

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТРАНСПОРТНЕ МАКРОМОДЕЛЮВАННЯ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять та контрольної роботи
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньо-професійною та освітньо-науковою
програмою «Міське будівництво і господарство»

Київ 2026

УДК 71.711

T65

Укладачі: М. М. Осетрін, канд. техн. наук, професор;
В. П. Тарасюк, канд. техн. наук, асистент;
Д. О. Беспалов, старш. викладач

Рецензент Г.Ю. Васильєва, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск О.В. Приймаченко, канд. техн. наук,
доцент

*Затверджено на засіданні кафедри міського будівництва,
протокол № 9 від 17 квітня 2026 року.*

В авторській редакції.

Транспортне макромодельовання [електронне видання] : методичні
T65 вказівки /уклад.: М.М. Осетрін, В.П. Тарасюк, Д.О. Беспалов – Київ :
КНУБА, 2026. – 88 с.

Містять основні рекомендації з використання інструменту
транспортного модельовання для оцінки ефективності прийняття
містобудівних рішень.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої
освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія», які
навчаються за освітньо-професійною та освітньо-науковою програмою
«Міське будівництво і господарство».

© КНУБА, 2026

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ	7
ВСТУП.....	8
1. ЗБІР ТА АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ	10
1.1 Основні групи вихідних даних для розробки транспортної моделі міста	10
1.1.2 Дані функціонально-планувальної організації території міста.....	10
1.1.3 Соціально-економічна статистика.....	11
1.1.4 Результати транспортних та соціологічних обстежень.....	11
1.1.5 Дані вулично-дорожньої мережі міста.....	11
1.1.6 Дані системи громадського транспорту	12
1.2 Вихідні дані, що використовуються в навчальному процесі.....	12
1.3 Проектні параметри прогнозних сценаріїв.....	12
2. ВИБІР ІНСТРУМЕНТУ ТРАНСПОРТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	13
3. НАЛАШТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ VISUM.....	15
3.1. Встановлення студентської версії Visum	15
3.2. Запуск Visum та налаштування мови інтерфейсу.....	17
3.3. Загальна структура інтерфейсу.....	18
3.4. Структура проекту	20
3.5. Користувачькі налаштування	22
3.6. Системи транспорту, режими і сегменти попиту	24
3.7. Введення характеристик відрізків мережі	26
3.8. Масштабування карти.....	28
4. СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ	30
5. МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ	31
5.1. Вузли.....	31
5.2. Відрізки	32
5.3. Повороти	34
5.4. Транспортні райони	34
5.5. Ієрархія зупинок ГТ	36
5.6. Маршрути ГТ	38
5.7. Розклад руху ГТ	40
5.8. Сполучення	42
5.9. Перевірка мережі.....	43
6. МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО ПОПИТУ	45

6.1. Соціально-економічна статистика.....	45
6.2. Налаштування моделі транспортного попиту.....	46
6.2.1. База.....	47
6.2.2. Групи	48
6.2.3. Пари дій.....	48
6.2.4. Шари попиту.....	50
6.3. Розрахунок транспортного попиту.....	51
6.3.1. Утворення (генерація) транспортного руху	52
6.3.2. Розрахунок матриць затрат	55
6.3.2.1.Розрахунок матриці затрат ІТ	56
6.3.2.2.Розрахунок матриці затрат ГТ	57
6.3.3. Розподіл транспортного руху по районах.....	59
6.3.4. Вибір режиму.....	62
6.3.5. Комбінація матриць кореспонденцій	63
6.3.6. Перерозподіл.....	65
6.3.6.1.Перерозподіл ІТ.....	66
6.3.6.2.Перерозподіл ГТ.....	67
6.3.7. Зміна часу в дорозі ГТ на відрізках	68
6.3.8. Обумовлений зворотний стрибок	69
6.4. Візуалізація результатів моделювання	70
7. ВЕРИФІКАЦІЯ, КАЛІБРУВАННЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ МОДЕЛІ	73
8. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ	77
9. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТНИХ СЦЕНАРІЇВ	80
9.1. Визначення проєктних сценаріїв	80
9.2. Оцінка ефективності проєктних сценаріїв	82
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	83
ДОДАТОК.....	85

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Навчальна дисципліна «Транспортне макромодельовання» орієнтована на формування у студентів практичних навичок застосування системних методів, математичних моделей та інформаційних технологій для обґрунтування містобудівних і транспортно-планувальних рішень. Особлива увага в межах курсу приділяється використанню інструментів транспортного моделювання при аналізі функціонування та розвитку вулично-дорожньої і транспортної інфраструктури міст.

У рамках вивчення дисципліни передбачається виконання контрольної роботи з використанням інструментів транспортного макромодельовання у програмному комплексі PTV Visum. Контрольна робота має індивідуальний характер та спрямована на розробку транспортної моделі (ТМ) міста для базового стану з подальшим формуванням і розрахунком проєктних сценаріїв розвитку транспортної системи.

Метою виконання контрольної роботи є формування у студентів фундаментальних, організаційно-управлінських, проєктних і дослідницьких компетентностей шляхом аналізу прогностичних змін транспортних, пасажирських і пішохідних потоків при коригуванні параметрів планувальної та дорожньо-транспортної інфраструктури міста на основі результатів транспортного макромодельовання.

Досягнення зазначеної мети передбачає вирішення таких основних завдань:

- розробку ТМ міста для базового (до проєктного) стану відповідно до індивідуального завдання;
- формування та розрахунок альтернативних проєктних сценаріїв розвитку транспортної системи;
- оцінку ефективності функціонування транспортної мережі міста за системою кількісних показників для індивідуального та громадського транспорту;
- підготовку транспортних прогнозів на основі сценарного підходу («що буде, якщо...»);
- аналіз розподілу пасажиропотоків і транспортних кореспонденцій на елементах вулично-дорожньої мережі;
- візуалізацію та інтерпретацію результатів моделювання з метою обґрунтування запропонованих рішень;

- порівняльну оцінку проєктних рішень з позицій транспортної ефективності та доступності.

Об'єктом дослідження є транспортна система міста.

Предметом дослідження є транспортне макромодельовання як інструмент аналізу та обґрунтування прийняття містобудівних і транспортно-планувальних рішень.

У результаті виконання контрольної роботи студент повинен

знати: роль і місце транспортного макромодельовання у процесі прийняття управлінських та проєктних рішень; основні принципи, припущення та обмеження ТМ; ключові показники оцінки ефективності роботи транспортної системи міста;

вміти: збирати, систематизувати та аналізувати вихідні дані для побудови ТМ з урахуванням нормативних вимог; працювати з ТМ у програмному комплексі PTV Visum (створення та відкриття моделі, формування і розрахунок сценаріїв, аналіз результатів); виконувати візуалізацію результатів транспортного аналізу та формулювати обґрунтовані висновки щодо ефективності запропонованих рішень.

Метою цих методичних вказівок є формування у студентів практичних навичок побудови ТМ, аналізу транспортного попиту та оцінки ефективності проєктних рішень із використанням сучасних програмних інструментів транспортного моделювання.

ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольна робота з дисципліни «Транспортне макромодельовання» спрямована на формування у студентів базових практичних навичок розробки ТМ міст із розрахунком транспортного попиту, результати яких використовуються в процесі обґрунтування рішень у складі комплексних схем транспорту та комплексних схем організації дорожнього руху відповідно до вимог чинних нормативних документів (зокрема пп. 10.2, 10.6 [2]).

Для виконання контрольної роботи студентам видається індивідуальне завдання з відповідним варіантом. Приклад завдання на виконання контрольної роботи наведено у додатку до методичних вказівок.

Результатом виконання контрольної роботи є підготовка пояснювальної записки та файлів ТМ, які мають відображати повний цикл виконання роботи – від формування базової ТМ до аналізу проєктних сценаріїв та оцінки ефективності запропонованих рішень.

Пояснювальна записка має містити:

- поетапний опис виконання контрольної роботи з обґрунтуванням прийнятих рішень;
- опис базового сценарію та проєктних сценаріїв із зазначенням змін, внесених до ТМ;
- результати транспортного макромодельовання з відповідними графічними матеріалами та поясненнями;
- висновки щодо запропонованих заходів та оцінки їх ефективності;
- список використаних джерел;
- додатки (за необхідності).

Звітні матеріали подаються у паперовому та електронному вигляді.

Паперова версія звітних матеріалів повинна включати пояснювальну записку.

Електронна версія звітних матеріалів має містити:

- пояснювальну записку у форматі *.doc або *.docx;
- файл(и) ТМ міста з розрахованими базовим та проєктними сценаріями у форматі збереження даних програмного комплексу PTV Visum.

Контрольна робота вважається виконаною за умови повної відповідності поданих матеріалів вимогам індивідуального завдання та цих методичних вказівок.

ВСТУП

Сучасний розвиток міст супроводжується постійним зростанням мобільності населення, підвищенням рівня автомобілізації, ускладненням транспортних зв'язків та зростанням вимог до ефективності функціонування міських транспортних систем. У цих умовах прийняття містобудівних і транспортно-планувальних рішень потребує комплексного аналізу їх наслідків, що охоплює оцінку змін транспортних потоків, рівня доступності територій, навантаження на вулично-дорожню мережу, екологічних та соціально-економічних ефектів. Використання традиційних підходів, заснованих лише на локальних інженерних розрахунках, є недостатнім для обґрунтування стратегічних рішень у сфері розвитку транспортної інфраструктури.

Одним із ключових інструментів системного аналізу транспортних процесів є транспортне макромодельовання, яке дає змогу відтворювати закономірності функціонування транспортної системи міста, оцінювати взаємодію транспортного попиту і транспортної пропозиції, формувати прогностичні сценарії розвитку та аналізувати наслідки управлінських рішень у форматі сценарного підходу «що буде, якщо...». Застосування ТМ забезпечує можливість кількісної оцінки альтернативних варіантів розвитку транспортної мережі та підвищує обґрунтованість прийняття інфраструктурних і організаційних рішень.

У світовій практиці транспортне макромодельовання є невід'ємною складовою стратегічного транспортного та містобудівного планування. ТМ використовуються під час розроблення генеральних планів, комплексних схем транспорту, програм розвитку громадського транспорту, оцінці інфраструктурних інвестицій та формуванні політик управління мобільністю населення. Вони застосовуються як на рівні окремих міст і агломерацій, так і на національному рівні для прогнозування транспортних процесів та оцінки довгострокових сценаріїв розвитку.

В Україні транспортне моделювання також набуває дедалі ширшого практичного застосування у процесах планування та управління розвитком міських територій. Розроблення ТМ міст дає змогу переходити від реактивного вирішення транспортних проблем до системного управління транспортним попитом і транспортною пропозицією. Зокрема, результати транспортного макромодельовання активно використовуються під час дослідження впливу рівня автомобілізації на ефективність функціонування

вулично-дорожньої мережі, що підтверджено на прикладі міста Києва у роботі [2], де показано залежність експлуатаційних показників транспортної мережі від змін структури транспортного попиту та рівня використання індивідуального транспорту. Питання взаємозв'язку транспортної інфраструктури з екологічними цілями розвитку міста, де транспортна інфраструктура розглядається як один із факторів зниження негативного впливу транспорту на міське середовище, також розглядається з використанням інструментів транспортного моделювання [3, 4]. Таким чином, транспортне макромодельовання виступає не лише інструментом технічного аналізу транспортних потоків, а й важливою складовою сучасної системи підтримки прийняття рішень у сфері міського розвитку, що поєднує інженерні, економічні, екологічні та управлінські аспекти.

Опанування основ транспортного макромодельовання є необхідною складовою підготовки фахівців у сфері міського будівництва.

1. ЗБІР ТА АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Етап збору та аналізу вихідних даних є одним із визначальних у процесі розроблення ТМ міста, оскільки саме якість, повнота та достовірність вихідної інформації безпосередньо впливають на адекватність результатів моделювання та обґрунтованість подальших висновків. Транспортне макромодельовання базується на формалізованому описі реальних транспортних процесів, тому будь-які неточності або невідповідності у вихідних даних можуть призводити до суттєвих похибок у розрахунках транспортного попиту, розподілі потоків та оцінці ефективності проєктних рішень.

Склад, деталізація та рівень точності вихідних даних визначаються метою моделювання, масштабом дослідження, наявністю статистичної інформації та характером поставлених завдань. У реальних проєктах транспортного планування обсяг вихідних даних може бути значним і включати результати натурних обстежень, великі масиви статистичної інформації та дані автоматизованих систем моніторингу руху.

1.1. Основні групи вихідних даних для розробки транспортної моделі міста

У практиці транспортного макромодельовання вихідні дані систематизуються за функціональним принципом відповідно до їх ролі у формуванні транспортного попиту та транспортної пропозиції. Такий підхід забезпечує логічну побудову ТМ та спрощує подальший аналіз результатів.

Вихідні дані для розробки ТМ міста поділяються на такі основні групи:

- дані функціонально-планувальної організації території міста;
- соціально-економічна статистика;
- результати транспортних і соціологічних обстежень;
- дані вулично-дорожньої мережі міста;
- дані системи громадського транспорту.

1.1.1. Дані функціонально-планувальної організації території міста

Дані цієї групи використовуються для формування транспортних зон, визначення просторової структури міста та задання перспектив розвитку території. Основними джерелами таких даних є:

- Генеральний план міста, зокрема схема функціонального зонування, схема висотності забудови, схеми розвитку вулично-дорожньої мережі та громадського транспорту;
- комплексна схема транспорту міста;
- стратегія розвитку міста та інші містобудівні документи і програми.

1.1.2. Соціально-економічна статистика

Соціально-економічні дані є основою для формування транспортного попиту та опису структури кореспонденцій. До цієї групи належать:

- дані про чисельність населення з просторовою деталізацією та розподілом за віковими групами;
- інформація про заклади освіти із зазначенням адрес, кількості місць, чисельності учнів, студентів та працівників;
- відомості про підприємства, установи та організації всіх форм власності з вказанням місця розташування, чисельності працівників і виду економічної діяльності;
- дані про об'єкти сфери послуг, культури, спорту, торгівлі та громадського харчування з оцінкою чисельності працівників і відвідувачів.

1.1.3. Результати транспортних та соціологічних обстежень

Дані обстежень використовуються для калібрування та перевірки адекватності ТМ. До них належать:

- результати соціологічних досліджень мобільності населення, які характеризують транспортну поведінку та вибір способів пересування;
- дані інтенсивності руху транспорту на елементах вулично-дорожньої мережі, основних магістральних входах і транзитних напрямках;
- показники пасажиропотоків на маршрутах громадського транспорту.

1.1.4. Дані вулично-дорожньої мережі міста

Дані вулично-дорожньої мережі формуються у вигляді геоінформаційної бази для створення мережі в програмному комплексі РTV Visum та включають:

- відрізки та вузли мережі з атрибутами (категорія вулиці, кількість смуг, швидкісний режим, пропускна здатність, дозволені види транспорту);
- дані з організації дорожнього руху (односторонній рух, обмеження, смуги громадського транспорту);
- розташування та параметри роботи світлофорних об'єктів;
- основні напрями транзитного руху;
- елементи велосипедної інфраструктури;
- дані щодо паркувального простору.

1.1.5. Дані системи громадського транспорту

До цієї групи належать:

- маршрутна мережа всіх видів громадського транспорту;
- розташування зупинок із координатною прив'язкою;
- розклад та інтервали руху;
- типи та місткість рухомого складу;
- експлуатаційні швидкості або GPS-дані;
- інформація про транспортно-пересадкові вузли, вокзали та платформи.

1.2. Вихідні дані, що використовуються в навчальному процесі

В умовах навчального процесу під час виконання контрольної роботи використовується спрощений, але методично обґрунтований набір вихідних даних, а саме: план (карта) міста як фонове зображення, дані соціально-економічної статистики, розклад руху громадського транспорту, параметри вибору режиму переміщень, рівень заповненості індивідуального транспорту, проєктні параметри для прогнозних сценаріїв. За погодженням з викладачем допускається використання вихідних даних курсового проєкту з дисципліни «Планування і благоустрій міст».

1.3. Проєктні параметри прогнозних сценаріїв

Проєктні сценарії можуть передбачати зміни як у транспортній пропозиції, так і в транспортному попиті, зокрема зміну параметрів вулично-дорожньої мережі, зміну організації дорожнього руху, коригування маршрутної мережі та режимів роботи громадського транспорту, зміни функціональної структури міста.

2. ВИБІР ІНСТРУМЕНТУ ТРАНСПОРТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Ефективність транспортного макромодельовання значною мірою визначається правильним вибором програмного середовища, який має забезпечувати комплексний аналіз транспортної системи, підтримувати сценарний підхід і дозволяти працювати з різними видами транспорту в єдиному інформаційному середовищі.

Одним із найпоширеніших програмних комплексів для розробки ТМ міст і регіонів є PTV Visum (далі – Visum). Ключовою перевагою Visum є можливість інтегрованого моделювання індивідуального та громадського транспорту, а також транспортного попиту в межах однієї моделі. Це дає змогу оцінювати взаємний вплив різних видів транспорту та аналізувати наслідки змін окремих параметрів транспортної системи на її функціонування в цілому.

Visum є транспортною інформаційно-аналітичною системою, яка включає широкий набір інструментів для аналізу, планування та прогнозування транспортних процесів. Функціональні можливості програмного комплексу охоплюють усі основні етапи транспортного макромодельовання – від підготовки вихідних даних і побудови мережі до аналізу результатів і порівняння альтернативних сценаріїв.

До основних можливостей програмного комплексу PTV Visum належать:

- 1) формування єдиної моделі вулично-дорожньої мережі та маршрутної мережі громадського транспорту;
- 2) моделювання існуючих і прогнозних транспортних потоків;
- 3) інтеграція аналізу індивідуального транспорту, громадського транспорту та транспортного попиту;
- 4) аналіз і оцінка потоків різних видів транспорту за системою кількісних показників;
- 5) представлення результатів транспортного аналізу та планування на рівні міста, регіону та країни;
- 6) підготовка транспортних прогнозів на основі сценарного підходу «що буде, якщо...».

Завдяки зазначеним можливостям транспортна модель міста, розроблена з використанням програмного комплексу Visum, є ефективним інструментом підтримки прийняття управлінських рішень у сфері стратегічного транспортного планування. Вона забезпечує кількісну оцінку альтернативних варіантів розвитку транспортної мережі, їх порівняння між собою та

формування обґрунтованих висновків щодо доцільності впровадження інвестиційних проєктів у сфері розвитку транспортної інфраструктури.

У межах виконання контрольної роботи Visum використовується як базовий інструмент для побудови ТМ міста, розрахунку базового та прогнозних сценаріїв і аналізу ефективності запропонованих рішень. Блок-схема використання Visum для виконання контрольної роботи наведено на Рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема використання Visum для виконання контрольної роботи

3. НАЛАШТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ VISUM

3.1. Встановлення студентської версії Visum

1. Перейдіть за посиланням - <https://your.visum.ptvgroup.com/vision-traffic-suite-students-en>. Оберіть версію програмного комплексу Visum та заповніть анкету англійською мовою.

2. Скачайте файл для інсталювання програмного комплексу.

3. Запустіть файл, який був завантажений за результатом попереднього етапу та оберіть мову інтерфейсу на час виконання процедури встановлення та натисніть *Ок* (рис. 2)Рис. 2.

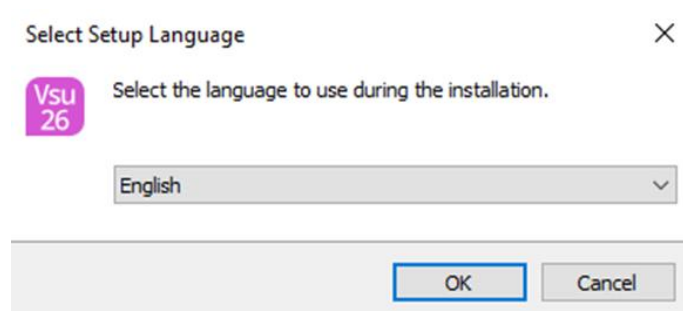


Рис. 2. Вікно вибору мови програми з встановлення ПЗ

4. Прочитайте і прийміть Ліцензійну угоду та політику конфіденційності даних, щоб продовжити налаштування (рис. 3).

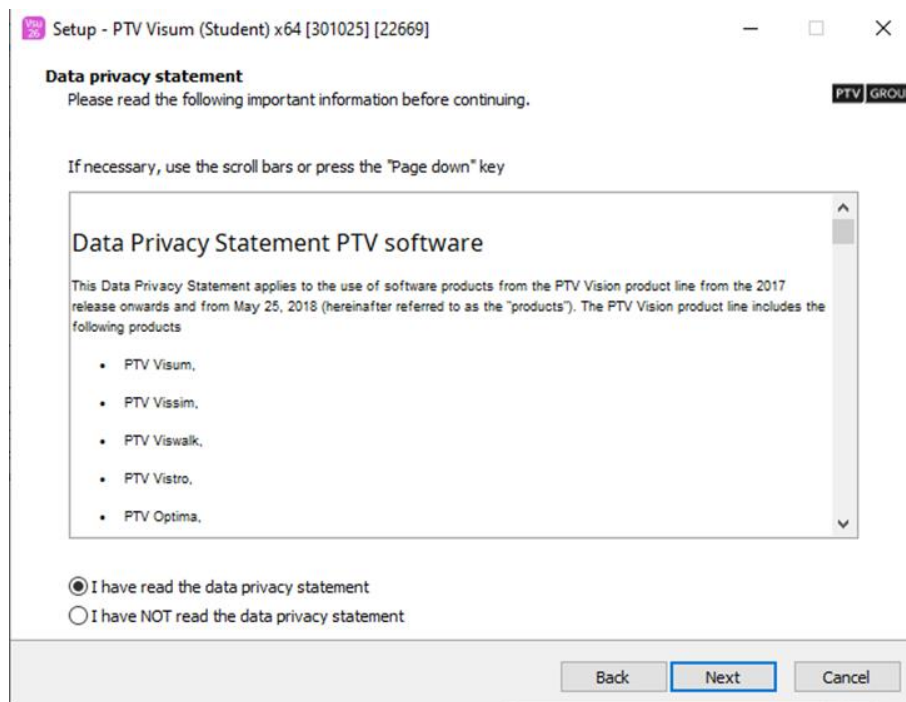


Рис. 3. Ліцензійна угода та політика конфіденційності даних

5. Дотримуючись інструкцій виберіть бажаний шлях для встановлення Visum (рис. 4).

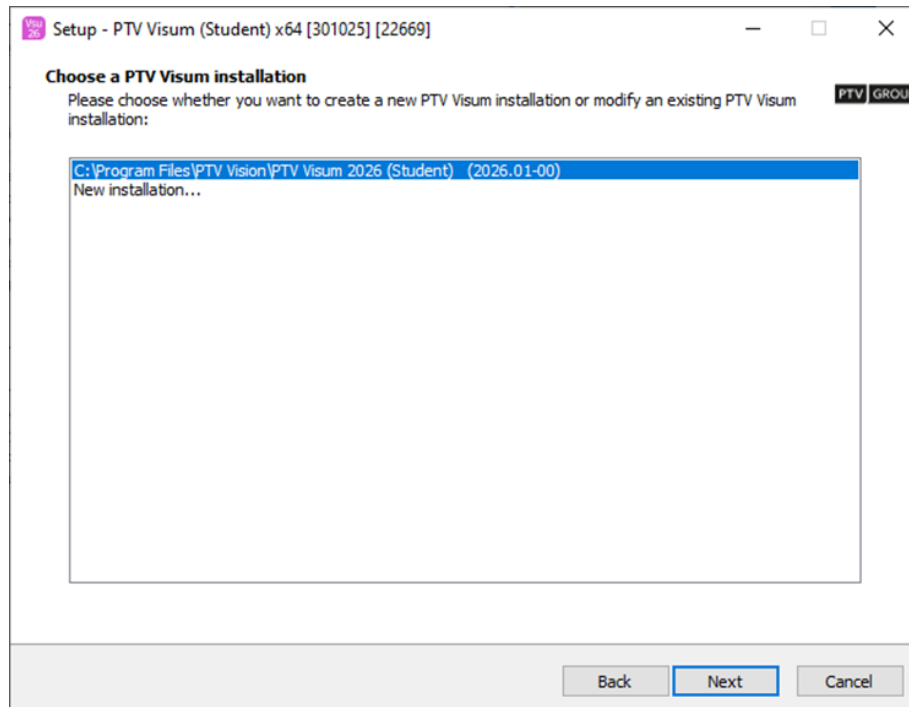


Рис. 4. Вибір шляху для встановлення Visum

6. Додатково можна обрати варіант мови при встановленні програми (Рис. 5).

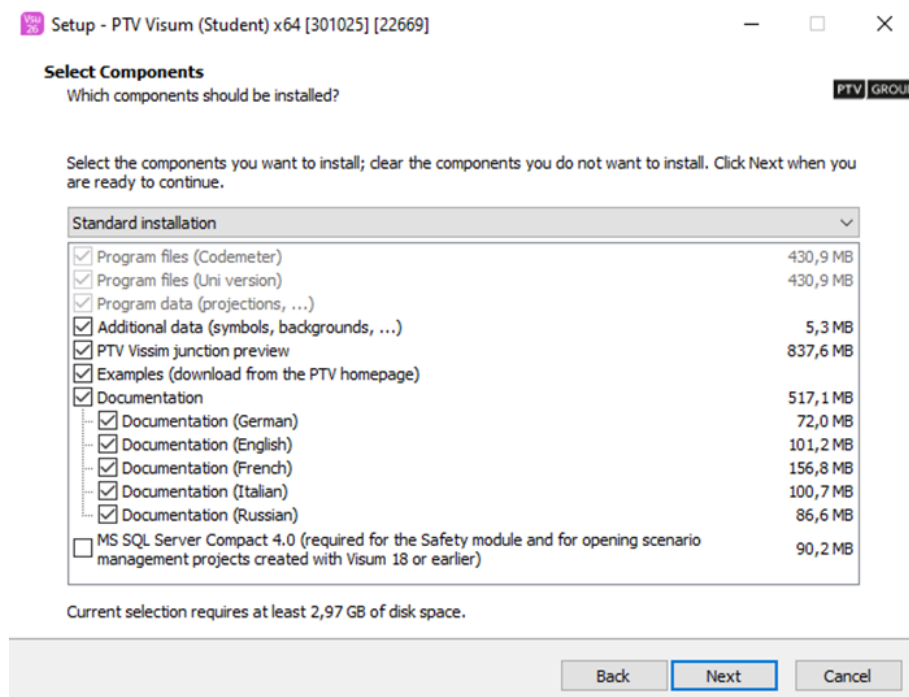


Рис. 5. Інсталювання додаткових компонентів та мови програмування Python

7. Після встановлення мови програмування Python, оберіть шлях куди будуть збережені ярлики програмного комплексу, або залиште шлях по замовчуванню.

У наступному діалоговому вікні, оберіть додаткові опції при інсталюванні та оберіть «Install» (Рис. 6).

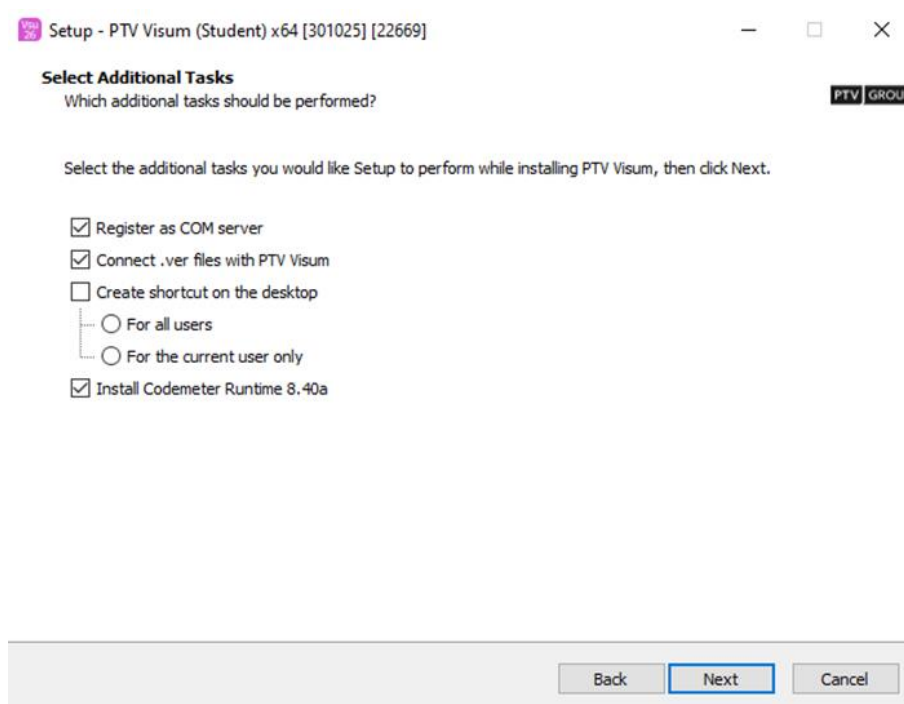


Рис. 6. Додаткові компоненти та процес встановлення ПЗ

8. Після встановлення Visum обираємо опцію перезавантаження комп'ютера (або відкладаємо на пізніше), натискаємо *Finish* і можемо працювати.

3.2. Запуск Visum та налаштування мови інтерфейсу

Найпростіший спосіб запуску Visum – два рази натиснути лівою клавішою миші по ярлику. Після запуску відкриється стартова сторінка, на якій можна ознайомитись з інформацією щодо нової версії, нових можливостей програмного комплексу, прикладів, вебінарів (Рис. 7).

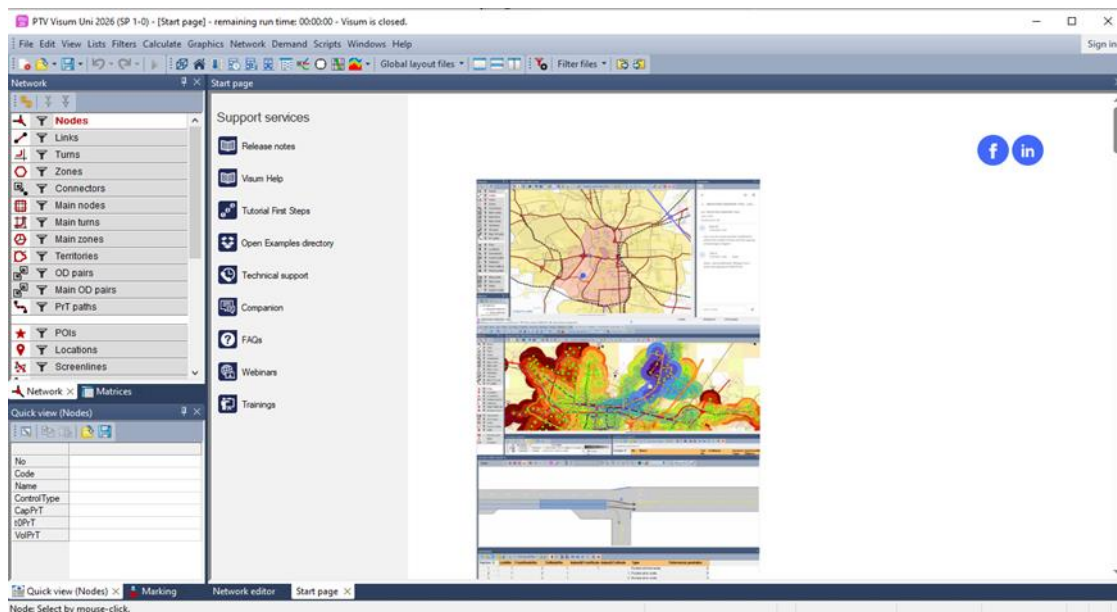


Рис. 7. Стартова сторінка Visum

3.3. Загальна структура інтерфейсу

Для зручності користувача інтерфейс Visum розділений на кілька функціональних областей: головна панель інструментів, головне і бічне меню, що складається з різних тематичних розділів (Рис. 8).

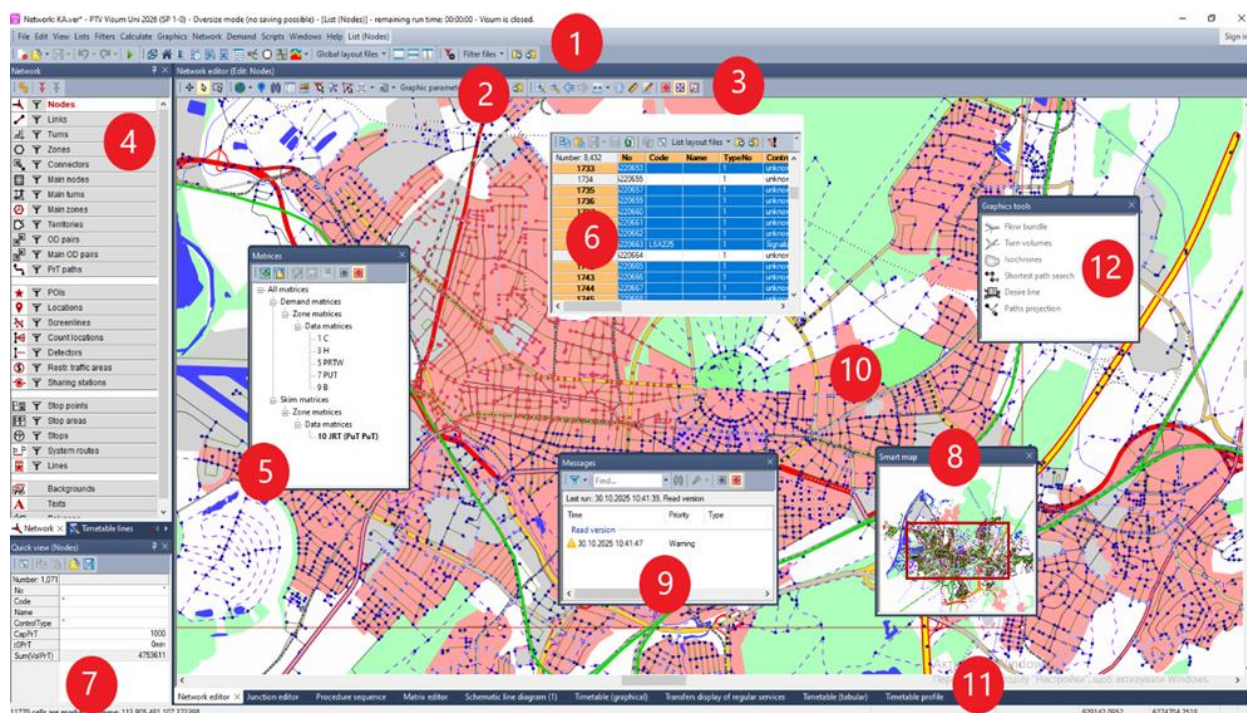


Рис. 8. Інтерфейс Visum

Під час роботи зі списками, розкладом, редактором матриць, послідовністю процедур, редактором вузлів та відрізків у інтерфейсі програми відкриваються окремі вікна.

Пояснення функціонально призначення кожного вікна наведено нижче [4].

(1) Рядок заголовка. Відображає назву і номер версії програми, а також ім'я відкритого файлу і, в квадратних дужках, активного в цей момент вікна.

(2) Рядок меню. За допомогою меню можна перейти до функцій програмного комплексу. Кнопки в рядку меню залежать від того, яке вікно в цей момент активно.

(3) Панель інструментів. Використовуючи кнопки на панелях інструментів, можна перейти до функцій програми. Які саме панелі інструментів будуть показані, залежить від того, яке вікно в цей момент активно.

(4) Вікно «Network». З його допомогою можна вибрати тип об'єкта, включити і вимкнути їх графічне відображення, встановити фільтри для кожного типу об'єкта мережі, а також викликати додаткові функції через контекстне меню.

(5) Вікно «Matrices». Дає можливість отримати огляд матриць і редагувати їх.

(6) Вікно «Виділення». Дає можливість доступу до об'єктів мережі, які пов'язані з виділеними об'єктами мережі.

(7) Вікно «Quick view». Відображає значення атрибутів актуально виділеного об'єкта мережі. Тут можна безпосередньо змінювати значення атрибутів виділених об'єктів мережі.

(8) Вікно «Smart Map». Відображає огляд мережі в маленькому форматі. Представлений у вікні «Редактор мережі» фрагмент показується в Smart Map за допомогою прямокутника. Smart Map пропонує швидкий доступ до певних фрагментів мережі.

(9) Вікно «Messages». Відображає повідомлення, попередження і вказівки. За допомогою записів в списку можна швидко переходити до відповідного місця на вікні «Network editor» («Messages»).

(10) Вікно «Network editor». У вікні « Network editor» відображається відкрита в цей момент мережа. Тут можна оптимізувати вигляд і графічно редагувати мережу. За допомогою смуги прокрутки можна горизонтально або вертикально переміщати актуально показаний фрагмент мережі.

(11) Панель вкладок. У конфігурації вікна «Show as tab» на панелі вкладок показуються всі відкриті вікна, які можна вибрати також в списку вибору панелі інструментів «Tabs» (Перехід між вікнами). Ви можете перемикатися між вікнами, клацнувши на бажану вкладку.

(12) Вікно «Graphics tools». Завдяки вікну «Graphics tools», можна використовувати такі інтерактивні, графічні інструменти аналізу: діаграма павук, потоки в вузлах, ізохрони, пошук найкоротшого шляху, схема кореспонденцій, екстраполяція шляху ІТ.

(13) Рядок стану. У рядку стану відображаються різні дані такі як: інформація про виділений об'єкт мережі, якщо є виділений об'єкт, кількість виділених об'єктів мережі, якщо обрано декілька об'єктів мережі, вказівку до дій, масштаб мережі, координати курсора миші в мережі.

3.4. Структура проєкту

Для структурування та ефективного використання файлів під час виконання контрольної роботи необхідно створити набір папок. У кожен з них будуть зберігатись файли з відповідним розширенням (

Рис. 9).

 bgr	фони та графіка (*.bgr)
 gra	графічні налаштування мережі (*.gra)
 att	значення атрибутів (*.att)
 config	налаштування (списки і т.д.) (*.qla, *.lla, ...)
 screenshots	скріншоти (*.jpg, *.png, ...)
 ver	версії Visum (*.ver)

Рис. 9. Набір папок

До кожної з папок необхідно задати шлях в Visum. Для цього необхідно зайти в *File – Project directories – Edit project directories...* У вікні *Edit project directories* вкажіть відповідний шлях до кожної з цих папок (Рис. 10).

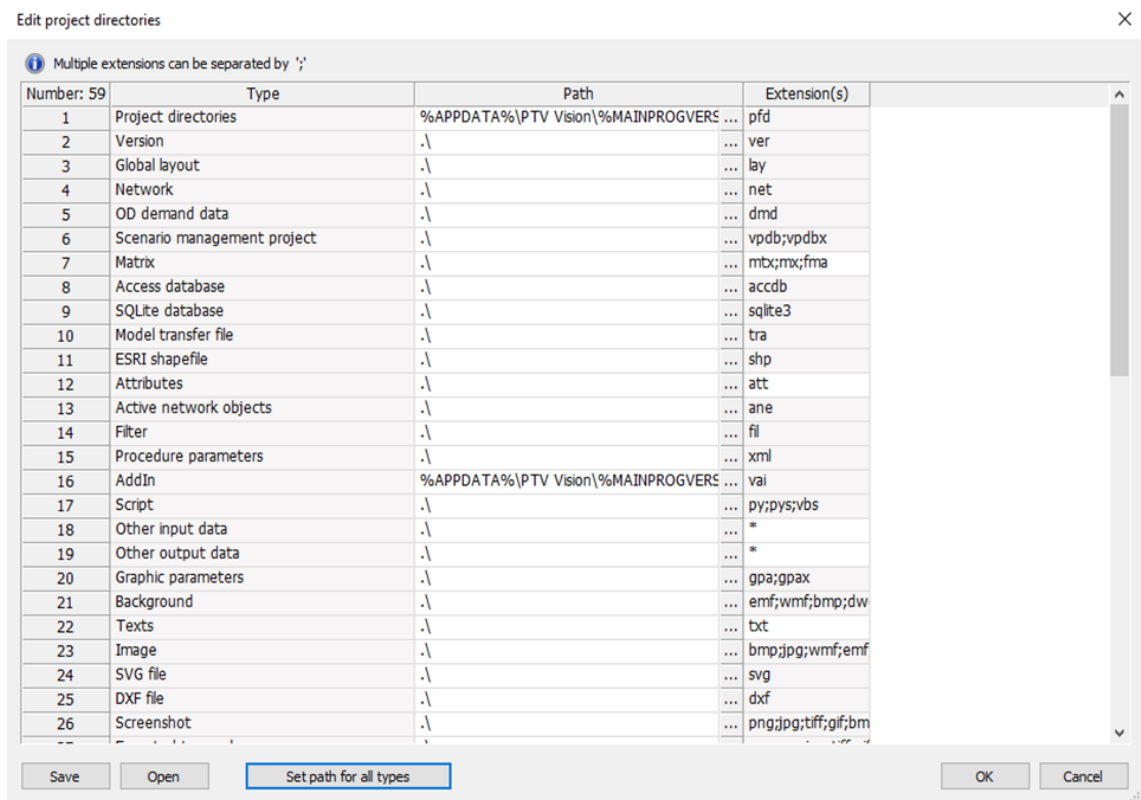


Рис. 10. Налаштування шляху для папок проекту

Після цього необхідно зберегти ці налаштування. Для швидкого відкриття необхідної версії та інших параметрів у подальшому необхідно зберегти файл папок проекту в кореневій папці Visum (Рис. 11).

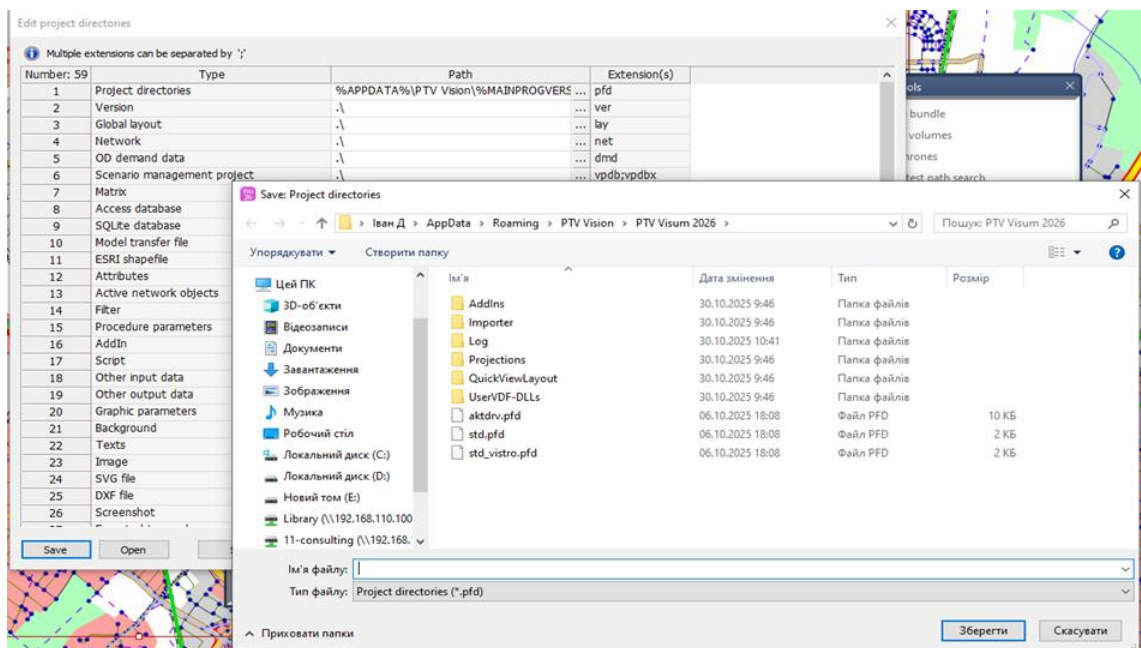


Рис. 11. Збереження шляхів до папок проекту

Ім'я папки проєкту вказується виконавцем індивідуально. Для зручності подальшої задачі контрольної роботи рекомендується присвоювати назву відповідно до номеру варіанта завдання та прізвища виконавця.

Для кожного наступного запуску програми необхідно відкривати файл папок проєкту: *File – Open – Project directories – ...*. Таким чином автоматично підвантажаться всі папки проєкту, шлях до яких було налаштовано раніше.

3.5. Користувацькі налаштування

Перед початком роботи необхідно відредагувати користувацькі налаштування, що дасть змогу уникнути помилок мережі в майбутньому та забезпечити коректну роботу з проєктом. Для редагування користувацький налаштувань необхідно зайти в *Edit – User preferences*.

У вкладці *User interface — Network editor* необхідно включити інтерактивне редагування геометрії та активувати галочку *Show dialogs when inserting objects* для того, щоб під час створення нових об'єктів мережі (наприклад, відрізки або вузли) відкривалось вікно для вказування їх параметрів (Рис. 12).

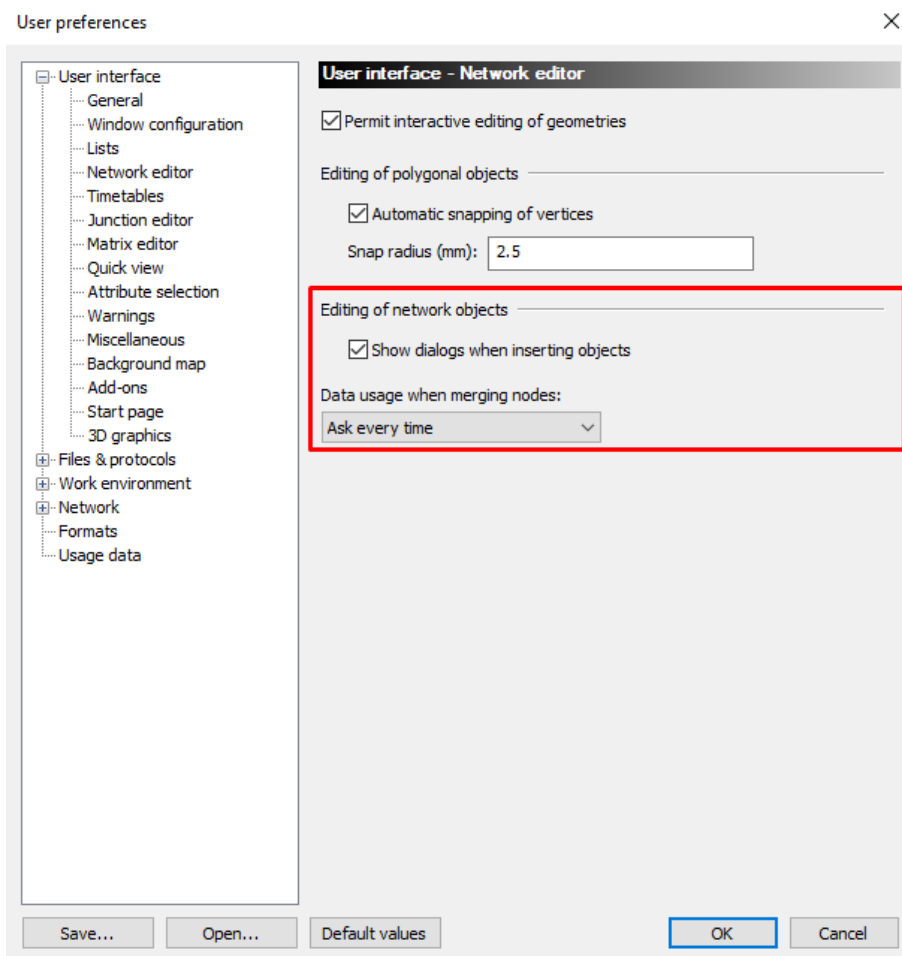


Рис. 12. Інтерфейс користувача

У вкладці *Network – Connectors* необхідно встановити час примикання індивідуального транспорту 4 км/год, що відповідає середній швидкості руху пішоходів (Рис. 13).

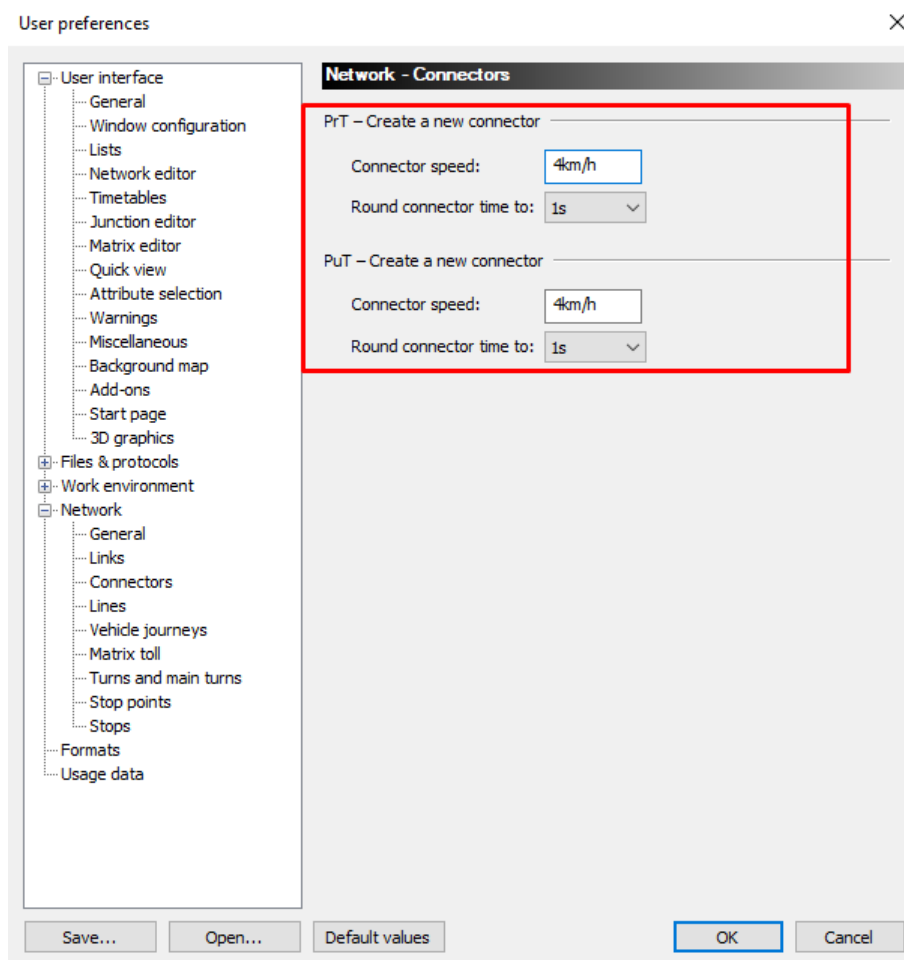


Рис. 13. Налаштування примикань

У вкладці *Network – Stop points* необхідно дозволити створення пунктів зупинок на відрізках (Рис. 14).

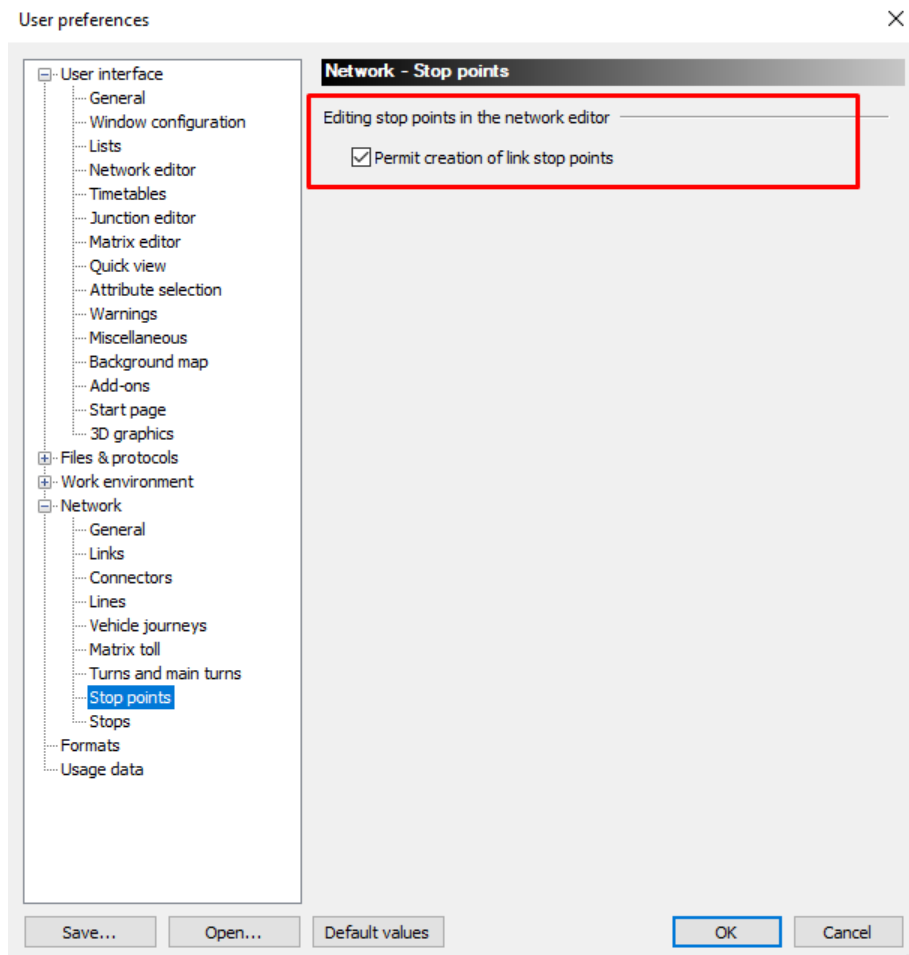


Рис. 14. Пункти зупинок

3.6. Системи транспорту, режими і сегменти попиту

У ТМ різні види транспорту представляються за допомогою систем транспорту. Системи транспорту визначається через тип системи транспорту (ІТ, ГТ, ГТ_{Піш} тощо).

Режими руху складаються з систем транспорту і слугують для зв'язку однієї або декількох систем транспорту. Для створення режиму Індивідуальний транспорт (ІТ), використовується тільки одна Система транспорту ІТ, а режим Громадський транспорт (ГТ) може об'єднувати кілька Систем транспорту ГТ, наприклад автобус і трамвай тощо. Режими використовуються для опису транспортного попиту.

Сегмент попиту служить для зв'язку транспортної пропозиції та транспортного попиту і включає в себе комбінацію Режимів та Систем транспорту. Один Сегмент попиту може включати тільки один Режим. Для кожного Сегменту попиту визначається своя матриця попиту (Рис. 15).

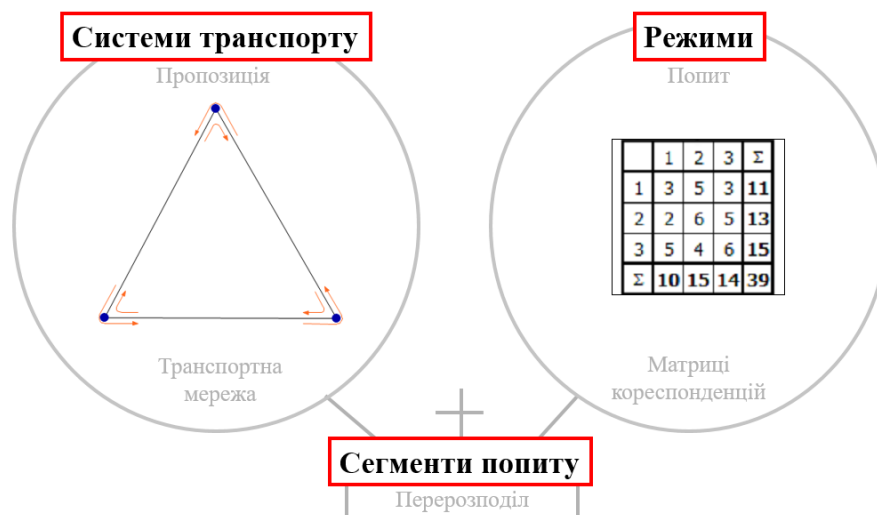


Рис. 15. Зв'язок між системами транспорту, режимами і сегментами попиту

Створити та відредагувати системи транспорту можна за допомогою відповідної вкладки у меню *Demand – Transport systems / Modes / Demand segments* (Рис. 16).

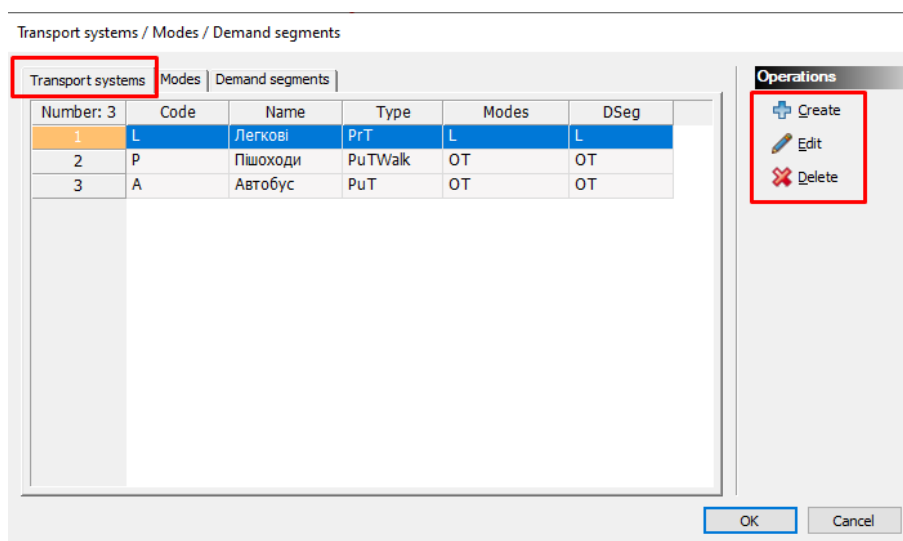


Рис. 16. Створення (редагування) систем транспорту

Аналогічно можна створювати та редагувати режими і сегменти попиту (Рис. 17).

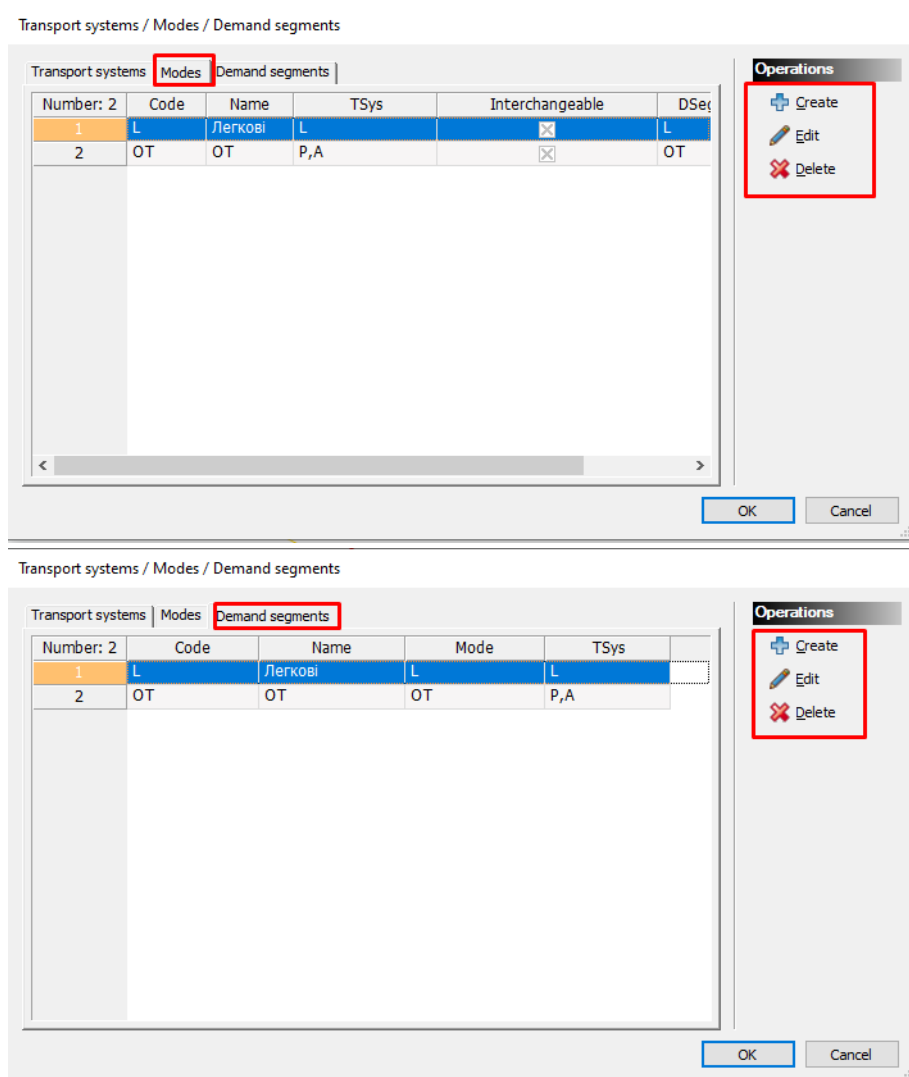


Рис. 17. Створення (редагування) режимів та сегментів попиту

3.7. Введення характеристик відрізків мережі

Відрізок у мережі Visum відповідає перегону на вулично-дорожній мережі. У зв'язку з цим введення характеристик відрізків полягає у присвоєнні їм відповідної категорії вулиць і доріг та їх проєктних параметрів, що регламентовані чинними нормативними документами [6] [7].

Для введення характеристик відрізків мережі необхідно створити базові типи відрізків. Оскільки в рамках контрольної роботи буде розроблена ТМ на період середньодобового річного дня, то розрахункові параметри для відрізків мережі необхідно задавати середньодобові. Для цього заходимо в меню *Network – Link types*. Під час виконання контрольної роботи дозволяється типи відрізків та їх розрахункові параметри брати згідно з табл. 1.

Таблиця 1

Типи відрізків

№ пор.	Категорія магістралі	Ранг	Сис Тр	Кіль- кість смуг, шт.	Пропускна здатність, прив.од./д обу	Швид- кість ІТ (V ₀), км/год	Швидкість ГТ (V _{станд}), км/год
1	Загальноміська магістраль безперервного руху_4 смуги	1	ІТ,ОТ	4	78000	80	50
2	Загальноміська магістраль безперервного руху_3 смуги	2	ІТ,ОТ	3	70000	80	50
3	Загальноміська магістраль безперервного руху_2 смуги	3	ІТ,ОТ	2	58000	80	50
4	Загальноміська магістраль регульованого руху_4 смуги	4	ІТ,ОТ	4	73000	70	50
5	Загальноміська магістраль регульованого руху_3 смуги	5	ІТ,ОТ	3	66000	70	50
6	Загальноміська магістраль регульованого руху_2 смуги	6	ІТ,ОТ	2	55000	70	50
7	Магістраль районного значення_3 смуги	7	ІТ,ОТ	3	67000	60	50
8	Магістраль районного значення_2 смуги	8	ІТ,ОТ	2	62000	60	50
9	Магістраль районного значення_1 смуга	9	ІТ,ОТ	1	49000	60	50
10	Житлова вулиця	10	ІТ	1	15000	40	40
11	Промислова вулиця	11	ІТ,ОТ	1	20000	30	30
12	Проїзд	12	ІТ	1	10000	20	20

де

- ранг типу відрізка визначає його привабливість для користувача: чим менший ранг – тим вища категорія вулиці (дороги) і навпаки;
- СисТр – дозволений рух систем транспорту в межах відповідної категорії вулиць (доріг);
- кількість смуг руху – кількість смуг руху по магістралі у одному напрямку;
- пропускна здатність – середньодобова пропускна здатність відповідної категорії вулиць (доріг), прив. од./добу;
- швидкість ІТ (V_0) – швидкість ІТ в ненавантаженій мережі, км/год. Визначаючи V_0 , необхідно враховувати розташування і технічний стан ділянки мережі, тип дорожнього покриття тощо. В рамках виконання контрольної роботи дозволяється брати в якості V_0 розрахункову швидкість відповідної категорії вулиць (доріг) згідно з чинними нормативними документами;
- швидкість ГТ ($V_{\text{станд}}$) – швидкість ГТ у ненавантаженій мережі, км/год. У рамках виконання контрольної роботи береться згідно з табл. 1 (для систем транспорту Тролейбус та Автобус).

3.8. Масштабування карти

Для створення мережі ТМ у Visum застосовується карта міста у вигляді фонового зображення. Під час виконання контрольної роботи у її якості виступає карта (план) міста згідно із завданням на контрольну роботу. Для вставки фонового зображення виберіть режим вставки  і модуль графічних об'єктів . Лівою клавішею мишки натисніть на будь-якому місці мережі. У вікні що відкриється, виберіть файл зображення і натисніть *Open*. Потім, утримуючи ліву кнопку миші натиснутою, тягніть прямокутник з лівого нижнього краю в правий верхній. Після того, як ви відпустите клавішу мишки, з'явиться графічне зображення.

Для того, щоб здійснювати будь-які дії з фоном, необхідно вибрати режим Редагування . Щоб його масштабувати, необхідно в будь-якому місці натиснути лівою клавішею миші, щоб відкрилося вікно «*Background*», натиснути на функцію «*Scale*» та задати необхідну відстань на відрізку, на який ми опираємось для масштабування (Рис. 18).

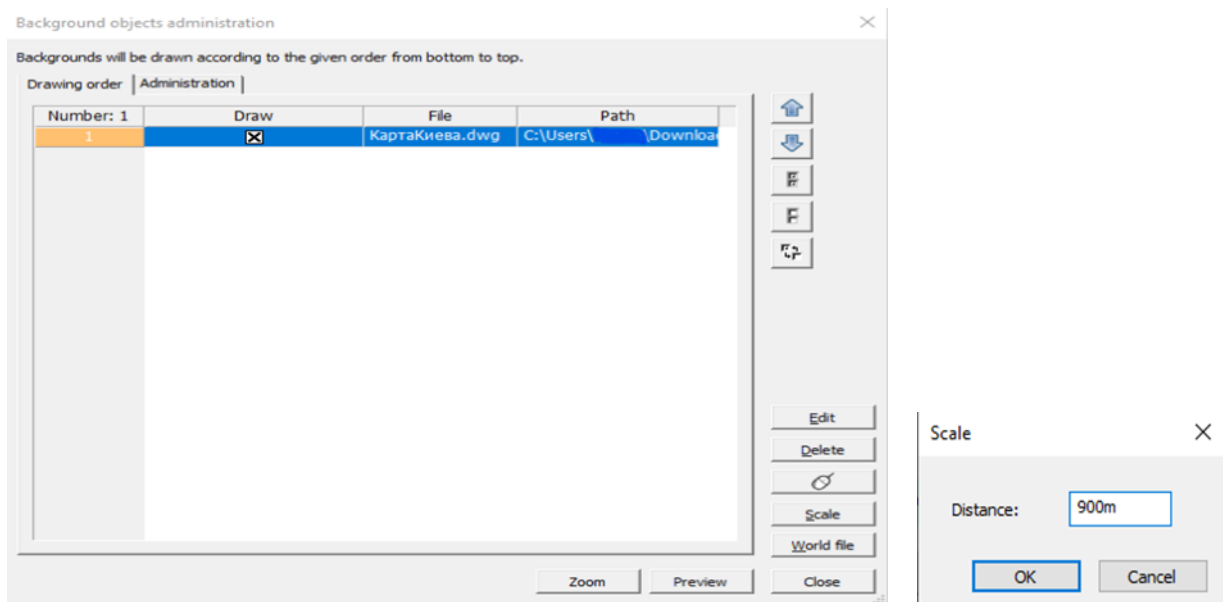


Рис. 18. Вставка фонового зображення

В якості опорного відрізка може виступати відстань між 2 перехрестями магістральних вулиць. У такому разі відстань для масштабування можна умовно вказати 600м, що дорівнює нормативно дозволений відстані пішохідної доступності до зупинок ГТ при середньо-, малоповерховій та садибній забудові [2].

Після того як було вставлене і відмасштабоване фонове зображення його положення необхідно зберегти. Для цього треба вибрати *File – Save global layout*. Visum, зберігає об'єкти (наприклад, графічні карти) тільки у вигляді посилання. Тому файли об'єктів не слід видаляти або переміщати. Всі графічні параметри будуть збережені у файлі з розширенням *.gra. Для того, щоб відкрити вже збережений фон, зайдіть в *File – Open global layout*.

4. СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ

ТМ – це програмний комплекс, що містить інформаційні та розрахункові блоки. Інформаційні блоки складають єдину базу даних, призначену для зберігання та обробки інформації, необхідної для розрахунку транспортних та пасажирських потоків. Розрахункові блоки реалізують алгоритми розв’язання задач математичного програмування, орієнтованих на визначення потреби в переміщеннях. Виходячи з цього, процес створення моделі і наповнення її вихідними даними можна розділити на два етапи: створення моделі транспортної пропозиції та розрахунок транспортного попиту (Рис. 19).



Рис. 19. Структура ТМ

Для розробки ТМ у рамках цієї контрольної роботи застосовано 4-крокову модель розрахунку попиту. Цей підхід дає змогу точно описати всі етапи формування попиту, працюючи з агрегованими даними, що знижує витрати на обробку та скорочує час розрахунку. Крім того, він дає змогу моделі оцінювати більше прогнозних сценаріїв за короткий проміжок часу.

5. МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ

Транспортна пропозиція складається з елементів транспортної системи (міста або регіону), що обслуговує транспортний попит. Транспортна пропозиція в підсумку визначає, скільки попиту та наскільки добре може його задовольнити транспортна система. Модель пропозиції складається з вузлів (перехресть та розв'язок) та відрізків, що їх з'єднують (вулиці, дороги), що робить переміщення доступними для учасників транспортного руху та описує затрати на ці переміщення. Модель пропозиції також включає інформацію про транспортні райони (ТР) і громадський транспорт: маршрути, зупинки, розклад і т.д.

5.1. Вузли

Вузли у Visum визначають просторове розташування перехресть та інших визначальних точок вулично-дорожньої мережі. Для вставки вузла виберіть режим вставки  і модуль вузлів . Вставте вузол на потрібне місце мережі за допомогою лівої клавіші мишки. Щоб редагувати вузол, необхідно перейти в режим редагування , навести курсор на необхідний вузол та двічі клацнути по ньому або натиснути правою клавішею миші та перейти за функцією «Edit», відкриється вікно «Node editor». У діалоговому вікні можна задати атрибути вузла (номер, тип, ім'я, пропускну здатність, тип регулювання у вузлі тощо). Загальний вигляд вузла №61 у режимі редагування наведено на Рис. 20.

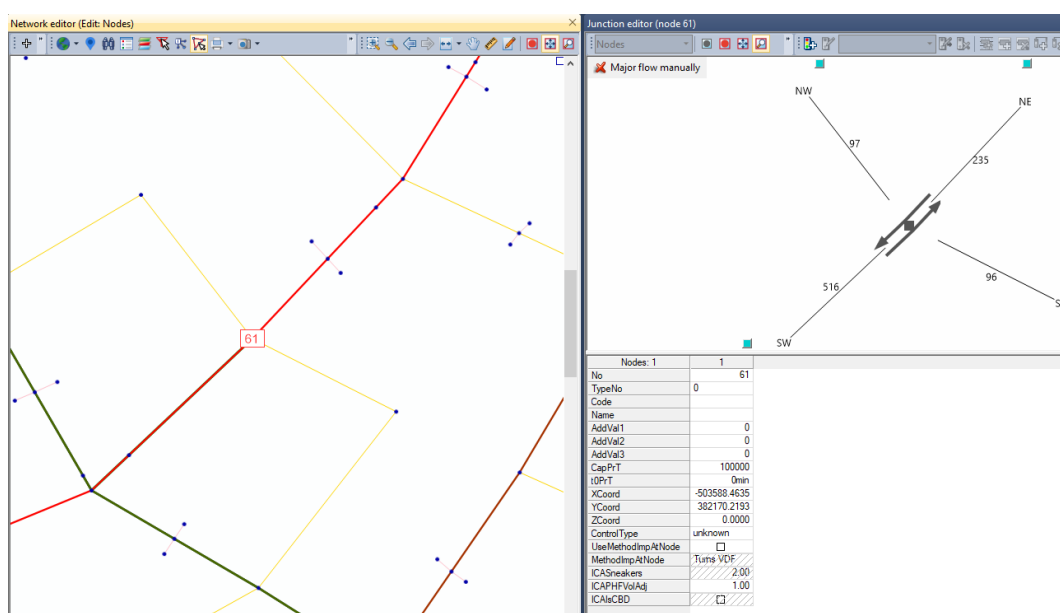


Рис. 20. Атрибути вузла

5.2. Відрізки

Відрізок у Visum зв'язує вузли і відображає геометрію транспортної мережі. Характеристики відрізка в прямому і зворотному напрямках руху задаються окремо. Для того, щоб вставити відрізок, виберіть режим вставки  і модуль відрізка . У діалоговому вікні виберіть тип магістралі, з уже створеної класифікації типів відрізків, для автоматичного присвоєння проєктних характеристик обраного типу відрізка (номер, тип, пропускна здатність, кількість смуг руху, швидкість, дозволені системи транспорту тощо) натисніть на вкладку *Use default values of this link type* (Рис. 21).

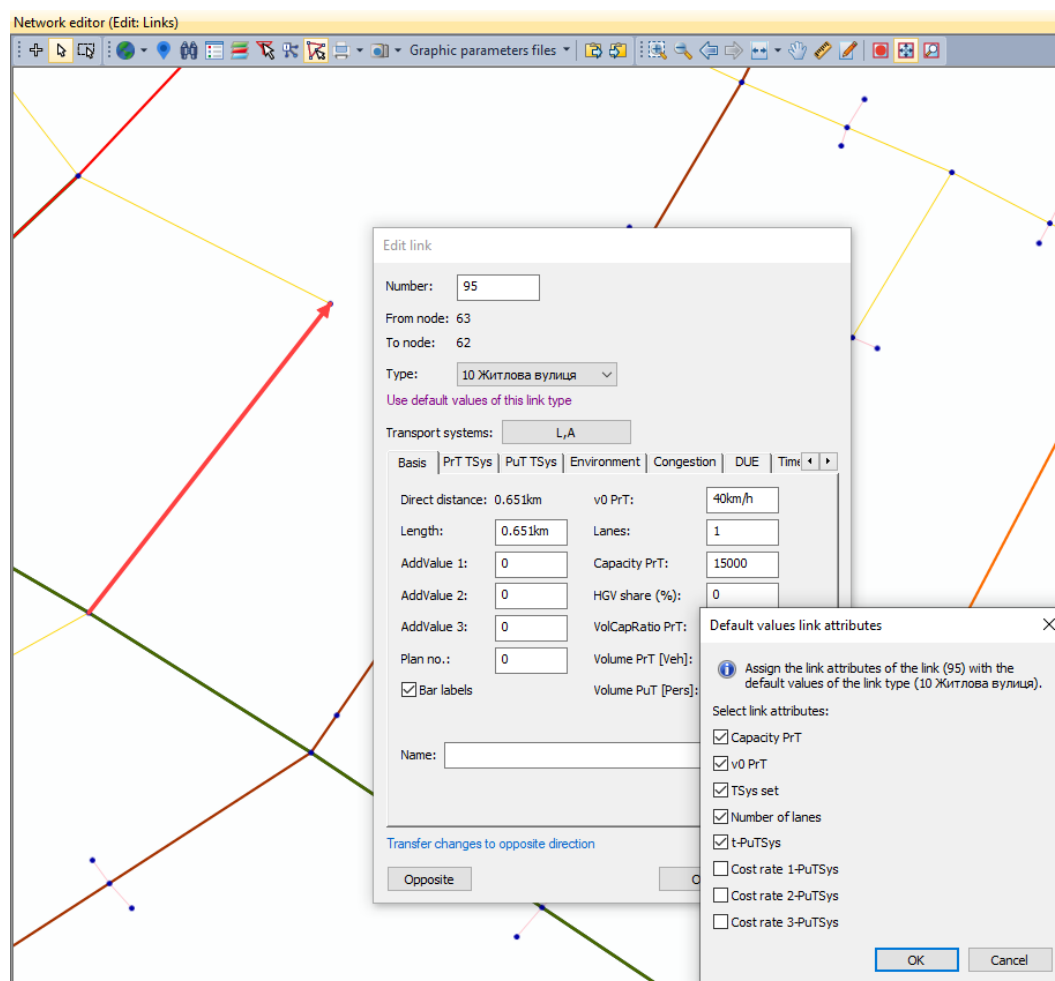


Рис. 21. Редагування параметрів відрізка

Редагуючи параметри відрізка, необхідно враховувати напрямок відрізка (кнопка *Opposite*). Категорії вулиць визначається згідно з функціональним призначенням вулиці (дороги) згідно з планом (картою), яка була видана у завданні, кількість смуг – довільно, але не всупереч чинним

нормативним документам [6] [7]. Від кожної вулиці необхідно побудувати дворові виїзди в середину кварталів.

Для коригування трасування відрізка необхідно обрати режим окремого вибору  і модуль відрізка . Потім, за допомогою правої клавіші миші, зробіть активною функцію *Permit interactive editing of geometry* та у контекстному меню виберіть опцію *Add intermediate point*. Після цього, за допомогою лівої клавіші мишки, відредагуйте положення проміжних точок відрізка (Рис. 22).

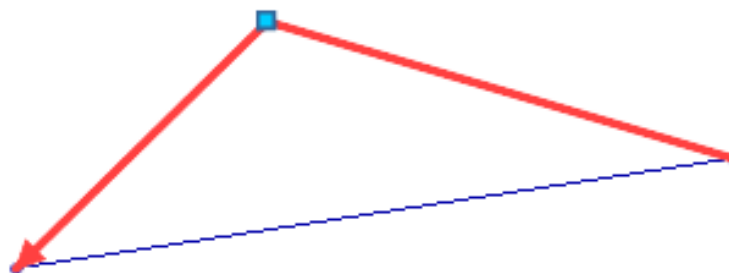
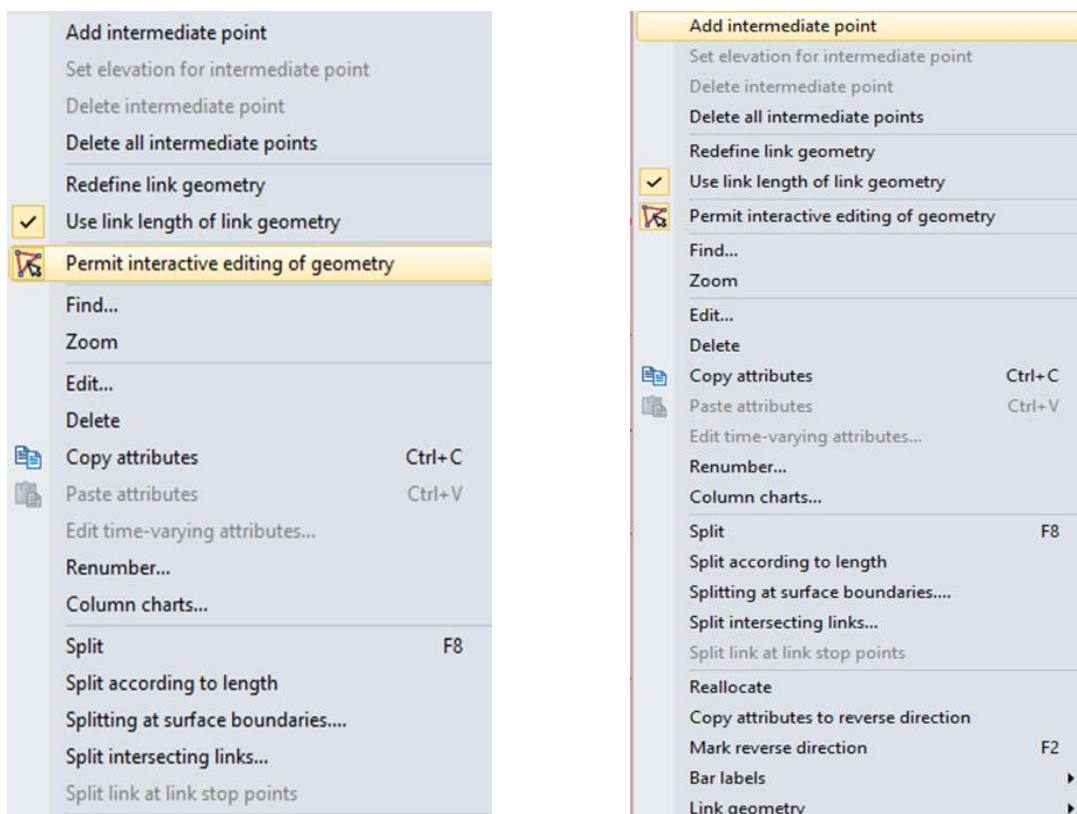


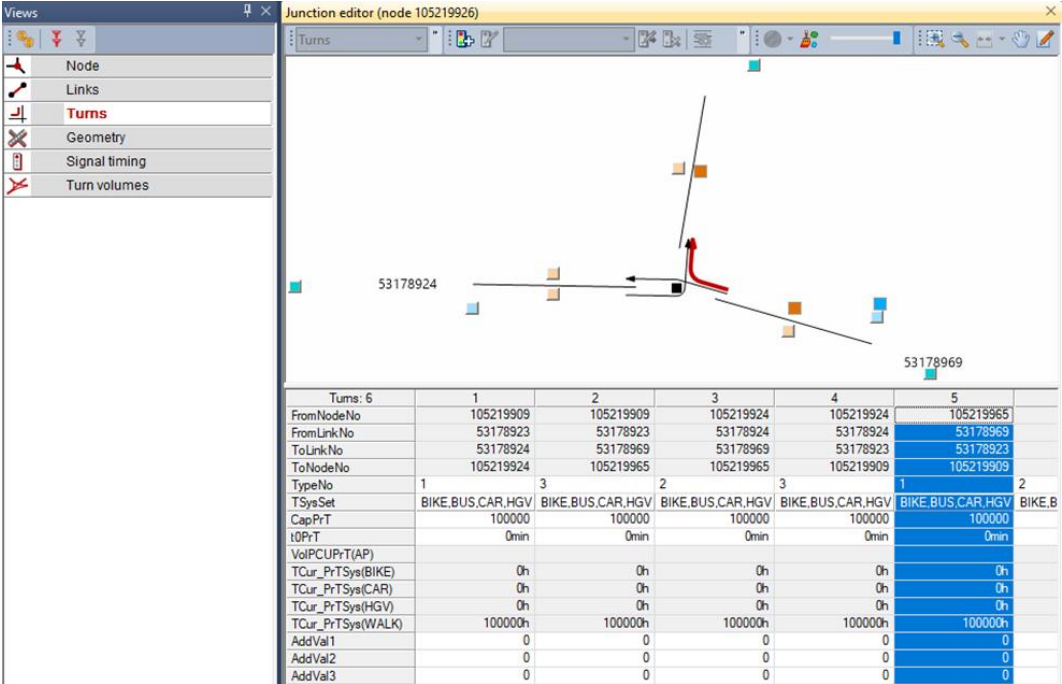
Рис. 22. Редагування трасування відрізка

Для розділення відрізка активуйте режим окремого вибору і модуль відрізка. Потім виберіть потрібний відрізок і натисніть клавішу *F8* або за допомогою правої клавіші мишки клацніть по відрізку і в контекстному меню

виберіть опцію *Split*. Вставте вузол у бажане місце мережі за допомогою лівої клавіші мишки і при необхідності змініть його координати. Задайте атрибути вузла (номер, тип, ім'я, пропускну здатність, регулювання у вузлі, додаткове значення).

5.3. Повороти

У Visum є можливість блокування поворотів в кожному вузлі для будь-якого виду транспорту. Спочатку Visum визначає можливості поворотів автоматично (всі активні), але вони можуть бути заблоковані вручну. Для того, щоб заблокувати поворот, виберіть режим окремого вибору  і модуль поворотів . Виберіть вузол та зробіть необхідні зміни в діалоговому вікні (Рис. 23).



The screenshot shows the 'Junction editor (node 105219926)' window. On the left is a 'Views' sidebar with options: Node, Links, Turns (selected), Geometry, Signal timing, and Turn volumes. The main area displays a diagram of a junction with several links. Below the diagram is a table with 6 columns representing different turns. The table contains various attributes for each turn, such as FromNodeNo, ToNodeNo, TypeNo, TSysSet, CapPrT, and various volume and delay parameters.

Turns: 6	1	2	3	4	5
FromNodeNo	105219909	105219909	105219924	105219924	105219965
FromLinkNo	53178923	53178923	53178924	53178924	53178969
ToLinkNo	53178924	53178969	53178969	53178923	53178923
ToNodeNo	105219924	105219965	105219965	105219909	105219909
TypeNo	1	3	2	3	1
TSysSet	BIKE,BUS,CAR,HGV	BIKE,BUS,CAR,HGV	BIKE,BUS,CAR,HGV	BIKE,BUS,CAR,HGV	BIKE,BUS,CAR,HGV
CapPrT	100000	100000	100000	100000	100000
IOPrT	0min	0min	0min	0min	0min
VolPCUPrT(AP)					
TCur_PrTsys(BIKE)	0h	0h	0h	0h	0h
TCur_PrTsys(CAR)	0h	0h	0h	0h	0h
TCur_PrTsys(HGV)	0h	0h	0h	0h	0h
TCur_PrTsys(WALK)	100000h	100000h	100000h	100000h	100000h
AddVal1	0	0	0	0	0
AddVal2	0	0	0	0	0
AddVal3	0	0	0	0	0

Рис. 23. Редагування поворотів

У рамках виконання контрольної роботи дозволяється використовувати редагування поворотів лише на етапі перевірки проєктних сценаріїв.

5.4. Транспортні райони

Транспортні райони (ТР) є елементарними одиницями територіального поділу області моделювання, які виступають початковим і кінцевим пунктом переміщення кореспонденцій у ТМ. При цьому переміщеннями всередині району можна знехтувати. Відповідно, для здійснення подальших розрахунків,

всю територію області моделювання необхідно розбити на ТР. Їх кількість залежить від розміру області моделювання, кількості населення та переліку задач, для яких планується використання ТМ. Створюючи межі транспортних районів, рекомендовано дотримуватись таких принципів:

- використовувати межі природних та штучних перешкод (річки, лінії залізничного транспорту тощо);
- дотримуватись адміністративного районування території;
- враховувати функціональне зонування території міста;
- не допускати створення транспортних районів витягнутої конфігурації.

Враховуючи наведені принципи, необхідно поділити територію області аналізу, яка була видана в якості завдання, на ТР. Водночас варто враховувати, що у студентській версії Visum можливе створення максимум 30 ТР.

Для вставки району виберіть режим вставки  і модуль району . Далі, за допомогою лівої кнопки миші, вкажіть центр тяжіння району та позначте його межі. Створюючи межі району, червоні стрілки повинні бути спрямовані всередину полігону (Рис. 24).

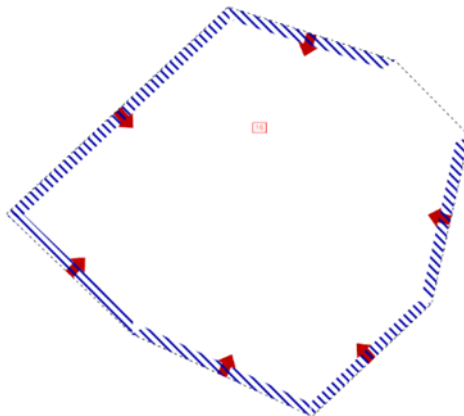


Рис. 24. Створення меж ТР

Щоб задати параметри району (номер, тип, ім'я, ДобЗнач) необхідно двічі натиснути по ньому лівою клавішею миші або відкрити контекстне меню та вибрати функцію «*Edit*». Під час виконання контрольної роботи для кожного ТР необхідно вказати назву, яка має відповідати його функціональному призначенню (наприклад Житловий район №1, Склад, Адміністративний центр і т.п). Для завершення налаштувань параметрів ТР використовуйте праву кнопку миші або *OK* (Рис. 25).

Рис. 25. Параметри району

5.5. Ієрархія зупинок ГТ

Моделювання зупинок ГТ в Visum здійснюється за ієрархічною структурою: «Зупинка» (stop) - «Зона зупинки» (stop area) - «Пункт зупинки» (stop point). Ця структура дає змогу об'єднувати декілька зупинок в пересадкові вузли з можливістю пересадки між різними маршрутами та видами ГТ. Кожен «Пункт зупинки» прив'язаний до визначеної «Зони зупинки», а в свою чергу кожна «Зона зупинки» прив'язана до «Зупинки».

Пункт зупинки – найменший елемент ієрархії, що фізично є майданчиком для посадки-висадки пасажирів громадського транспорту. Зона зупинки – може об'єднувати декілька пунктів зупинки (наприклад, якщо поруч розташовані пункти зупинок різних систем транспорту). Часом пересадки між такими пунктами зупинок можна знехтувати. Зупинка – найкрупніший елемент ієрархії, що може включати в себе багато зон зупинок.

Враховуючи категорії вулиць і доріг, основні зони тяжіння населення, нормативно-регламентовану відстань між зупинками ГТ [6, 2] необхідно створити пункти зупинки, зони зупинки та зупинки, по яких пізніше необхідно трасувати маршрути ГТ. Для вставки зупинки виберіть режим вставки  і модуль зупинки . Виберіть розташування зупинки. Після цього виберіть модуль зони зупинки  та вставте необхідну кількість зон зупинок, які відносяться до обраної зупинки. Переключивши модуль пункти зупинки ,

звертаючи увагу на напрямленість відрізка та попередньо затиснувши клавішу *Ctrl* вставте пункти зупинки (Рис. 26).

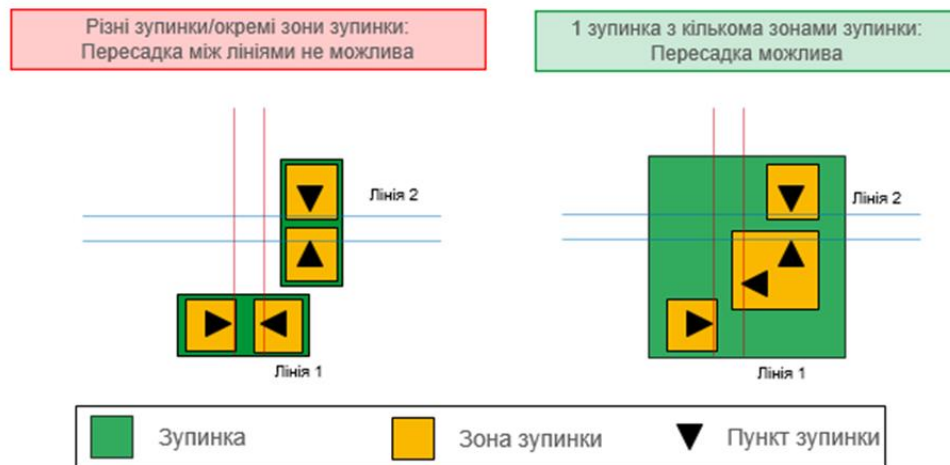


Рис. 26. Ієрархічна структура зупинки

Щоб прив'язати кілька пунктів зупинок до однієї зони зупинки, необхідно перейти в режим окремого вибору , двічі натиснути лівою кнопкою мишки на необхідному пункті зупинки та обрати номер необхідної зони зупинки в *Edit stop point* (Рис. 27).

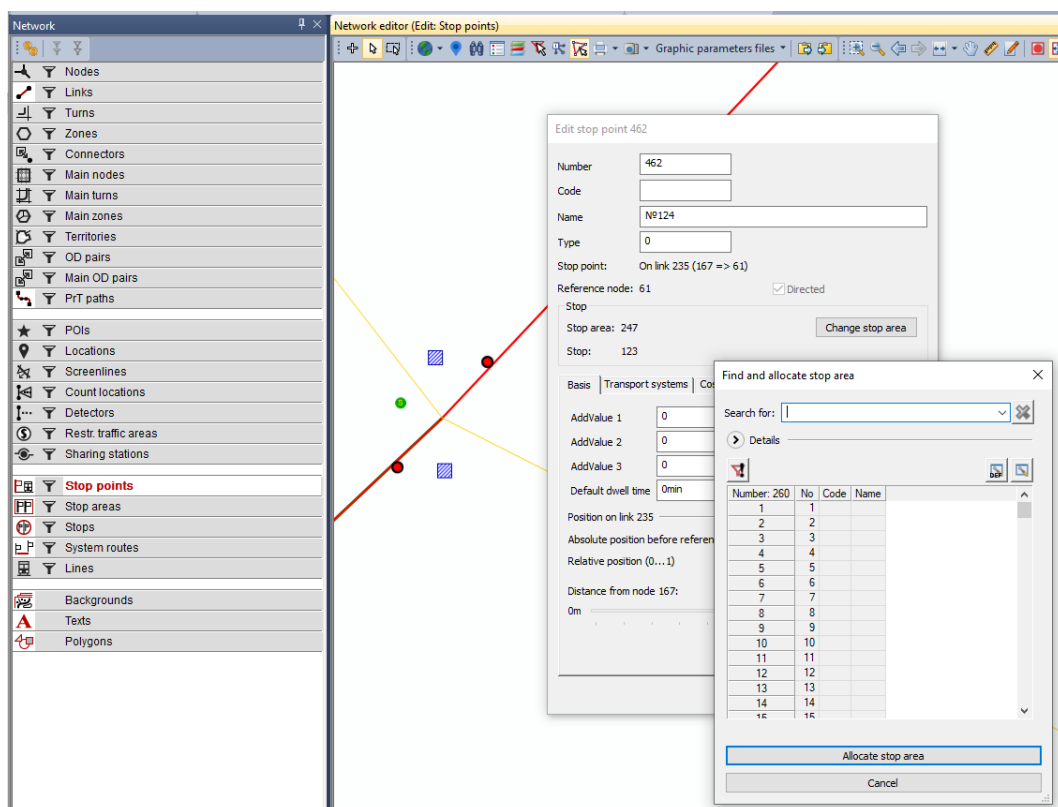


Рис. 27. Редагування пункту зупинки

Для об'єднання декількох зон зупинок в одну зупинку необхідно зробити аналогічні дії в модулі зон зупинок .

Для перевірки коректності ієрархічної структури зупинок достатньо включити кнопку  *Extended markings* на Панелі інструментів. Таким чином, вибираючи конкретну зону, зупинки будуть підсвічені прив'язані до неї пункти зупинок, вибираючи зупинку, – прив'язані зони зупинок (Рис. 28).

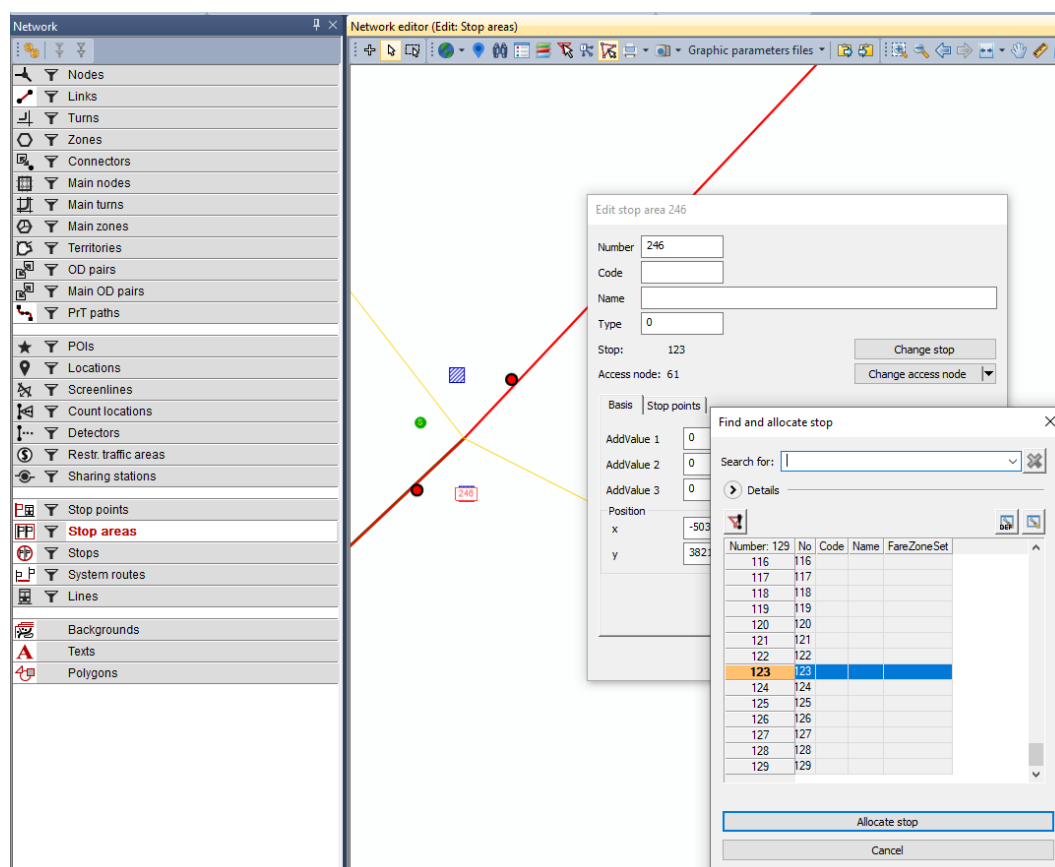


Рис. 28. Зони зупинок

5.6. Маршрути ГТ

Після побудови мережі зупинок необхідно прокласти маршрути ГТ. Маршрут може включати в себе один або кілька варіантів маршруту. Варіанти маршруту можуть відрізнятися трасуванням та розкладом. Один варіант маршруту можливий у разі замкненого (кругового) трасування маршруту.

Враховуючи розташування раніше створених зупинок ГТ у рамках виконання контрольної роботи необхідно створити не менше ніж 3 маршрути ГТ відповідно до завдання на виконання контрольної роботи. Для вставки маршруту виберіть режим вставки , модуль маршруту  і пункт *Lines*. Лівою кнопкою миші натисніть у будь-якому місці редактора мережі в

діалоговому вікні що з'явилося, необхідно задати параметри маршруту (назва, система транспорту тощо) (Рис. 29). Назва маршруту зазвичай складається з назв початкової та кінцевої зупинки маршруту.

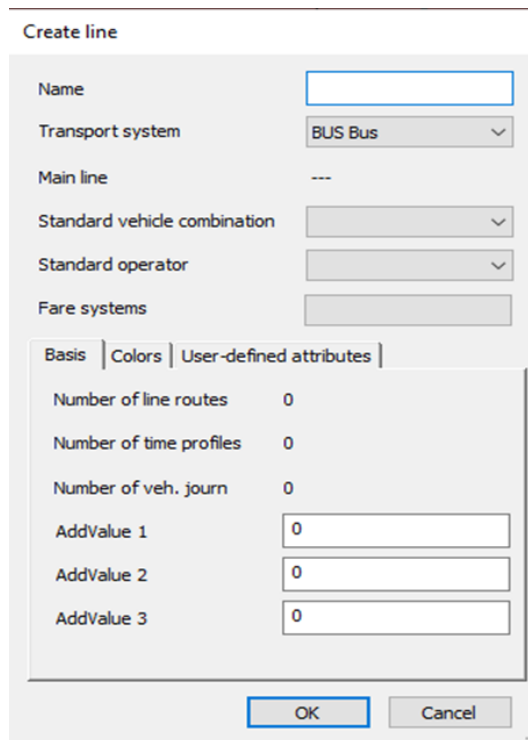


Рис. 29. Створення маршруту ГТ

Для створення варіантів маршруту, виберіть режим вставки , модуль маршруту  і пункт *LineRoutes*. Натисніть в будь-якому місці в робочому вікні відображення мережі і в діалоговому вікні, що з'явилося, задайте параметри варіанта маршруту (маршрут, ім'я, напрям), потім натисніть *OK* (Рис. 30).

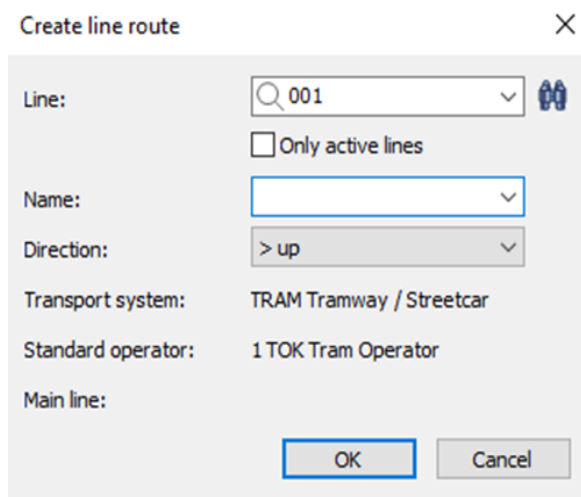


Рис. 30. Визначення параметрів варіантів маршруту

Під час створення варіанта маршруту необхідно вибрати початкову точку варіанта маршруту і, утримуючи ліву кнопку миші, перетягнути вказівник миші до кінцевої точки маршруту. Автоматично Visum буде варіант маршруту за найкоротшим трасуванням. Для його коригування необхідно «закріпити» вузли, що точно є пунктами маршруту (одним кліком лівої кнопки миші) та перетягнути маршрут на потрібні вузли (утримуючи ліву кнопку миші). Переконавшись, що варіант маршруту починається та закінчується в пункті зупинки, натисніть ОК (Рис. 31).

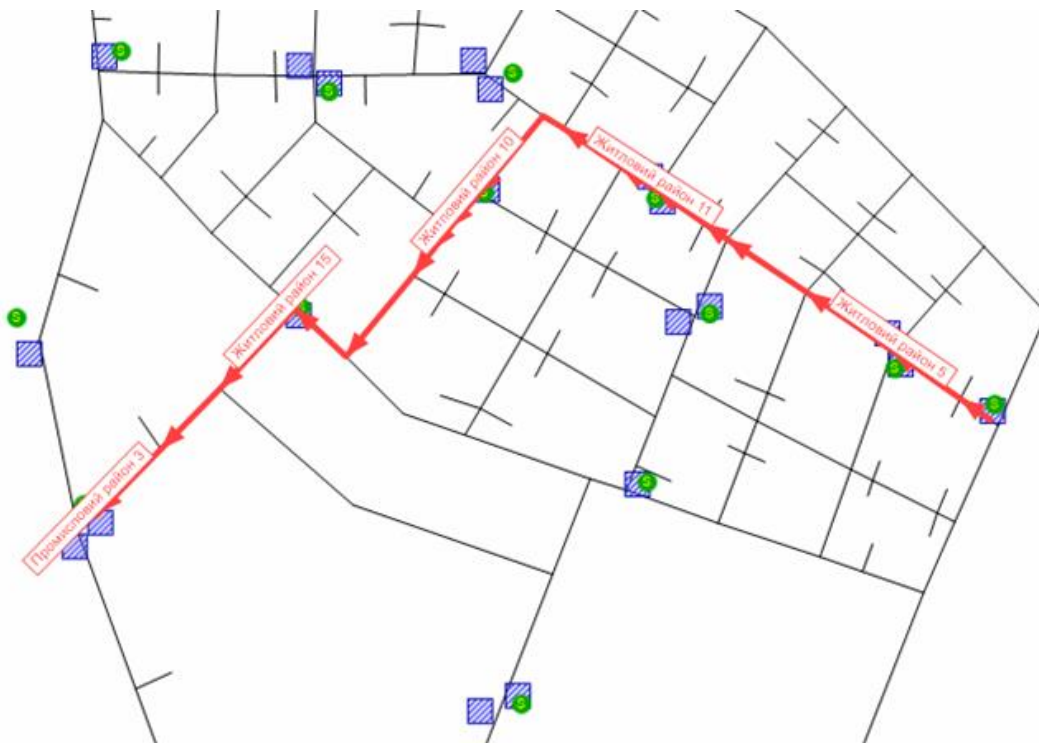


Рис. 31. Трасування варіанту маршруту

5.7. Розклад руху ГТ

Кожний варіант маршруту ГТ рухається з врахуванням свого розкладу або інтервалу руху. При виконанні реальних проєктів розклад (інтервал) руху ГТ надається експлуатуючими організаціями та вводиться в середовище Visum. У контрольній роботі розклад (інтервал) руху ГТ приймається згідно з завданням. Для створення розкладу (інтервалу) руху ГТ потрібно обрати модуль  *Lines*, у вкладці *Line routes* вибрати необхідний варіант маршруту та натиснути на вкладку *Timetable (tabular)* (Рис. 32).

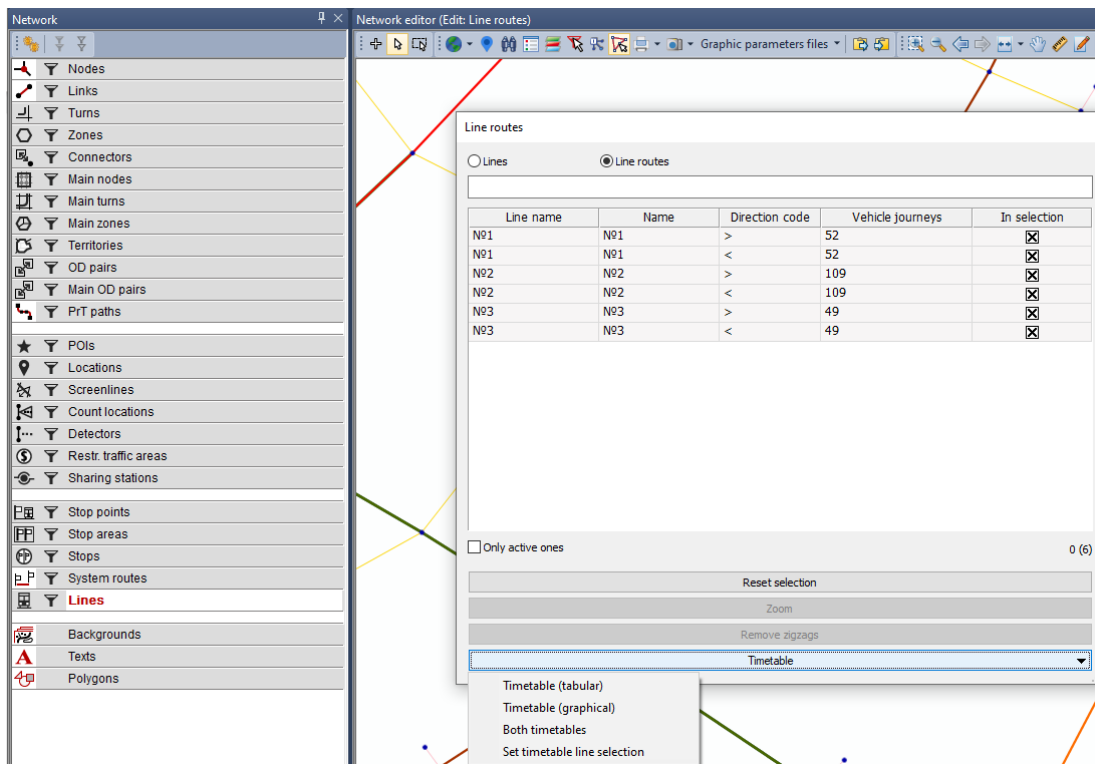


Рис. 32. Розклад руху (в табличній формі)

Натиснувши вкладку  *Create vehicle journey(s)*, вводимо раніше визначені час початку, кінця та інтервалу руху цього варіанта маршруту ГТ (Рис. 33).

Create vehicle journey(s)

Regular service

☒ Create regular service

☐ Place attribute value in front of the vehicle journey name:

☐ Prepend departure time to the name of the vehicle journey

☐ Prepend vehicle journey number to the name of the vehicle journey

☐ Prepend consecutive number to the name of the vehicle journey

Starting at:

☐ Increment in steps of two

Time interval for regular service:

Headway start:

Headway end:

Time difference to previous vehicle journey:

Regular service:

Generate vehicle	Departure time	Name
☒	06:00:00	
☒	06:10:00	
☒	06:20:00	
☒	06:30:00	
☒	06:40:00	
☒	06:50:00	
☒	07:00:00	
☒	07:10:00	

Number of generated veh. journeys: 85

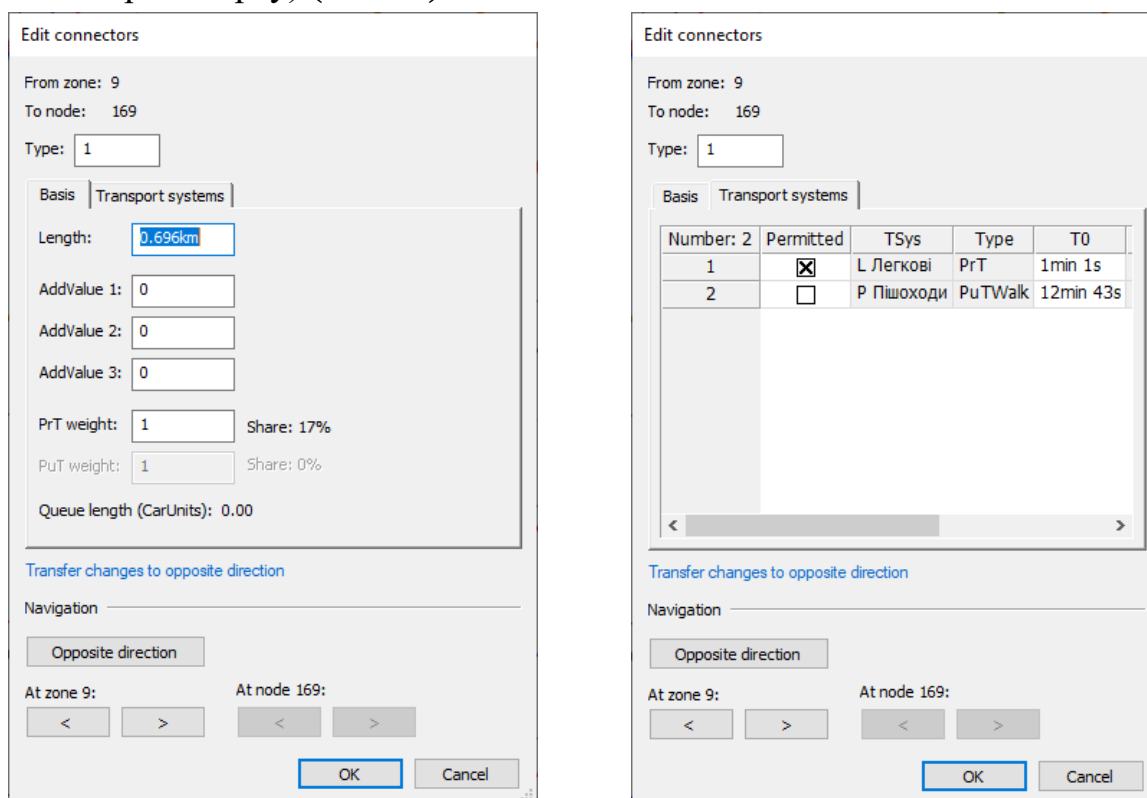
Рис. 33. Інтервал руху ГТ

Після введення цих параметрів натисніть ОК. Повторіть виконані процедури для всіх варіантів маршрутів ГТ.

5.8. Сполучення

Сполучення зв'язують ТР з вулично-дорожньою мережею міста і являють собою віртуальний відрізок, який містить в собі інформацію про затрати часу на доступ від центра ТР для відповідної системи транспорту. Як правило, в ТМ сполучення поділяються на сполучення індивідуального транспорту та сполучення громадського транспорту. Сполучення індивідуального транспорту з'єднують центр тяжіння ТР з дворовими виїздами та мають Тип 1. Сполучення громадського транспорту з'єднують центр тяжіння ТР з вузлом доступу до зони зупинки громадського транспорту та мають Тип 2.

Для вставки сполучення виберіть режим вставки  і модуль «Connectors» . Активуючи існуючий вузол та центр ТР, вставте сполучення. За допомогою функції «Edit» задайте його атрибути (Тип, Системи транспорту) (Рис. 34).



Edit connectors

From zone: 9
To node: 169
Type: 1

Basis | Transport systems

Length: 0.696km

AddValue 1: 0
AddValue 2: 0
AddValue 3: 0

PrT weight: 1 Share: 17%
PuT weight: 1 Share: 0%
Queue length (CarUnits): 0.00

Transfer changes to opposite direction

Navigation

Opposite direction

At zone 9: < > At node 169: < >

OK Cancel

Edit connectors

From zone: 9
To node: 169
Type: 1

Basis | Transport systems

Number	Permitted	TSys	Type	T0
1	☒	L Легкові	PrT	1min 1s
2	☐	P Пішоходи	PuTWalk	12min 43s

Transfer changes to opposite direction

Navigation

Opposite direction

At zone 9: < > At node 169: < >

OK Cancel

Рис. 34. Параметри сполучення для індивідуального транспорту

Кількість сполучень для кожного окремого ТР не нормується та залежить від багатьох факторів, в тому числі його розміру, місця

розташування, функціонального призначення тощо. Однак варто зауважити, що для кожного ТР обов'язково має бути мінімум одне сполучення кожного типу. Приклад розстановки примикань різних типів наведено на (Рис. 35).

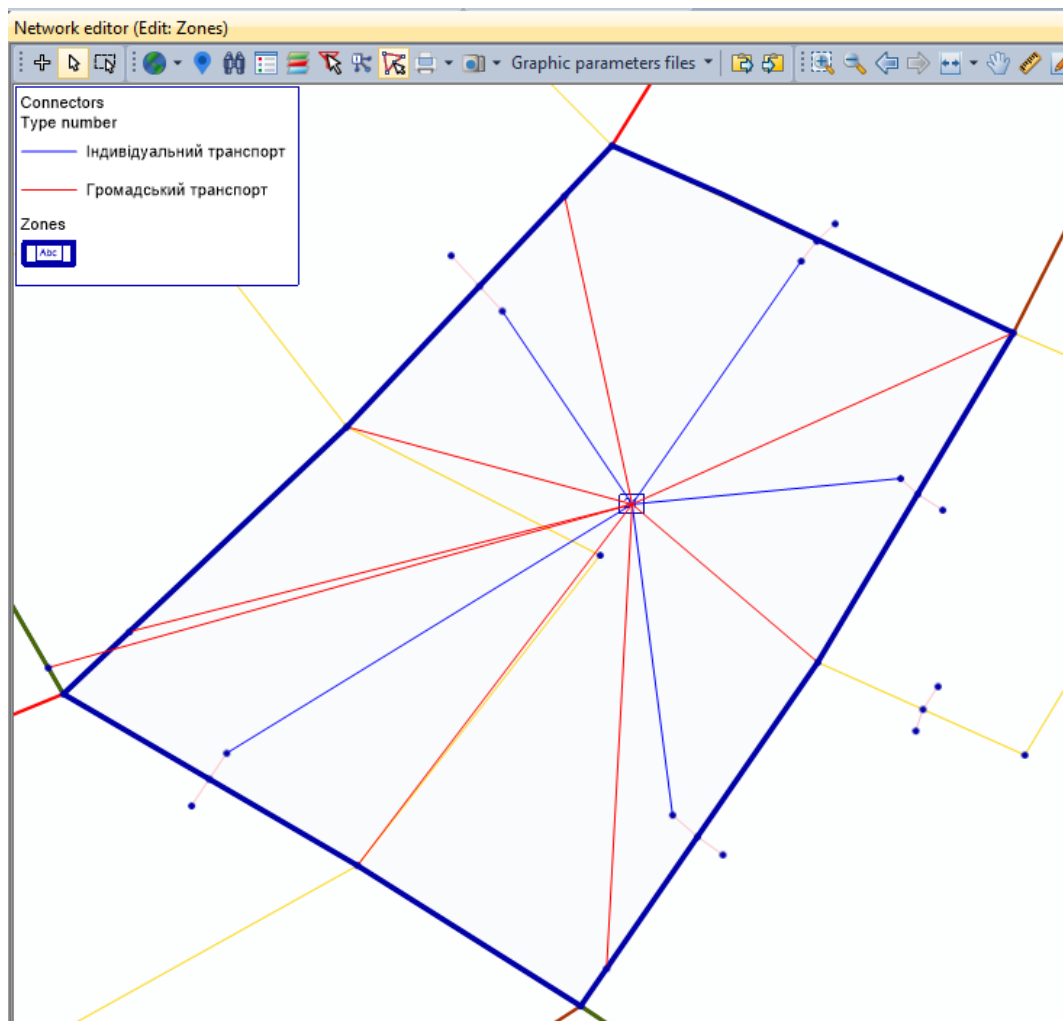


Рис. 35. Приклад розташування примикань різних типів

5.9. Перевірка мережі

Перевірка мережі призначена для полегшення пошуку типових помилок, що виникають у процесі її формування. Виберіть у головному меню *Calculate – Network check* (Рис. 36). Виберіть пункт, який хочете перевірити. Натисніть *Check*, щоб скласти список помилок мережі. Закрийте вікно. Звіт про помилки можна переглянути у вікні *Messages*.

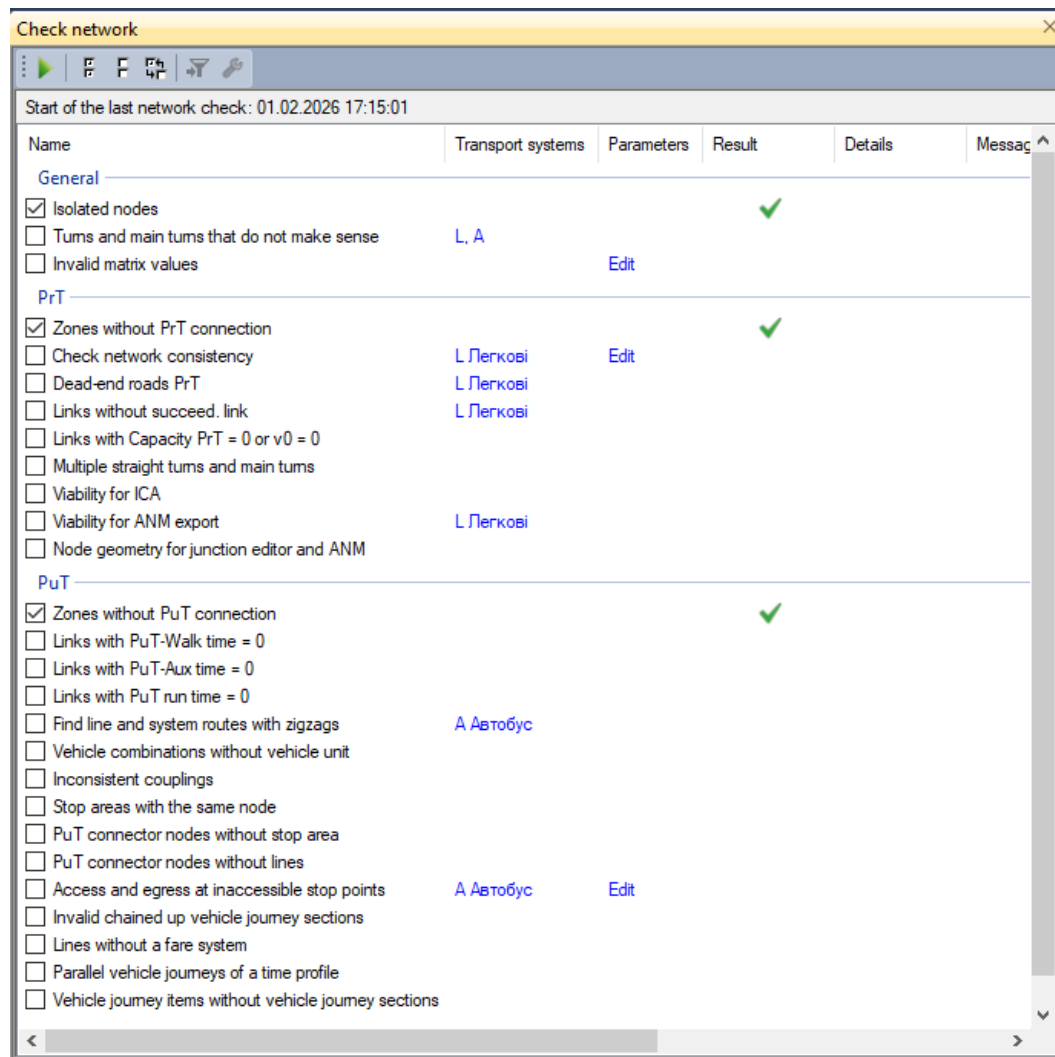


Рис. 36. Перевірка мережі

Після перевірки мережі та усунення всіх виявлених помилок можна приступати до створення моделі транспортного попиту.

6. МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО ПОПИТУ

Транспортний попит якісно та кількісно визначає попит населення на переміщення. Транспортний попит розраховується на основі даних про кількість генеруючих і поглинаючих кореспонденцій, затрат на здійснення кореспонденцій між ТР і показників рухомості (загальна кількість переміщень, кількість переміщень певним видом транспорту, по цілях поїздки тощо), які є вихідними даними до задачі генерації транспортного попиту.

6.1. Соціально-економічна статистика

В якості вихідних даних для розрахунку транспортного попиту необхідно ввести дані соціально-економічної статистики в ТР. У рамках виконання контрольної роботи соціально-економічна статистика береться згідно з завданням (табл. Д.1). Щоб ввести дані статистики в Visum необхідно створити користувацькі атрибути для кожного набору даних соціально-економічної статистики. Для цього зайдіть в меню: *Network* → *User defined attributes* виберіть елемент мережі *Zones* та через *Create* створіть необхідні атрибути (Рис. 37).

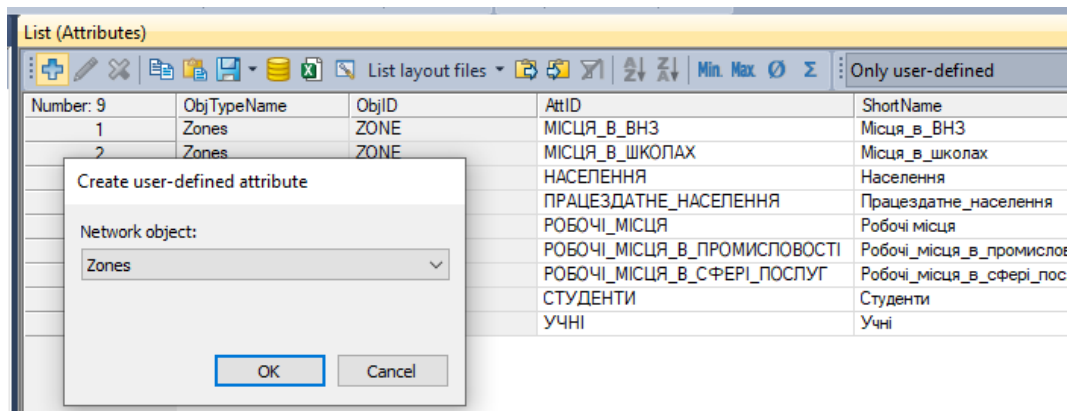


Рис. 37. Визначені користувачем атрибути

Зверніть увагу, що інформація в рядку *AttID* повинна бути без символів і пробілів.

Введення інформації можна виконувати за допомогою:

- імпорту і експорту даних у форматі **mdb*, **shp* тощо;
- ручного введення в редакторі районів, Рис. 38;
- ручного введення в списку районів.

Create user-defined attribute (Zones)

Attribute ID: Population

Short name: Population

Long name: Population

Comment:

Group: Do not allocate to any group

Data type: Integer Subattribute type:

Attribute type:
☒ Data attribute
☐ Formula attribute
☐ Allow empty value

Default value: 0

☐ Minimum:
☐ Maximum:

OK Cancel

Рис. 38. Редагування визначених користувачем атрибутів районів

6.2. Налаштування моделі транспортного попиту

Знання характеристик транспортного попиту в межах території, для якої здійснюється транспортне планування, є необхідною передумовою оцінки ефективності функціонування транспортної мережі та обґрунтування проєктних рішень. Саме структура та обсяги переміщень визначають рівень завантаження елементів транспортної системи, потребу в розвитку інфраструктури та ефективність організації транспортного обслуговування населення.

Визначення матриць кореспонденцій виключно на основі натурних обстежень і збору статистичних даних є обмеженим через значну трудомісткість, високу вартість та неможливість повного охоплення всіх типів переміщень. У зв'язку з цим у практиці транспортного макромодельовання застосовуються математичні моделі попиту, які дозволяють відтворити

реальні закономірності переміщень населення між транспортними районами на основі структурних соціально-економічних показників, характеристик транспортної поведінки користувачів, просторового розміщення об'єктів тяжіння поїздок, а також параметрів існуючої транспортної пропозиції. Нині в Visum представлені п'ять методів моделювання попиту:

1. Стандартна 4-х крокова модель.
2. Модель EVA Пасажирський транспорт.
3. Модель, заснована на ланцюжках дій (VISEM).
4. Модель вантажного транспорту.
5. ABM.

У рамках виконання контрольної роботи розглядається стандартна 4-х крокова модель, яка складається з 4 елементів (База, Групи, Пари дій і Шари попиту і), які, в свою чергу, накладаються один на одного для отримання різних структур моделі попиту. Відповідно в методичних рекомендаціях описано саме цей тип моделі.

6.2.1. База

Для налаштування моделі попиту необхідно відкрити меню *Demand* → *Demand models*, закладка *Basis*. У відкритому діалоговому вікні із наведеного переліку типів моделей попиту обрати Стандартна 4-ох крокова модель (Рис. 39).

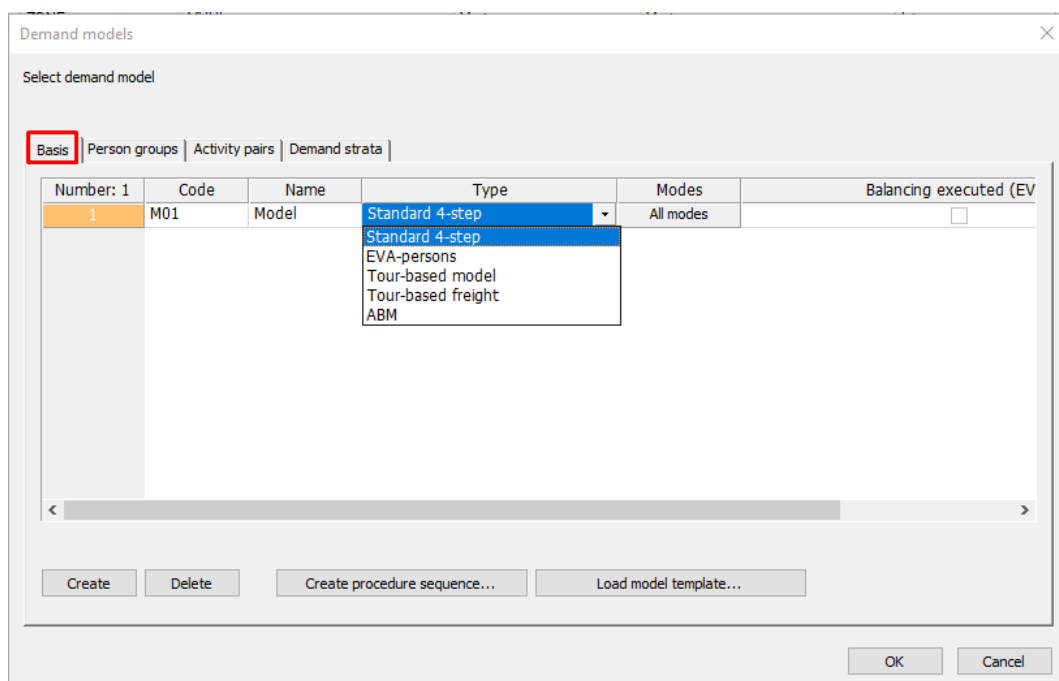


Рис. 39. Вибір типу моделі попиту

6.2.2. Групи

У закладці *Person groups* є додаткова можливість розділити модель по групах, наприклад, можна визначити яка група населення робить ті чи інші переміщення. Для її налаштування відкрийте в меню: *Demand* → *Demand model*, закладку *Person groups* (Рис. 40). У рамках виконання контрольної роботи необхідно створити тільки одну групу *All*, оскільки всі необхідні переміщення будуть визначені на закладці *Activity pairs*.

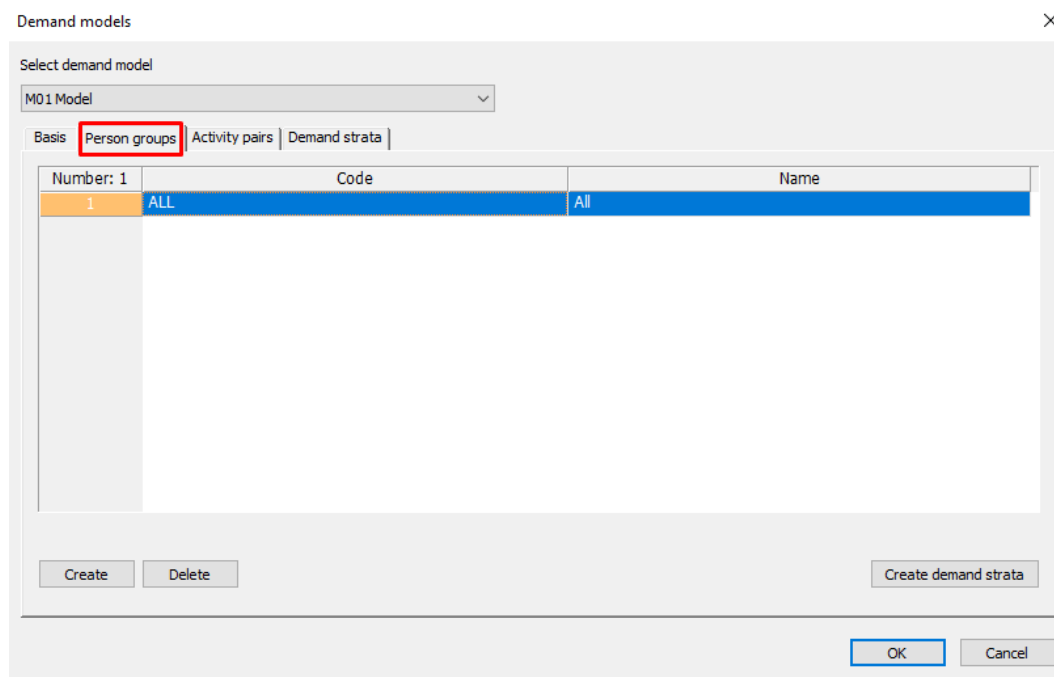


Рис. 40. Групи

6.2.3. Пари дій

Методика розробки моделі розрахунку попиту на пасажирські транспортні переміщення зазвичай базується на результатах опитувань мобільності населення.

Результати таких опитувань дають змогу формувати окремі шари транспортного попиту, які відповідають цілям поїздок (навчання, робота, повернення додому, службові поїздки тощо).

Кожен шар попиту описує сукупність переміщень, що здійснюються певною соціальною групою населення з однаковою метою поїздки, тобто утворює групу кореспонденцій. Наприклад, шар транспортного попиту «Дім – Робота» характеризує поїздки працездатного населення від місця проживання до місця роботи.

Кількість і перелік пар дій, що використовуються в транспортному макромодельованні, визначаються за результатами опитувань мобільності і можуть відрізнятися залежно від міста. У межах виконання контрольної роботи перелік пар дій приймається відповідно до даних табл. 2.

Таблиця 2

Початок та кінець переміщень за шарами попиту

№	Пари дій	Початок поїздки	Кінець поїздки
1	Дім - Робота	Працююче населення	Місця прикладання праці
2	Робота - Дім	Місця прикладання праці	Працююче населення
3	Дім – Навчання	Школярі, дошкільнята	Навчальні місця в школах, дошкільні заклади
4	Навчання - Дім	Навчальні місця в школах, дошкільні заклади	Школярі, дошкільнята
5	Дім – Інше	Населення	Навчальні місця в школах, населення, робочі місця у сфері послуг, місця в дитячих садках
6	Інше - Дім	Навчальні місця в школах, населення, робочі місця у сфері послуг, місця в дитячих садках	Населення
7	Робота – Інше	Місця прикладання праці	Навчальні місця в школах, населення, робочі місця у сфері послуг, місця в дитячих садках
8	Інше - Робота	Навчальні місця в школах, населення, робочі місця у сфері послуг, місця в дитячих садках	Місця прикладання праці
9	Робота – Робота	Місця прикладання праці	Місця прикладання праці
10	Інше – Інше	Навчальні місця в школах, населення, робочі місця у сфері послуг, місця в дитячих садках	Навчальні місця в школах, населення, робочі місця у сфері послуг, місця в дитячих садках

Перелік пар дій вводиться в закладці *Activity pairs* (Рис. 41).

Demand models

Select demand model

M01 Model

Basis | Person groups | **Activity pairs** | Demand strata

Number: 1	Code	Name
1	AP01	ActPair 1

Create Delete Create demand strata

OK Cancel

Рис. 41. Пари дій

6.2.4. Шари попиту

Для шарів попиту, групи і пари дій комбінуються на закладці *Demand strata*. У контрольній роботі застосовується один шар попиту для однієї пари дій (Рис. 42).

Demand models

Select demand model

M01 Model

Basis | Person groups | Activity pairs | **Demand strata**

Number: 1	Code	Name	Demand segment set	Person groups	Activity pair
1	AP01_ALL		...	ALL	AP01

Create Delete Productions/attractions...

OK Cancel

Рис. 42. Шари попиту

6.3. Розрахунок транспортного попиту

Розрахунок стандартної 4-х крокової моделі здійснюється послідовно та включає чотири взаємопов'язані етапи, кожен з яких описує окрему складову процесу формування транспортних переміщень у межах області планування.

1. Утворення (генерація) транспортних переміщень. На етапі генерації визначаються обсяги поїздок, що утворюються та приваблюються кожним транспортним районом. Розрахунок виконується для всіх транспортних районів з урахуванням структури шарів попиту. У результаті визначаються загальні обсяги відправлення та прибуття поїздок, які відповідають сумах рядків і стовпців майбутніх матриць кореспонденцій.

2. Розподіл транспортних переміщень між районами. На цьому етапі встановлюється просторовий розподіл поїздок між транспортними районами. Визначаються обсяги переміщень між усіма парами районів відповідно до їх взаємного розташування, транспортної доступності та характеристик попиту. Розрахунок виконується за шарами попиту без деталізації за видами транспорту. Результатом є сформовані матриці кореспонденцій, що відображають кількість поїздок між районами.

3. Вибір виду транспорту (вибір режиму). На етапі вибору режиму загальний обсяг поїздок розподіляється між різними видами транспорту відповідно до їх привабливості, часу поїздки, вартості пересування та інших характеристик транспортної пропозиції. Результатом розрахунку є окремі матриці кореспонденцій для кожного виду транспорту.

4. Перерозподіл потоків по транспортній мережі (вибір шляху). Завершальним етапом є розподіл транспортних потоків по елементах транспортної мережі. На цьому етапі визначаються маршрути переміщення між транспортними районами та розраховуються модельні значення інтенсивності руху на окремих ділянках мережі. Розрахунок виконується окремо для кожного виду транспорту та завершує цикл формування транспортного попиту.

Розрахунок транспортного попиту виконується для заданого часового інтервалу. У межах виконання контрольної роботи моделювання здійснюється для середньодобового періоду, що дає змогу отримати узагальнені характеристики функціонування транспортної системи. У наочній формі послідовність алгоритму розрахунку попиту на транспорт представлена на Рис. 43.

Розрахунок моделі у Visum здійснюється з допомогою процедур розрахунку в меню: *Calculate* → *Procedure sequence*.

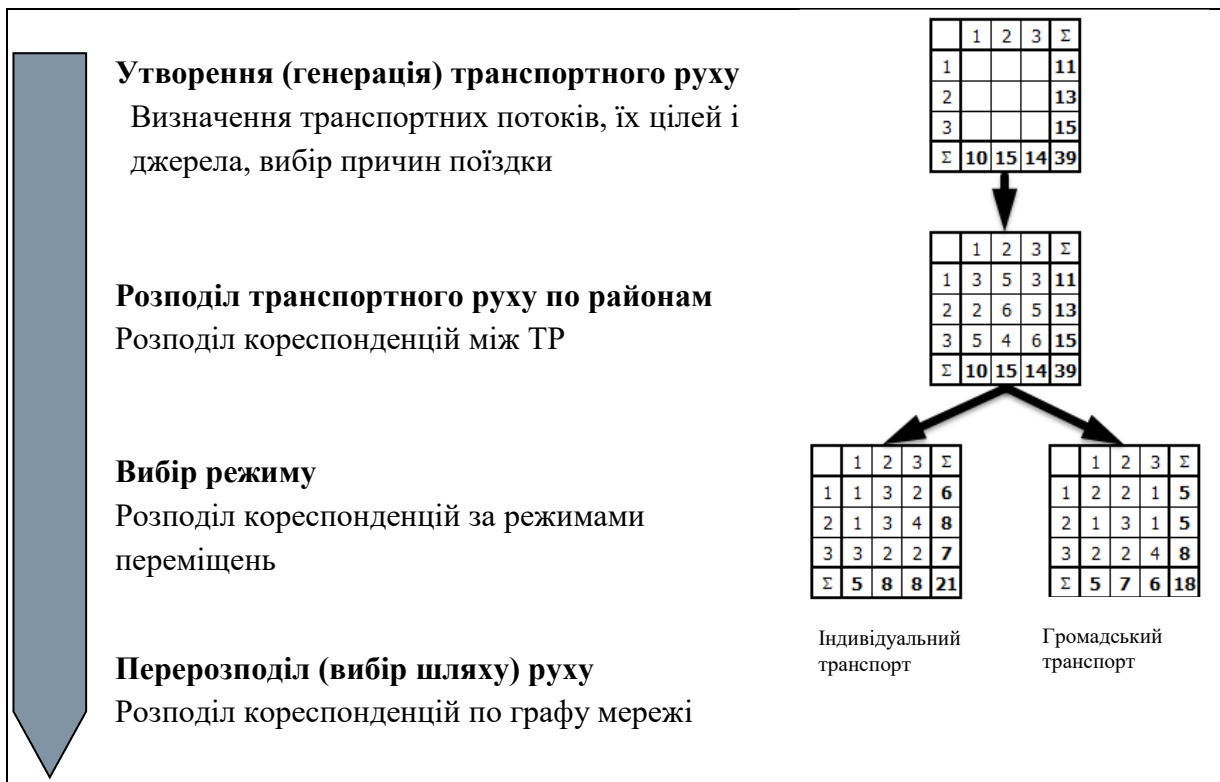


Рис. 43. Послідовність розрахунку попиту на транспорт

6.3.1. Утворення (генерація) транспортного руху

За допомогою кнопки *Create* додайте нову процедуру *Trip generation*. У вкладці *Reference object(s)*, через кнопку *Select Demand segments* виберіть для розрахунку всі шари попиту (Рис. 44).

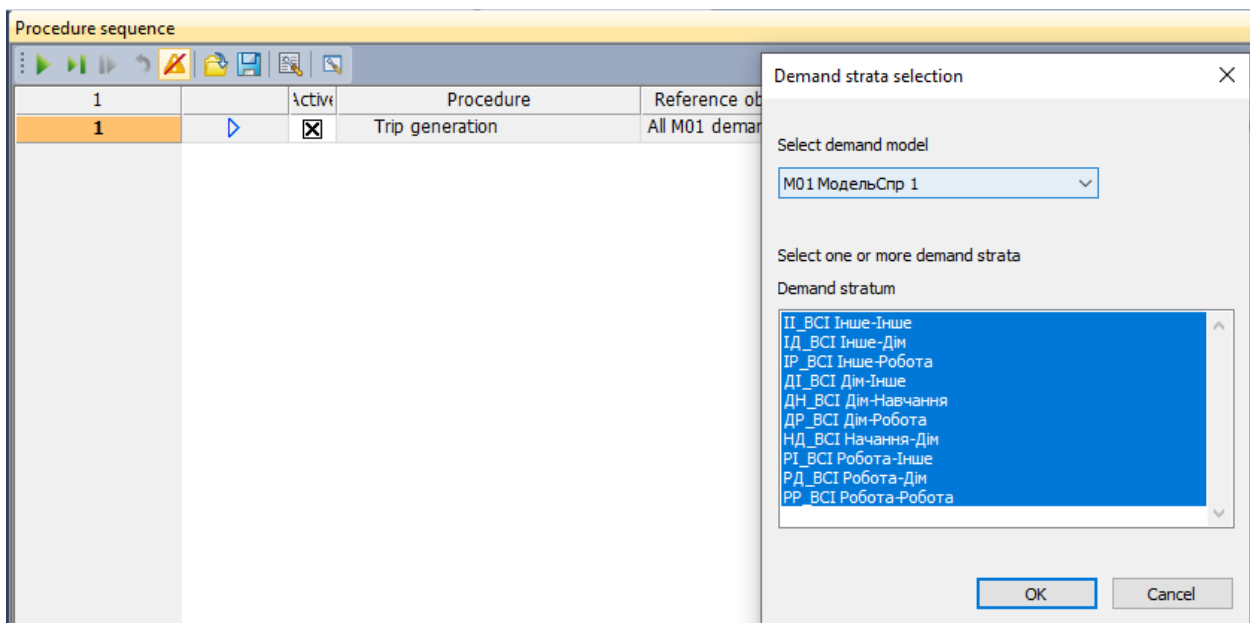


Рис. 44. Вибір шарів попиту

Під час налаштування процедури *Trip generation* задаються коефіцієнти утворення і притягнення по кожному шару попиту. Коефіцієнт утворення (коефіцієнт притягнення) – середнє число відправлень (прибуттів) по кожній групі транспортного попиту протягом певного періоду, що припадає на одного представника референтної групи. Коефіцієнти утворення (притягнення) є кількісними характеристиками транспортної поведінки людей в області дослідження (мобільності населення) і розраховуються на основі інформації з опитувань мобільності населення про здійснені ними переміщення:

$$K_g = V_g / N_g,$$

де K_g – коефіцієнт утворення (притягнення);

V_g – кількість відправлень (прибуттів), референтної групи;

N_g – кількість представників референтної групи .

Отримані коефіцієнти вводяться у Visum як параметри створення транспортного руху (із та у відповідний TP) для всієї області моделювання. Це дає змогу розрахувати обсяги пасажирських переміщень (приїзд та від'їзд) для кожного TP із зони моделювання. Під час виконання контрольної роботи коефіцієнти утворення і притягнення необхідно брати згідно з даними табл. 3.

За допомогою кнопки *Add operand* та з врахуванням даних табл. 3 необхідно для кожного шару попиту задати коефіцієнти утворення і притягнення та відповідні користувацькі атрибути (Рис. 45).

Коефіцієнти утворення і притягнення для шарів попиту

Шар попиту	Розрахунок транспортного попиту з джерела	Розрахунок транспортного попиту в ціль
Дім - Робота	[ПРАЦЕЗДАТНЕ_НАСЕЛЕННЯ]*0.45	[РОБОЧІ_МІСЦЯ]*0.45
Робота - Дім	[РОБОЧІ_МІСЦЯ]*0.38	[ПРАЦЕЗДАТНЕ_НАСЕЛЕННЯ]*0.38
Дім – Навчання	[УЧНІ]*0.38+[СТУДЕНТИ]*0.36	[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.38+[МІСЦЯ_В_ВНЗ]*0.36
Навчання - Дім	[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.36+[МІСЦЯ_В_ВНЗ]*0.36	[УЧНІ]*0.36+[СТУДЕНТИ]*0.36
Дім – Інше	[НАСЕЛЕННЯ]*0.16	[РОБОЧІ_МІСЦЯ_В_СФЕРІ_ПОСЛУГ]*0.2+[НАСЕЛЕННЯ]*0.3+[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.09
Інше - Дім	[РОБОЧІ_МІСЦЯ_В_СФЕРІ_ПОСЛУГ]*0.02+[НАСЕЛЕННЯ]*0.09+[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.3	[НАСЕЛЕННЯ]*0.16
Робота – Інше	[РОБОЧІ_МІСЦЯ]*0.03	[РОБОЧІ_МІСЦЯ_В_СФЕРІ_ПОСЛУГ]*0.04+[НАСЕЛЕННЯ]*0.02+[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.08
Інше - Робота	[РОБОЧІ_МІСЦЯ_В_СФЕРІ_ПОСЛУГ]*0.01+[НАСЕЛЕННЯ]*0.004+[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.02	[РОБОЧІ_МІСЦЯ]*0.01
Робота – Робота	[РОБОЧІ_МІСЦЯ]*0.02	[РОБОЧІ_МІСЦЯ]*0.02
Інше – Інше	[РОБОЧІ_МІСЦЯ_В_СФЕРІ_ПОСЛУГ]*0.05+[НАСЕЛЕННЯ]*0.09+[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.02	[РОБОЧІ_МІСЦЯ_В_СФЕРІ_ПОСЛУГ]*0.05+[НАСЕЛЕННЯ]*0.09+[МІСЦЯ_В_ШКОЛАХ]*0.02

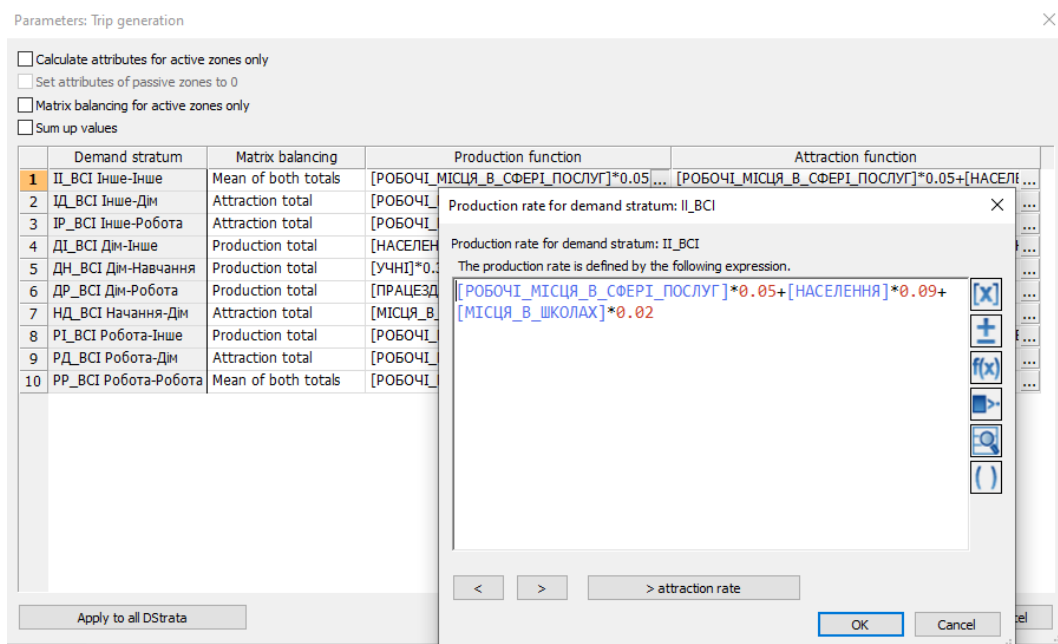


Рис. 45. Налаштування процедури *Trip generation*

Під час нормування сум для кожного шару попиту визначається: на яку суму (утворення або притягнення) буде спиратися розрахунок, якщо суми переміщення утворення і суми переміщення тяжіння відрізняються. Це робиться для того, щоб на один шар попиту розраховувалося не більш переміщень, ніж він притягує або утворює. Тобто таким чином необхідно визначити, яке значення буде більш вагомим при зрівнянні сум. Зазвичай переважне місце займають сума «Дім», далі «Робота». Решта - це середнє значення обох сум. Під час виконання контрольної роботи нормування сум необхідно приймати згідно з даними табл. 4.

Таблиця 4

Розширений приклад нормування сум

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ім'я	ДР	РД	ДН	НД	ДІ	ІД	РІ	ІР	РР	П
Сума утворення	X		X		X		X			
Середнє значення обох сум									X	X
Сума тяжіння		X		X		X		X		

6.3.2. Розрахунок матриць затрат

Для оцінки вигідності здійснення кожного переміщення необхідно розрахувати матриці затрат. Затрати необхідно розраховувати для кожного сегмента попиту. Приклад розрахунку затрат для сегментів попиту ІТ та ГТ наведено в табл. 5.

Перелік розрахункових затрат для сегментів попиту ІТ та ГТ

ІТ	ГТ
– Час руху без урахування завантаженості мережі; – Час руху з урахуванням завантаженості мережі; – Швидкість руху без урахування завантаженості мережі; – Швидкість руху з урахуванням завантаженості мережі; – Опір (затрати, які визначаються користувачем); – Відстань поїздки та ін.	– Загальний час поїздки; – Час руху в транспортному засобі; – Час на початковий пішохідний підхід до зупинки; – Час на кінцевий пішохідний відхід від зупинки; – Частота пересадок; – Час очікування; – Відстань поїздки; – Швидкість поїздки; – Вартість поїздки та ін.

Далі окремо розглянуто розрахунок матриць затрат для сегментів попиту ІТ та ГТ.

6.3.2.1. Розрахунок матриці затрат ІТ

За допомогою кнопки *Create* необхідно створити нову процедуру і обрати процедуру *Calculate PrT skim matrix*. Після цього обрати сегмент попиту «ІТ» за допомогою кнопки *Select demand segment* (Рис. 46).

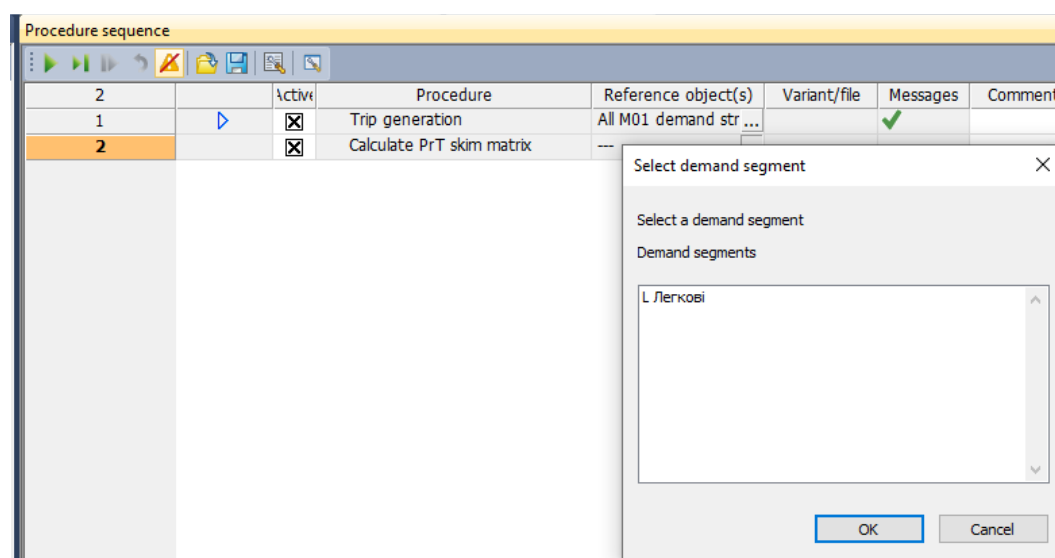


Рис. 46. Вибір сегменту попиту

За допомогою кнопки *Edit* відкривається діалогове вікно *Parameters: PrT skim matrices*, де обираються типи матриць затрат, які можна розраховувати у ТМ. Для цього потрібно поставити галочку *Calculate* навпроти всіх затрат, які необхідні для розрахунку попиту. В рамках виконання контрольної роботи для розрахунку обираються матриці затрат згідно з Рис. 47.

Parameters: PrT skim matrices

Considered OD pairs

all

☐ Calculate only OD pairs with demand > 0

Path selection

Path search criterion: Impedance

☒ Use paths from assignment

Weighting of paths: Mean over path volume

Sum up paths from

☒ Links ☒ Turns ☒ Origin connectors ☒ Destination connectors ☒ Restricted traffic areas

Skims

Number: 13	Calculate	Save to file	Skim
1	☒	☐	t0
2	☒	☐	tCur
3	☐	☐	v0
4	☐	☐	vCur
5	☐	☐	Impedance
6	☒	☐	Trip distance
7	☐	☐	Direct distance
8	☐	☐	AddValue 1
9	☐	☐	AddValue 2
10	☐	☐	AddValue 3
11	☐	☐	AddValue-TSys
12	☐	☐	Toll
13	☐	☐	User-defined

Output file

File name: []

Format: Format V

Separator: Empty

OK Cancel

Рис. 47. Параметри розрахунку матриць затрат ІТ

6.3.2.2. Розрахунок матриці затрат ГТ

За допомогою процедури *Calculate PuT skim matrix*, здійснюється налаштування розрахунку матриць затрат для сегменту попиту «ГТ» (Рис. 48).

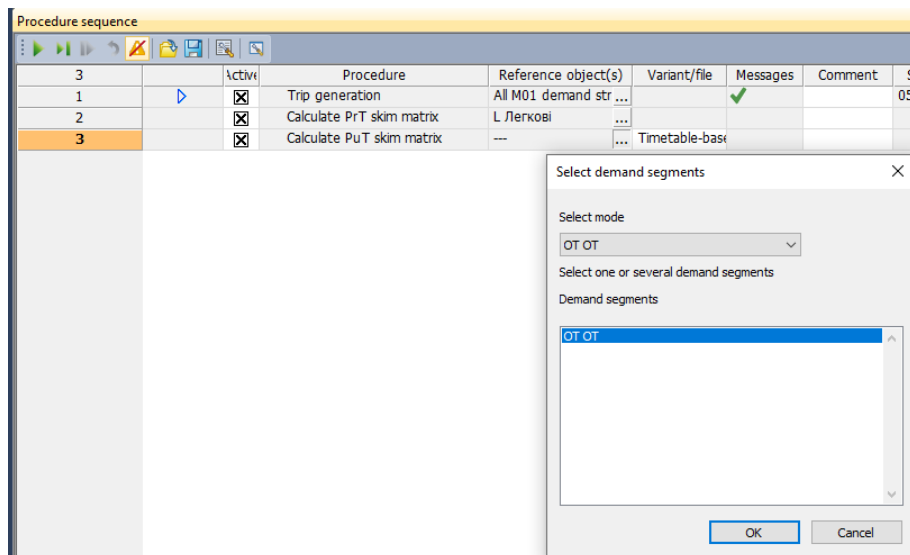


Рис. 48. Вибір сегменту попиту ГТ

У процедурі розрахунку матриць затрат ГТ є такі варіанти розрахунку [10]:

- «Timetable-based» - для визначення затрат, Visum використовує розклад руху ГТ,
- «Headway-based» - для визначення затрат, Visum використовує інтервал руху ГТ,
- «TSys-based» - для визначення витрат, Visum розглядає тільки дозволені для руху ГТ відрізки і час у дорозі ГТ на цих відрізках.

У рамках виконання контрольної роботи використовується процедура «Timetable-based». За допомогою кнопки *Edit* зайдіть в діалогове вікно *Parameters: Assignment procedure: Timetable-based*. У вкладці *Basis* необхідно обрати *Calculate skim matrices* та обрати тип затрат для подальшого розрахунку (під час виконання контрольної роботи дозволяється розраховувати лише час пересування (Journey time)) (Рис. 49).

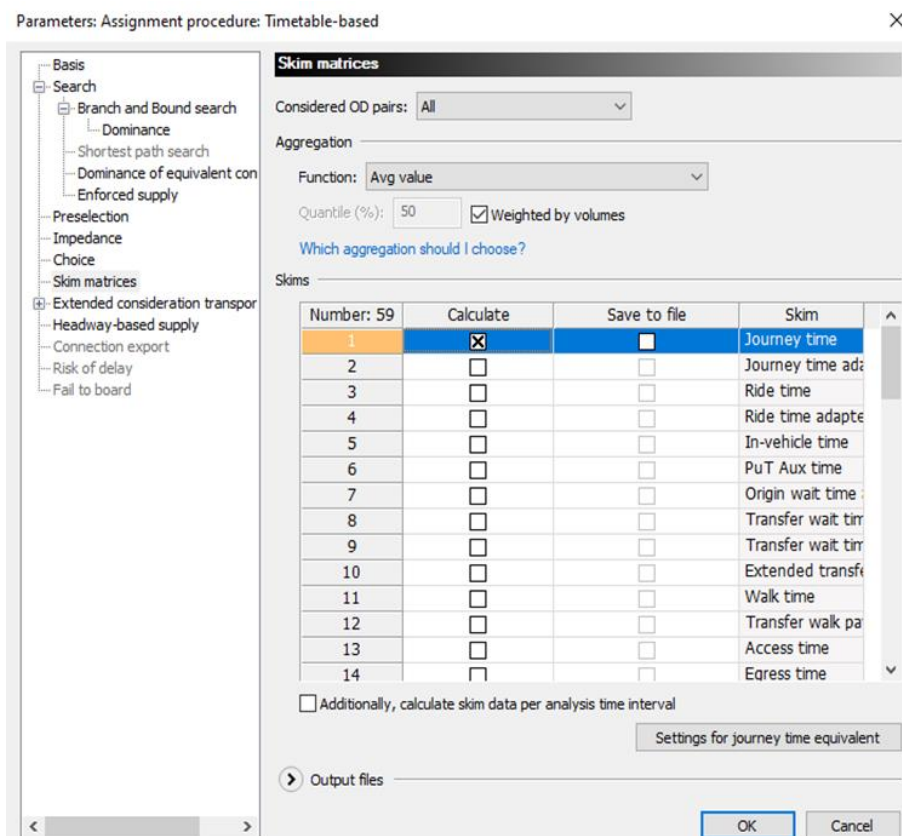


Рис. 49. Параметри розрахунку матриці затрат ГТ

6.3.3. Розподіл транспортного руху по районах

На етапі *Trip distribution* раніше розраховані обсяги кореспонденцій розподіляються по ТР. Для цього використовуються матриці затрат і функції оцінки. Для цього використовується процедура *Trip distribution*. При цьому, через кнопку *Select Demand segments*, необхідно обрати шари попиту, для яких здійснюватиметься розрахунок (у рамках виконання контрольної роботи розрахунок здійснюється для всіх шарів попиту) (Рис. 50).

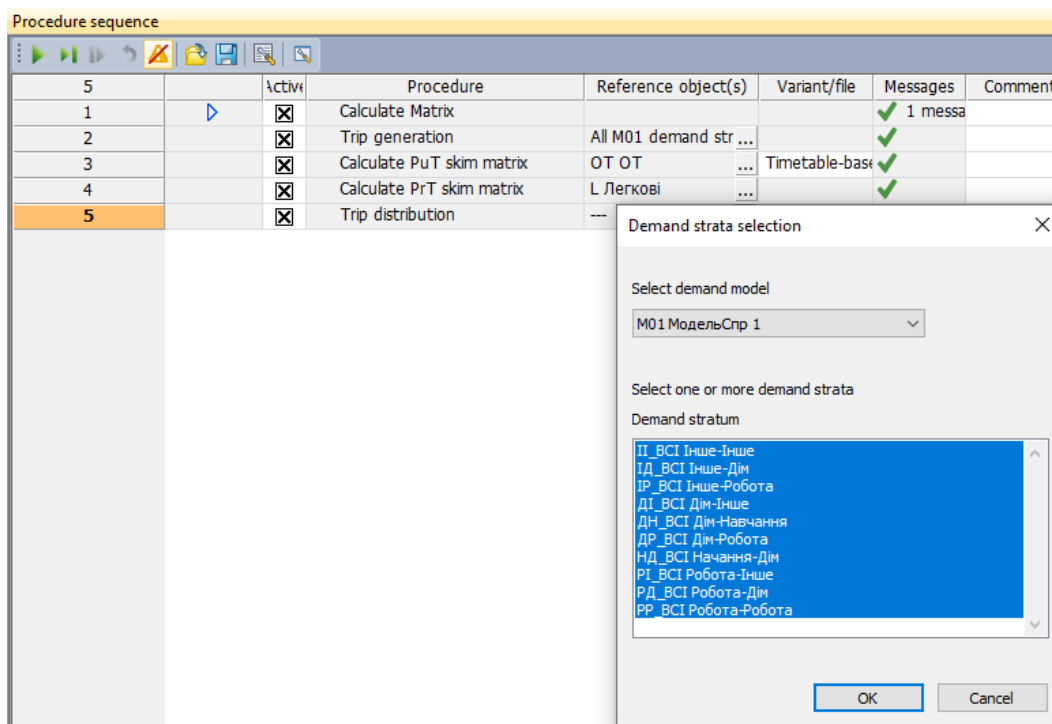


Рис. 50. Вибір шарів попиту для процедури *Trip distribution*

У вкладці *Parameters* процедури *Trip generation* за допомогою кнопки *Utility definition for demand stratum* необхідно обрати матриці затрат для ІТ і помножити їх на частку корисності ІТ по цьому шару попиту (K_{IT}) та обрати матриці затрат для ГТ і помножити її на частку корисності ГТ по цьому шару попиту (K_{GT}). Таким чином визначається корисність для кожного шару попиту (Рис. 51). У рамках виконання контрольної роботи для всіх шарів попиту використовуються K_{GT} і K_{IT} згідно із завданням.

Через кнопку *Apply to all DStrata* можна автоматично створити конфігурацію матриць затрат для всіх шарів попиту. Через кнопку *Choice model...* необхідно визначити тип функції оцінки і її характеристики [11, 12, 13] (Рис. 52). Для виконання контрольної роботи використовується тип та характеристики функцій оцінки відповідно до завдання. Водночас необхідно обрати направленість розподілу для кожного шару попиту, аналогічно як і в процедурі *Trip generation*.

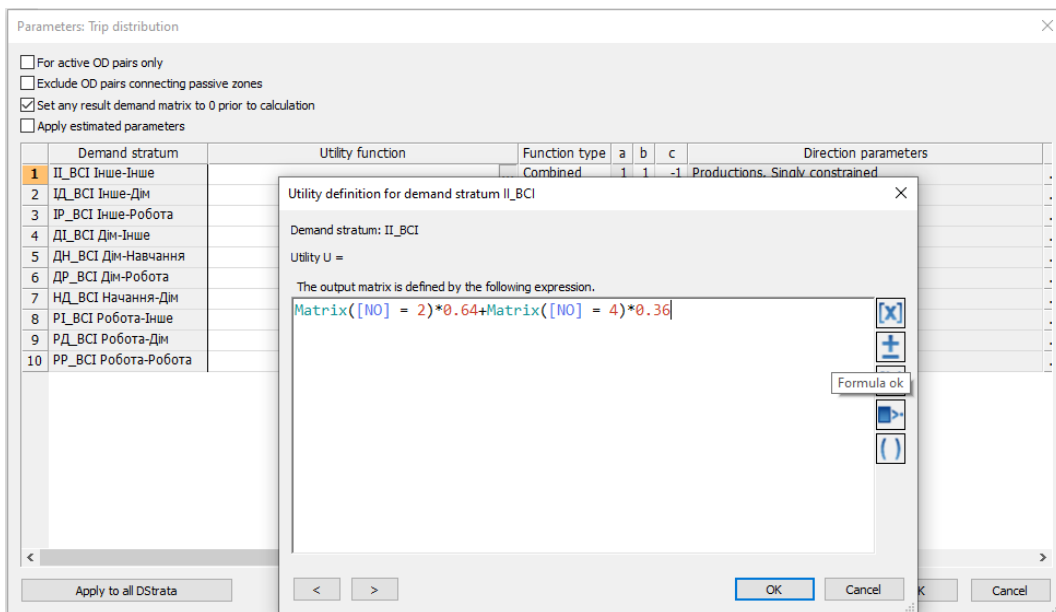


Рис. 51. Параметри розподілу транспортного руху

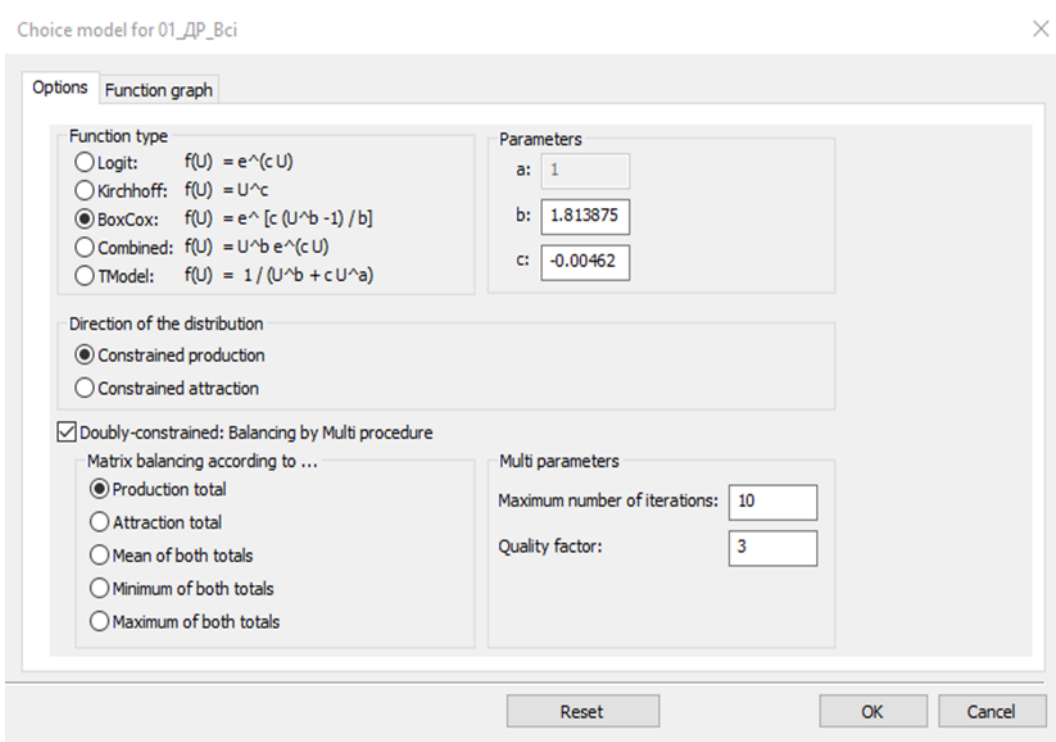


Рис. 52. Визначення функції оцінки та її параметрів

Під час розробки реальної ТМ коефіцієнти розподілу кореспонденцій за режимом переміщень, тип функції оцінки та її характеристики визначаються окремо для кожного шару попиту за результатами опитування мобільності.

6.3.4. Вибір режиму

За допомогою процедури «*Mode choice*» кореспонденції розподіляються по сегментах попиту на основі раніше розрахованих матриць затрат та функцій оцінки. При цьому, через кнопку *Selection demand strata*, виберіть для розрахунку всі шари попиту (Рис. 53).

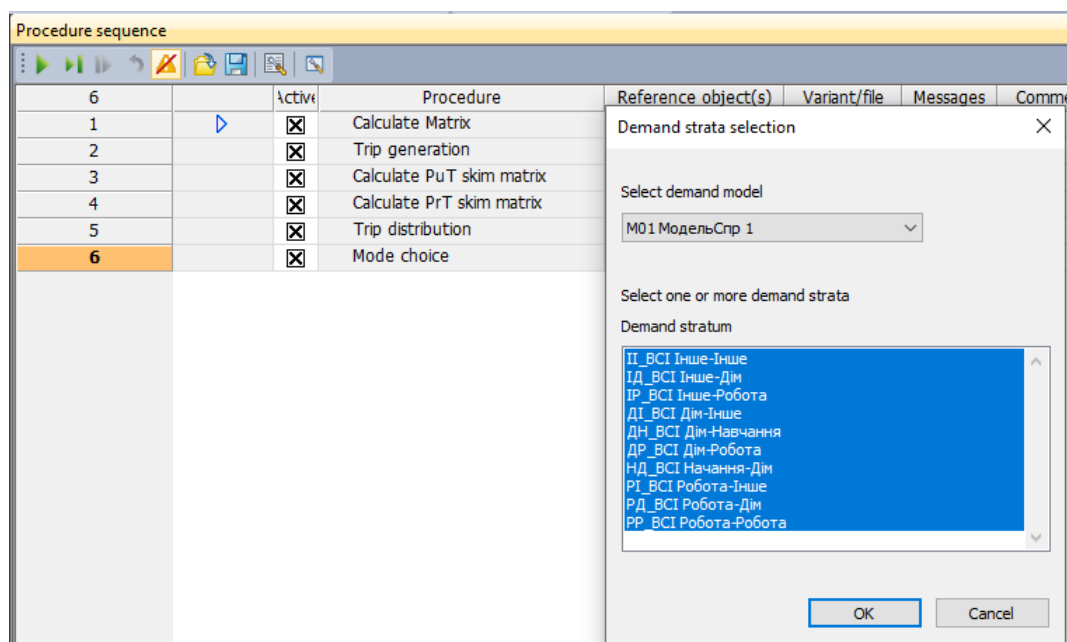


Рис. 53. Вибір шарів попиту

У вкладці *Parameters* процедури *Mode choice* за допомогою кнопки *Utility function* необхідно обрати матриці затрат для відповідного режиму переміщень (ІТ та ГТ) (Рис. 54).

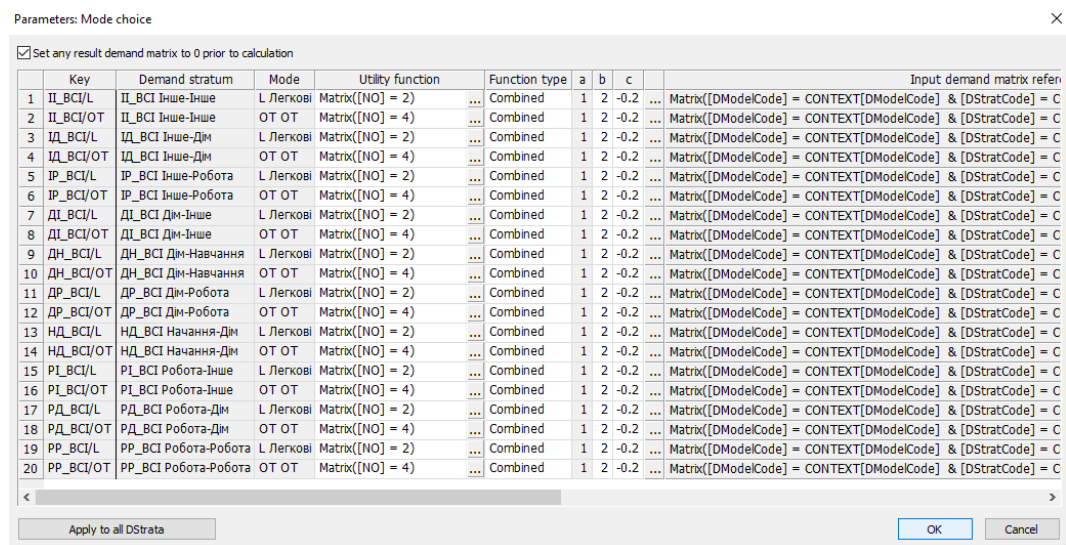


Рис. 54. Параметри процедури *Mode choice*

Через кнопку *Apply to all Demand Strata* можна автоматично створити конфігурацію матриць затрат ІТ і ГТ для всіх шарів попиту. Через кнопку *Choice model...* необхідно визначити тип функції оцінки і її параметри. Під час розробки реальної ТМ тип функції оцінки та її характеристики визначаються окремо для кожного шару попиту за результатами проведеного опитування мобільності. У рамках виконання контрольної роботи тип функції та її характеристики приймаються однаковими для всіх шарів попиту згідно із Рис. 55.

Choice model for 01_ДР_Всі

Options Function graph

Function type

- ☒ Logit: $f(U) = e^{(c U)}$
- ☐ Kirchhoff: $f(U) = U^c$
- ☐ BoxCox: $f(U) = e^{[c (U^b - 1) / b]}$
- ☐ Combined: $f(U) = U^b e^{(c U)}$

Parameters

a: 1

b: 1

c: -0.2

Reset OK Cancel

Рис. 55. Параметри функції оцінки для процедури *Mode choice*

6.3.5. Комбінація матриць кореспонденцій

Для об'єднання матриць, розділених на шари попиту та режимам переміщень, у сумарні матриці кореспонденцій ІТ та ГТ, необхідно створити 3 матриці (ІТ, ІТ_{пас}, ГТ), куди будуть записані результати сумування.

Для створення матриць, необхідно перейти у вікно «*Matrices*» та натиснути на кнопку «*Create*». У вікні «*Create matrices*», вкажіть «*Code*», «*Name*» матриці, оберіть «*Matrix type*», та «*Network object reference type*» (Рис. 56).

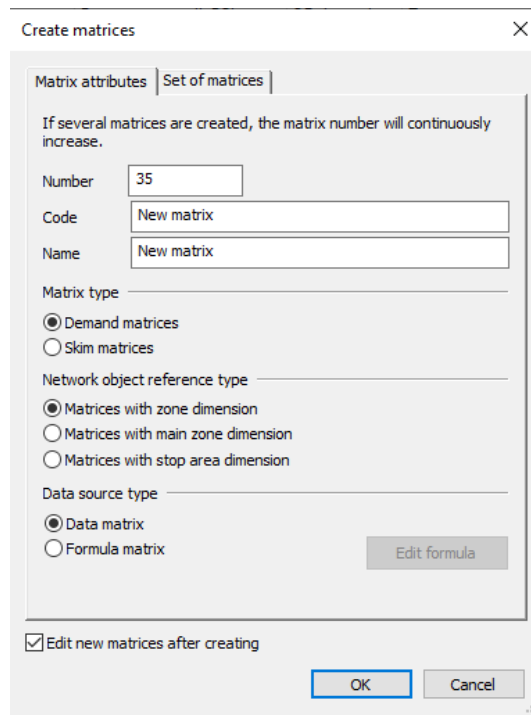


Рис. 56. Створення матриць кореспонденцій

Далі за допомогою кнопки *Create* додайте нову процедуру *Combination of matrices and vectors*. Виберіть через кнопку *Add operand* цільову матрицю та в редакторі формул опишіть матриці, які слід просумувати. Приклад налаштування такої процедури для сегменту попиту ІТ наведено на Рис. 57.

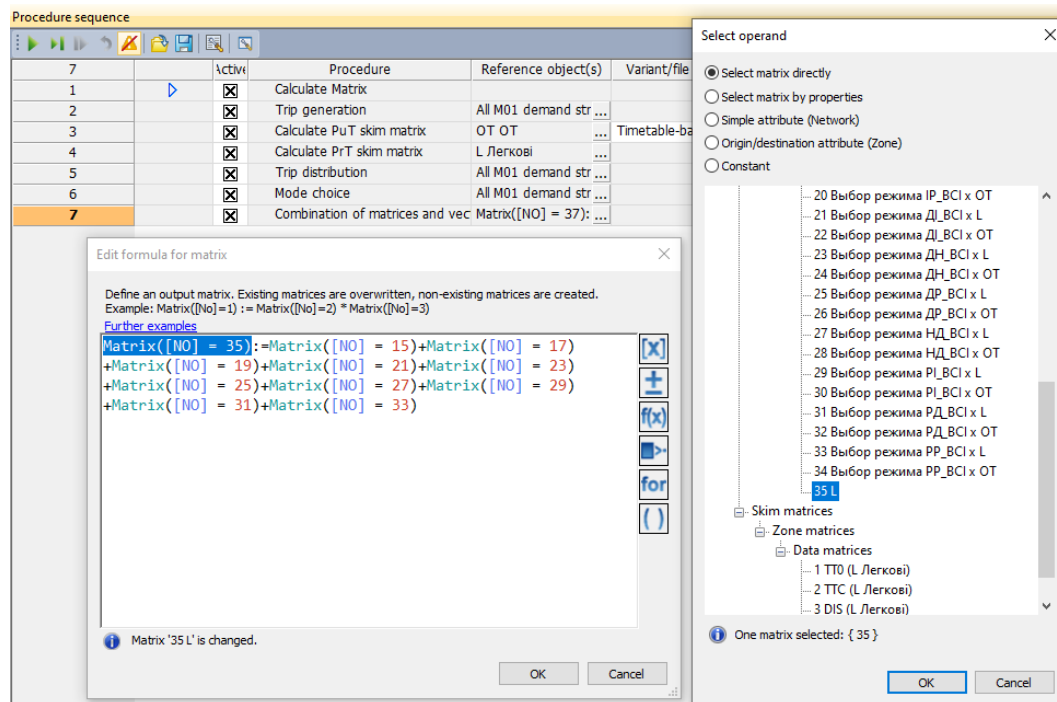


Рис. 57. Вибір цільової матриці та сумування матриць кореспонденцій ІТ

Для ГТ необхідно виконати аналогічні дії, додавши процедуру *Combination of matrices and vectors*, вибрати цільову матрицю та в редакторі формул для матриць ГТ, додати всі матриці кореспонденції по режиму ГТ та шарах попиту.

Оскільки розрахунок попиту в Visum проводиться в кількості пасажирів, то отриману на попередньому кроці матрицю кількості пасажирів ІТ необхідно перевести в кількість транспортних засобів. Для цього необхідно за допомогою кнопки *Create* додати нову процедуру *Combination of matrices and vectors*, в Редакторі формул для матриць, обрати цільову матрицю «ІТ». Далі необхідно обрати матрицю кореспонденцій ІТ, яка була отримана на попередньому кроці (матриця кількості пасажирів ІТ) та помножити її на рівень заповненості приватних автомобілів в якості зворотного коефіцієнта, який дорівнює відношенню одиниці до рівня заповненості ІТ, Рис. 58. Цей коефіцієнт визначається за результатами проведених натурних обстежень та може відрізнятися для кожного міста (наприклад для м. Києва – 1,51 [14]).

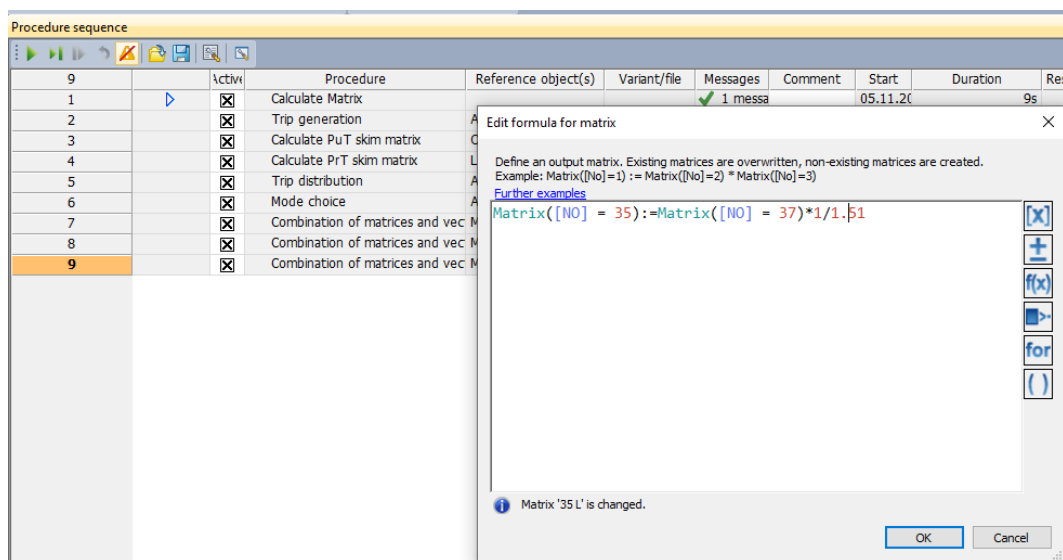


Рис. 58. Вибір цільової матриці та врахування коефіцієнта заповненості приватних автомобілів

Для виконання контрольної роботи рівень заповненості ІТ визначається відповідно до виданих завдань.

6.3.6. Перерозподіл

Після отримання сумарних матриць кореспонденцій ІТ та ГТ необхідно їх перерозподілити на мережу. Перерозподіл – це один із основних методів визначення і аналізу транспортного попиту.

Перерозподіл ІТ залежить від завантаження мережі (враховується опір на відрізках). Перерозподіл ГТ залежить від розкладу чи інтервалу, або доступності відрізків та може залежати від заповненості транспортних засобів.

Подальший розрахунок перерозподілу, можливий лише після налаштування попиту. Для цього необхідно перейти у меню «Demand» - «Demand data» та у вкладці «Demand segments» обрати відповідну матрицю для кожного сегмента попиту (Рис. 59).

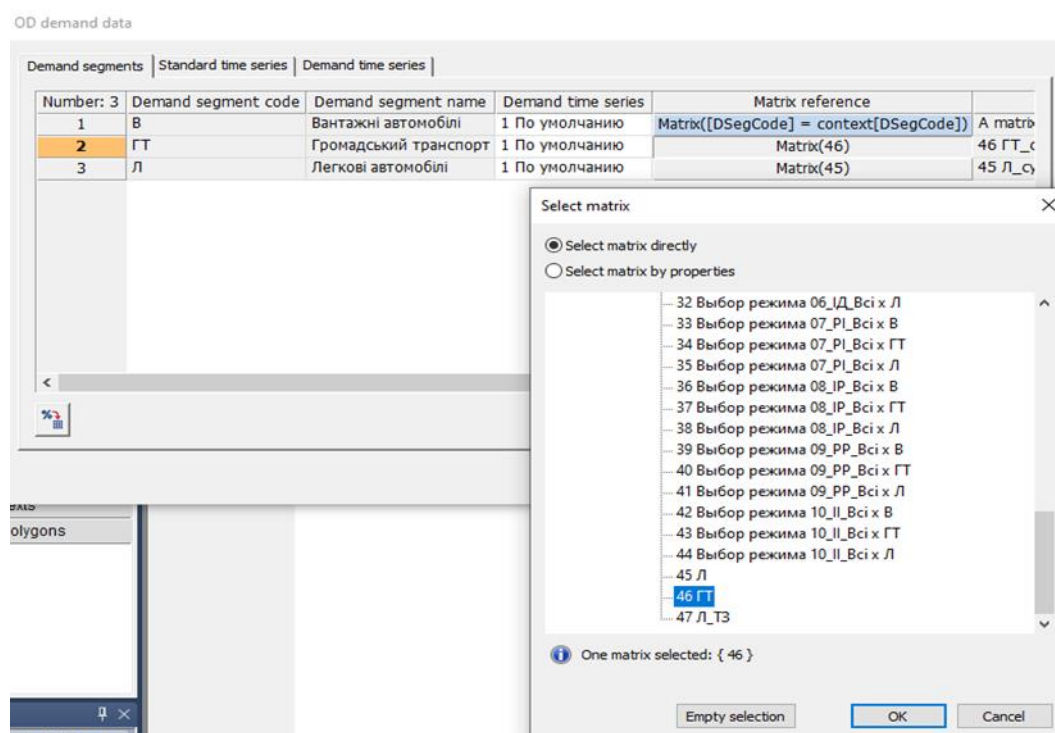


Рис. 59. Присвоєння матриць кореспонденцій до сегментів попиту

6.3.6.1. Перерозподіл ІТ

Перерозподіл кореспонденцій на ІТ здійснюється за допомогою процедури *PrT assignment*, Рис. 60. У Visum передбачено декілька методів перерозподілу транспортних потоків, які відрізняються підходом до врахування завантаження мережі та поведінки користувачів. Вибір методу залежить від мети моделювання та рівня деталізації моделі. Для виконання контрольної роботи оберіть «*Equilibrium assignment Bi-conjugate Frank-Wolfe*». Зайдіть через кнопку *Edit...* в вікно *Parameters: Equilibrium assignment Bi-conjugate Frank-Wolfe* (Рис. 61).

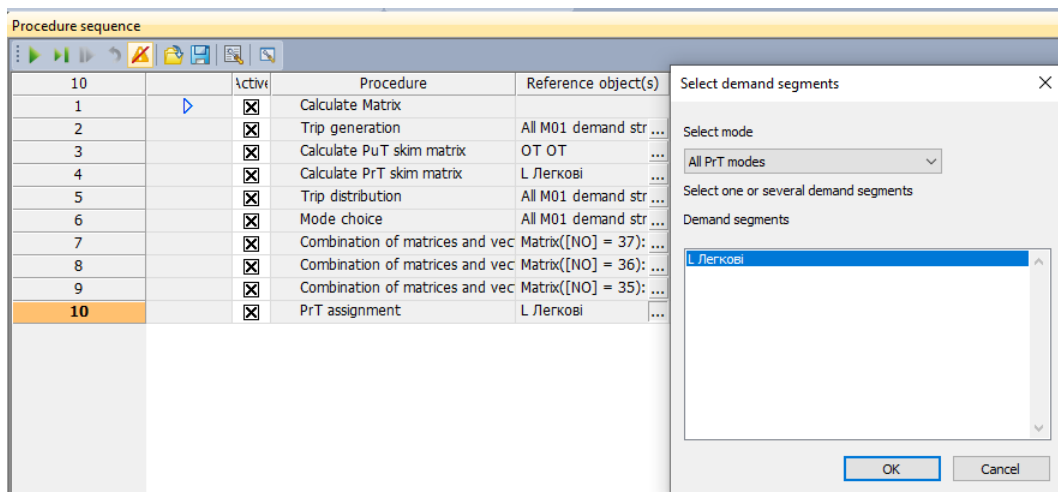


Рис. 60. Вибір сегмента попиту

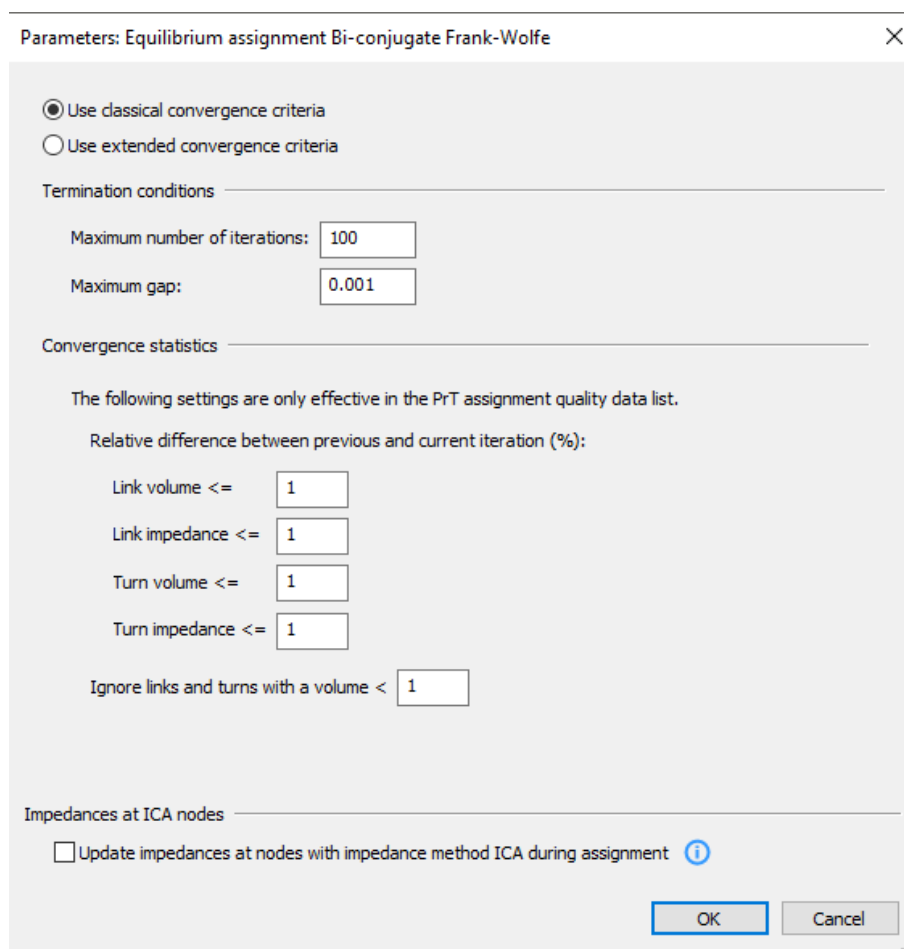


Рис. 61. Параметри процедури перерозподілу
Equilibrium assignment Biconjugate Frank-Wolfe

6.3.6.2. Перерозподіл ГТ

Для перерозподілу сегменту попиту ГТ необхідно додати процедуру *PuT assignment* та обрати сегмент попиту ГТ. В рамках виконання контрольної

роботи необхідно обрати процедуру перерозподілу «*Timetable-based*» (Рис. 62).

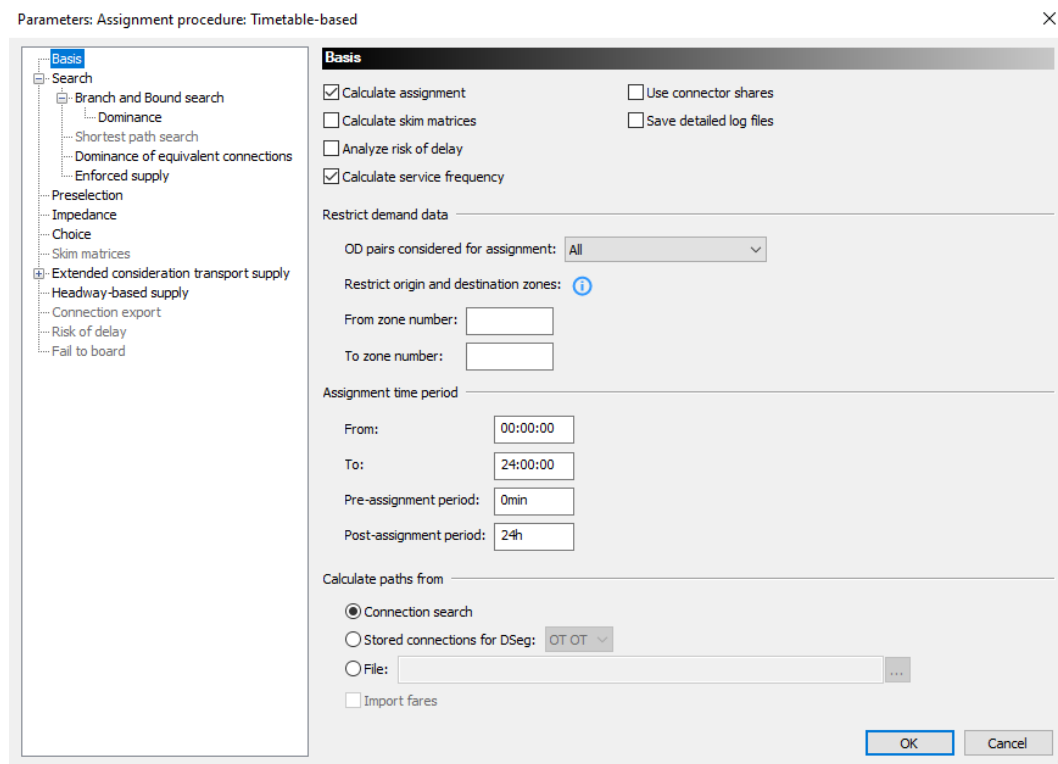


Рис. 62. Параметри процедури перерозподілу «*Timetable-based*»

6.3.7. Зміна часу в дорозі ГТ на відрізках

Для узгодження розкладу ГТ залежно від навантаження і фактичних затримок у мережі, необхідно змінити час у дорозі ГТ на відрізках. Для цього необхідно додати нову процедуру *Set run and dwell times*, зайти у вікно *Set run and dwell times* та активувати «*Update run times*». Для врахування часу простою на зупинці необхідно активувати вкладку «*Update dwell times*» (Рис. 63).

Set run and dwell times

☐ Only active time profile items

☐ Sum up values

Time profile items without vehicle journeys

☒ Set times for all (active) time profile items

☐ For time profile items without vehicle journeys, set run and dwell time =0

☐ Delete time profile items without vehicle journeys, if possible, otherwise set times =0

☒ Update run times

☒ From link run time

☐ From system routes

☐ From link attribute: 1.00 *

☐ From time profile item attribute: 1.00 *

☐ Constant: 0min

Round to: 1 second

☐ Set times only if vehicle combination fits

☐ Consider only active links

☐ Consider (main) turns: 1.00 *

☒ Update dwell times

☒ From stop point time

☐ From stop point attribute: 1.00 *

☐ From time profile item attribute: 1.00 *

☐ Constant: 0min

Round to: 1 second

OK Cancel

Рис. 63. Вставити час для профілів часу руху

6.3.8. Обумовлений зворотний стрибок

Щоб отримати взаємодію між транспортною пропозицією і транспортним попитом, необхідно виконати кілька ітерацій усіх процедур, крім *Trip generation*. Це пов'язано з тим, що після перерозподілу потоків змінюються умови руху на мережі (швидкості, затримки, час поїздки), що, у свою чергу, впливає на вибір маршрутів і структуру попиту. Повторне виконання розрахунків дозволяє поступово узгодити попит із фактичним станом транспортної мережі та досягти стабілізації результатів моделювання. Для цього, за допомогою кнопки *Create* необхідно додати нову процедуру *Go to the procedure* та зайти у вікно «*Parameters: Go to the procedure*». Після цього слід визначити, на яку процедуру буде виконуватися стрибок. У рамках виконання контрольної роботи зворотний стрибок має виконуватись до процедури Розрахунку матриці затрат ІТ Виберіть атрибут відрізка, для якого буде виконуватися скачок (в цьому випадку «*Volume PrT [veh] (AP)*») та

визначте мінімальну кількість стрибків (Рис. 64). Рекомендується встановлювати від 5 до 10 ітерацій для зворотного стрибка.

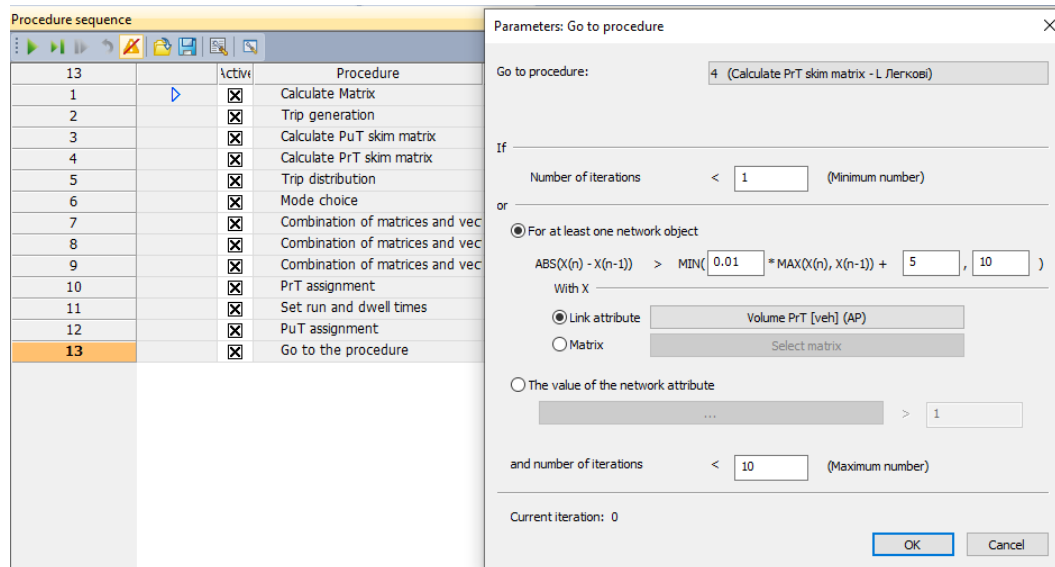


Рис. 64. Обумовлений зворотній стрибок

6.4. Візуалізація результатів моделювання

На відрізках можуть бути візуалізовані будь-які атрибути, наприклад навантаження. Для цього необхідно обрати в головному меню *Graphics – Edit graphic parameters – Links – Bars – Display* і налаштувати необхідні параметри (колір, розмір та тип тексту, товщина ліній тощо) (Рис. 65, Рис. 66).

Для кращого відображення необхідних параметрів інші шари можна відключити. Подібні налаштування можна виконати для інших елементів мережі, які наведені на боковій панелі.

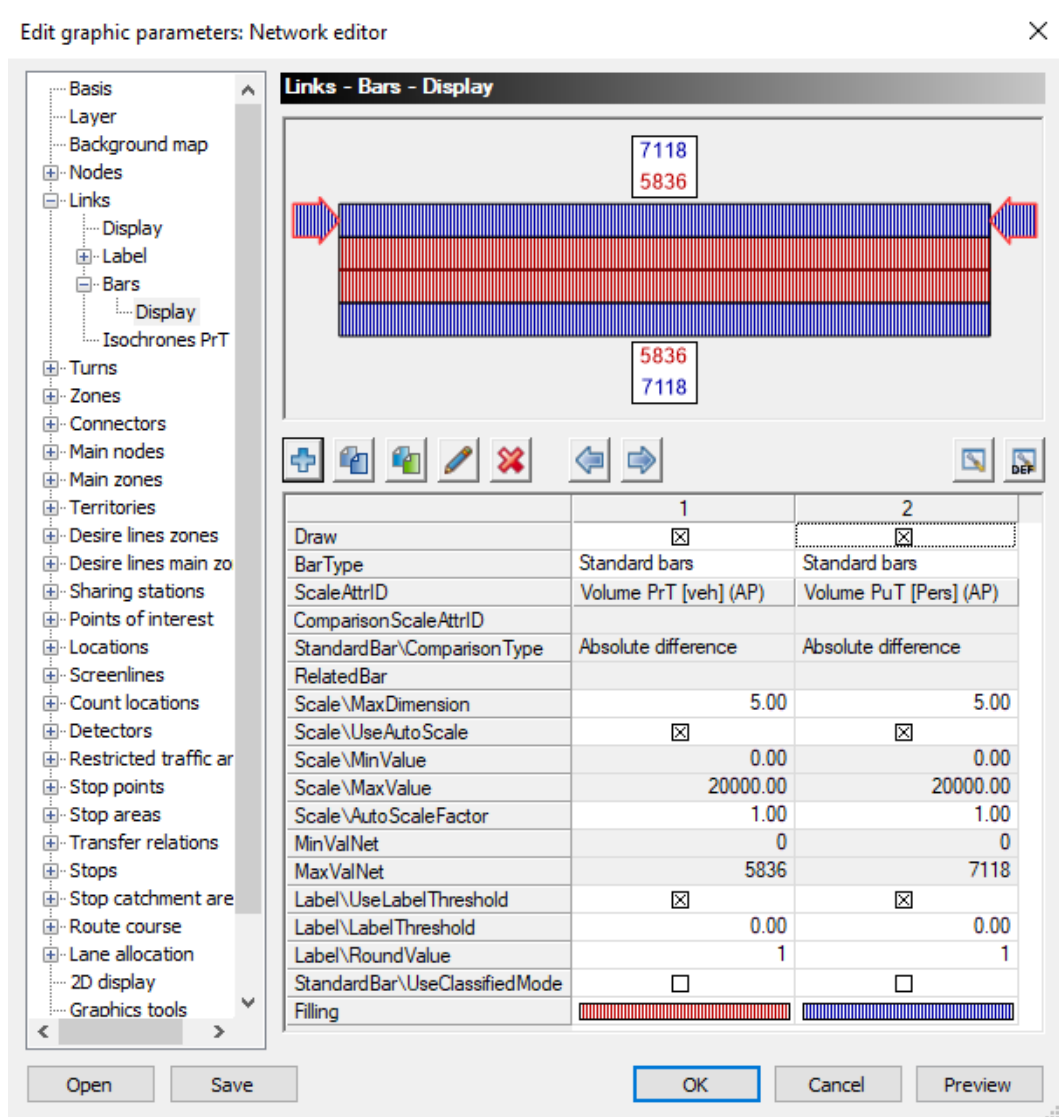


Рис. 65. Графічні параметри

7. ВЕРИФІКАЦІЯ, КАЛІБРУВАННЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ МОДЕЛІ

Після первинного введення вихідних даних, перш ніж перейти до етапу калібрування, необхідно виконати перевірку правильності роботи моделі та коректності введеної інформації. Цей процес називається верифікацією. Від якості введення даних і початкового налаштування моделі істотно залежить не тільки трудомісткість подальшого калібрування та валідації, але й можливість їх коректного виконання в цілому. Метою етапу верифікації є підтвердження того, що модель технічно реалізована правильно та функціонує відповідно до закладеної логіки. На цьому етапі перевіряється:

- відсутність помилок в процесі введення чисельних параметрів;
- коректність базових налаштувань і взаємозв'язків між елементами моделі;
- відповідність структури моделі прийнятим припущенням;
- урахування специфічних факторів, характерних для досліджуваної території.

У частині перевірки помилок введення необхідно впевнитися, що значення таких параметрів, як дозволена швидкість руху, категорії вулично-дорожньої мережі, пропускна здатність відрізків, інтервали руху громадського транспорту та інші характеристики, відповідають зібраним вихідним даним. Також перевіряється зв'язність транспортної мережі, коректність підключення транспортних районів та відсутність логічних помилок у маршрутній мережі громадського транспорту.

Після завершення першого циклу розрахунку попиту на транспорт виконується калібрування транспортної моделі. На початку цього етапу модель має бути повністю верифікована, тобто не містити помилок введення даних, а її початкові параметри мають бути обґрунтованими. Калібрування полягає у налаштуванні параметрів моделі з метою мінімізації розбіжностей між результатами моделювання та даними натурних обстежень.

У процесі калібрування виконується серія обчислювальних експериментів, під час яких змінюються окремі параметри моделі. Метою є досягнення максимально можливого рівня відповідності між розрахунковими значеннями інтенсивностей руху, часу поїздки, пасажиропотоків та фактичними даними спостережень. В результаті обчислюються значення стандартного набору показників, що характеризують точність моделі. Основні

параметри, які використовуються при калібрування ТМ, представлені в табл. 6 [16].

Таблиця 6

Об'єкти калібрування транспортної моделі

Елемент ТМ	Параметр калібрування	Локаль ний	Глобаль ний
Транспортна пропозиція	- Типи відрізків: - ранг (головна, другорядна дорога, вулиця); - пропускна здатність; - кількість смуг руху (із врахуванням запаркованих автомобілів на відрізках); - дозволені швидкості; - дозволені системи транспорту.	X	
	- Відрізки: - № типу; - перевірка $V_{\text{акт}}$ і $t_{\text{акт}}$. - функції CR (<i>Capacity restraint</i>) для типів відрізків.	X	
	Використання CR–функцій для обліку завантаженості на відрізках.		X
	- Вузли і організація руху: - геометрія; - тип регулювання; - пропускна здатність і t_0 ІТ (затримка на вузлі); - головні потоки; - параметри поворотів (№ типу, набір систем транспорту, t_0 ІТ).	X	
	Стандарти поворотів (затримка і пропускна здатність ІТ).	X	
	CR–функції для типів поворотів, вузлів (в залежності від складності маневру) дозволяють враховувати рівень навантаження на кожному геометричному напрямку.		X
	- Транспортна мережа: - альтернативні шляхи.		X
	- Обмеження: - враховується дальність поїздки, вартість і т.д. - перевірка функцій та атрибутів.		X
	- Коефіцієнт приведення: - для систем транспорту ІТ та ГТ.		X

Сполучення	• Місцеположення примикань: - сполучення ІТ – до дворових виїздів і місць стоянки ІТ всередині району; - сполучення ГТ – до вузлів доступу зон зупинок ГТ всередині району і за його межами.	X	
	• Дозволені системи транспорту: - врахування генерування/поглинання пасажиропотоку, який виконує переміщення на певних видах рухомого складу. Наприклад, дозволити рух вантажівок на сполученнях біля магазинів, складів і заборонити (або збільшити час) на сполученнях до звичайних дворових виїздів.	X	
	• Час руху на сполученнях для кожної системи транспорту.		X
	• доля ІТ та ГТ на кожному сполученні (при розподілі долями) - враховуються конкретні долі від загального об'єму кореспонденцій на кожному сполученні в районі.	X	
Матриці	• Матриці затрат (елементи головних діагоналей) - чим менші райони, тим більші повинні бути затрати по діагоналі (затрати на переміщення всередині району).		X
	• Матриці кореспонденцій (перевірка): - ModalSplit – розподіл транспортних потоків за видами транспорту; - рухомість населення - рівень автомобілізації (кількість автомобілів на 1000 чол.).		X
	• Заповнення транспортних засобів (середня кількість чол. при поїзді в ТЗ) для сегментів ІТ. - при переході від матриць кореспонденцій ІТ сегментів попиту (пасажирів) до матриць кореспонденцій ІТ сегментів попиту (транспортних засобів) використовується коефіцієнт заповнюваності ІТ.		X
	• Комбінація матриць для години «пік» – коригування коефіцієнтів переходу від добових показників.		X
Функції оцінки	• Дальність поїздок		X
	• Тривалість поїздок		X
	• Пропорції між ІТ та ГТ		X
	• Вибір затрат (часові, відстані, грошові, швидкісні).		X

Функції оцінки	Комбінація затрат: наприклад, для ГТ – час в дорозі і грошові затрати.		X
	- Параметри функції оцінки: - визначення поведінки людей при виборі цілі і виду транспорту. Калібрування розподілу дальності/часу в дорозі по видах транспорту.		X
	- Параметри пошуку шляху: - Розрахунок найкоротших шляхів і затрат на них.		X
Модель утворення транспортного руху	- Ступені утворення і тяжіння - зміна ступенів дозволяє зменшувати / збільшувати загальну кількість генеруючого пасажиропотоку по шарам попиту.		X
	- Розрахунок транспортного руху кордонних районів: - налаштування розрахунку; - коригування долі транзиту; - уточнення обсягів вхідного і вихідного потоків; - зміна (уточнення) даних статистики взаємодії по районах; - налаштування функцій оцінки.		X
Процедури	- Кількість ітерацій: - для отримання збіжності між попитом і пропозицією необхідно виконувати декілька ітерацій при розрахунку, кількість яких вибирається експертно на етапі первинних розрахунків.		X

Після завершення калібрування моделі необхідно виконати її валідацію. Валідація моделі – це порівняння даних, які були отримані в результаті моделювання з даними натурних обстежень. Метою етапу валідації моделі є визначення того факту, що модель придатна для проведення експериментального аналізу об'єкта дослідження.

Оскільки під час виконання контрольної роботи натурні обстеження не проводяться, то її калібрування та валідація не виконується, а цей етап роботи обмежується лише верифікацією моделі.

8. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ

Під час розрахунку ТМ можна отримати ряд транспортно-експлуатаційних показників для аналізу ефективності роботи вулично-дорожньої мережі міста, які, в свою чергу, служать об'єктивним критерієм оцінки при ухваленні рішення щодо доцільності та ефективності проекту. Visum дає змогу отримувати основні транспортно-експлуатаційні показники окремо для індивідуального та громадського транспорту. Для цього виберіть у головному меню *Lists – Statistics – PrT assignment quality data* та оберіть необхідні показники в якості атрибутів (Рис. 67).

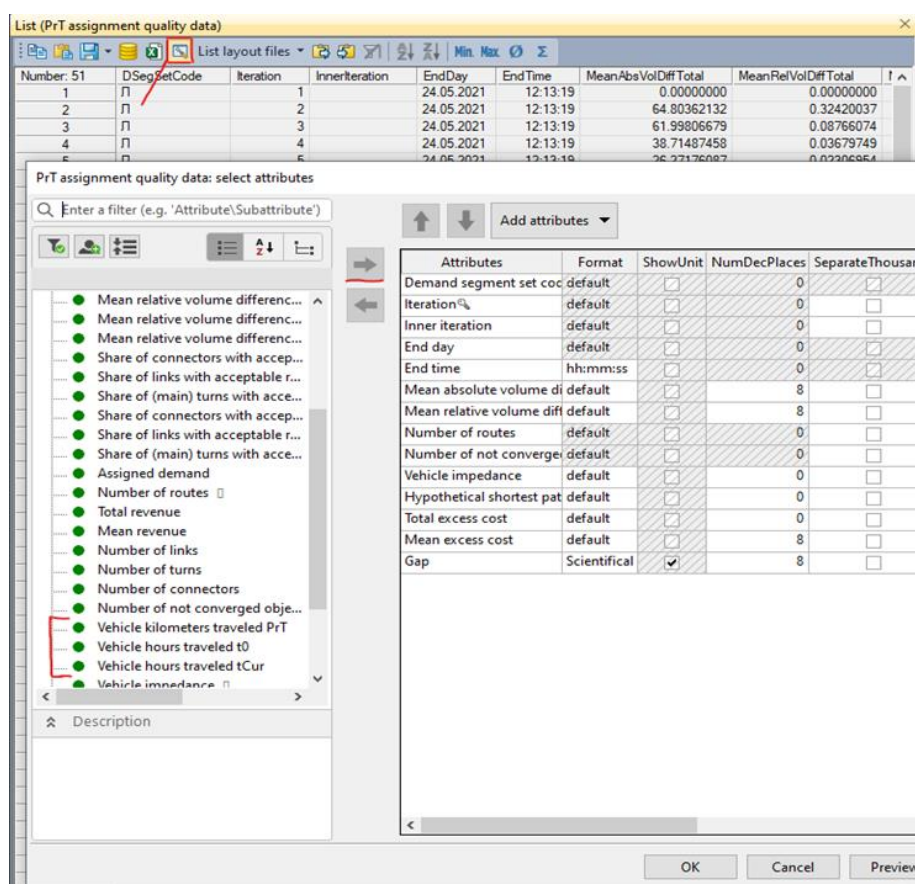


Рис. 67. Вибір атрибутів для визначення показників для ІТ

У рамках виконання контрольної роботи необхідно визначити такі транспортно-експлуатаційні показники ІТ:

- сумарний час реалізації кореспонденцій (вільна мережа), год
- сумарний час реалізації кореспонденцій (завантажена мережа), год
- сумарний добовий пробіг, км.

Варто зауважити, що результати моделюванні ІТ необхідно брати за результатами перерозподілу останньої заданої (згідно з п. 7.3.6.1) ітерації.

Для визначення основних транспортно-експлуатаційних показників проекту для ГТ необхідно вибрати в головному меню *Lists – Statistics – PuT assignment statistics* та оберіть необхідні транспортно-експлуатаційні показники в якості атрибутів (Рис. 68).

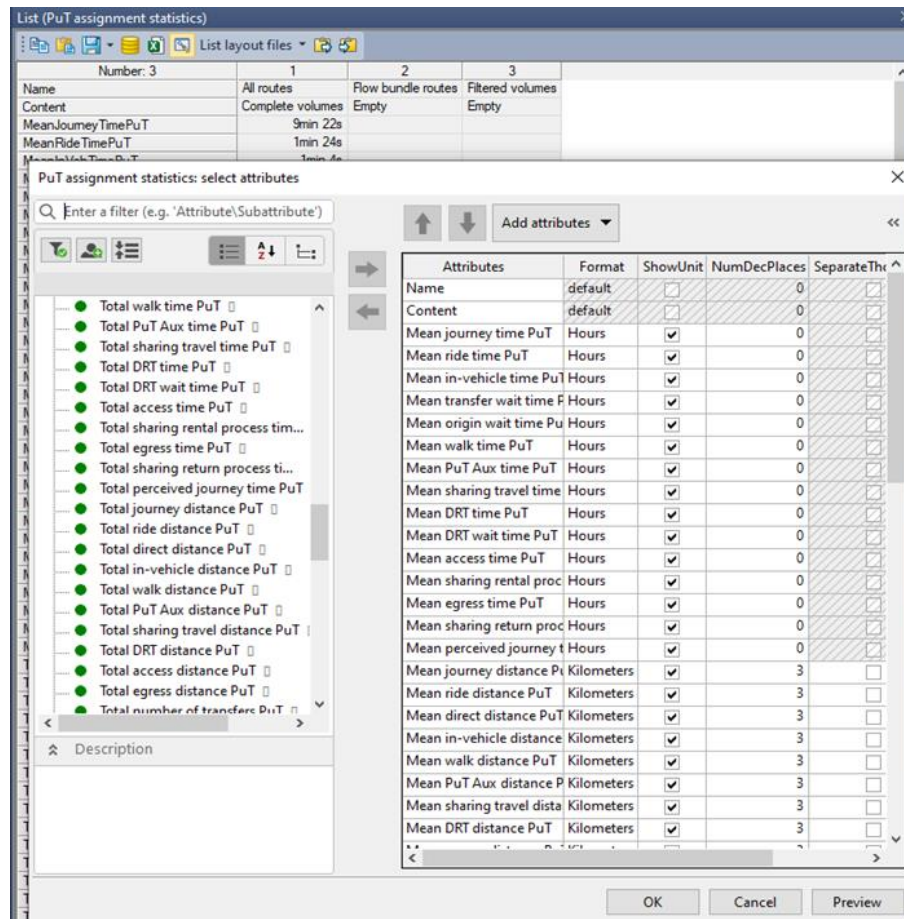


Рис. 68. Вибір атрибутів для визначення результатів роботи ГТ

У рамках виконання контрольної роботи необхідно визначити такі транспортно-експлуатаційні показники ГТ:

- середній час поїздки на ГТ, хв;
- середня частота пересадок;
- загальний час поїздок, год;
- загальна довжина поїздок, км.

При цьому для ГТ також необхідно визначити пасажиропотік та пасажирську роботу, яку виконує кожний із маршрутів ГТ. Для цього необхідно вибрати в головному меню *Lists – PuT supply – Lines – Lines* та

оберати атрибути *Passangers kilometers (AP)* і *Passanger trips unlinked (AP)* (Рис. 69).

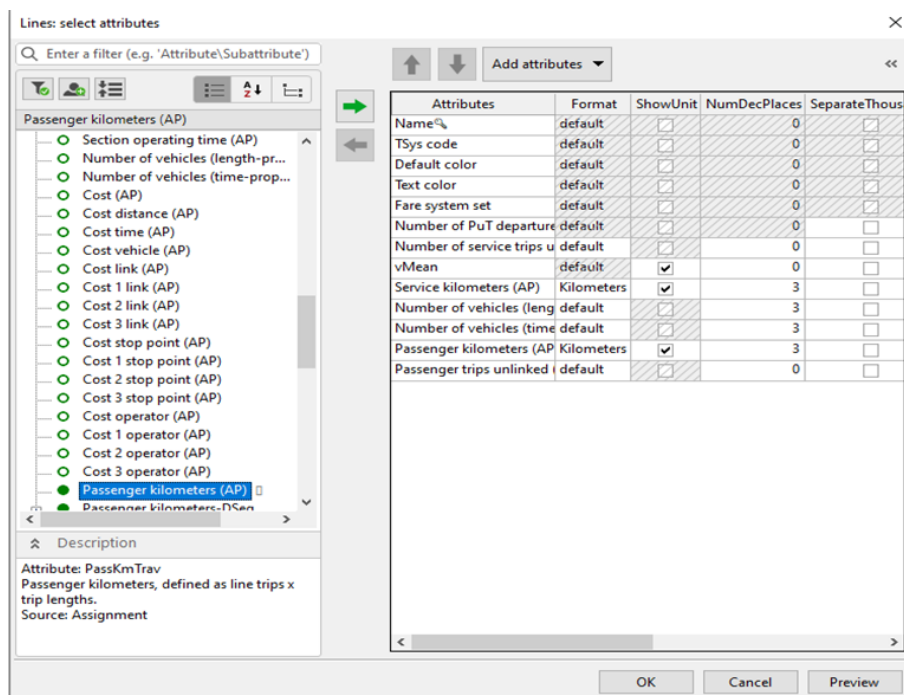


Рис. 69. Вибір атрибутів для маршрутів ГТ

Рекомендується записувати результати моделювання у табличному вигляді.

9. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТНИХ СЦЕНАРІЇВ

Після формування, верифікації та калібрування транспортної моделі існуючого стану наступним етапом є її використання як інструменту прогнозування та оцінки можливих змін у функціонуванні транспортної системи. Однією з ключових переваг транспортного макромодельовання є можливість аналізу альтернативних варіантів розвитку транспортної інфраструктури та організації руху на основі сценарного підходу «що буде, якщо...».

Проектні сценарії дають змогу оцінити наслідки змін у транспортній пропозиції або транспортному попиті ще до їх практичної реалізації. До таких змін можуть належати введення в експлуатацію нових ділянок вулично-дорожньої мережі, зміна геометричних або експлуатаційних параметрів існуючих вулиць, коригування маршрутної мережі громадського транспорту, зміна характеристик транспортної поведінки населення або трансформація функціонально-планувальної структури території.

У процесі підготовки транспортного прогнозу базова модель існуючого стану використовується як вихідна основа, до якої вносяться зміни, що характеризують відповідний проєктний сценарій. Після цього виконується повторний розрахунок попиту та перерозподілу транспортних потоків, що дозволяє отримати кількісну оцінку впливу запропонованих рішень на основні транспортно-експлуатаційні показники роботи мережі.

Оцінка ефективності проєктних сценаріїв здійснюється шляхом порівняння результатів моделювання прогнозного варіанта з базовим сценарієм існуючого стану. Такий підхід дає змогу визначити зміни інтенсивності руху, рівня завантаження елементів мережі, умов руху та загальної ефективності функціонування транспортної системи, а також обґрунтувати доцільність запропонованих проєктних рішень.

9.1. Визначення проєктних сценаріїв

Під час виконання контрольної роботи здійснюється розрахунок не менше двох проєктних сценаріїв:

- 1) задається індивідуально у відповідності із завданням;
- 2) визначається студентом на основі результатів моделювання базового сценарію.

Візуалізацію результатів моделювання проєктних сценаріїв виконувати аналогічно базовому (згідно з п.7.7). Запропоновані зміни необхідно відобразити у матеріалах пояснювальної записки.

Для наочної візуалізації результатів моделювання проєктних сценаріїв порівняно з базовою версією моделі Visum дає змогу здійснювати їх порівняння. Для цього необхідно відкрити в головному меню *File – Compare and transfer networks – Version comparisons – Add – Version file* та вибрати файл версії для порівняння (Рис. 70).

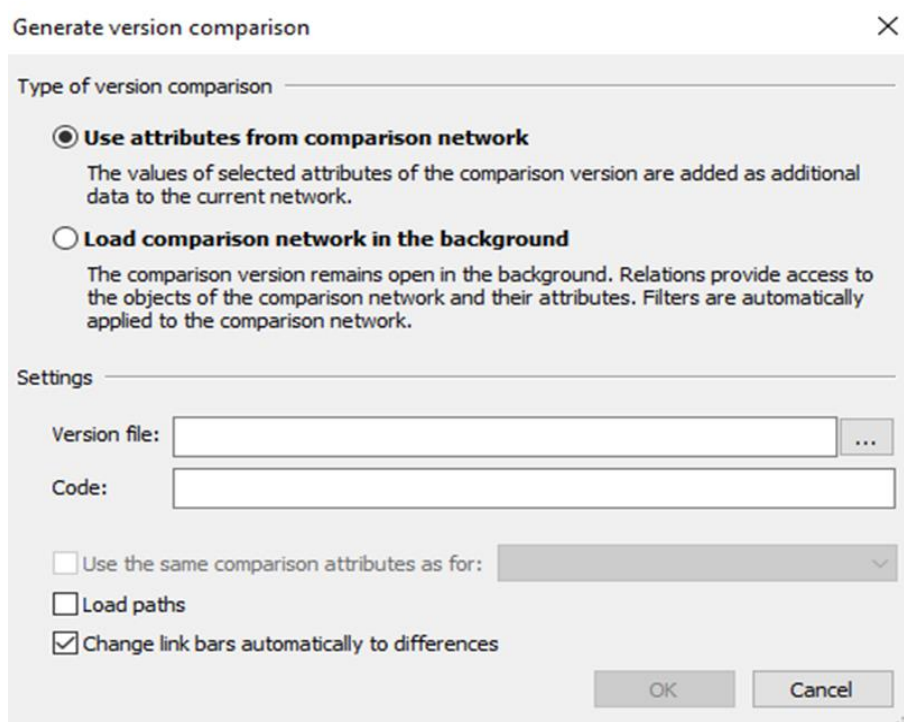


Рис. 70. Створення порівняння версій

У результаті порівняння базової та проєктної моделей можна наочно продемонструвати різницю кількісних значень будь-яких атрибутів для будь-яких елементів мережі. Для цього необхідно обрати в головному меню (*Graphics – Edit graphic parameters*) відповідний елемент мережі та атрибут для порівняння. Приклад візуалізації різниці інтенсивності руху транспорту у базовій та проєктній моделях наведено на Рис. 71.

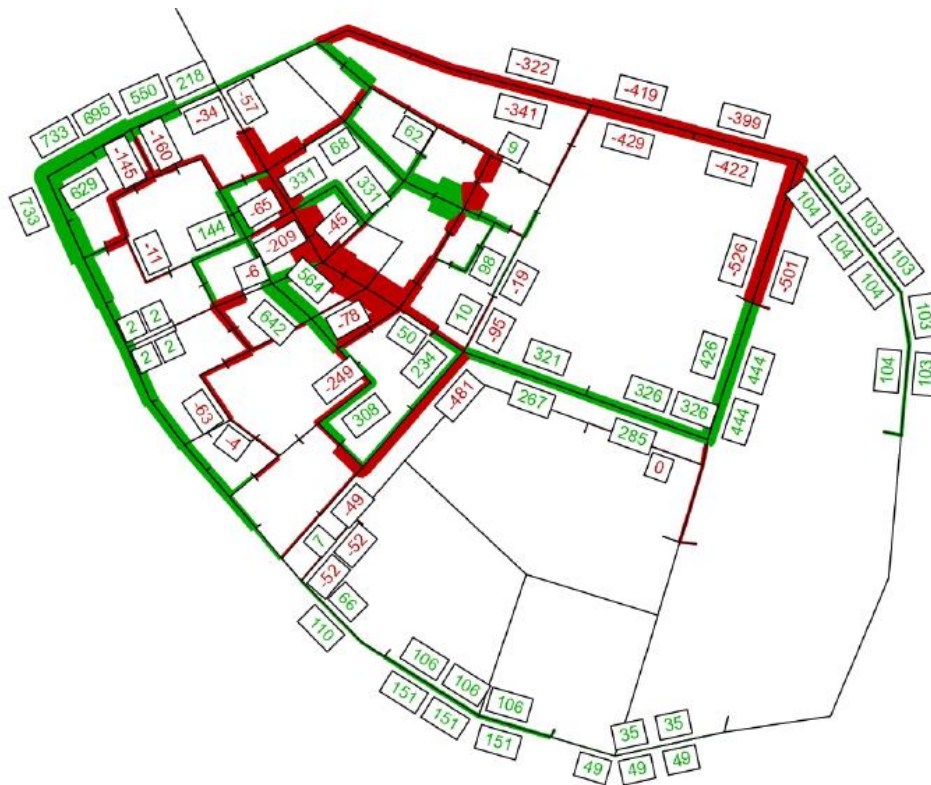


Рис. 71. Візуалізація змін

9.2. Оцінка ефективності проєктних сценаріїв

На основі результатів моделювання виконується порівняльний аналіз базового та проєктних сценаріїв з метою визначення впливу запропонованих змін на функціонування транспортної системи. Оцінка ефективності здійснюється шляхом зіставлення основних транспортно-експлуатаційних показників, отриманих у результаті розрахунків для кожного сценарію.

Для забезпечення наочності та можливості подальшого аналізу результати моделювання рекомендується представляти у табличній формі з відображенням значень показників для базового та проєктних варіантів, а також їх відносної або абсолютної зміни. Основні транспортно-експлуатаційні показники, які слід використовувати для оцінки проєктних сценаріїв, наведено у п.8. За результатами аналізу виконується порівняння отриманих показників та визначається сценарій, який забезпечує найбільш ефективне функціонування транспортної мережі з урахуванням поставлених у завданні цілей. На основі проведених розрахунків формується обґрунтований висновок щодо доцільності реалізації запропонованих проєктних рішень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій [Чинний з 2019.10.01].. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 185 с.
2. Osetrin, M., Tarasiuk, V., Besspalov, D., Dorosh, M., Ivanets, L. (2025). Assessment of the Impact of Motorization on the Efficiency of the Urban Road Network: Case Study of Kyiv. In: Slavinska, O., Danchuk, V., Kunytska, O., Hulchak, O. (eds), Intelligent Transport Systems: Ecology, Safety, Quality, Comfort. ITSESQC 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1336, pp 71-80. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87379-9_7.
3. Гайко, Г. І., Савченко, І. О., Тарасюк, В. П., & Беспалов, Д. О. (2025). Автомобільні тунелі як фактор кліматичної нейтральності великого міста. //Наука та прогрес транспорту, (4(112)), 166–180. – Режим доступу:<https://doi.org/10.15802/stp2025/345002>.
4. Besspalov, D., Tarasiuk, V., Osetrin, M., Dorosh, M., & Pryimachenko, O. (2024). An analysis of the transport impact of finish building on-ramps and off-ramps from the Dnipro embankment to the Darnytskyi Bridge in Kyiv. Architectural Studies, 10(2), 172-190. doi: 10.56318/as/2.2024.172.
5. PTV VISUM User Manual: VISUM 18. Fundamentals. PTV AG – Karlsruhe – 2017.
6. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. [Чинний з 2018-09-01] – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 61 с.
7. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [Чинний з 01.04.2016]. – Київ: Мінрегіон України, 2015. – 113с.
8. Осетрін М.М. Особливості етапу перерозподілу транспортного попиту при розрахунку чотирьохступеневої транспортної моделі міста / М.М. Осетрін, Д.О. Беспалов, М.І. Дорош //Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2015. – Вип. 58. – с. 330-338.
9. Lohse, D. Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2: Verkehrsplanung, 2. Aufgabe, Berlin, Verlag für Bauwesen GmbH, 1997.

10. Ortuzar, J. D. and L.G. Willumsen. Modeling Transport. Third Edition, Wiley (2001) Ortuzar, J. D. and L.G. Willumsen. Modeling Transport. Fourth edition/ J.D. Ortuzar.- Wiley, 2011.-606.
11. Quick Response Freight Manual, Final Report/ U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. -Cambridge Systematics, 2007.
12. Тарасюк В.П. Принципи і методи оцінки впливу енерговитрат транспортного потоку при обґрунтуванні вибору інженерно-планувального рішення транспортно-планувальних вузлів (на прикладі м. Києва): дис. канд. техн. наук: спец. 05.23.20 «Містобудування, та територіальне планування» / Тарасюк В.П. – Київ, 2018. – 150 с.
13. Беспалов Д.О., Дорош М.І., Новицький Д.Б. Калібрування транспортної моделі // Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник – Київ: ЦП «Компринт», 2017 – Вип.1 (17). – 176с. – с. 46 – 61.

ПРИКЛАД ЗАВДАННЯ

Варіант №1

на виконання контрольної роботи з дисципліни «Транспортне
макромодельювання»

№ пор.	Перелік основних даних та вимог	Основні дані та вимоги
1	Область моделювання	 Рис. 1 - План-схема Генерального плану міста Масштабування області моделювання виконувати виходячи з умови, що відстань між сусідніми магістральними вулицями становить 1000м.
2	Перелік документів, які використовуються в роботі	Генеральний план міста, Комплексна схема транспорту міста, Закон України «Про дорожній рух», ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», ДБН В.2.3-5-2018 «Вулиці та дороги населених пунктів»

3	Основні завдання роботи	- Розробка транспортної моделі міста існуючого (до проєктного стану) у відповідності із індивідуальним завданням. - Розрахунок проєктних сценаріїв (2 шт.) щодо змін у відповідності із завданням. - Оцінка ефективності запропонованих рішень на основі результатів транспортного макромодельовання: - для індивідуального транспорту враховуються сумарні та середні показники пробігу та часу реалізації кореспонденцій; - для громадського транспорту: загальна кількість перевезених пасажирів, сумарний показник пасажирокілометрів роботи громадського транспорту та середній час реалізації кореспонденцій.
4	Вимоги до оформлення звітних матеріалів	Звітні матеріали повинні включати: - пояснювальну записку, в тому числі: - титульний аркуш; - зміст; - завдання на контрольну роботу; - поетапно описані та підкріплені відповідними графічними матеріалами основні етапи розробки транспортної моделі міста для базового сценарію; - опис проєктних сценаріїв та змін, які вносяться у модель базового сценарію; - оцінка ефективності проєктних сценаріїв на основі результатів макромодельовання; - висновок; - список використаних джерел. - файл-версію транспортної моделі міста існуючого (до проєктного стану) та 2 проєктних сценаріїв у форматі збереження даних PTV Visum. Звітні матеріали здаються в паперовому та електронному вигляді. В електронній версії звітних матеріалів файли необхідно називати наступним чином: - для пояснювальної записки: <i>дата_Прізвище виконавця</i> - для файлів транспортної моделі міста: <i>дата_Транспортна модель міста_Прізвище виконавця_базова модель(проєктний сценарій 1; проєктний сценарій 2).</i> Паперова версія звітних матеріалів включає пояснювальну записку. Електронна версія звітних матеріалів включає: - пояснювальна записка (*.doc або *.docx); - три файл-версії транспортної моделі у форматі збереження даних PTV Visum.

Таблиця Д.1

Соціально - економічна статистика

Населення	121 000
Працездатне населення	52 100
Робочі місця	55 500
Робочі місця в сфері послуг	8 100
Місця в ВНЗ	9 500
Студенти	9 700
Місця в школах	19 900
Учні	20 000

Таблиця Д.2

Розклад руху громадського транспорту

№маршруту	Час початку руху	Час закінчення руху	Інтервал
Маршрут №1	06:00	23:00	20хв
Маршрут №2	05:30	23:30	10хв
Маршрут №3	08:00	20:00	15хв.

Розподіл кореспонденцій за режимом переміщень: $K_{IT}=0,56$, $K_{IT}=0,44$

Тип функції оцінки при виборі режиму переміщень: Комбинир, $b=2$, $c=-0,2$

Рівень заповненості індивідуального транспорту 1,27

Проектні параметри для прогнозних сценаріїв:

- зміна функціонального призначення однієї з вулиць на «пішохідну»;
- визначається студентом на основі результатів моделювання базового сценарію.

Навчально-методичне видання

ТРАНСПОРТНЕ МАКРОМОДЕЛЮВАННЯ

Методичні вказівки

до виконання практичних занять та контрольної роботи
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньо-професійною та освітньо-науковою
програмою «Міське будівництво і господарство»

Укладачі: **ОСЕТРІН** Микола Миколайович,
ТАРАСЮК Володимир Петрович,
БЕСПАЛОВ Дмитро Олександрович

Випусковий редактор *Ю.М. Долгополова*
Комп'ютерне верстання *Ю.М. Долгополової*

Ум. друк. арк. 5,11. Обл.-вид. арк. 5,5
Електронний документ. Вид № 50/V-26.

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідectво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002