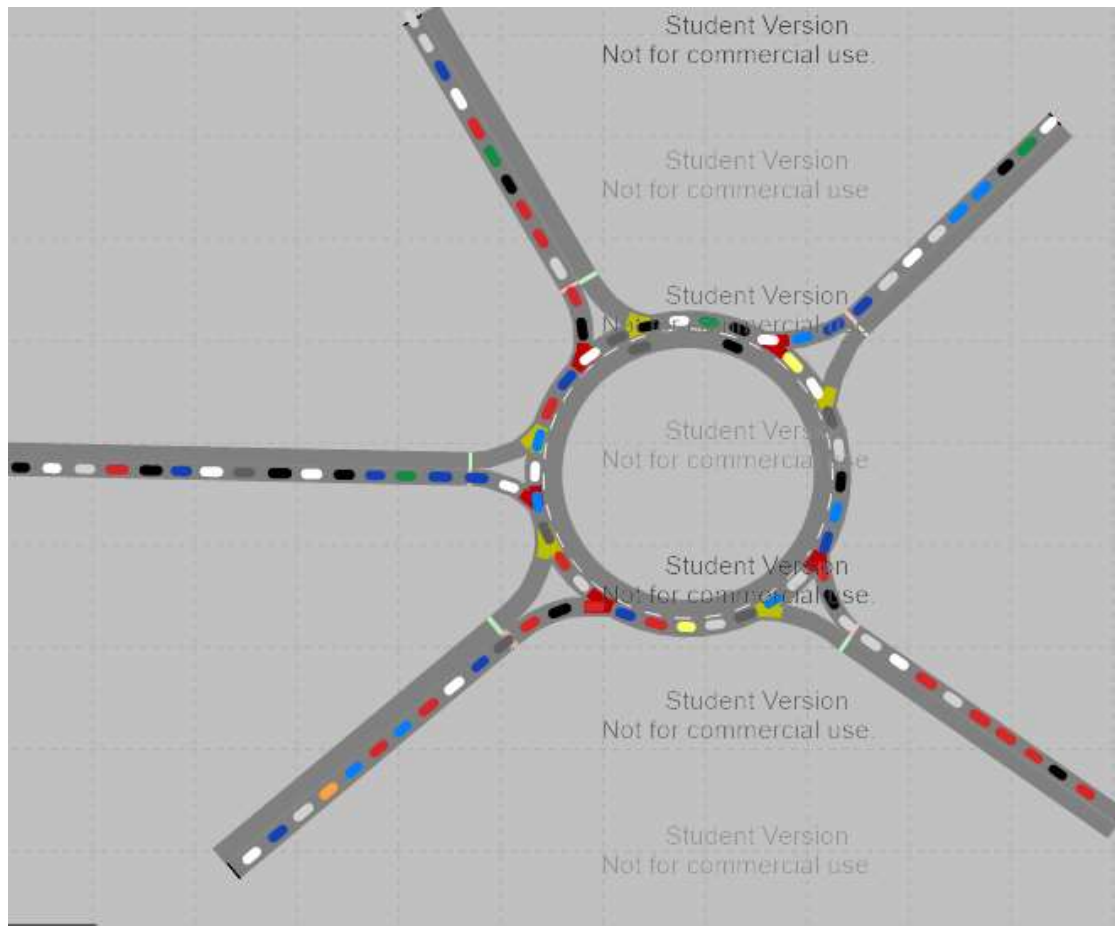


Рис. 3.44 Вузол зупинився при навантаженні 150% від початкового.

Для слідуючого допущення імітуємо відновлення роботи цукрового заводу. Для цього почнемо збільшувати долю вантажних автомобілів, які використовуються для підвозу сировини та вивезення готової продукції на маршрутах 1 та 4, які використовувалися для сполучення підприємства та полів у районі. Наразі, маємо такі вихідні дані:

Із напрямку 1 у 4 є 910 легкових, 265 середніх та 273 важких транспортних засобів а із напрямку 4 в 1 є 1620, 310 та 268 відповідно.

Отже, збільшимо кількість важких тягачів одразу у 2 рази до 546 та до 536. При цьому загальні середні затримки знизились аж на 3с. Внесемо отримані результати в таблицю:

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						64
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

Табл. 3.16 Залежність росту часу затримок від частки важких ТЗ

	Середні затрати, с	1_4, с	4_1, с
100%	50,6	22,4	24,1
200%	47,2	21,2	24,7
300%	51,3	19,9	26,7
400%	51,3	20	27
500%	51,3	20	27
1000%	51,3	20	27

Також, побудуємо графіки росту середніх затрат часу та часу в дорозі на напрямках 1-4 та 4-1:

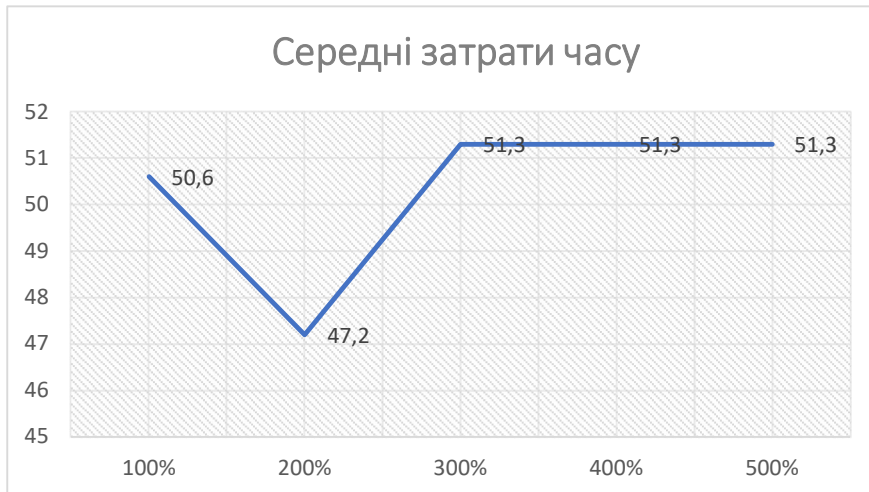


Рис. 3.45 Графік залежності середніх затрат часу від росту частки важких ТЗ.

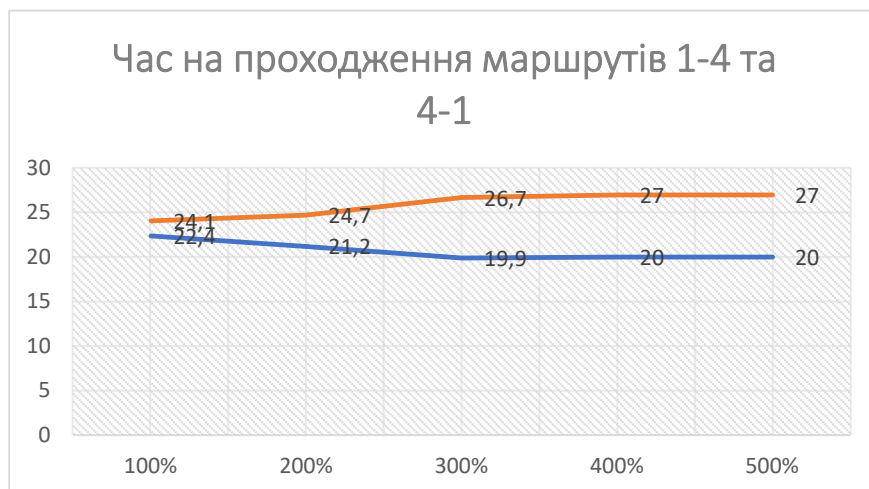


Рис. 3.46 Графік залежності росту часу на подолання маршруту 1-4 (синій) та 4-1 (помаранчевий) від росту частки важких ТЗ.

Проаналізувавши дані графіків, можна зробити висновок: подальший ріст частки важких ТЗ на даних напрямках уже не грає важливої ролі у зміні затримок та затрат часу на подолання маршрутів. Розв'язка справляється з такими умовами роботи. Важливішим фактором є інтенсивність руху ТЗ.

Випробуємо вплив допустимої швидкості руху на вузлі. При цьому ігноруватимемо вимоги ДБН, правил дорожнього руху та раніше визначеної розрахункової швидкості руху, яка складає 40км/год. Отримуємо такі дані:

Табл. 3.17 Зміна основних показників моделі при рості допустимої швидкості

Швидкість руху	Затримки середні	Швидкість	ТЗ акт	ТЗ приб	ТЗ неакт
40км/год	50,6	13,8	67	329	1458
50км/год	50,0	14,3	58	334	1462
60км/год	48,8	15,3	51	337	1466
70км/год	50,8	16,7	58	341	1455
80км/год	53,6	13,9	60	330	1464
90км/год	54,0	12,9	53	335	1466
100км/год	52,1	12,6	53	337	1464
120км/год	53,3	12,4	50	332	1472

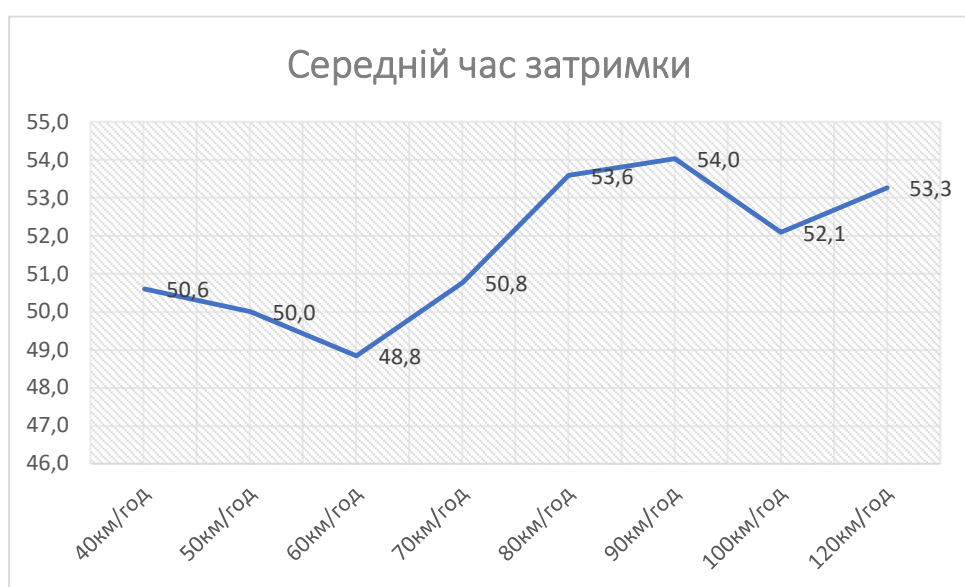


Рис. 3.47 Графік росту середнього часу затримок від росту допустимої швидкості руху.

Із графіка та таблиці ми можемо побачити таку закономірність: при рості допустимої швидкості руху до 70км/год росте і середня швидкість ТЗ на ділянці і кількість ТЗ, які досягли своєї цілі за час імітації. Після 70км/год середній час затримки на вузлі починає зростати, пропускна здатність та середня швидкість – падати. Із цього можна зробити висновок про те, що допустиму швидкість на вузлі можна переглянути в сторону збільшення до 70км/год.

Отже, для подальших дослідів оберемо 2 показники, в які ми вноситимемо зміни та перевірятьимемо спроможність вузла їх сприйняти: інтенсивність транспортного потоку та допустима швидкість руху ТЗ.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						67
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

### 3.9 Проведення дослідів із моделювання вузла зі світлофорним регулюванням.

Розглянемо варіант цієї розв'язки зі світлофорним регулюванням. Для цього використаємо раніше створену модель у PTV Vissim. Дані дослідів будемо заносити у таблицю.

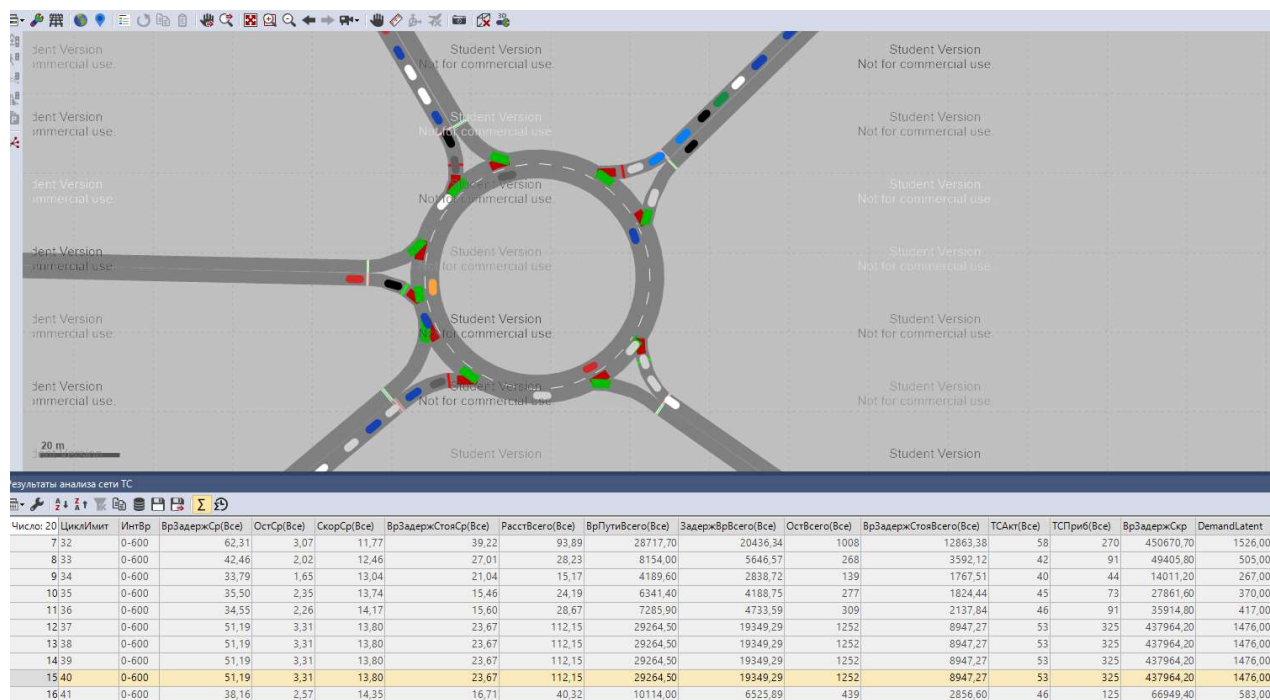


Рис. 3.48 Процес проведення початкової симуляції для отримання вихідних даних.

Отже, проведемо ті ж досліді зі збільшення інтенсивності руху ТЗ через вузол із кроком 10% та отримані дані внесемо до таблиці:

Табл. 3.18 Основні транспортно-експлуатаційні показники вузла.

Інтенсивність	Затримки середні	Швидкість	ТЗ акт	ТЗ приб	ТЗ неакт
100%	51,2	13,8	53	325	1476
110%	53,9	12,9	56	320	1686
120%	54,2	13,6	54	329	1884
130%	53,9	13,1	56	338	2063
140%	59,5	11,7	59	328	2254
150%	59,1	12,4	64	326	2459

160%	60,6	12,0	68	337	2639
170%	61,6	12,0	68	343	2819
180%	61,3	11,1	66	357	3025
190%	62,4	11,7	65	351	3229
200%	67,9	10,8	66	331	3462

Подальші дослідження у цьому руслі не є показовими, кількість незадіяних ТЗ росте, пропускна здатність починає падати. Побудуємо відповідні графіки для наглядної демонстрації переваги світлофорного регулювання над саморегульованим вузлом:

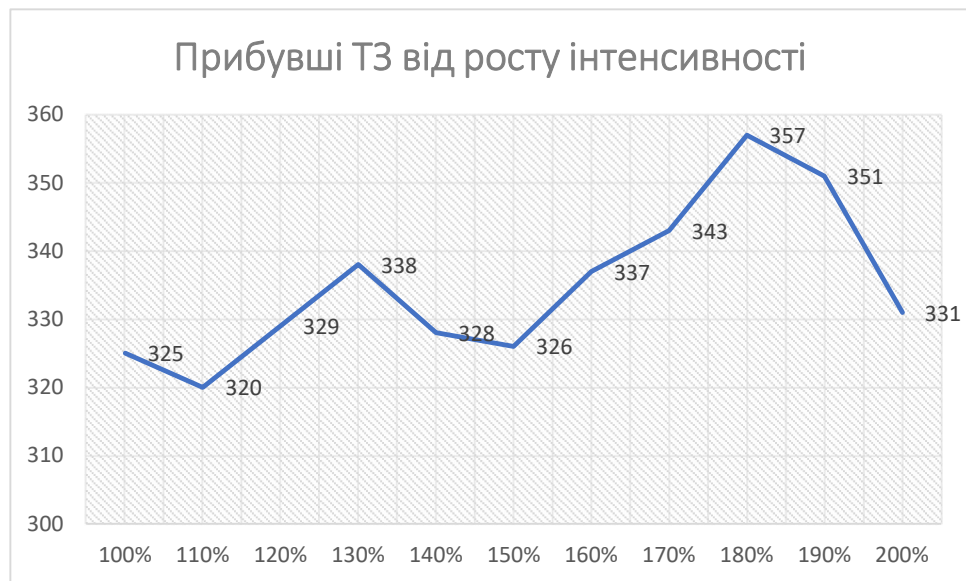


Рис. 3.49 Графік залежності прибувчих ТЗ від збільшення інтенсивності

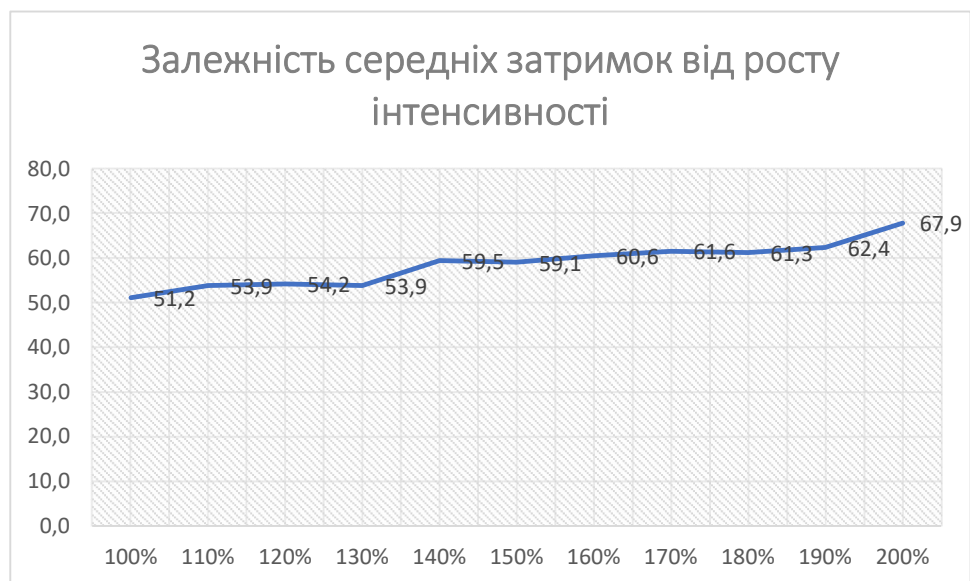


Рис. 3.50 Графік залежності росту середніх затримок від збільшення інтенсивності.

Із отриманих даних можна зробити висновок про те, що збільшення інтенсивності вище 200% від початкової не матиме позитивного впливу на пропускну здатність. Більше того, максимальна пропускна здатність досягатиметься при 180% від поточної інтенсивності.

Тепер перевіримо вплив збільшення допустимої швидкості на вузлі на його середні затримки та пропускну здатність. Для цього збільшуватимемо швидкість від вихідних 40км/год до 120км/год та вноситимемо дані до таблиці.

Табл. 3.19 Зміна основних показників моделі при рості допустимої швидкості

Швидкість руху	Затримки середні	Швидкість	ТЗ акт	ТЗ приб	ТЗ неакт
40км/год	51,2	13,8	53	325	1476
50км/год	51,5	14,3	56	332	1466
60км/год	53,7	15,7	49	329	1476
70км/год	53,7	14,3	52	325	1477
80км/год	52,7	13,1	45	339	1470
90км/год	55,6	12,4	44	319	1491
100км/год	55,3	12,6	46	326	1482
120км/год	54,3	12,5	44	331	1479

Побудуємо графіки залежності росту середніх затримок та прибувших транспортних засобів від росту допустимої швидкості

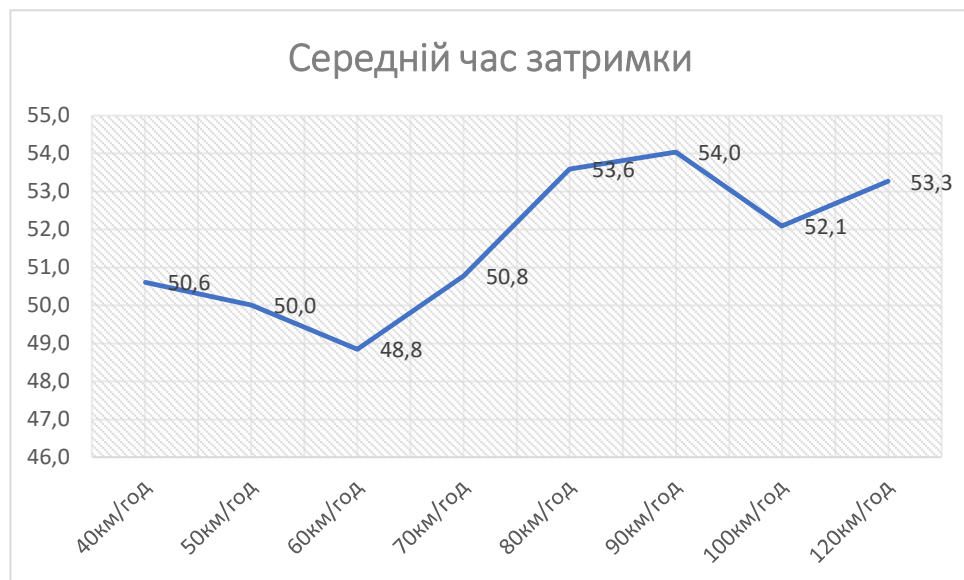


Рис. 3.51 Графік залежності росту середніх затримок від збільшення допустимої швидкості руху.



Рис. 3.52 Графік залежності росту прибувчих ТЗ від збільшення допустимої швидкості.

Проаналізувавши отримані дані та графіки, можна дійти висновку про те, що збільшення допустимої швидкості до 60км/год може позитивно вплинути на середній час затримок ТЗ на вузлі а при 70км/год досягається максимальна пропускна здатність для даної конфігурації, проте з точки зору безпеки руху варто було б прийняти 50км/год відповідно до нових змін у правила дорожнього руху.

### 3.10 Проведення дослідів із моделювання вузла після реконструкції у двох рівнях.

Перевіримо третій варіант моделі – модель у двох рівнях. Для цього використаємо раніше створену транспортну модель та проведемо відповідні досліді. Знову ж таки, будемо збільшувати інтенсивність із кроком 10%, отримані результати вноситимемо в таблицю.

Табл. 3.20 Основні транспортно-експлуатаційні показники вузла при збільшенні інтенсивності руху

Інтенсивність	Затримки середні	Швидкість	ТЗ акт	ТЗ приб	ТЗ неакт
100%	38,59	14,515586	51	440	1363
110%	35,96	15,062216	52	450	1560
120%	40,43	13,830015	56	460	1751
130%	40,47	13,758658	59	456	1942
140%	48,28	12,199505	67	439	2135
150%	49,08	12,040432	68	447	2334
160%	49,47	11,989946	66	442	2536
170%	50,68	11,794564	67	452	2711
180%	51,98	11,490552	71	453	2924
190%	50,14	11,730702	69	454	3122
200%	53,38	11,278419	68	460	3331

Користуючись отриманими даними, побудуємо відповідні діаграми для середніх затримок та прибувчих ТЗ:



Рис. 3.53 Зростання середніх затримок при зростанні інтенсивності до 200% від початкової.

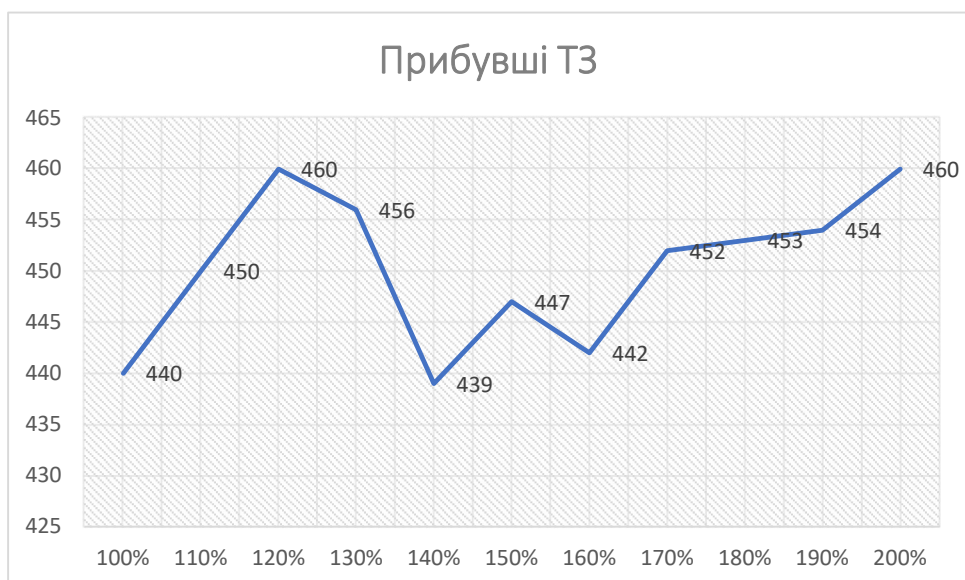


Рис. 3.54 Зміна кількості прибувчих до місця призначення ТЗ від зміни інтенсивності.

Із цього можна дійти висновку про те, що даний вузол досягне свого піку пропускної здатності при 120% від початкового навантаження, після чого Відбудеться перерозподіл потоків та пропускна здатність продовжить зростати, спричиняючи незначні збільшення затрат часу, а отже вузол божна навантажувати більше ніж на 200% від початкової інтенсивності.

Перевіримо вплив росту допустимої швидкості руху на даний вузол. Для цього збільшуватимемо її з кроком у 10км/год, ігноруючи раніше прийняту

розрахункову швидкість, правила дорожнього руху, вимоги ДБН та прийняті конструкційні рішення при проектуванні естакади.

Табл.3.21 – Зміна основних показників моделі при рості допустимої швидкості для двох рівнів.

Швидкість руху	Затримки середні	Швидкість	ТЗ акт	ТЗ приб	ТЗ неакт
40км/год	38,59	14,52	51	440	1 363
50км/год	38,64	15,42	52	457	1 345
60км/год	36,61	16,84	42	464	1 348
70км/год	38,61	16,73	40	451	1 363
80км/год	39,66	16,70	42	456	1 356
90км/год	40,80	16,65	43	449	1 362
100км/год	39,81	17,13	40	464	1 350
120км/год	41,38	17,08	40	450	1 364

Отримаємо дані за якими побудуємо діаграми середніх затримок та прибувших ТЗ:

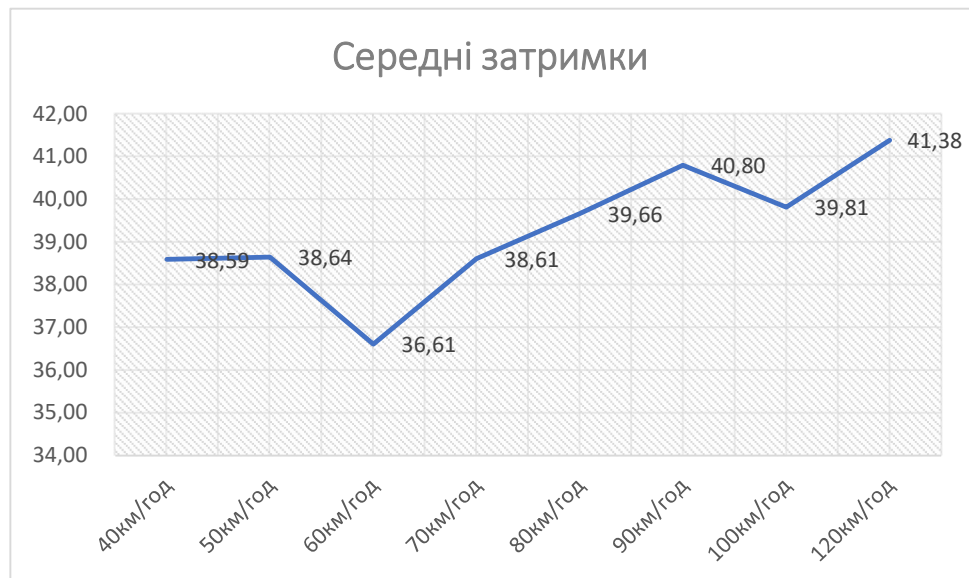


Рис. 3.55 Зростання середніх затримок при збільшенні допустимих швидкостей руху.

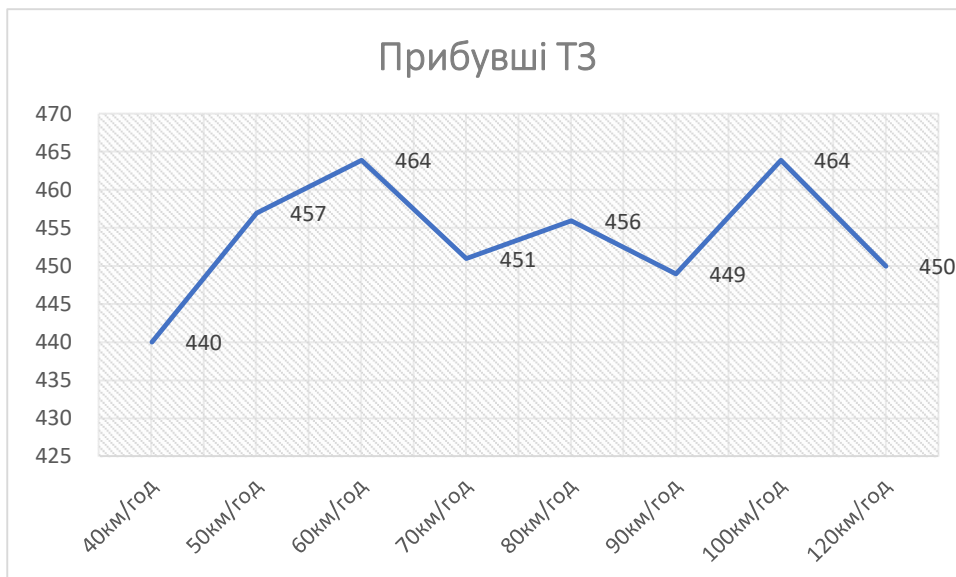


Рис. 3.56 Зміна кількості прибувчих до місця призначення ТЗ від зміни допустимої швидкості руху.

Із отриманих графіків можна зробити висновок про те, що максимальна пропускна здатність на вузлі при початковій інтенсивності досягається при допустимій швидкості 60км/год, при цьому середні затримки ТЗ падають до свого мінімуму. Подальше збільшення допустимої швидкості є небезпечним з точки зору ПДР та чинного законодавства і не приносить збільшення пропускної здатності чи зменшення затримок, тому є недоцільним.

### 3.11 Проведення аналізу отриманих даних та створення порівняльних графіків

Отже, отримавши дані із розділу транспортного моделювання для кожного із трьох варіантів рішення, використаємо засоби MS Excel для їх порівняння та аналізу.

Створимо порівняльні таблиці для всіх трьох варіантів:

Табл. 3.22 Ріст середніх затримок ТЗ від росту інтенсивності руху.

Інтенсивність	Вихідний варіант	Варіант зі світлофором	Варіант у двох рівнях
100%	242,2	51,2	38,59
110%	202,7	53,9	35,96
120%	210,1	54,2	40,43
130%	375,4	53,9	40,47
140%	224,1	59,5	48,28
150%	386,1	59,1	49,08
160%	393,9	60,6	49,47
170%	300,1	61,6	50,68
180%	123,3	61,3	51,98
190%	338,1	62,4	50,14
200%	298,3	67,9	53,38

Табл. 3.23 Ріст середніх затримок від росту дозволеної швидкості руху.

Інтенсивність	Вихідний варіант	Варіант зі світлофором	Варіант у двох рівнях
40км/год	50,6	51,2	38,59
50км/год	50	51,5	38,64
60км/год	48,8	53,7	36,61
70км/год	50,8	53,7	38,61
80км/год	53,6	52,7	39,66

90км/год	54	55,6	40,80
100км/год	52,1	55,3	39,81
120км/год	53,3	54,3	41,38

Табл. 3.24 Ріст кількості прибувщик ТЗ від росту інтенсивності руху.

Інтенсивність	Вихідний варіант	Варіант зі світлофором	Варіант у двох рівнях
100%	76	325	440
110%	100	320	450
120%	94	329	460
130%	34	338	456
140%	99	328	439
150%	29	326	447
160%	25	337	442
170%	57	343	452
180%	196	357	453
190%	47	351	454
200%	58	331	460

Табл. 3.25 Ріст кількості прибувщик ТЗ від росту дозволеної швидкості руху.

Інтенсивність	Вихідний варіант	Варіант зі світлофором	Варіант у двох рівнях
40км/год	329	325	440
50км/год	334	332	457
60км/год	337	329	464
70км/год	341	325	451
80км/год	330	339	456
90км/год	335	319	449
100км/год	337	326	464
120км/год	332	331	450

## РОЗДІЛ 4. ВИСНОВКИ

Керівник: \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		78

## 4.1 Висновки

Підсумовуючи виконану роботу, можна дійти висновків про те, що була виконана робота із:

- Аналізу підходу до оцінки ефективності дорожньої мережі в Україні
- Розбору основних понять оцінки дорожньої мережі відповідно до НСМ
- Аналізу конкретного існуючого вузла на підході до міста Гальне
- Розробки різних варіантів рішень щодо реконструкції цього вузла
- Розробки транспортних моделей цих рішень у програмному комплексі PTV Vissim
- Вибору основних показників, які вказують на актуальність варіанту рішення
- Серії ітераційних випробувань вузла на стійкість до внесення змін

Також, було проаналізовано отримані результати та створено пропозицію щодо доцільності проведення реконструкції на даний момент і створено можливий шлях розвитку вузла на основі прогнозованого росту інтенсивності.

Для наглядності створимо графіки залежності росту середніх затримок ТЗ та прибувших до місця призначення від росту інтенсивності руху (Рис. Та Рис. відповідно), та графіки росту середніх затримок та прибувших ТЗ від росту дозволеної швидкості руху на вузлі (Рис. Та Рис. відповідно).

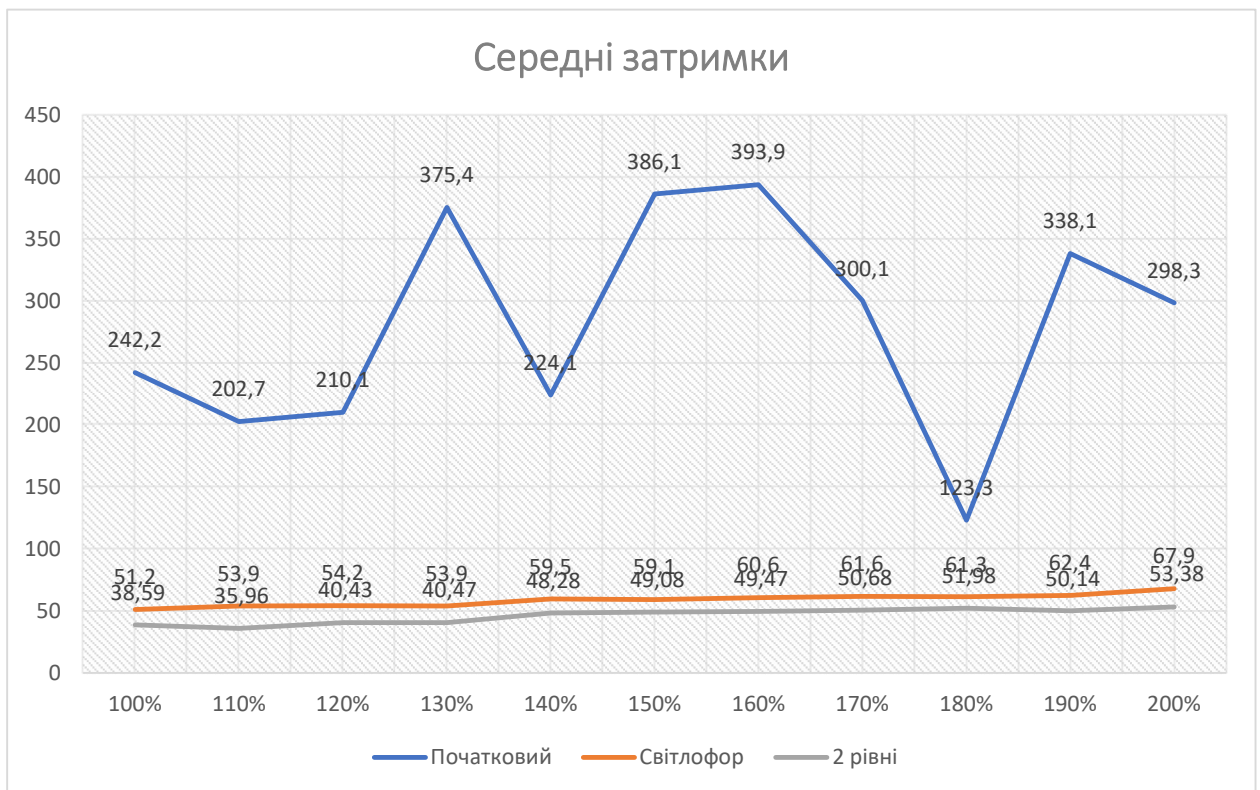


Рис. 4.1 Ріст середніх затримок для трьох варіантів розв'язки при збільшенні інтенсивності руху на вузлі.

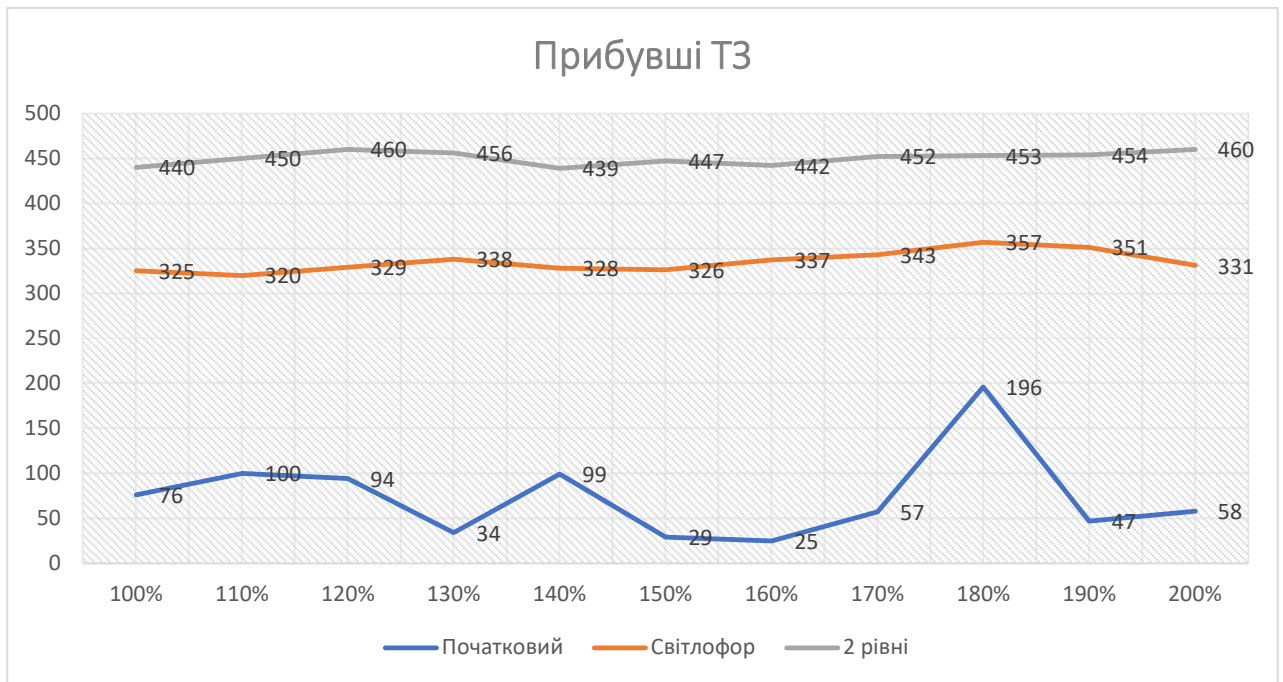


Рис. 4.2 Ріст кількості прибувчих ТЗ від росту інтенсивності для трьох вузлів.

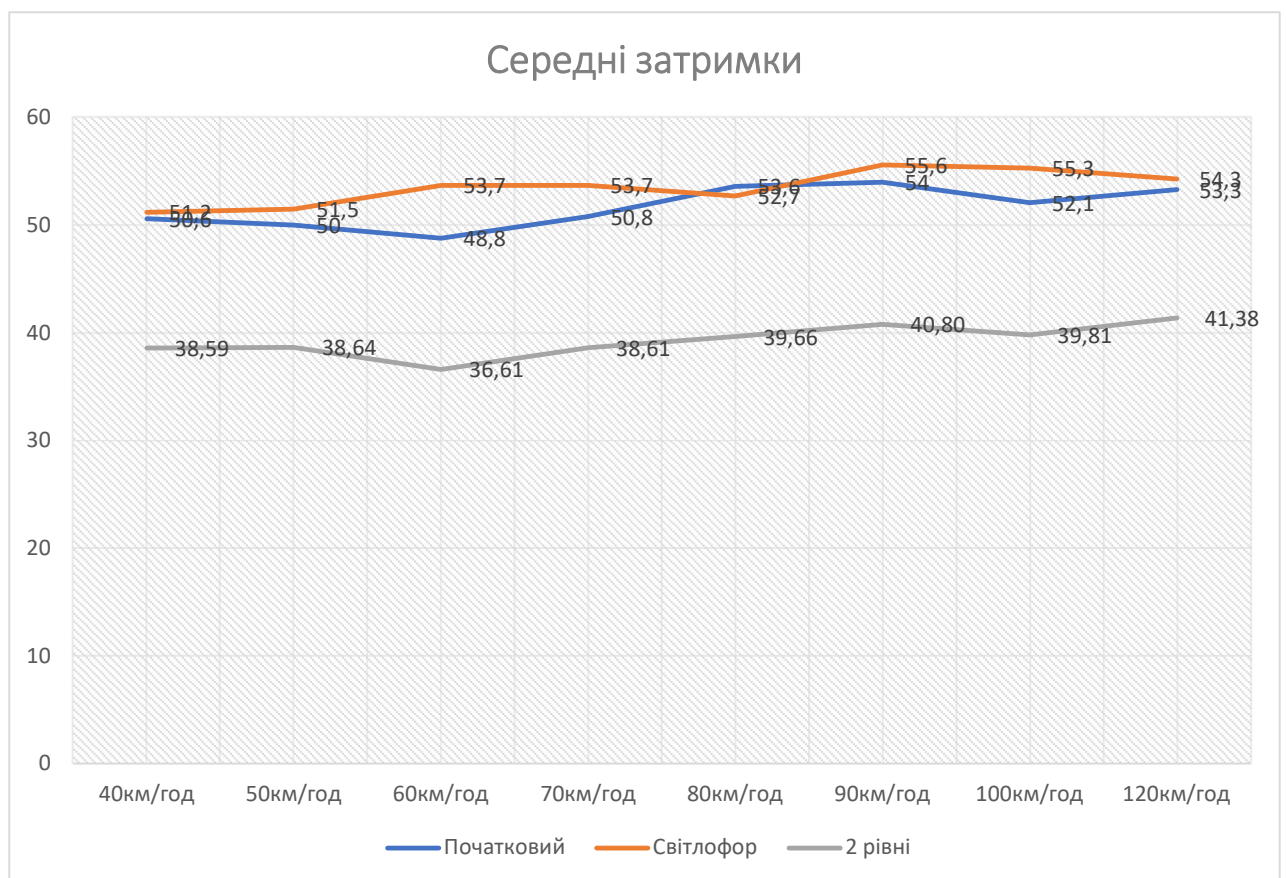


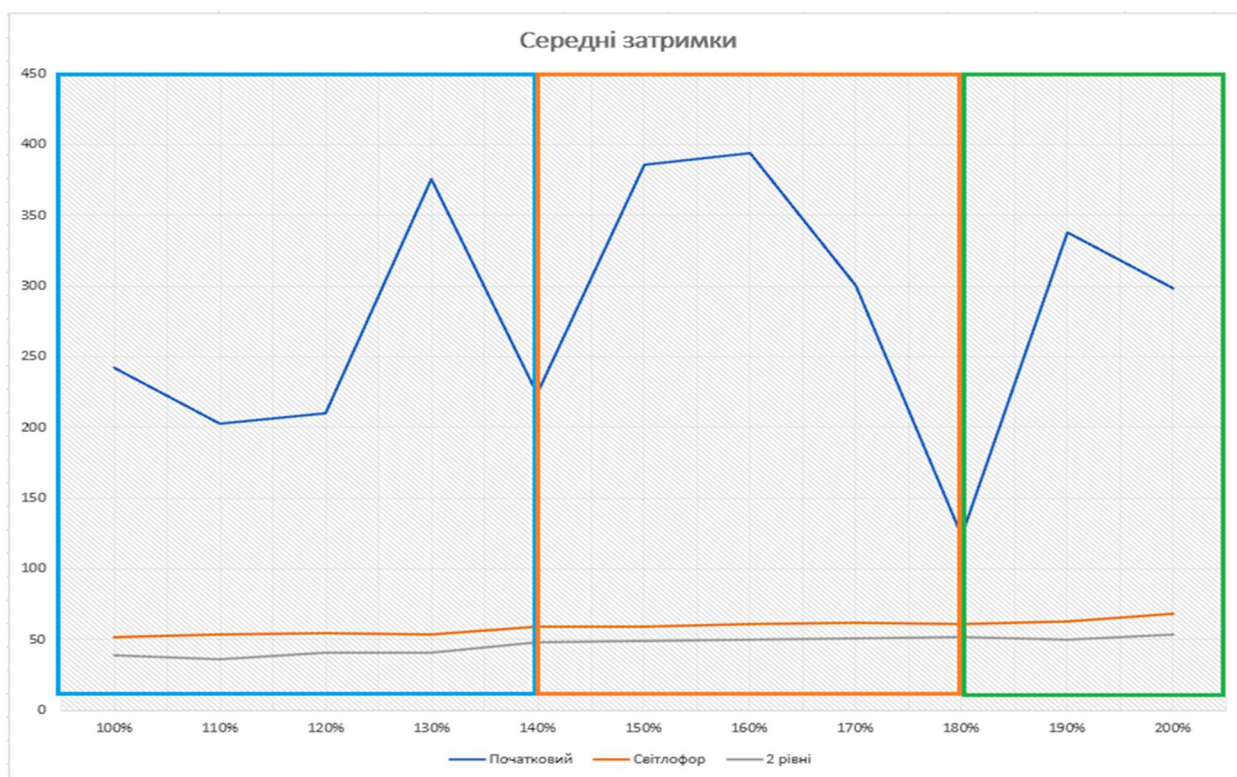
Рис. 4.3 Ріст середніх затримок ТЗ від росту дозволеної швидкості руху.



руху до 70км/год на вузлі, середні затримки падають, а пропускна здатність росте, а отже можна дійти до висновку про те, що теоретично швидкість руху на вузлі можна підняти вище розрахункової, проте необхідні додаткові дослідження щодо безпеки руху ТЗ в таких умовах при даній конфігурації.

Другий варіант розв'язки – поточний вузол зі світлофорним регулюванням, добре працює у всіх межах вимірювання, від 100% до 200% від поточної інтенсивності, проте максимальну ефективність має на показнику 180% виходячи з пропускної здатності та часу затримок ТЗ. При збільшенні дозволеної швидкості руху до 70км/год досягається максимальна пропускна здатність, проте оптимальніше було б обрати 60км/год у зв'язку з оптимальним співвідношенням пропускної здатності та середніх затримок на вузлі.

Третій варіант – транспортна розв'язка у двох рівнях – має найвищу пропускну здатність серед представлених варіантів та найнижчі затримки ТЗ, проте така реконструкція є досить дорогою. Пропускна здатність продовжує рости навіть за межами 200% від початкової інтенсивності, при цьому середній час затримок навіть нижчий, ніж у світлофорної розв'язки при 100% що є прекрасним результатом. При збільшенні дозволеної швидкості руху до 60км/год досягається максимальна пропускна здатність у межах вимірювання та найнижчі середні затримки ТЗ, тому варто розглянути таку можливість для цього вузла.



На основі цього аналізу нанесемо на графіки росту інтенсивності межі, при яких реконструкція принесе максимальний результат:

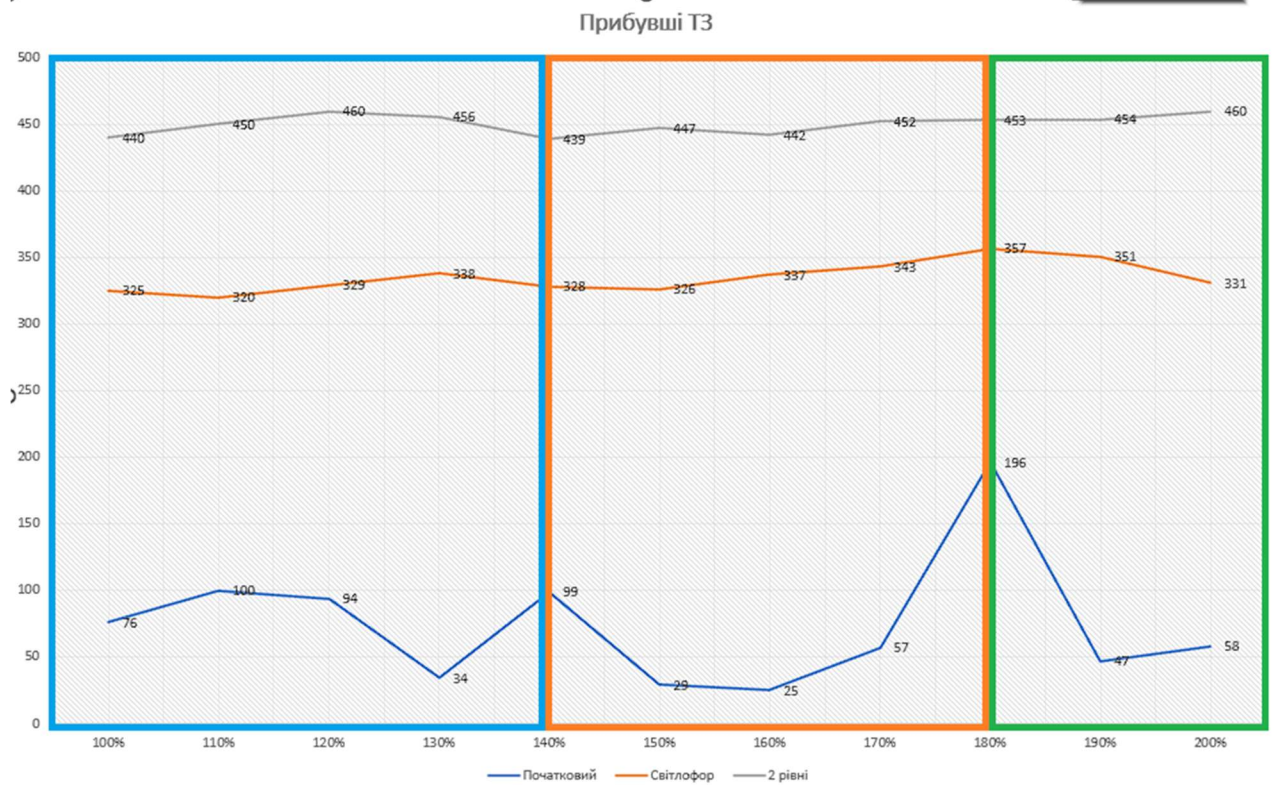


Рис. 4.5 Межі росту інтенсивності, при яких доцільно змінювати планувальне рішення вузла. Синій прямокутник – поточний вузол, помаранчевий – вузол зі світлофорним регулюванням, зелений – у двох рівнях

Рис. 4.6 Кількість прибувших до місця призначення транспортних засобів при встановлених межах актуальності зміни конструктивного рішення вузла. Синій прямокутник – поточний вузол, помаранчевий – вузол зі світлофорним регулюванням, зелений – у двох рівнях.

Розглянутий вузол у даний час повністю задовольняє попит, який на нього припадає та має певний «запас міцності», який складає 40% від поточної інтенсивності руху ТЗ. При перевищенні порогу у 140%, доцільним стає додавання світлофорного регулювання до розв’язки, що дасть ще 40% пропускну здатності та комфортний режим руху для транспортних засобів із мінімальними затримками. При піднятті інтенсивності вище 180% від початкової, можна розглянути реконструкцію напрямку 1-4 у другий рівень, що кардинально змінить показники вузла та дасть змогу витримувати інтенсивність, яка значно перевищує 200% від вихідної при середніх затримках, які нижчі за затримки початкового вузла при 100%.

Проте слід розглянути економічний фактор, який є ключовим на даний момент. Перший варіант буквально нічого не коштує у плані реконструкції та має мінімальні дорожньо-транспортні витрати 2,6млн грн, другий 2,8млн грн, третій 3 млн грн, і це крім вартості самого проекту. При даній інтенсивності другий і третій варіант взагалі не окупляться, тому розглядати введення їх в роботу не варто до росту інтенсивності до 140% і вище.

Blank area for the master's thesis work.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						84
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги» - Київ: Мінрегіон України, 2015. – 104 с.
2. ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» - Київ: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.
3. ГБН В.2.3-37641918-555:201X «Транспортні розв’язки в одному рівні» - Київ: Міністерство інфраструктури України, 2016. – 59с.
4. Міські дорожньо-транспортні системи, вузли і споруди, : М.М. Осетрін, Г.Б. Фукс, П.П. Чередніченко, КНУБА, 2003. – 52с.
5. Транспортні розв’язки,: О. Б. Потійчук, Л. М. Піліпака, Рівне 2020
6. Автомобільні шляхи України / Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільні\\_шляхи\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільні_шляхи_України)
7. Highway Capacity Manual / Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Highway\\_Capacity\\_Manual](https://en.wikipedia.org/wiki/Highway_Capacity_Manual)
8. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000. – 1134 p.
9. Transport Planning and Traffic Engineering,: СА O'Flaherty, CRC Press London 1997. – 560p.
10. Проектування розв'язок на автомобільних дорогах : Навчальний посібник, - С.Й. Солодкий, Л.О. Карасьова, Д.О. Куліков. Львів, НУЛП, 2013. - 197 с.
11. «Модель оцінки роботи нерегульованого перетину на вулично-дорожній мережі міста», Міжнародний науковий журнал "Підводні технології: промислова та цивільна інженерія", (8), Осетрін, М. і Дворко, О. (2018) с. С. 78–79. doi: 10.26884/uwt1808.1804.
12. «Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду організації безпеки дорожнього руху», Містобудування та територіальне планування, (78), Куцина, І. і Сливка, В. (2021) с. 299–311. doi: 10.32347/2076-815x.2021.78.299-311.
13. «Визначення затримок транспортних засобів на регульованому перехресті.» Комунальне господарство міст (142). Денисенко, О.В. (2018) с. 83-90. ISSN 0869-1231
14. «Порівняльний аналіз методів визначення потоків насичення», Автомобільний транспорт. Kharkiv, Ukraine, (48), Семченко, Н. О., Холодова, О. О. і Бугайова, М. О. (2021) с. 64–78. doi: 10.30977/AT.2219-8342.2021.48.0.64.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						85
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		

15. «Оцінювання ефективності видатків на розвиток дорожнього господарства», Економіка та суспільство, Корольова, О. (2021) (30). doi: 10.32782/2524-0072/2021-30-25.

16. «Економічна оцінка, як умова прийняття рішення щодо визначення принципу організації руху транспорту та пішоходів на перетинах міських магістралей» / М. М. Осетрін, О. С. Селезньова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування : наук.-техн. сб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; відп. ред. М. М. Дьомін. - Київ : КНУБА, 2017. - Вип. 48. - С. 242-249.

17. «Проблеми оцінки транспортно-експлуатаційного стану та напрямки модернізації автомобільних доріг в Україні», Пасічник А. М., Лебідь Є. М., Клен О. М., Мірошніченко С. В (2017) Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 3 (233) 2017 – С. 150-159.

					АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						86
Зм.	Лист	№ Документу	Підпис	Дата		