

О.Я.Петренко

**Створення та
аналіз
мережевих
даних засобами
ArcGIS**



Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ

О.Я. Петренко

**Створення та аналіз
мережевих даних
засобами
ArcGIS**

Навчальний посібник

Київ 2018

БКК 32.97
УДК 631.1301

Петренко О.Я. Створення та аналіз мережевих даних засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К. ІПДО, 2018. – 96 с.

Анотація

Навчальний посібник розкриває можливості універсальної географічної інформаційної системи ArcGIS для створення та аналізу мережевих даних.

Навчальний посібник розроблено на кафедрі інформатики та обчислювальної техніки Інституту післядипломної освіти Національного університету харчових технологій.

Призначено для широкого кола науковців, аспірантів, викладачів, науково-технічних працівників, професійна діяльність яких пов'язана з аналізом і візуалізацією географічних даних.

Автор: О.Я. Петренко, кандидат технічних наук, доцент

Редактор: Н.Я.КОСТИНА

© О.Я. Петренко, кандидат технічних наук, доцент

© ІПДО НУХТ, 2018

Зміст

Зміст	4
В С Т У П	6
1. Створення набору мережевих даних	8
2. Створення мультимодального набору мережевих даних.....	21
2.1. Запуск майстра створення набору мережевих даних ...	21
2.2. Найменування мережі і вибір вихідних класів просторових об'єктів.....	23
2.3. Налаштування підключення і правил висот.....	24
2.4. Видалення атрибута	27
2.5. Перевірка і створення атрибутів мережі	27
2.6. Налаштування оцінки метрів	29
2.7. Налаштування оціночних функцій DriveTime, Oneway і DrivingAVehicle.....	31
2.8. Налаштування оцінки PedestrianTime	37
2.9. Налаштування режимів пересування.....	39
2.10. Налаштування подорожнього листа.....	41
2.11. Створення та побудова набору мережевих даних	44
3. Пошук оптимального маршруту з використанням набору мережевих даних.....	45
3.1. Підготовка відображення	45
3.2. Створення шару аналізу маршруту	47
3.3. Додавання зупинки	48
3.4. Установка параметрів для аналізу	50
3.5. Обчислення кращого маршруту.....	52
3.6. Додавання бар'єру.....	54
3.7. Збереження маршруту	55
4. Пошук найближчої пожежної частини	56
4.1. Підготовка відображення	56
4.2. Створення шару найближчого пункту обслуговування .	57
4.3. Додавання пунктів обслуговування	58
4.4. Додавання інцидента.....	60
4.5. Установка параметрів для аналізу	62
4.6. Ідентифікація найближчого пункту обслуговування	64
5. Створення моделі для аналізу маршруту	65

5.1. Підготовка відображення	65
5.2. Створення моделі	66
5.3. Створення шару маршруту в моделі	67
5.4. Додавання зупинок в шар маршруту	69
5.5. Додавання інструменту Розрахунок	71
5.6. Запуск моделі для пошуку найбільш оптимального маршруту.....	73
5.7. Налаштування моделі для збереження результатів на диск.....	74
5.8. Видалення моделі	76
6. Виконання мережевого аналізу з використанням атрибутів обмеження	77
6.1. Додавання Network Analyst елементів управління в ArcMap.....	77
6.2. Перегляд параметра Використання обмежень у властивостях набору мережевих даних.....	78
6.3. Перегляд параметра Використання обмежень у властивостях шару мережевого аналізу	82
6.4. Рішення аналізу маршруту.....	84
6.5. Заборона платних доріг.....	86
6.6. Уникнення платних доріг	89
6.7. Перевага доріг, виділених для руху вантажівок	91
Література	95

ВСТУП

Технічні, економічні і природні структури можуть бути подані у вигляді мереж: залізнична мережа, мережі автомобільних доріг або вулиць, інженерні трубопроводні або кабельні мережі, гідрографічна мережа та ін. Для моделювання мереж у середовищі ГІС розроблена спеціальна структура мережних даних, а також різні методи мережного аналізу. На основі моделі мережі і мережного аналізу можна створювати різні прикладні ГІС, наприклад:

- для складання розкладу пасажирських і вантажних перевезень залізницею;
- для технічного обслуговування електромереж і трубопроводів, пошуку причин несправності і планування ремонту;
- для екологічного моніторингу поверхневих вод, пошуку джерела забруднення;
- для оптимізації маршрутів руху міського транспорту;
- для пошуку оптимального маршруту.

Модель географічної мережі в базі даних ГІС складається з двох взаємозалежних блоків — геометричної мережі і логічної мережі.

Геометрична мережа є набором просторових об'єктів, що моделюють ребра мережі і з'єднання мережі. Ребро завжди сполучене з двома з'єднаннями; з'єднання може бути сполучене з будь-якою кількістю ребер. Просторові об'єкти, що виконують роль ребер (лінія, полілінія, крива), можуть перетинатися у двовимірному просторі без утворення з'єднання. Ребра і з'єднання можуть бути простими і складними. Мережні об'єкти мають спеціалізоване поводження, яке підтримує зв'язаність геометричної мережі й автоматично оновлює елементи логічної мережі.

Логічна мережа являє собою набір таблиць, у яких зберігається інформація про зв'язаність мережі, а так само про атрибути ребер і з'єднань (таблиці ребер, таблиці з'єднань, таблиці зв'язаності). Геометрична мережа завжди сполучена з логічною. Правила зв'язаності мережі визначають і обмежують властивості конкретних елементів мережі (наприклад, визначається обов'язкова наявність перехідників і перемикачів на ділянках приєднання електричних кабелів з різним перетином; наявність трансформаторів на з'єднаннях ділянок електромережі з різною напругою; наявність вентилів на

відводах від магістрального водопроводу та ін.). Атрибутами ребер мережі можуть бути діаметр трубопроводу або перетин кабелю; робочий тиск або напруга, кількість смуг руху і пропускна здатність машин у годину; напрямок руху. Для з'єднань задаються пропускна здатність для кожного приєднаного ребра, коефіцієнти перетворення тиску або напруги, напрямок пропуску, заборона або дозвіл пропуску у визначеному напрямку та інші характеристики.

Методи мережного аналізу поділяються на ряд категорій, обумовлених функціональним контекстом мережі, серед яких найбільш розробленим є аналіз інженерних комунікацій і аналіз транспортних мереж. У транспортній мережі аналізовані об'єкти (автомобілі з водіями) мають власний інтелект і можуть змінювати напрямок руху; вода в трубопроводі тектиме в заданому напрямку, визначеному напрямком труб, роботою насосів і станом розподільних пристроїв. Визначення напрямку потоку і його характеристик є основою аналізу мереж інженерних комунікацій.

Для мережного аналізу в ArcGIS розроблено ряд спеціальних алгоритмів, користувач має можливість створювати власні алгоритми на основі набору функцій мережного аналізу. Перед початком аналізу користувач повинен провести підготовку мережі — установити початкові і кінцеві точки для розрахунку напрямку потоку (руху); установити стан перемикачів, що забороняють рух у визначеному напрямку; встановити проміжні пункти руху на ребрах або з'єднаннях.

Кожен з розділів навчального посібника викладено стисло, але з широким використанням ілюстративного матеріалу, що значно полегшує сприйняття читачами.

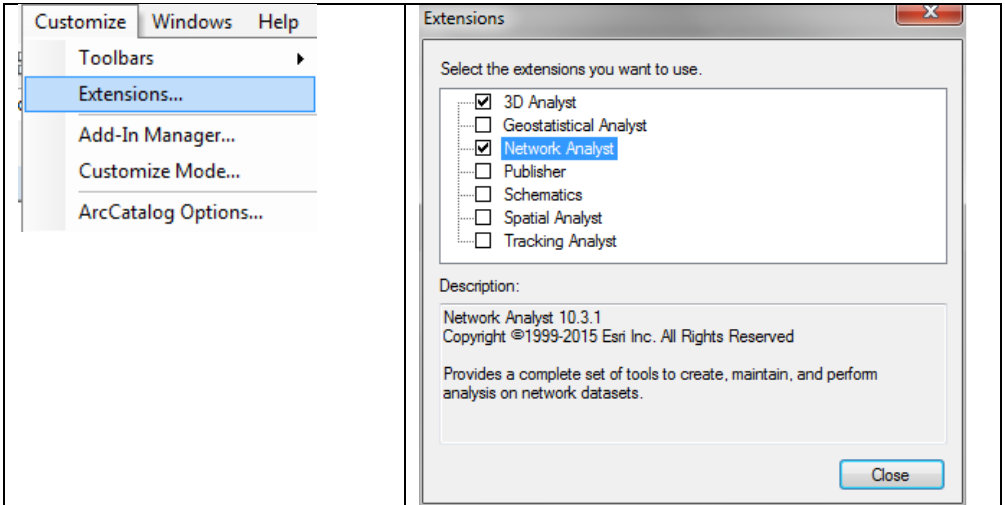
Навчальний посібник повинен стати у нагоді як в післядипломній освіті спеціалістів, так і в повсякденній роботі вчених, інженерів і практиків, що цікавляться проблемами аналізу просторових даних (геологів, географів, ґрунтознавців, біологів, соціологів).

Успішне засвоєння цього курсу надає слухачам можливість оволодіти засадами комп'ютерної технології управління мережевими даними, а також формує у них алгоритмічне та інформаційне мислення, впевненість у власних можливостях і спроможність самостійно поглиблювати та вдосконалювати отриману підготовку.

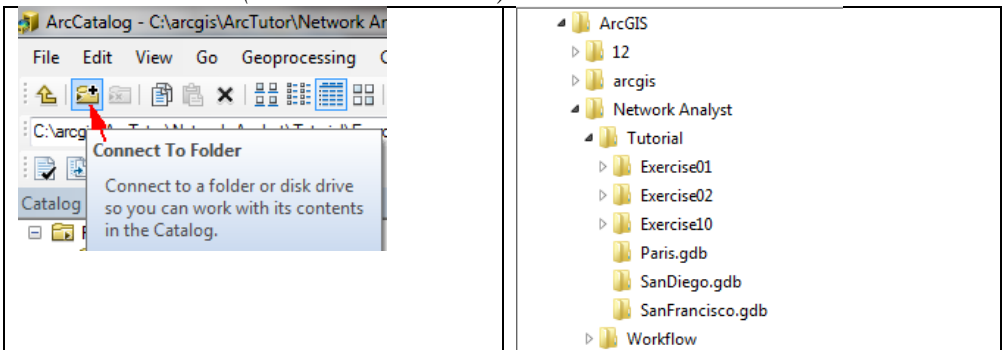
1. Створення набору мережевих даних

Запустіть ArcCatalog.

Активуйте додатковий модуль ArcGIS Network Analyst. Для цього Клацніть *Налаштування (Customize)* > *Додаткові модулі (Extensions)*. Відкриється діалогове вікно *Додаткові модулі (Extensions)*.

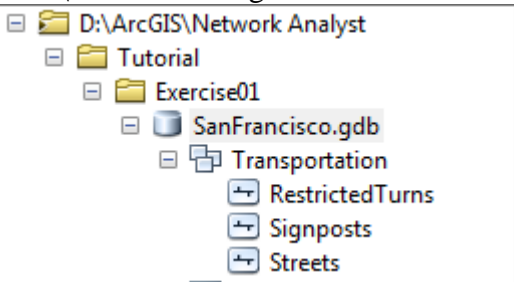


Відмітьте *Network Analyst*. Клацніть на кнопці *Закрити (Close)*. На панелі інструментів *Стандартні* натисніть кнопку *Підключитися до теки (Connect To Folder)*.



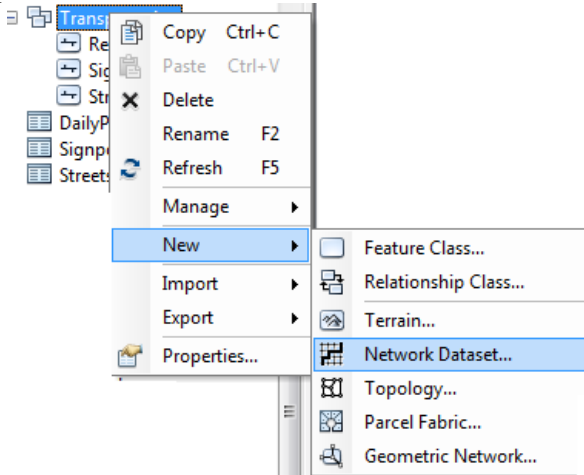
Відкриється діалогове вікно *Connect To Folder*. Вкажіть місце розташування теки з навчовими даними Network Analyst. *D:\ArcGIS\Network Analyst\Tutorial*. Натисніть ОК.

Ярлик для цієї теки буде доданий в Дерево каталогу. В дереві Каталогів розгорніть Network Analyst\Tutorial\Exercise01\SanFrancisco.gdb.

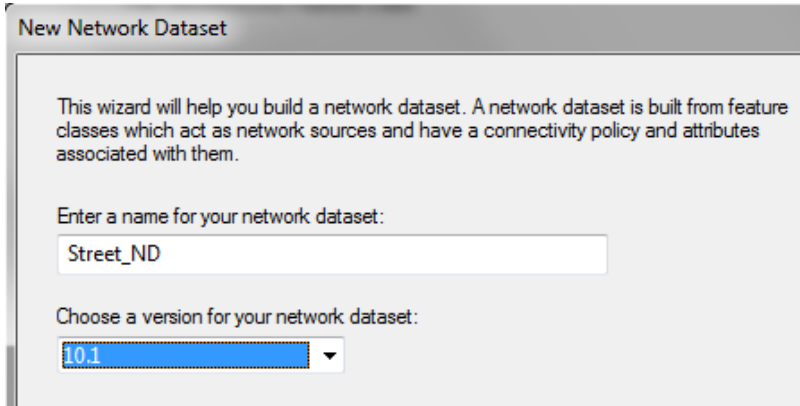


Клацніть на наборі класів об'єктів Transportation. Класи просторових об'єктів, що входять у набір класів об'єктів, показані вище.

Створимо новий набір мережевих даних *Street_ND*. Для цього клацніть правою кнопкою на наборі класів об'єктів *Transportation* та виберіть *New > Network Dataset*.



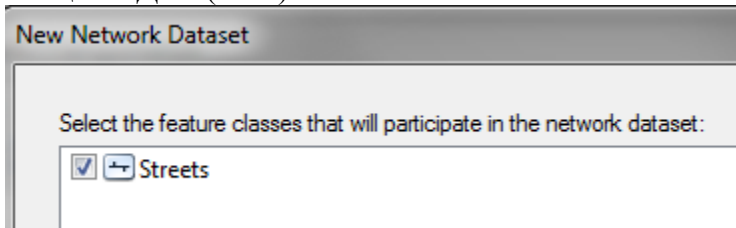
Відкриється майстер створення нового набору мережевих даних. Вводимо ім'я *Street_ND* нового набору мережевих даних.



Залишаємо для опції *Choose a version for your network Dataset* (Виберіть версію набору мережевих даних) останню доступну версію.

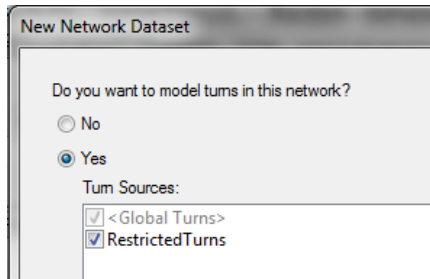
Ця опція зручна при розміщенні набору мережевих даних для доступу користувачів, що мають більш ранні версії системи ArcGIS. Вони зможуть відкрити набір мережевих даних, створений і розміщений для загального доступу, якщо буде обраний номер версії, менший або рівний номеру їхньої версії ArcGIS. Недоліком такого вибору є те, що в новий набір мережевих даних неможливо буде включити функціональні можливості, що з'явилися в нових версіях ArcGIS - елементи управління для додавання цих функцій в майстрі *Новий набір мережевих даних* будуть неактивні. Якщо немає необхідності розміщувати набір мережевих даних для загального доступу, або якщо користувачі, які матимуть доступ до нього, мають такі ж версії ArcGIS, то оптимальним буде вибір останньої версії.

Клацніть Далі (Next).



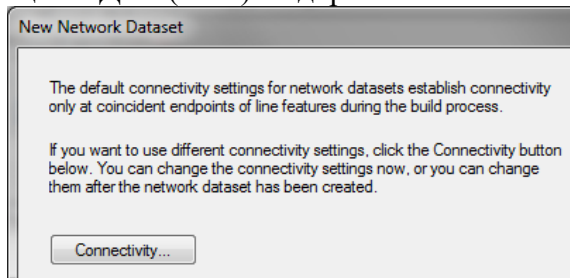
Виберіть для параметра класу об'єктів *Streets*, щоб використовувати його в якості джерела для набору мережевих даних.

Знову клацніть Далі (Next).

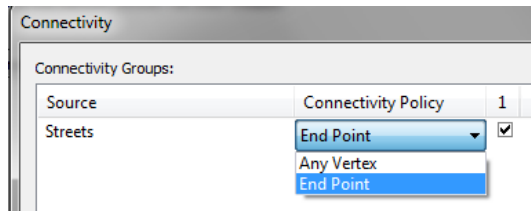


Натисніть кнопку Так (Yes) для моделювання поворотів в мережі. Увімкніть опцію *RestrictedTurns* для використання цього джерела об'єктів поворотів. <Global Turns Глобальні повороти> повинні бути вже відзначені; це дозволить додавати штрафи за замовчуванням за повороти.

Знову клацніть Далі (Next). Відкриється нове вікно.



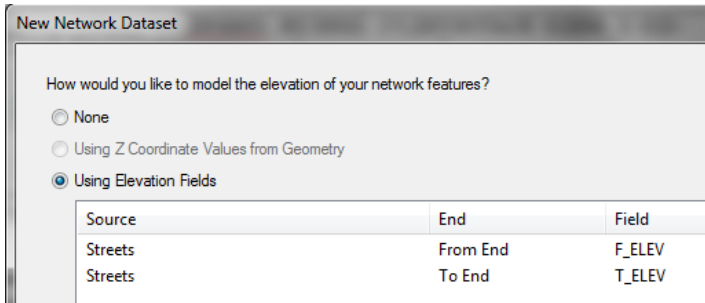
Клацніть Connectivity (підключення). Відкриється діалогове вікно підключення. Тут ви можете встановити модель зв'язності для мережі.



Для даного класу об'єктів *Streets* вулиці з'єднуються одна з одною в кінцевих точках. Переконайтеся, що правила зв'язності *Streets* встановлені на End Point (кінцеву точку). Клацніть ОК для повернення в майстер Новий набір мережевих даних.

Клацніть Далі (Next).

Даний набір даних має поля висот, тому переконайтеся, що обрана опція *Using Elevation Fields (Використання полів висот)*.



Налаштування висот в наборі мережевих даних сприяє подальшому визначенню зв'язності мережі. Покажемо це на прикладі. Припустимо, два ребра мають кінцеві точки, що збігаються за координатами X, Y, але з різними висотами (одна кінцева точка розташована вище за іншу). Більш того, припустимо, що політика зв'язності встановлена для кінцевих точок. Якщо висоти точок ролі не грають, то ребра мають з'єднання. З іншого боку, якщо висоти приймаються в розрахунок, то вони не будуть мати з'єднання.

Є два способи моделювання висот: із застосуванням справжніх значень висот з геометрії або із застосуванням логічних значень висот з полів висот.

Клас об'єктів Streets має логічні значення висот, збережені у вигляді цілих чисел в полях F_ELEV і T_ELEV. Якщо, наприклад, дві збігаються кінцеві точки, що збігаються, мають значення висот поля 1, то ребра з'єднуються. Однак, якщо одна з кінцевих точок має значення 1, а інша точка - значення 0 (нуль), ребра не зливаються. Network Analyst розпізнає імена полів в цьому наборі даних і автоматично їх відобразить, як показано на зображенні вище. В якості полів висот можуть виступати тільки цілочисельні поля.

Клацніть Далі (Next).

Ви можете налаштувати дані трафіку через цю сторінку майстра. Дані трафіку дозволяють знайти оптимальні маршрути з урахуванням часу і дня тижня. Наприклад, оптимальний маршрут з точки A в точку B о 8:30 в середу (в години пік) може відрізнятись від оптимального маршруту між тими ж точками о 13:00 в неділю. Навіть якщо шлях один і той же, час досягнення місця призначення може відрізнятись.

New Network Dataset

Do you want to use traffic data with this network dataset?

No

Yes

Traffic Tables:

- Historical Traffic: Profiles Table

Profile Type	Speed
Table	DailyProfiles
First Time Slice Field	SpeedFactor_0000
Last Time Slice Field	SpeedFactor_2355
Minutes Per Time Slice	5
First Time Slice Start Time	0:00
Last Time Slice Finish Time	0:00
- Historical Traffic: Streets-Profiles Table

Table	Streets_DailyProfiles
Base Speed Field	SPFREEFLOW
Base Speed Units	KPH
Sunday ProfileID Field	PROFILE_1
Monday ProfileID Field	PROFILE_2
Tuesday ProfileID Field	PROFILE_3
Wednesday ProfileID Field	PROFILE_4
Thursday ProfileID Field	PROFILE_5
Friday ProfileID Field	PROFILE_6
Saturday ProfileID Field	PROFILE_7
- Live Traffic: Streets-TMC Table

Table	
TMC Field	
Traffic Feed Location	

Розглянемо більш детально дані трафіку. База геоданих Сан-Франциско містить дві таблиці, в яких зберігаються дані трафіку: DailyProfiles і Streets_DailyProfiles. Схеми таблиць були спроектовані таким чином, щоб Network Analyst могло розпізнати роль кожної таблиці і автоматично налаштувати історію трафіку.

Клацніть Далі (Next). Відобразиться сторінка налаштування атрибутів мережі.

New Network Dataset

Specify the attributes for the network dataset:

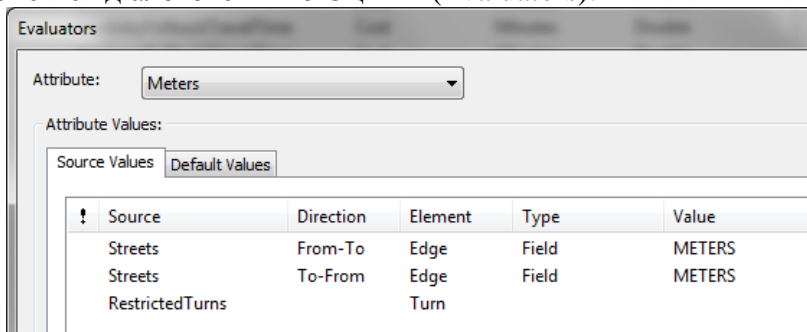
!	Name	Usage	Units	Data Type
<input checked="" type="checkbox"/>	Hierarchy	Hierarchy	Unknown	Integer
	Meters	Cost	Meters	Double
	Minutes	Cost	Minutes	Double
<input checked="" type="checkbox"/>	Oneway	Restriction	Unknown	Boolean
	RoadClass	Descriptor	Unknown	Integer
<input checked="" type="checkbox"/>	TravelTime	Cost	Minutes	Double
	WeekdayFallbackTravelTime	Cost	Minutes	Double
	WeekendFallbackTravelTime	Cost	Minutes	Double

Мережеві атрибути - це властивості мережі, що описують навігацію в ній. Типовими прикладами є атрибути вартості, які відіграють роль імпедансів в мережі, і атрибути обмеження, які забороняють прохід в обох напрямках або в одному напрямку (наприклад, в разі доріг з одностороннім рухом).

Network Analyst проводить аналіз класів просторових об'єктів джерел на предмет наявності в них полів зі стандартними іменами, таких як Meters, Minutes (FT_Minutes і TF_Minutes в залежності від напрямку) і Oneway. Якщо такі поля будуть виявлені, будуть автоматично створені відповідні мережеві атрибути, пов'язані з цими полями. Результати цього процесу можна побачити, клацнувши Оцінки (Evaluators).

Network Analyst автоматично налаштовує вісім атрибутів для даних Сан-Франциско: Hierarchy, Meters, Minutes, Oneway, RoadClass, TravelTime, WeekdayFallbackTravelTime і WeekendFallbackTravelTime. Він також створює блоки оцінки для цих атрибутів.

Клацніть на рядку Метри для вибору, потім клацніть Оцінки (Evaluators), щоб вивчити, як визначено значення атрибутів мережі. Відкриється діалогове вікно Оцінки (Evaluators).



У таблиці на вкладці *Source Values* (Значення джерела) наводиться список вихідних класів об'єктів. Лінійні вихідні класи об'єктів, які стають елементами ребер в наборі мережевих даних, перераховуються двічі: один раз для напрямку «Від-до» і ще раз для напрямку «До-від». Стовець *Type* (Тип) відображає тип оцінки, яка використовується для обчислення значень атрибутів мережі. Стовець *Value* (Значення) містить інформацію, необхідну для оцінки, щоб обчислити значення атрибутів.

Із списку Атрибут виберіть окремо типи атрибутів, і вивчіть типи оціночних функцій для вихідних класів об'єктів. Клацніть ОК для повернення в майстер *Новий набір мережевих даних*.

Далі можна додати новий атрибут для обмеження переміщення по елементах поворотів, створених з класу просторових об'єктів *Обмежені повороти*.

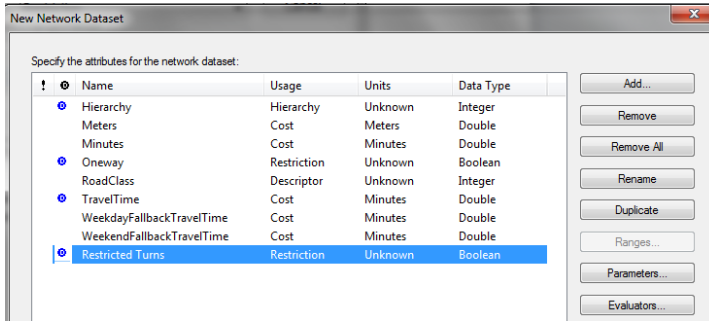
Клацніть Додати (Add). Відкриється діалогове вікно *Add New Attribute (Додати новий атрибут)*.

Введіть *Restricted Turns (Обмежені повороти)* в полі Ім'я. Для *Тип застосування* виберіть значення *Restriction (Обмеження)*. Залиште для *Restriction Usage (Використання обмежень)* значення *Prohibited (Заборонено)*.

Дане налаштування забороняє перетин об'єктів поворотів під час аналізу. Зверніть увагу, що повинна бути включена опція *Використовувати за замовчуванням*. Це обмеження використовується за умовчанням при створенні нового шару мережевого аналізу. Якщо ви хочете проігнорувати обмеження при виконанні аналізу, вимкніть його в налаштуваннях аналізу.

Натисніть ОК.

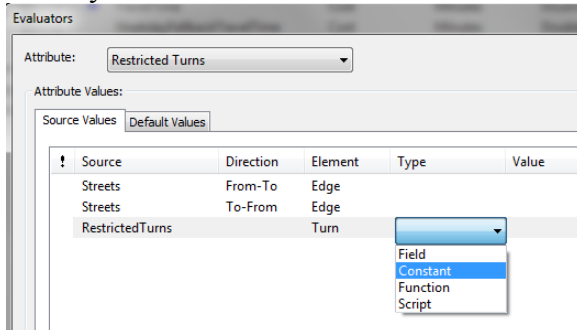
Новий атрибут, *Restricted Turns (Обмежені повороти)*, доданий в список атрибутів. Синє коло з буквою D в середині вказує, що атрибут доступний за умовчанням в новому аналізі.



Клацніть *Оцінки (Evaluators)*, щоб призначити значення джерела для нового атрибута. Щоб встановити тип оцінки для атрибута *Restricted Turns (Обмежені повороти)* на Константа, виконайте наступні кроки:

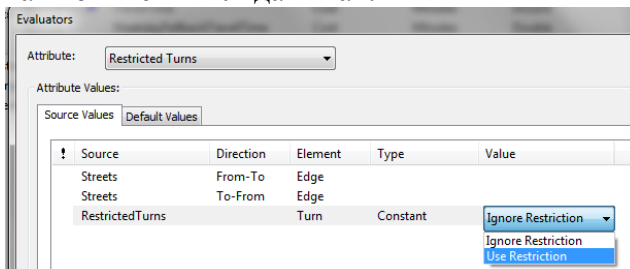
У списку атрибутів виберіть *Restricted Turns (Обмежені повороти)*.

У рядку *Restricted Turns* клацніть під стовпцем *Turn* і виберіть *Константа* із списку.



Клацніть на стовпчику *Value (Значення)* і виберіть *Використовувати обмеження*.

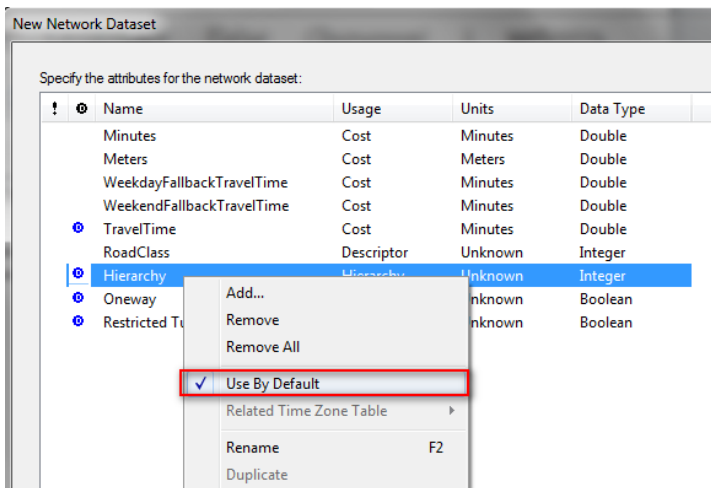
Результат повинен виглядати так.



Тепер за замовчуванням при аналізі не буде проходити жоден з об'єктів в класі об'єктів RestrictedTurns. Ця методика являє собою хороший спосіб моделювання невірних або небезпечних поворотів, яких ви хотіли б уникнути. Оцінки для джерел вулиць не встановлені, тому вони залишаться прохідними при використанні обмеження RestrictedTurns.

Клацніть ОК для повернення в майстер *Новий набір мережевих даних*.

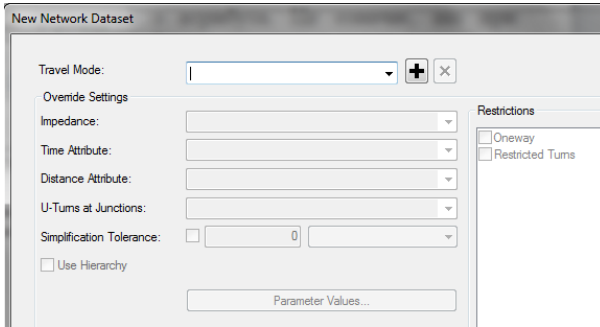
Натисніть правою кнопкою миші на ряд Hierarchy і виберіть *Використовувати за замовчуванням*.



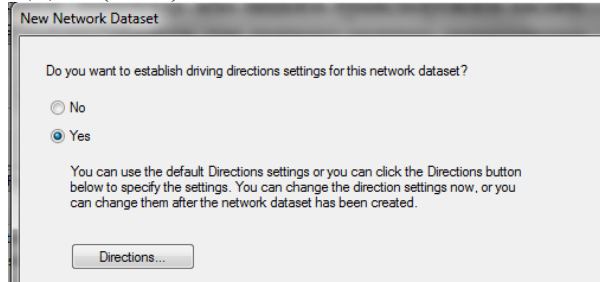
Синій символ видалений з атрибута. Це означає, що при створенні шару аналізу з цим набором мережевих даних ієрархія не буде використовуватися за замовчуванням.

Клацніть Далі (Next).

З'явиться сторінка з настройками режимів пересування. Налаштувавши один або кілька режимів пересування в мережевому наборі даних, ви зможете вибирати відповідний режим під час аналізу, уникаючи різних налаштувань для моделювання легкового автомобіля, вантажівки, пішохода або іншого транспортного засобу. Якщо ви виконуєте багато аналізів для певного режиму пересування, варто налаштувати цей режим пересування.



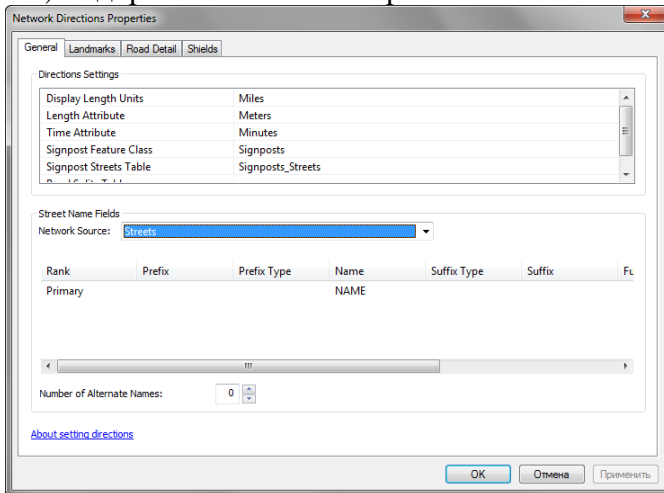
Клацніть Далі (Next).



Для настройки подорожнього листа клацніть Yes (Так).

Клацніть *Directions* (Подорожній лист).

Відкриється діалогове вікно *Network Directions Properties* (Властивості) подорожнього листа мережі.



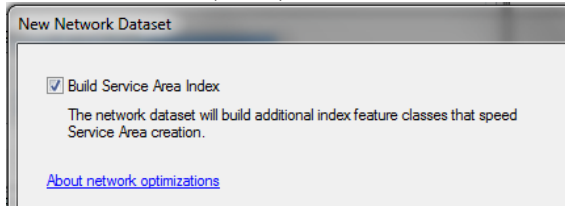
Тепер слід задати поля для складання подорожнього листа, що входить в число результатів мережевого аналізу.

Переконайтеся, що на вкладці *General* поле *Name* для рядка *Primary* автоматично пов'язано з елементом NAME.

Поле NAME містить назви вулиць Сан-Франциско, необхідних для побудови подорожніх листів.

Клацніть ОК для повернення в майстер *Новий набір мережеских даних*.

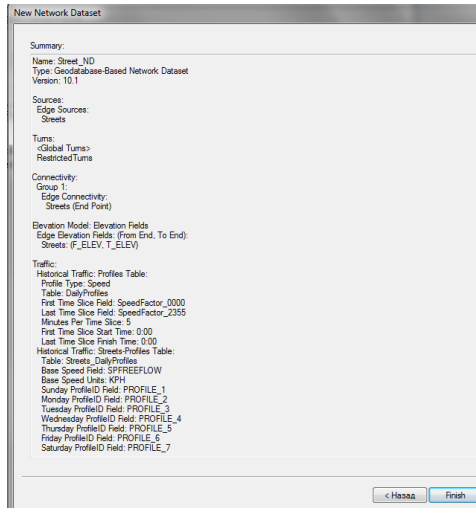
Клацніть Далі (Next).



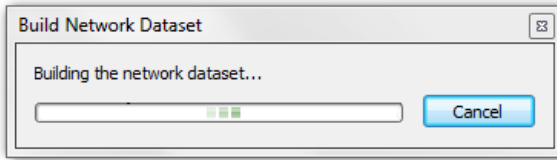
Відзначте опцію *Build Service Area Index* (*Побудувати індекс області обслуговування*). Побудова набору мережеских даних в кінці цієї навчальної вправи займе більше часу, ніж це було б без індексу, але створення областей обслуговування в наборі мережеских даних буде виконуватись швидше.

Клацніть Далі (Next).

Буде відображена для перегляду підсумкова інформація про всі налаштування.



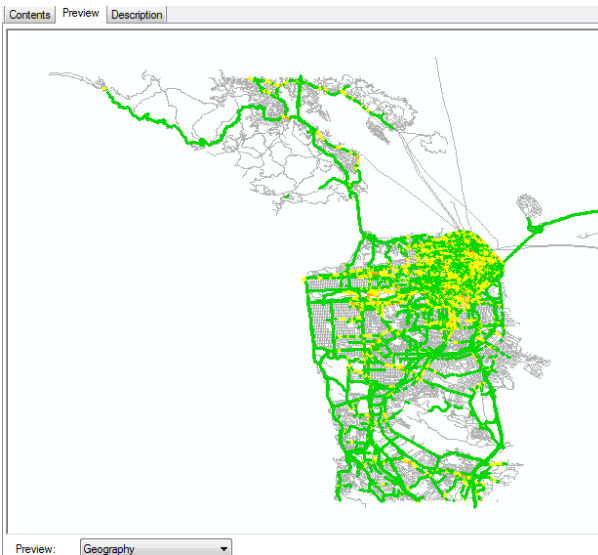
Клацніть Готово (Finish). З'явиться індикатор виконання, що дозволяє стежити за процесом створення набору мережевих даних Network Analyst.



Після створення мережі система видасть запит на її побудову. В процесі побудови визначаються пов'язані елементи мережі і заповнюються атрибути набору мережевих даних. Побудова мережі необхідна перед виконанням будь-яких операцій мережевого аналізу.

Новий набір мережевих даних, Streets_ND, доданий в каталог ArcCatalog разом з класом об'єктів системних вузлів, Streets_ND_Junctions.

Попередній перегляд набору мережевих даних можна провести, клацнувши ім'я набору, потім клацнувши закладку *Preview*. З'являться ребра, а потім вуличний рух.



Закрийте ArcCatalog.

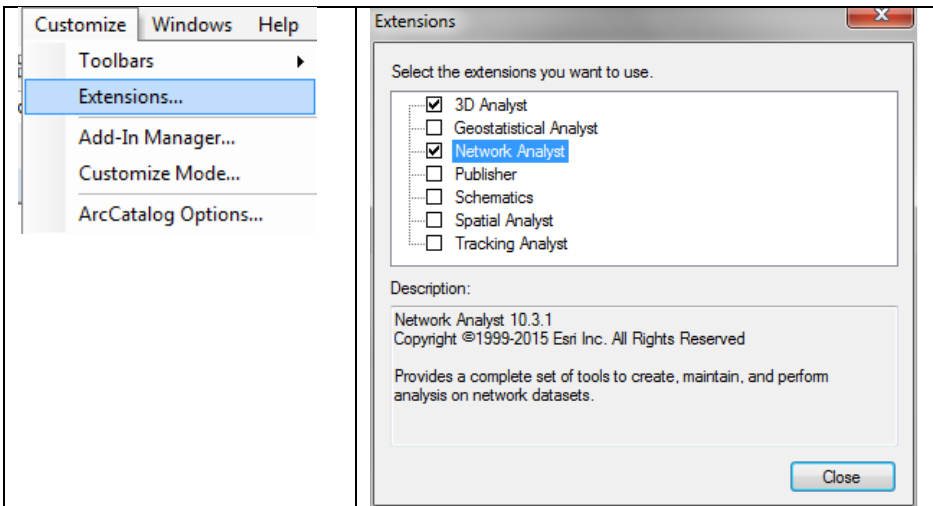
Тепер можна додати набір мережевих даних в ArcMap і використовувати його для створення шарів мережевого аналізу.

2. Створення мультимодального набору мережевих даних

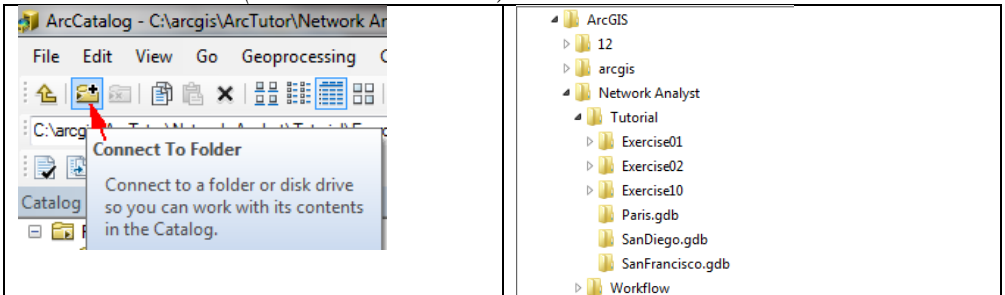
2.1. Запуск майстра створення набору мережевих даних

Запустіть ArcCatalog.

Активуйте додатковий модуль ArcGIS Network Analyst. Для цього Клацніть *Налаштування (Customize) > Додаткові модулі (Extensions)*. Відкриється діалогове вікно *Додаткові модулі (Extensions)*.

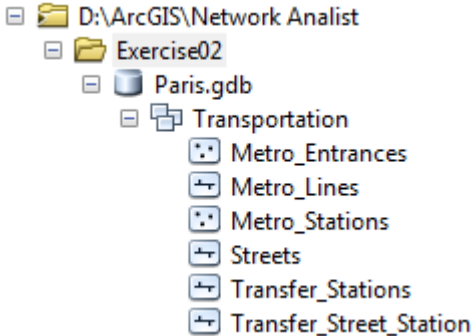


Відмітьте *Network Analyst*. Клацніть на кнопці *Закрити (Close)*. На панелі інструментів *Стандартні* натисніть кнопку *Підключитися до теки (Connect To Folder)*.



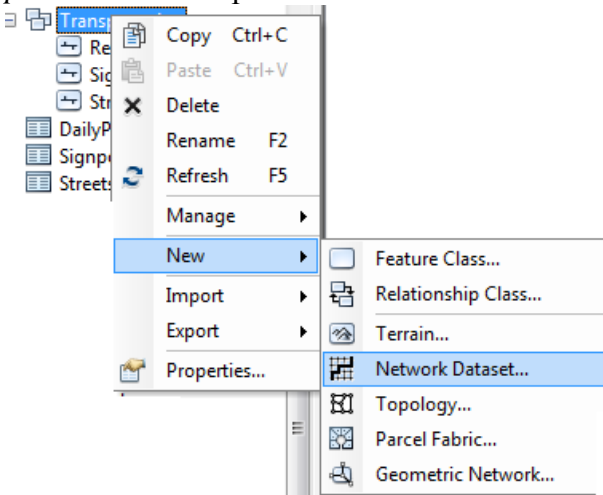
Відкриється діалогове вікно *Connect To Folder*. Вкажіть місце розташування теки з учбовими даними *Network Analyst*.
D:\ArcGIS\Network Analyst\Tutorial. Натисніть ОК.

Ярлик для цієї теки буде доданий в Дерево каталогу. В дереві Каталогу розгорніть *Network Analyst\Exercise02\paris.gdb*.



Клацніть на наборі класів об'єктів *Transportation*. Класи просторових об'єктів, що входять у набір класів об'єктів, показані вище.

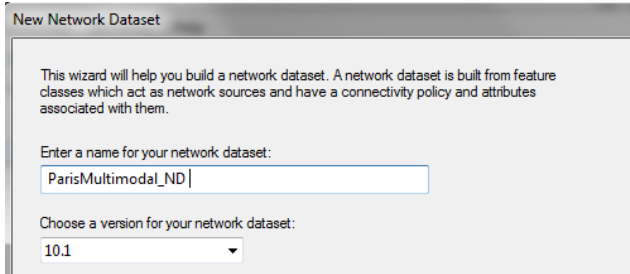
Створимо новий набір мережевих даних *ParisMultimodal_ND*. Для цього клацніть правою кнопкою на наборі класів об'єктів *Transportation* та виберіть *New > Network Dataset*.



Відкриється майстер створення нового набору мережевих даних.

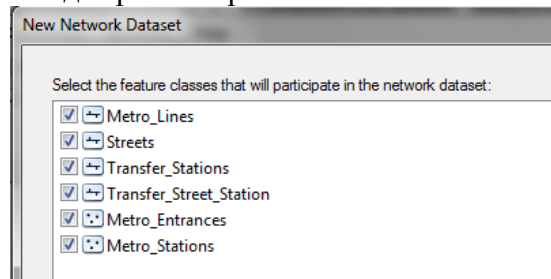
2.2. Найменування мережі і вибір вихідних класів просторових об'єктів

Вводимо ім'я *ParisMultimodal_ND* нового набору мережевих даних. Залишаємо для опції *Choose a version for your network Dataset* (Виберіть версію набору мережевих даних) останню доступну версію.

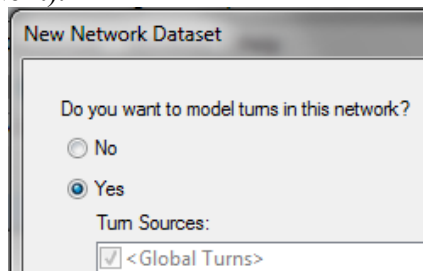


Клацніть Далі (Next).

З'явиться сторінка майстра для вибору класів просторових об'єктів, що беруть участь в наборі мережевих даних. Клацніть на *Вибрати все* для вибору всіх класів просторових об'єктів, щоб вони брали участь в якості джерел в мережі.



Клацніть Далі (Next).

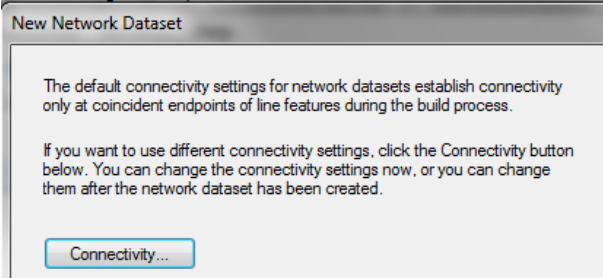


Натисніть кнопку *Так* для моделювання поворотів в мережі.

Хоча для даної мережі не існують які-небудь класи об'єктів поворотів, вибір *Так* дозволяє набору мережевих даних підтримувати загальні повороти і дає вам можливість додавання об'єктів-поворотів в будь-який момент після створення мережі.

Клацніть Далі (Next).

Відображається сторінка для налаштування підключення.

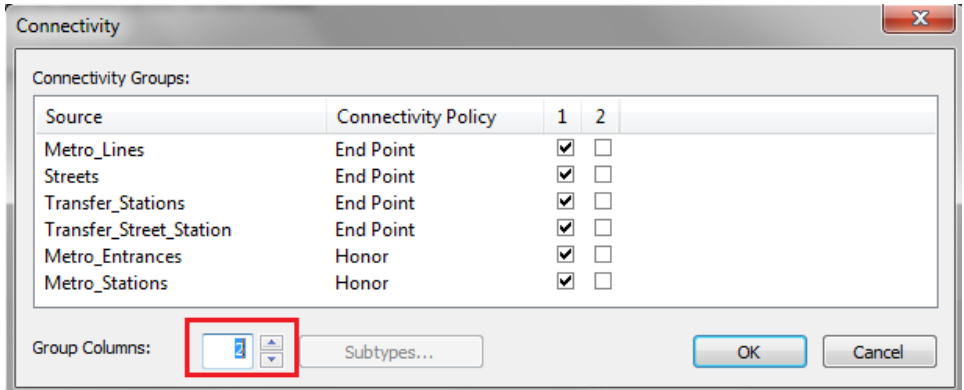


2.3. Налаштування підключення і правил висот.

Можливості підключення додаткового модуля ArcGIS Network Analyst починається з визначення груп підключення. Всі джерела ребер визначаються щодо однієї групи підключення. Всі джерела об'єднання можуть визначатися щодо однієї або більше груп підключення. Група підключення може містити будь-яку кількість джерел. Підключення мережевих елементів залежить від того, до якої групи підключення належить елемент. Наприклад, два ребра, створені з двох окремих вихідних класів об'єктів, можуть бути з'єднані, якщо належать одній групі підключення. Якщо ребра належать різним групам підключення, то ребра що будуть з'єднані поки не об'єднуються з'єднанням, яке беруть участь в обох групах підключення.

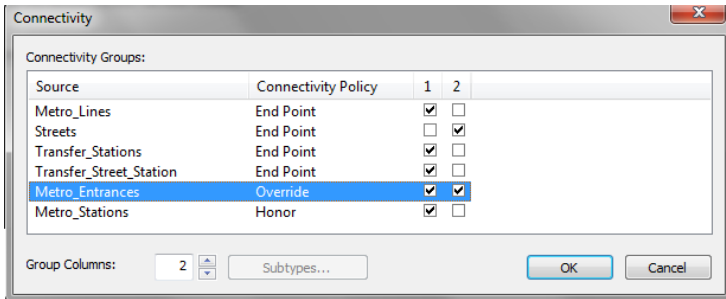
Для створення групи підключення виконаємо наступні кроки.

1. Клацніть підключення, щоб налаштувати модель підключення для мережі. Відкриється діалогове вікно підключення.
2. Клацніть один раз стрілку вгору на *Group Columns*, щоб збільшити число груп підключення до 2.



Стовпець для другої групи підключення створений в таблиці Групи підключення. У даній вправі група підключення 1 представляє систему метро, а група 2 - мережа вулиць.

3. Клацніть на рядку Streets і поставте позначку під стовпцем, позначеним 2, щоб перемістити джерело вулиць в групу підключення 2.
4. Клацніть на рядку Metro_Entrances і поставте позначку під стовпцем, позначеним 2, щоб включити вихідний клас просторових об'єктів в групи 1 і 2. Входи в метро є точками перенесення між вулицями і пішохідними доріжками, які ведуть до станцій метро. Кожен об'єкт Metro_Entrances збігається з вершиною класу об'єкта Streets. Однак клас об'єктів Streets має правило зв'язності кінцевих точок. Так як входи в метро повинні бути пов'язані з вулицями за співпадаючими вершин, ви повинні встановити налаштування для Metro_Entrances з можливістю заміщення за замовчуванням підключення кінцевих точок вулиць.
5. Змініть *Connectivity Policy* (Правила підключення) для рядка Metro_Entrances зі значення *Honor* (Перевага) на *Override* (Заміщення).

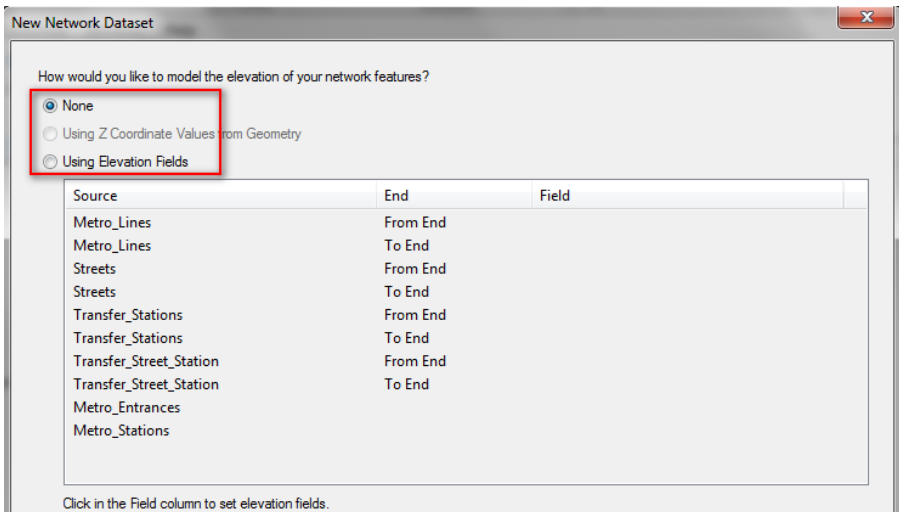


6. Клацніть ОК для повернення в майстер *Новий набір мережевих даних*.

Клацніть Далі (*Next*).

Налаштування висот в наборі мережевих даних сприяє подальшому визначенню зв'язності мережі. Покажемо це на прикладі. Припустимо, два ребра мають кінцеві точки, що збігаються за координатами X, Y, але з різними висотами (одна кінцева точка розташована вище за іншу). Більш того, припустимо, що політика зв'язності встановлена для *Кінцевих точок*. Якщо висоти точок ролі не грають, то ребра мають з'єднання. З іншого боку, якщо висоти приймаються в розрахунок, то вони не будуть мати з'єднання.

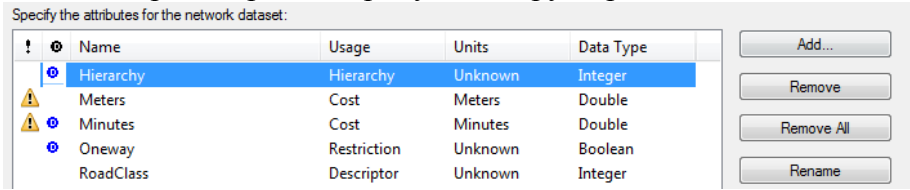
Є два способи моделювання висот: із застосуванням справжніх значень висот з геометрії або із застосуванням логічних значень висот з полів висот.



Для цього набору даних немає даних висот, тому клацніть Ні.

Клацніть Далі (Next).

Майстер відображає атрибути набору мережових даних.

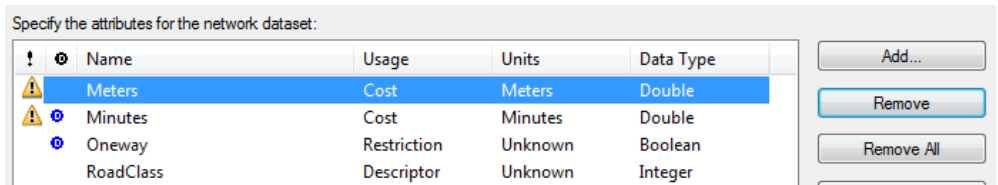


2.4. Видалення атрибута

Незважаючи на те, що можна залишити атрибут ієрархії в мережевому наборі даних, покажемо, як можна видалити мережовий атрибут на прикладі атрибута *Hierarchy*.

1. Натисніть *Hierarchy*.
2. Натисніть кнопку *Remove*.

Тепер в мережі залишилося чотири атрибути.

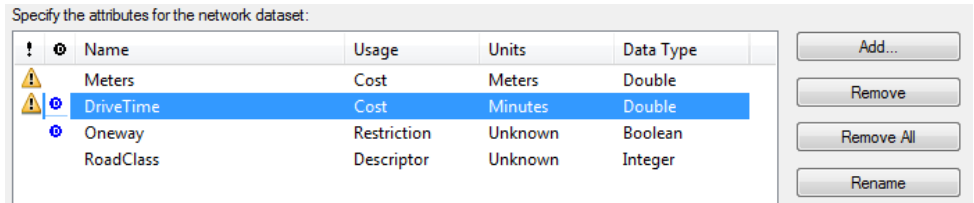


2.5. Перевірка і створення атрибутів мережі

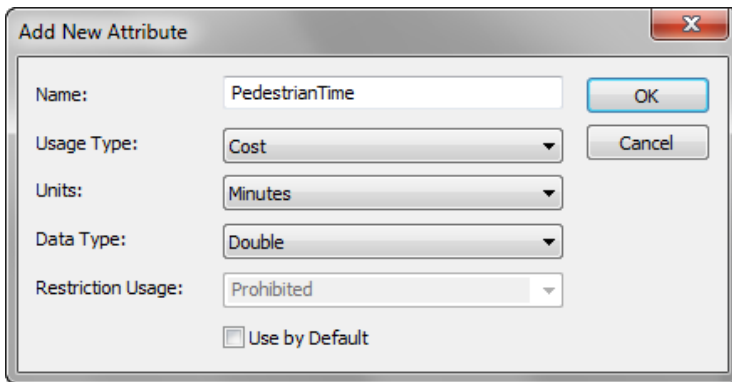
Метою даного набору мережових даних є моделювання часу пересування пішки і на автомобілі. Це дозволить вибрати одне з двох значень по витраті часу при виконанні аналізів в мережі. Наприклад, ви можете відповісти на питання, який маршрут від точки А до точки В є найшвидшим для пішохода, що йде пішки по вулицях і пересувається на метро? Або який маршрут є найшвидшим для людини, що пересувається на автомобілі? Для того, щоб це виконати, ви повинні налаштувати два атрибути часу: *PedestrianTime* (час пішохода) і *DriveTime* (час водія).

Атрибут *Minutes*, який *Network Analyst* автоматично виявив у вихідних даних, представляє час пересування на автомобілі; можна змінити це ім'я на що-небудь більш відповідне.

Виберіть рядок *Minutes*, клацніть *Rename*, введіть *DriveTime* і натисніть *Enter*.



Далі ви повинні створити атрибут *PedestrianTime* (час пішохода). Клацніть *Додати (Add)*. Відкриється діалогове вікно *Додавання нового атрибуту*.



Введіть *PedestrianTime* в текстове поле *Ім'я*. Встановіть для *Usage Type* *Cost (Вартість)*. Змініть *Units* на *Хвилини*. Встановіть *Тип даних* на *Double (Число подвійної точності)*.

Натисніть *ОК*. Діалогове вікно *Додати новий атрибут* закриється, і після цього час пішохода додається в список атрибутів.

Далі, ви повинні створити атрибут обмеження *DrivingAVehicle*. Клацніть *Додати (Add)*.

Відкриється діалогове вікно *Додавання нового атрибуту*.

Add New Attribute

Name:

Usage Type:

Units:

Data Type:

Restriction Usage:

Use by Default

Введіть *DrivingAVehicle* в поле для тексту *Name*. Задайте для параметра Тип використання значення *Restriction* (Обмеження). Залиште для параметра *Restriction Usage* (Використання обмежень) значення *Prohibited* (Заборонено), щоб ніколи не дозволяти поїздки з елементами, які підпадають під обмеження, коли в аналізі використовується даний атрибут. Залиште зазначеної опцію Використовувати за замовчуванням. Натисніть *OK*. Діалогове вікно Додати новий атрибут закриється, і атрибут *DrivingAVehicle* буде додано до списку атрибутів.

Три атрибута витрат - *Meters* (метри), *DriveTime* (час водія) і *PedestrianTime* (час пішохода) - і новий атрибут обмеження відзначені жовтими символами, які попереджають про потенційні проблеми з функціями оцінки, які визначають, як повинні обчислюватися значення атрибутів мережі.

Specify the attributes for the network dataset:

!	Name	Usage	Units	Data Type
!	Meters	Cost	Meters	Double
!	DriveTime	Cost	Minutes	Double
	Oneway	Restriction	Unknown	Boolean
	RoadClass	Descriptor	Unknown	Integer
!	PedestrianTime	Cost	Minutes	Double
	DrivingAVehicle	Restriction	Unknown	Boolean

2.6. Налаштування оцінки метрів

В даному розділі і наступних розділах будемо налаштовувати різні оцінки. Оціночна функція *Число метрів* обчислює вартість дистанції для ребер мережі; таким чином визначається довжина ребра.

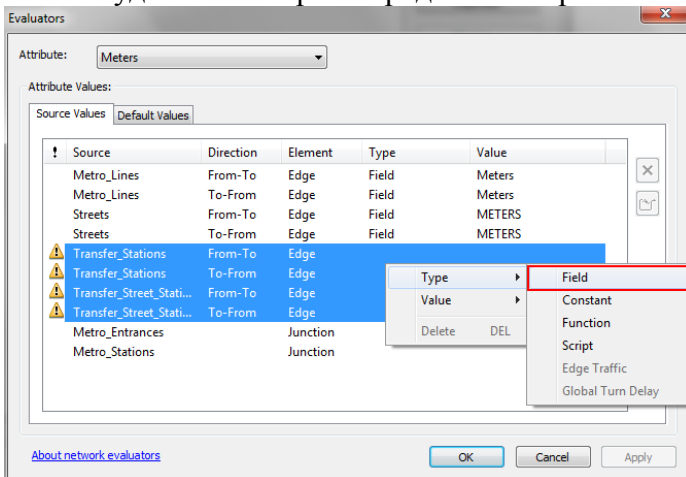
Клацніть *Meters* і клацніть *Evaluators* (Оцінки).

Відкриється діалогове вікно Оцінки. Тут ви можете переглядати або редагувати тип оцінки і його значення для кожного джерела в мережі. Ви можете бачити, що джерела з'єднань і поворотів завжди мають одну пов'язану оціночну функцію, але джерела ребер мають дві: по одній на кожен напрямок руху (напрямки «від-до» і «до-від»).

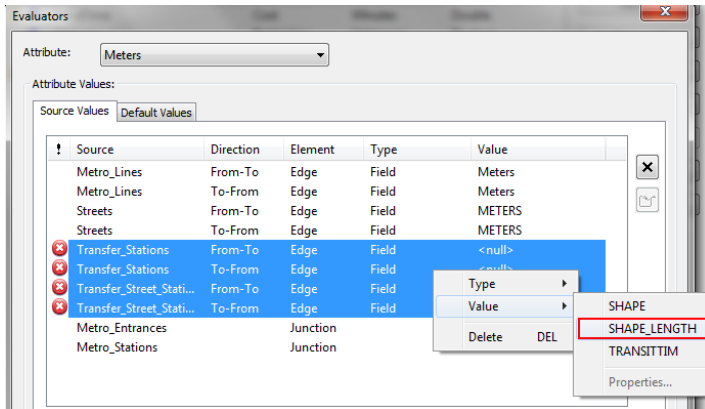
Network Analyst перевіряє всі вихідні класи просторових об'єктів і намагається автоматично призначити оцінювачів для атрибута Meters. У разі, коли він виявляє, що об'єкти Metro_Lines і Streets мали поле з назвою Meters, він налаштовує оцінки, приймаючи значення з їх поля. Ті ж значення довжини призначаються напрямками «від-до» і «до-від» джерелами ребер.

Network Analyst не зміг знайти поля для метрів в початкових Transfer_Stations і Transfer_Street_Station. Тому з'являється застережливий символ для індикації потенційної проблеми.

Утримуючи Shift, клацніть Transfer_Stations From-To і потім клацніть на терміні Transfer_Street_Station To-From. Будуть обрані чотири рядки з попереджувальними символами. Клацніть правою кнопкою на будь-який з обраних рядків і виберіть Тип> Поле.



Попереджувальні символи змінюються на червоні символи помилок, які вказують на неповне привласнення значень оцінками полів. Не знімаючи вибірку з чотирьох рядків, клацніть правою кнопкою на одній з них і виберіть Value > SHAPE_LENGTH.



Це надає значення з поля SHAPE_LENGTH в обраних вихідних класах просторових об'єктів для атрибута Meters для їх пов'язаних елементів ребер мережі.

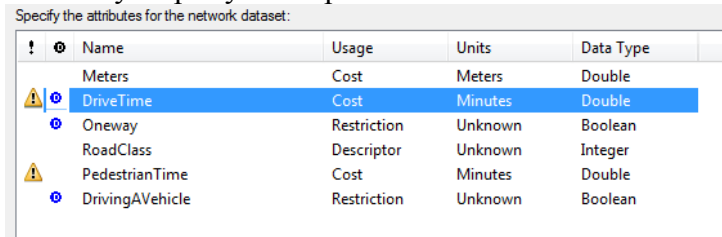
Натисніть кнопку ОК.

Атрибут мережі Meters налаштований для отримання значення довжини. Для елементів мережі, створених з джерел Metro_Lines, Streets, Transfer_Stations і Transfer_Street_Station, значення атрибутів беруться відповідно з їх полів Meters, METERS, Shape_Length і SHAPE_LENGTH.

2.7. Налаштування оціночних функцій DriveTime, Oneway і DrivingAVehicle

Оскільки автомобілі переміщуються по вулицях і повинні дотримуватися правил дорожнього руху, відповідним чином повинні бути налаштовані і оціночні функції для різних джерел. Вони повинні моделювати відповідні швидкості руху і час у дорозі.

У списку Атрибут виберіть DriveTime.

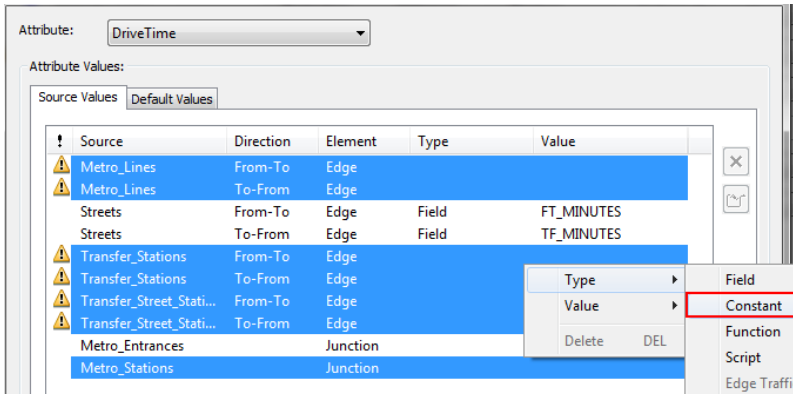


Значення DriveTime для джерела Streets були заповнені Network Analyst автоматично; однак інші джерела ребер відображають попереджаючі символи, тому що у них немає привласнених значень. Цим джерелам потрібні оцінки.

Переконайтеся, що вибрано всі рядки з попереджувачими символами (Metro_Lines, Transfer_Stations і Transfer_Street_Station).

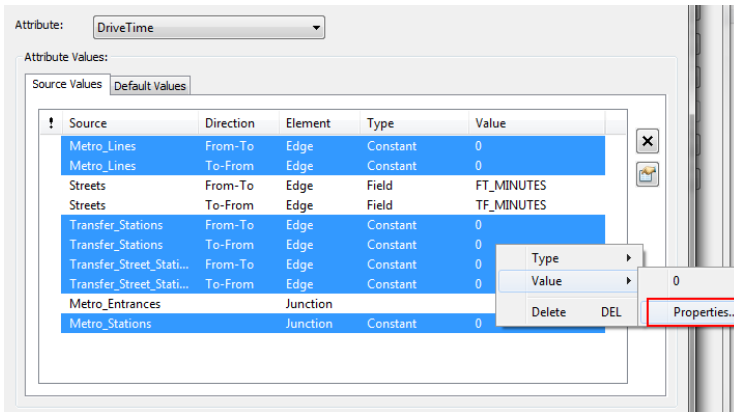
Якщо вони не обрані, виберіть їх, клацнувши мишею на одній з рядків, і, утримуючи одночасно клавішу Ctrl, клацанням миші виберіть інші рядки.

Утримуйте клавішу Ctrl і клацніть Metro_Stations, щоб вибрати цей рядок. Клацніть правою кнопкою на будь-який з обраних рядків і виберіть Тип> Константа.



Ті ж рядки залишаються обраними, а їх тип оцінки змінюється на Константу. Знову клацніть правою кнопкою одну з обраних рядків, але в цей раз виберіть Value> Properties.

З'явиться вікно введення Значення константи.



Введіть -1 і натисніть Enter.

Source	Direction	Element	Type	Value
Metro_Lines	From-To	Edge	Constant	-1
Metro_Lines	To-From	Edge	Constant	-1
Streets	From-To	Edge	Field	FT_MINUTES
Streets	To-From	Edge	Field	TF_MINUTES
Transfer_Stations	From-To	Edge	Constant	-1
Transfer_Stations	To-From	Edge	Constant	-1
Transfer_Street_Stati...	From-To	Edge	Constant	-1
Transfer_Street_Stati...	To-From	Edge	Constant	-1
Metro_Entrances		Junction		
Metro_Stations		Junction	Constant	-1

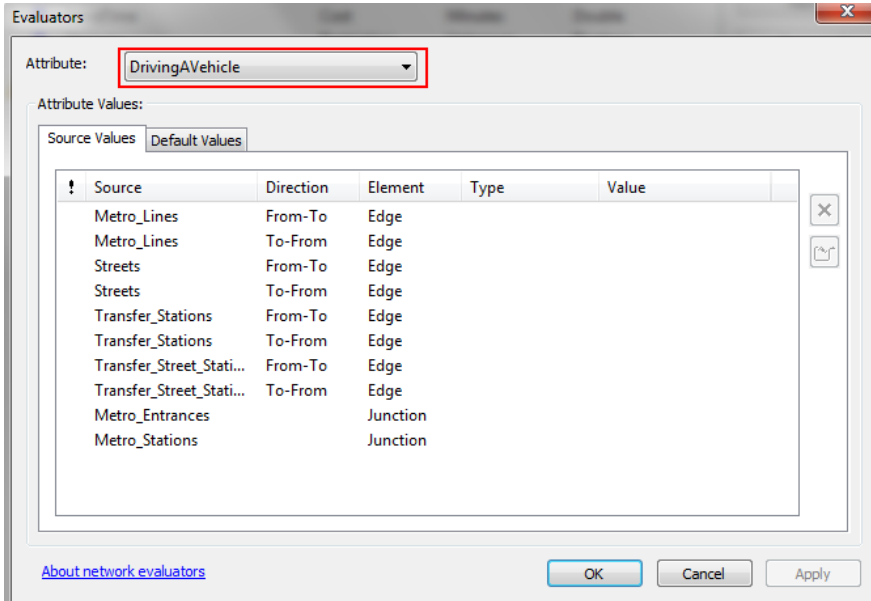
Значення для всіх обраних рядків змінюються на -1.

Натисніть кнопку Ok.

Network Analyst вважає будь-які елементи, значення витрат яких дорівнює -1, як обмежені. Всякий раз, коли атрибут DriveTime використовується в якості імпедансу в мережевих аналізах, ці джерела не прохідні. Кращий спосіб моделювання заборонених елементів це - за допомогою атрибута обмеження, як, наприклад, атрибуту DrivingAVehicle, який ми будемо налаштовувати пізніше.

У списку Атрибут вгорі діалогового вікна Оцінки виберіть DrivingAVehicle.

Рамка Значення атрибутів тепер показує оцінки для мережевого атрибута DrivingAVehicle.



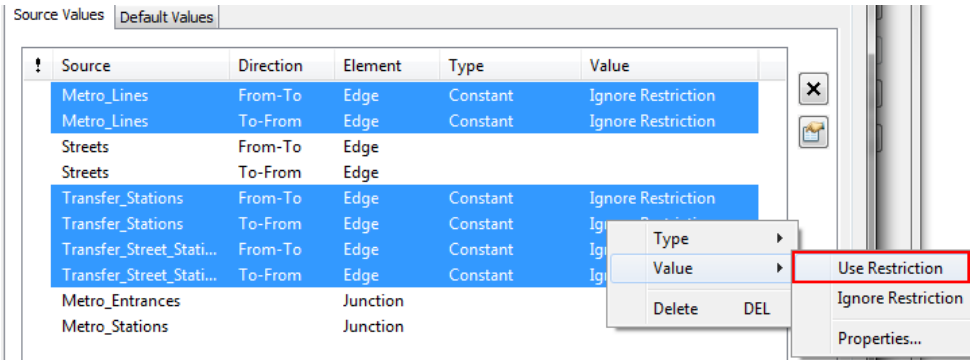
Утримуйте Ctrl і клацайте на всіх рядках ребер джерела: Metro_Lines, Transfer_Stations і Transfer_Street_Station, для всіх напрямків шляху. Завжди залишайте не обраними два записи Streets і всі рядки з'єднань джерела.

Клацніть правою кнопкою на будь-який з обраних рядків і виберіть Тип> Константа.

Source	Direction	Element	Type	Value
Metro_Lines	From-To	Edge	Constant	Ignore Restriction
Metro_Lines	To-From	Edge	Constant	Ignore Restriction
Streets	From-To	Edge		
Streets	To-From	Edge		
Transfer_Stations	From-To	Edge	Constant	Ignore Restriction
Transfer_Stations	To-From	Edge	Constant	Ignore Restriction
Transfer_Street_Stati...	From-To	Edge	Constant	Ignore Restriction
Transfer_Street_Stati...	To-From	Edge	Constant	Ignore Restriction
Metro_Entrances		Junction		
Metro_Stations		Junction		

Ті ж рядки залишаються обраними, а їх тип оцінки змінюється на Константу.

Знову клацніть правою кнопкою одну з обраних рядків, але в цей раз виберіть Value > Use Restriction (Використовувати обмеження).



Коли використовується атрибут обмеження, пересування по елементах мережі, створеним з обраних рядків, буде заборонено; тому використовуйте це обмеження, щоб було легше моделювати пересування легкового автомобіля, вантажного автомобіля або іншого транспортного засобу.

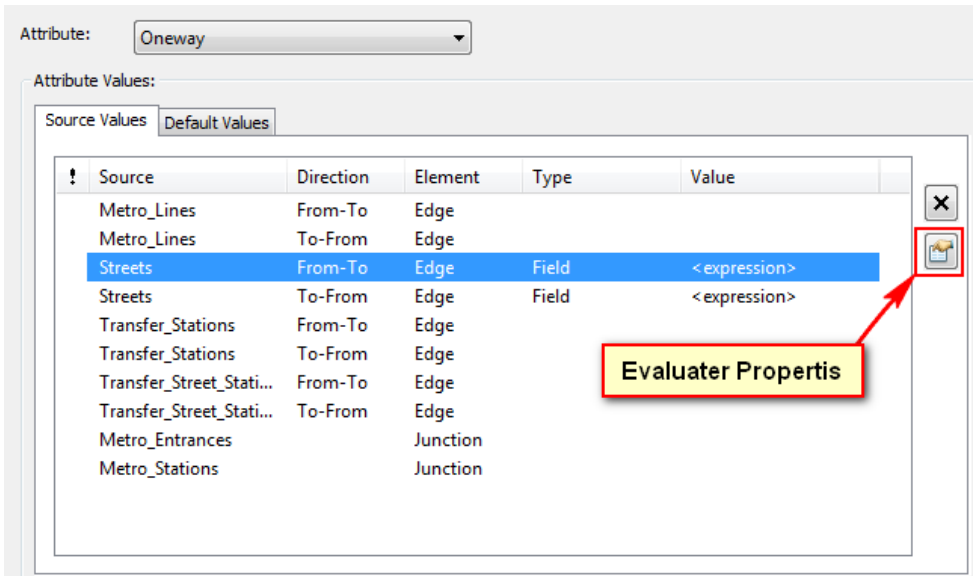
Атрибут Oneway також є атрибутом обмеження. Він моделює обмеження на вулицях з одностороннім рухом, які зобов'язані враховувати водії транспортних засобів. Пізніше, під час проведення аналізу з використанням DriveTime як вартості, ви повинні включити обмеження Oneway, щоб таким чином при формуванні маршрутів приймалися до уваги вулиці з одностороннім рухом. З іншого боку, при моделюванні руху пішохода ви не повинні використовувати обмеження Oneway, оскільки пішоходи можуть ходити в будь-якому напрямку.

У списку Атрибут вгорі діалогового вікна Оцінки виберіть Oneway (Односторонній).

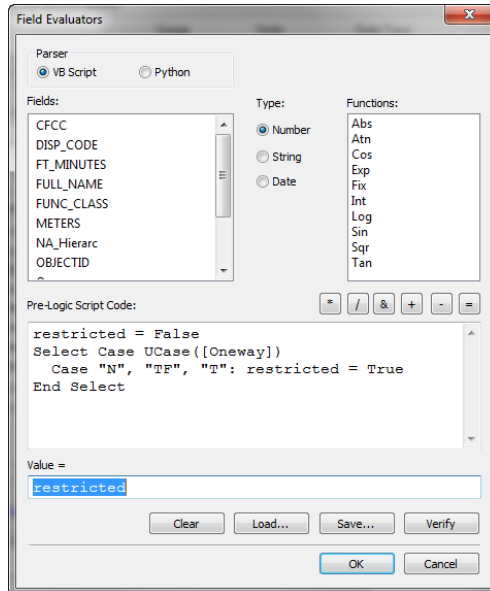
Рамка Значення атрибутів відображає оцінки для атрибута мережі Oneway, який автоматично присвоїв значення для джерела Streets.

Для джерел, пов'язаних з системою метро, не повинні встановлюватися обмеження щодо однобічного руху.

Клацніть на одній з рядків списку Вулиці та натисніть кнопку *Evaluator Propertis (Властивості оцінки)*.



Ви можете бачити вираз, використаний для визначення, чи є вулиця односторонньою.



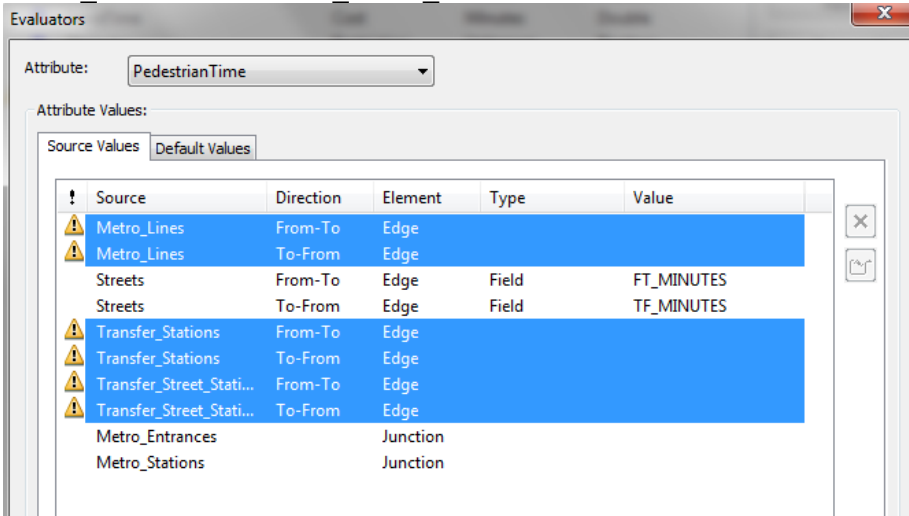
Клацніть на Cancel для повернення в діалогове вікно Оцінки.

2.8. Налаштування оцінки PedestrianTime

Мережевий атрибут PedestrianTime вказує час в мережі, яку пішохід витрачає в дорозі. На даному етапі необхідно призначити відповідний час пересування для пішохода, який може їхати на метро або йти по вулицях.

У списку Атрибут вгорі діалогового вікна Оцінки виберіть PedestrianTime.

Для таких джерел вже повинні бути обрані рядки: Metro_Lines, Transfer_Stations і Transfer_Street_Station.

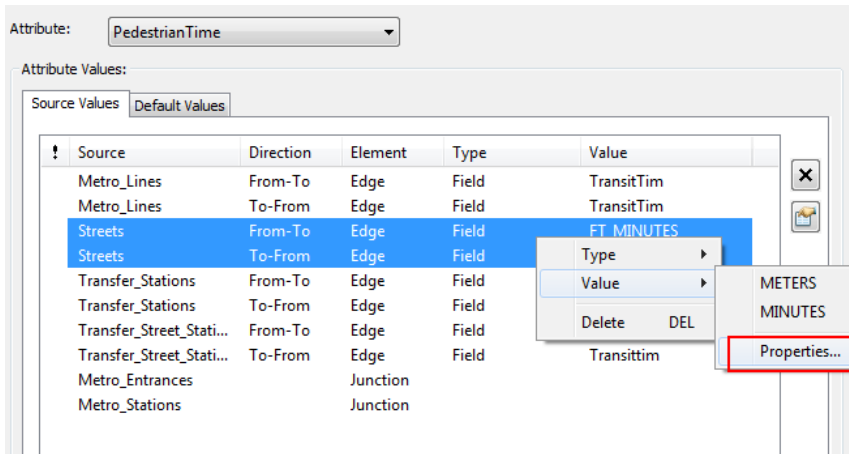


Клацніть правою кнопкою на одному з обраних рядків і на поле Type> Field.

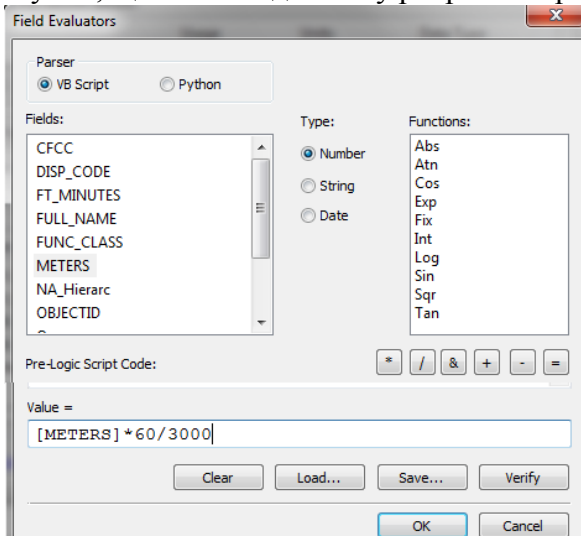
Повторно клацніть правою кнопкою на одному з обраних рядків, але в цей раз виберіть Value > TRANSITTIME.

Поля TRANSITTIME містять значення витрат часу пішохода для використання транспортної системи. Для вулиць також необхідні значення часу пішохода, але їх обчислення проводиться окремо.

Клацніть на рядку Streets From-To для її вибору. Утримуйте Ctrl і клацніть Streets To-From для вибору обох рядків. Клацніть правою кнопкою на одній з обраних рядків і виберіть Value> Properties. Відкриється діалогове вікно Оцінки полів.



Для джерела Streets значення PedestrianTime є часом пересування пішки. Припустимо, швидкість пересування пішохода становить 3 км / год, час шляху в хвилинах буде $[Meters] * 60/3000$, де $[Meters]$ є атрибутом, що містить довжину ребра в метрах.



Двічі клацніть на поле METERS, щоб перемістити його в текстове поле Value =, і введіть вираз у вигляді $[METERS] * 60/3000$ в діалоговому вікні Оцінки полів, як показано нижче.

Клацніть на кнопці *Verify (Перевірити)*, щоб переконатися, що вираз є правильним, або виправте його при необхідності.

Клацніть на ОК для повернення в діалогове вікно *Оцінки*.

Клацніть ОК для повернення в майстер *Новий набір мережевих даних*.

Клацніть *Далі (Next)*.

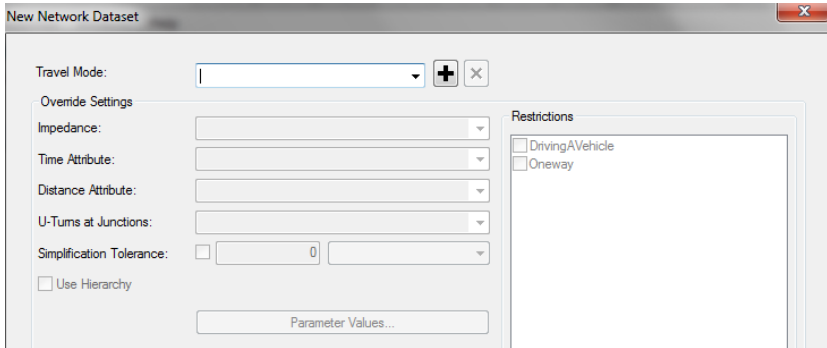
2.9. Налаштування режимів пересування

З'явиться сторінка з настройками режимів пересування. Режим пересування складається із сукупності налаштувань набору мережевих даних, які визначають допустимі в мережі дії та способи їх виконання. Задавши один або кілька режимів пересування в наборі мережевих даних, ви можете спростити подальші робочі процеси. Під час аналізу можна відразу вибрати режим для використання, а не налаштовувати різноманітні властивості. При використанні багатьох аналізів для певного режиму пересування або транспортного засобу, варто налаштувати цей режим пересування.

Режими пересування в наборі мережевих даних визначають спосіб пересування по мережі пішохода, легкового або вантажного автомобіля, іншого транспортного засобу. Режим пересування може бути загальним - наприклад, при моделюванні руху звичайних вантажних машин, або більш специфічним - при моделюванні пожежної машини з драбиною або рятувочної техніки.

Режим пересування складається з сукупності налаштувань набору мережевих даних, які визначають допустимі в мережі дії та способи їх виконання. При виконанні аналізу вибір попереднього режиму руху дозволяє ефективно і послідовно задавати певні властивості, які відповідають режиму руху транспорту. Переваги полягають в економії часу та спрощенні процесу - вам не потрібно кожного разу, виконуючи черговий аналіз, пам'ятати і налаштовувати ті параметри, які найбільш точно характеризують моделюючі транспортні засоби

В цьому розділі перераховані параметри, які можуть бути задані при додаванні режиму переміщення в набір мережевих даних. Тут же приводяться приклади цих значень для різних режимів руху.



Travel Mode (Режим пересування) - унікальна назва режиму пересування.

Impedance (Імпеданс) - задає атрибут вартості, за яким оптимізується аналіз. Для режиму руху, що моделює легкові автомобілі, необхідний атрибут вартості, який містить час, необхідний цьому автомобілю, щоб пройти ребро або сегмент вулиці. На відмінність від режиму автомобілів, для руху пішки необхідним є атрибут вартості, який містить час, потрібний для пройти уздовж річок або вулиць. Для будь-якого режиму пересування - Відстань поїздки або відстань пішки - може бути використаний такий витратний атрибут, як метри.

Time Attribute (Атрибут часу) - атрибут вартості на основі часу для підсумкових подорожних листів. Варіанти вибору для Імпеданса та атрибута часу, як правило однакові, коли моделюються режими руху на основі часу. Однак, коли моделюються режими руху на основі відстані, необхідно, щоб значення атрибута часу давало опис того, як багато часу потрібно для цього режиму руху переміщатися уздовж ребер мережі.

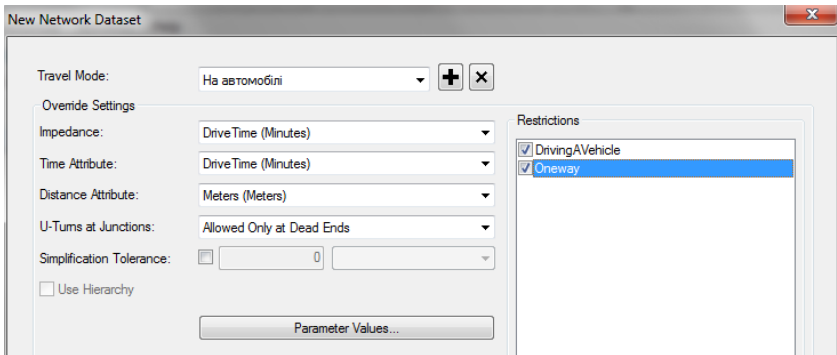
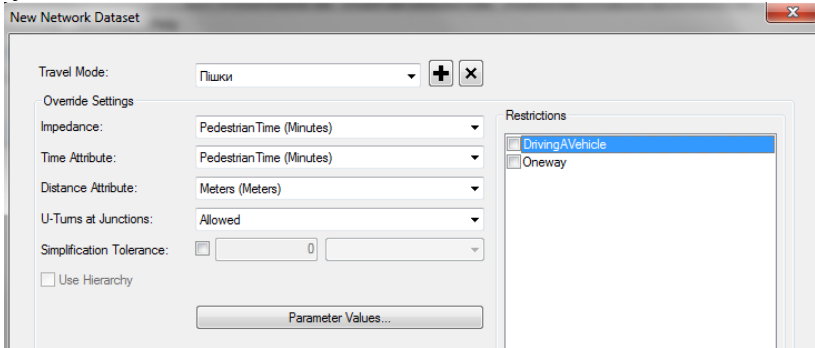
Distance Attribute (Атрибут відстані) - атрибут вартості на основі відстані для підсумкових маршрутних листів та вирішення питань побудови маршрутів транспортних засобів.

В режимах пересування *Час в дорозі на машині* та *Час в дорозі пішки* необхідно, щоб розмір атрибута був заданий як атрибут вартості на основі відстані, наприклад - в метрах.

U-Turns at Junctions (Розвороти на перехрестях) - показує, де дозволені розвороти в режимі руху. Режим пересування, моделюючи час у шляху вантажного транспорту, швидше за все, буде мати

значення параметра *Розворот на перехрестях не дозволено*. А значення цього параметра в режимі руху *Відстань пішки* буде дозволено, оскільки пішоходи можуть розвертатися в будь-якому місці.

Simplification Tolerance (Допуск спрощення) - показує, на скільки співпадає режим переміщення з геометрією результатів аналізу та наскільки.

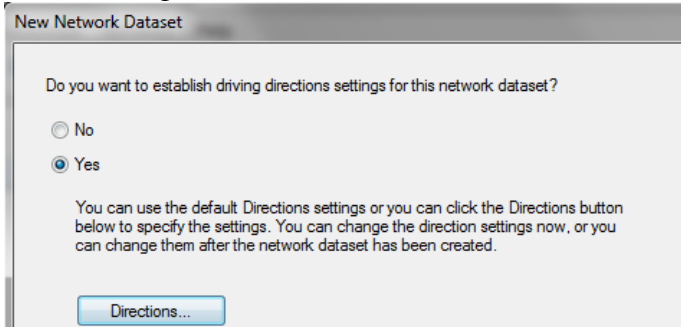


Клацніть *Далі (Next)*.

2.10. Налаштування подорожнього листа

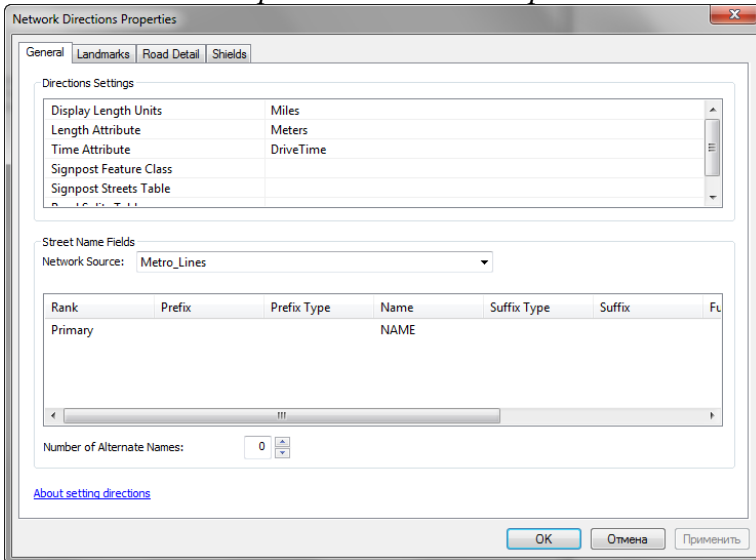
Після обчислення маршрутів в наборі мережевих даних існує можливість створення подорожнього листа для супроводу результатів. Набір мережевих даних повинен мати принаймні одне джерело ребер з текстовим атрибутом (для інформації про назву

вулиці) і атрибутом відстані для визначення того, як далеко потрібно наступний маневр.



Для настройки подорожнього листа виберіть *Yes*.

Клацніть *Directions* (Подорожній лист). Відкриється діалогове вікно *Властивості подорожнього листа мережі*.



Тепер слід задати поля для складання подорожнього листа, що входить в число результатів мережевого аналізу.

На вкладці *General* (Загальні) в списку *Network Source* Джерело в мережі виберіть *Street*.

General Landmarks Road Detail Shields

Directions Settings

Display Length Units	Miles
Length Attribute	Meters
Time Attribute	DriveTime
Signpost Feature Class	
Signpost Streets Table	

Street Name Fields

Network Source: Metro_Lines

Rank: Primary

Transfer Stations
Transfer Street Station
Metro Entrances
Metro Stations

У списку *Street Name Fields* (поля назв вулиць) клацніть на *Primary* для вибору. Клацніть на стовпчику *Name* і виберіть *FULL_NAME*.

Street Name Fields

Network Source: Streets

Rank	Prefix	Prefix Type	Name	Suffix Type
Primary			<None> CFCC FULL_NAME FUNC_CLASS Oneway	

Клацніть ОК для повернення в майстер *Новий набір мережевих даних*.

Клацніть Далі (Next).

Відзначте опцію *Побудувати індекс області обслуговування*.

New Network Dataset

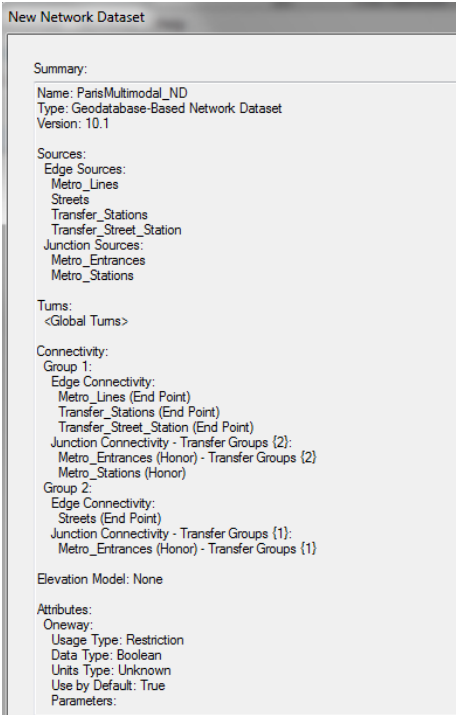
Build Service Area Index

The network dataset will build additional index feature classes that speed Service Area creation.

Побудова набору мережеских даних в наступному розділі цього навчального вправи займе більше часу, ніж це було б без індексу, але створення областей обслуговування в наборі мережеских даних буде швидше.

Клацніть Далі.

Буде відображена для перегляду підсумкова інформація про всі настройки.

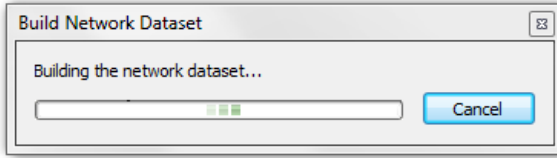


2.11. Створення та побудова набору мережеских даних

Після установки бажаних значень для функціонування набору мережеских даних вам необхідно створити і побудувати набір. Процес створення швидкий і зазвичай створює контейнер для логічної мережі.

Клацніть Готово (Finish).

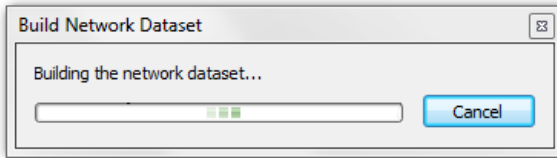
З'явиться індикатор виконання, що дозволяє стежити за процесом створення набору мережеских даних Network Analyst.



Після створення мережі система видасть запит на її побудову. В процесі побудови визначаються пов'язані елементи мережі і заповнюються атрибути набору мережевих даних. Побудова мережі необхідно перед виконанням будь-яких операцій мережевого аналізу.

Натисніть кнопку Так (Yes).

З'явиться індикатор процесу побудови набору мережевих даних; після закінчення процесу побудови він зникне.



Новий набір мережевих даних, ParisMultimodal_ND, доданий в каталог ArcCatalog разом з класом просторових об'єктів системних вузлів ParisMultimodal_ND_Junctions.

Попередній перегляд набору мережевих даних можна провести, клацнувши ім'я набору, потім клацнувши закладку Перегляд.

Закрийте ArcCatalog.

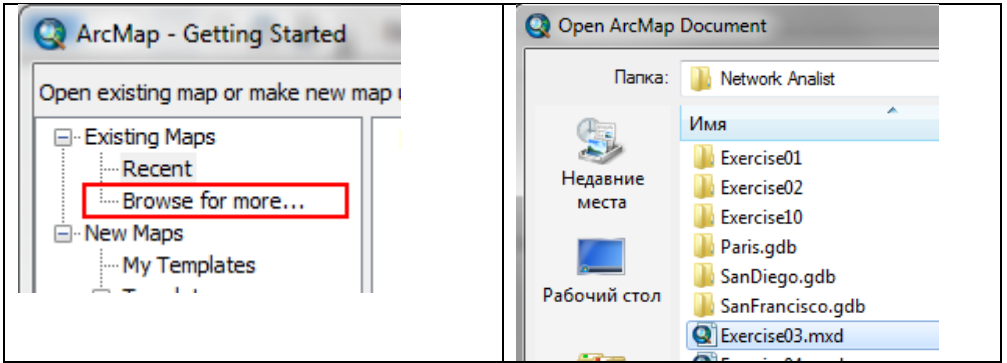
3. Пошук оптимального маршруту з використанням набору мережевих даних

3.1. Підготовка відображення

У цій вправі ви знайдете найшвидший маршрут для відвідування ряду зупинок в зумовленому порядку.

Запустіть ArcMap.

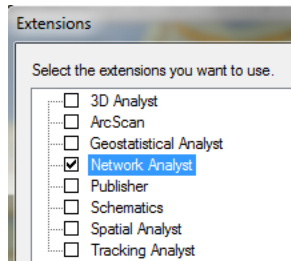
У діалоговому вікні Getting Started клацніть Existing Maps (Існуючі карти) а потім Browse for more (Знайти ще).



З'явиться діалогове вікно *Open ArcMap Document* (Відкрити документ ArcMap). Перейдіть до папки *D:\ArcGIS\Network Analyst\ Tutorial* та відкрийте файл *Exercise03.mxd*.

Активуйте додатковий модуль *ArcGIS Network Analyst*.

Клацніть *Customize* (Налаштування) > *Extensions* (Додаткові модулі). Відкриється діалогове вікно *Extensions*.



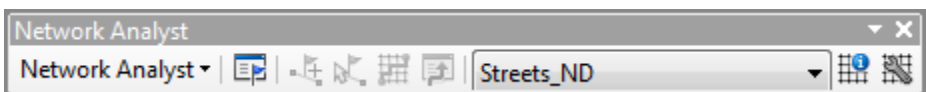
Відзначте *Network Analyst*.


Клацніть на кнопці *Close*.

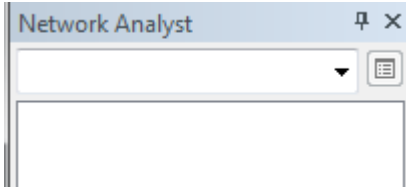
Якщо панель інструментів *Network Analyst* ще не відображається, її необхідно додати.

Клацніть *Customize* > *Панелі інструментів* > *Network Analyst*.

Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.



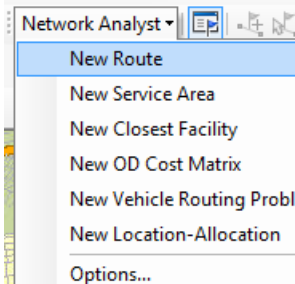
На панелі інструментів Network Analyst клацніть на кнопці  Вікно Network Analyst. Відкриється вікно Network Analyst.



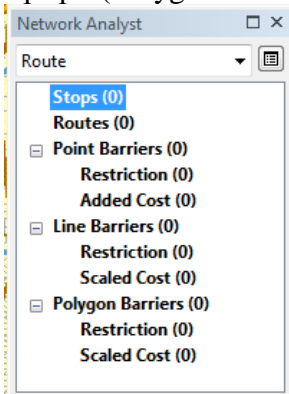
Вікно Network Analyst можна закріплювати і відкріплювати.

3.2. Створення шару аналізу маршруту

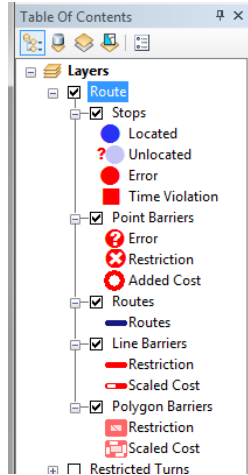
Клацніть на пункті Network Analyst на панелі інструментів Network Analyst і клацніть на Новий маршрут (New Route).



Шар аналізу маршруту буде додано у вікно Network Analyst. Класи мережевого аналізу: Зупинки (Stops), Маршрути (Routes), Точкові бар'єри (Point Barriers), Лінійні бар'єри (Line Barriers) і Полігональні бар'єри (Polygon Barriers) - порожні.



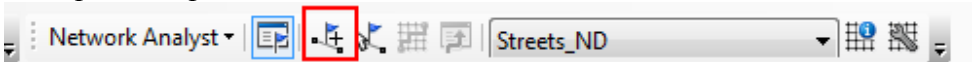
Також у вікно Таблиця змісту (Table Of Contents) доданий новий шар аналізу.



3.3. Додавання зупинки

Далі необхідно додати зупинки маршруту. У вікні *Network Analyst* клацніть на Зупинки (0). Вибір зупинки означає, що вона знаходиться в активному класі мережевого аналізу.

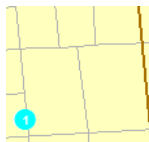
На панелі інструментів *Network Analyst* клацніть на інструменті *Створити мережеве положення*.



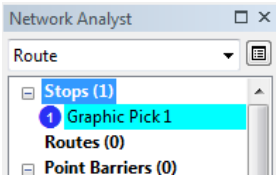
Клацнувши на мапі інструментом *Створити мережеве положення*, можна додати об'єкти мережевого аналізу в активний клас мережевого аналізу.

Клацніть в будь-якому місці вуличної мережі, щоб визначити нове положення зупинки.

Network Analyst розраховує найближче мережеве розташування і позначає зупинку за допомогою символу *Розміщено*. Зупинка залишається обраною, поки не буде розміщена інша зупинка або ви не скасуєте вибір.

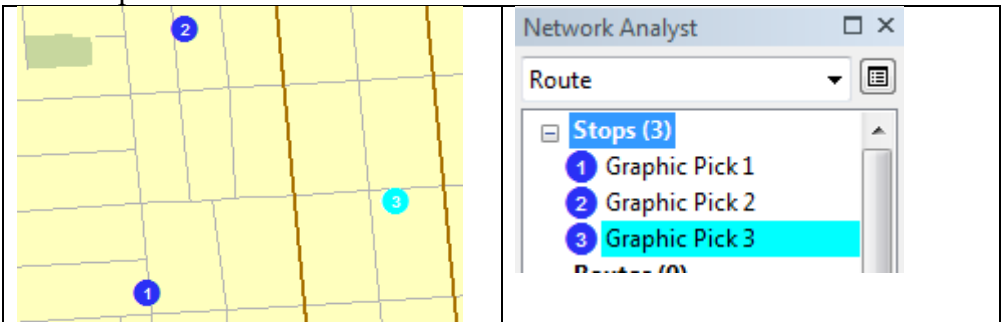


Розміщена зупинка також показана з номером 1. Всі зупинки позначені унікальними числами, що представляють собою порядок, в якому зупинки будуть відвідані маршрутом. Також зверніть увагу, що в класі *Зупинки* в вікні Network Analyst тепер перерахована одна зупинка.



Додайте ще дві зупинки в будь-якому місці на вулицях або поруч з ними. На карті відображені три зупинки. Новим зупинкам присвоюються номери 2 і 3.

Перша зупинка розглядається як точка початку, а остання - як точка призначення.



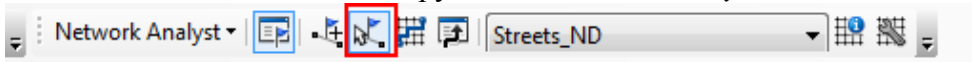
Послідовність зупинок може бути змінена клацанням зупинки у вікні Network Analyst і перенесенням її в іншу позицію списку.

Якщо зупинка не додана до мережі, вона буде відображена з символом «не вирівняно». (Тим не менш, використовуючи налаштування за замовчуванням, ви повинні будете розмістити зупинку більш ніж на 5 кілометрів від найближчої сегмента вулиці для того, щоб вона не вважалася розміщеною.)

Нерозміщену зупинку можна перемістити ближче до мережі і зробити її розміщеною. Якщо розташована в мережі зупинка знаходиться на невірній позиції, можна перемістити її на правильну позицію.

Щоб перемістити зупинку, виконайте наступні кроки:

- клацніть інструмент *Вибрати/Перемістити мережеві положення* на панелі інструментів *Network Analyst*;

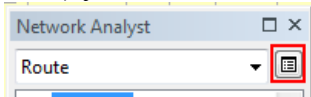


- клацніть на зупинці для її вибору;
- клацніть повторно на зупинці і перетягніть її в нове місце.

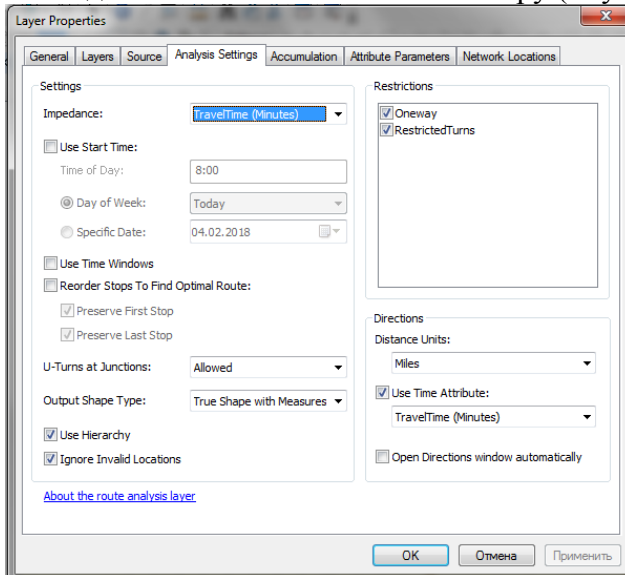
3.4. Установка параметрів для аналізу

Потім ви повинні вказати, що маршрут буде обчислюватися на основі часу пересування (хвилини), що розвороти можуть виконуватися де завгодно і що необхідно дотримуватися односторонніх обмежень і обмежень повороту.

Натисніть кнопку *Властивості шару аналізу (Analysis Layer Properties)* у вікні *Network Analyst*.



Відкриється діалогове вікно *Властивості шару (Layer Properties)*.



Перейдіть на закладку *Налаштування аналізу (Analysis Settings)*.

Переконайтеся, що Імпеданс (*Impedance*) визначено як Час в дорозі в хвилинах (*TravelTime (Minutes)*).

Цей набір мережевих даних має історію трафіку, пов'язану з атрибутом часу шляху в хвилинали (TravelTime (Minutes)). Якщо буде введено потрібний проміжок часу (для цього виберіть *Використовувати час початку (Use Start Time)* і заповніть три поля під ним), Network Analyst проведе пошук оптимального за часом маршруту, виходячи із заданого часу доби і швидкостей руху з історії трафіку. В іншому випадку програма проведе пошук оптимального за часом маршруту на основі функції довжин вулиць і обмежень швидкості.

Увімкніть опцію *Використовувати час початку*, введіть певний час і дату або день тижня.

Як *Час доби* введіть час, коли потрібно залишити першу зупинку. Виберіть *День тижня* або *Точна дата*.

При виборі *День тижня* вкажіть будь-який день між понеділком і неділею; додатково можна вибрати *Сьогодні* для використання поточних налаштувань системи.

При виборі *Точна дата* введіть дату в текстовому полі або в списку відкрийте календар і виберіть необхідну дату.

Залиште невідбраною опцію *Використовувати тимчасові вікна (Use Time Windows)*.

Для зупинок можуть бути вказані тимчасові вікна, в цьому випадку Network Analyst проводитиме пошук маршруту з урахуванням діапазонів часу, в які слід відвідати певні зупинки.

Не вибирайте *Змінити порядок зупинок для пошуку оптимального маршруту (Reorder stops to find optimal route)*.

Якщо не відзначати цю властивість, Network Analyst зробить розрахунок найкращого маршруту з заданою послідовністю зупинок. Це завдання відома як задача комівояжера. Якщо опція була обрана, програма проведе пошук найкращого маршруту і найкращої послідовності, в якій повинна відвідувати зупинки.

Виберіть *Дозволено (Allowed)* зі спадаючого списку *Розвороти в з'єднаннях (U-Turns at Junctions)*.

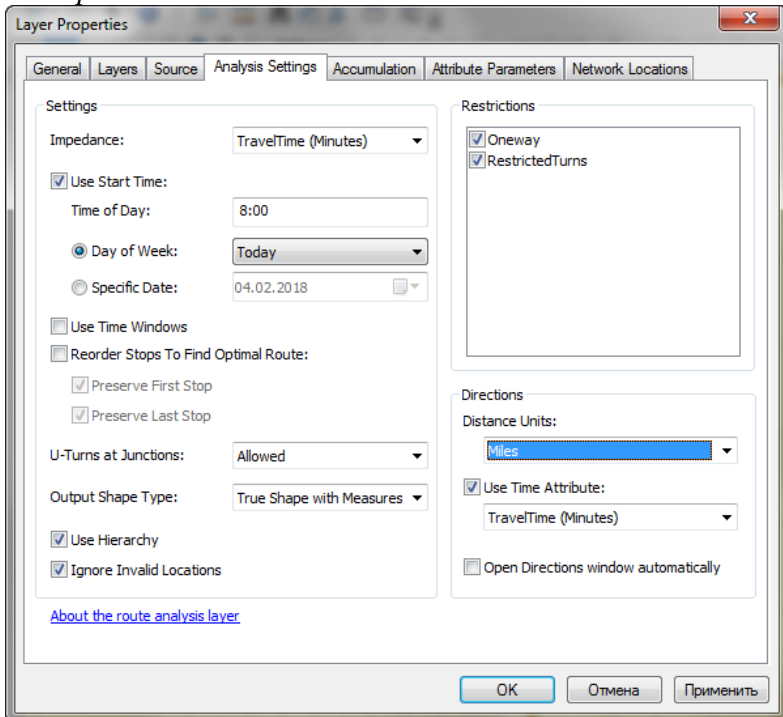
Натисніть стрілку спадаючого списку *Тип вихідної геометрії (Output Shape Type)* і виберіть пункт *Справжня форма з вимірами (True Shape with Measures)*.

Переконайтеся, що встановлені позначки *Використовувати ієрархію (Use Hierarchy)* і *Ігнорувати некоректні розташування (Ignore Invalid Locations)*.

Переконайтеся, що в розділі *Обмеження (Restrictions)* відзначені обмеження *RestrictedTurns* і *Oneway*.

Переконайтеся, що в рамці *Подорожній лист (Directions)* параметр *Одиниці відстані (Distance Units)* має значення *Мілі (Miles)*, вибрано пункт *Використовувати атрибут часу (Use Time Attribute)*, а атрибут часу має значення *TravelTime (Minutes)* (*Час шляху в хвили-нах*).

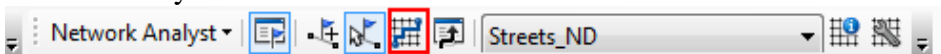
Закладка *Налаштування аналізу* повинна виглядати, як на наступному малюнку; однак властивості *Використовувати час початку* можуть відрізнятися.



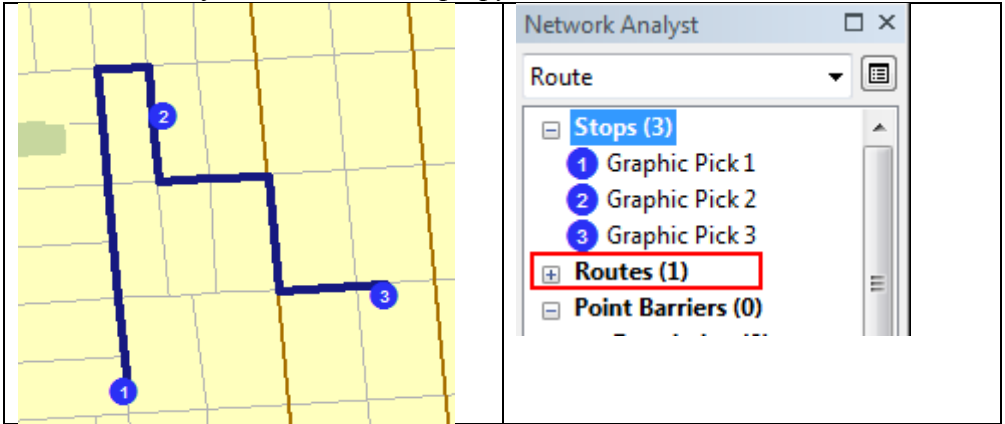
Натисніть ОК.

3.5.Обчислення кращого маршруту

Клацніть на кнопці *Розрахунок (Solve)* на панелі інструментів Network Analyst.



Об'єкт маршрутів з'являється в документі карти і в вікні ArcGIS Network Analyst під класом *Маршрути (Routes)*.



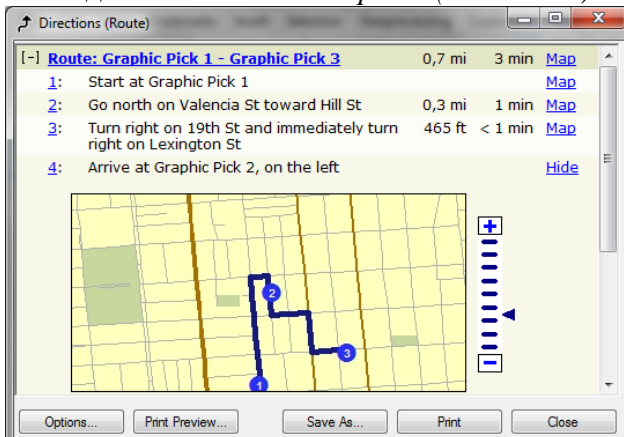
Якщо з'являється попередження, зупинка може бути розміщена на обмеженому ребрі. Спробуйте перемістити одну або кілька зупинок за допомогою інструменту *Вибрати/Перемістити мережеві положення* з панелі інструментів Network Analyst.



Клацніть на кнопці *Вікно напрямків (Directions Window)* на панелі інструментів Network Analyst.



Відкриється діалогове вікно *Напрями (Directions)*.



На крайньому правому стовпці діалогового вікна *Directions* клацніть на одній з посилань з назвою Карта (Map).
Відображено карту-врізку маневру.

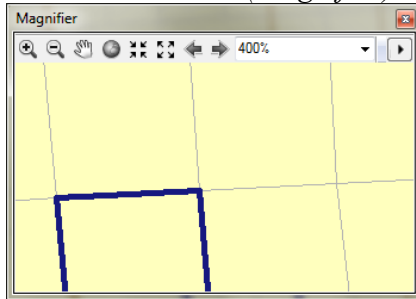
Клацніть *Close*.

3.6. Додавання бар'єру

У цьому розділі ви додасте бар'єр на маршрут, щоб представити перешкоду, і знайдете запасний маршрут до місця призначення.

Клацніть на *Вікна > Увеличитель (Windows > Magnifier)*.

Відкриється вікно *Увеличитель (Magnifier)*.

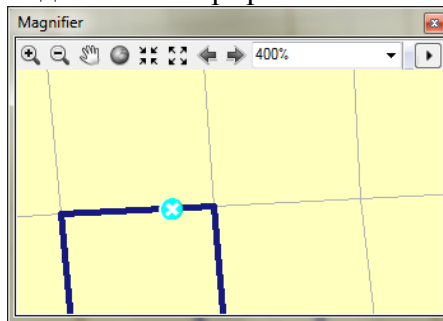


Клацніть на заголовку вікна Увеличитель і перемістіть його для розташування над маршрутом.

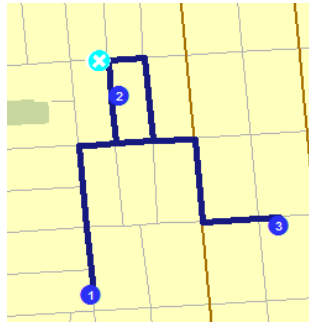
У вікні *Network Analyst* в області *Точкові бар'єри (0)* клацніть на *Обмеження (0)*.

Клацніть на інструменті *Створення мережевого положення (Create Network Location)* на панелі інструментів *Network Analyst*.

У вікні *Magnifier* клацніть на будь-якому місці маршруту для розміщення одного або декількох бар'єрів.



Клацніть на кнопці *Розрахунок (Solve)* на панелі інструментів Network Analyst. Новий альтернативний маршрут розрахований для обходу бар'єру.

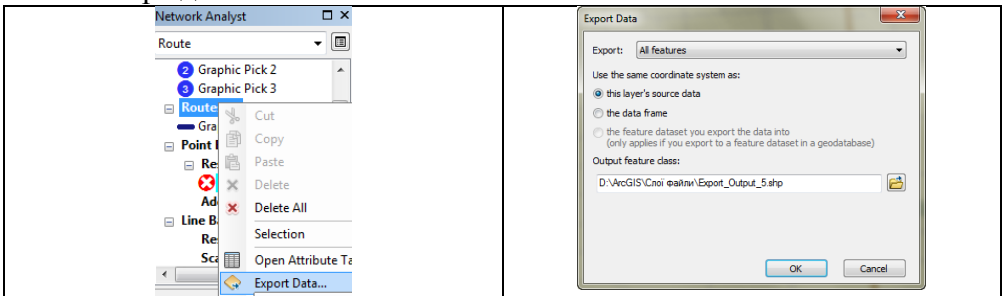


Закрийте вікно *Увеличитель (Magnifier)*.

3.7. Збереження маршруту

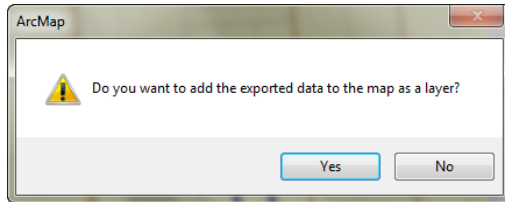
Шар аналізу маршруту зараз збережений в пам'яті, і якщо ви вийдете з ArcMap без збереження, аналіз буде втрачено. Однак якщо ви збережете документ карти, шар аналізу збережеться разом з ним. Ви також можете експортувати дані. Одним із способів є експорт шару мережевого аналізу в LYR-файл. Властивості аналізу і об'єкти зберігаються в LYR-файлі. Іншим способом є збереження підшарів аналізу в якості класів об'єктів з використанням команди Експорт даних. На наступному етапі показано, як експортувати підшари маршрутів в клас просторових об'єктів.

У вікні Network Analyst клацніть правою кнопкою миші Маршрути (1) і виберіть команду Експорт даних. Відкриється діалогове вікно Експорт даних.



У текстовому полі *Вихідний клас об'єктів* введіть або вкажіть місце для збереження результатів.

Натисніть ОК. Об'єкт маршруту буде збережений в зазначеній робочій області.



Клацніть Yes, щоб додати експортовані дані на карту в якості шару.

4. Пошук найближчої пожежної частини

4.1. Підготовка відображення

Запустіть ArcMap.

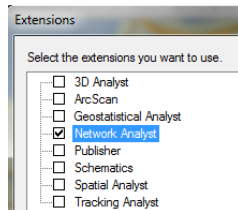
У діалоговому вікні ArcMap - Початок роботи (ArcMap - Getting Started) клацніть Існуючі карти (Existing Maps) > Знайти ще (Browse for more).

Перейдіть до папки *D:\ArcGIS\Network Analyst\Tutorial*. Двічі клацніть на файлі *Exercise04.mxd*.

Документ карти відкриється в ArcMap.

Активуйте додатковий модуль *ArcGIS Network Analyst*.

Клацніть *Customize* (Налаштування) > *Extensions* (Додаткові модулі). Відкриється діалогове вікно *Extensions*.

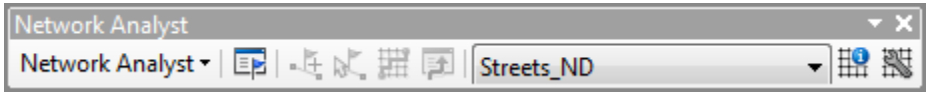



Відзначте *Network Analyst*. Клацніть на кнопці *Close*.

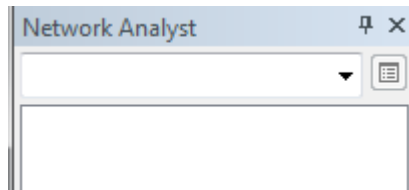
Якщо панель інструментів *Network Analyst* ще не відображається, її необхідно додати. Клацніть *Customize* > *Панелі інструментів* >

Network Analyst. Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.

Клацніть *Customize > Панелі інструментів > Network Analyst*.
Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.



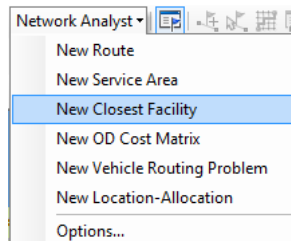
На панелі інструментів *Network Analyst* клацніть на кнопці  *Вікно Network Analyst*. Відкриється вікно *Network Analyst*.



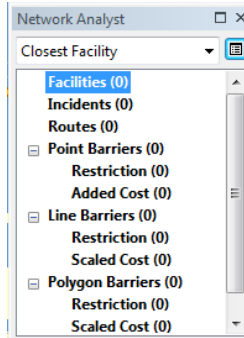
Вікно *Network Analyst* можна закріплювати і відкріплювати.

4.2. Створення шару найближчого пункту обслуговування

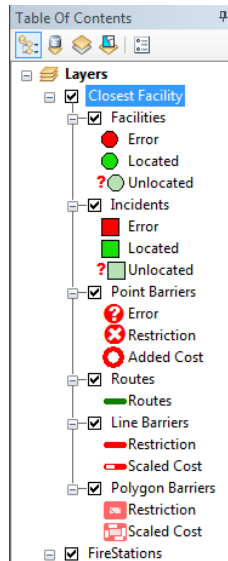
Клацніть на пункті *Network Analyst* на панелі інструментів *Network Analyst* і клацніть на *Новий найближчий пункт обслуговування (New Closest Facility)*.



У вікно *Network Analyst* додано шар аналізу найближчого пункту обслуговування. Класи мережевого аналізу: Пункти обслуговування (Facilities), події (Incidents), Маршрути (Routes), Точкові бар'єри (Point Barriers), Лінійні бар'єри (Line Barriers) і Полігональні бар'єри (Polygon Barriers) - порожні.



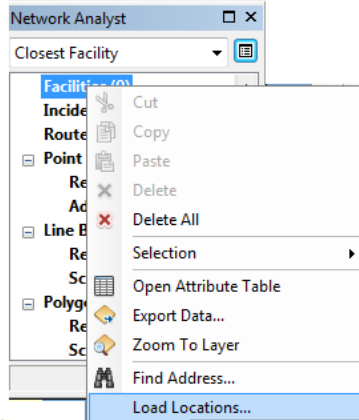
Також у вікно *Таблиця змісту (Table Of Contents)* доданий новий шар аналізу.



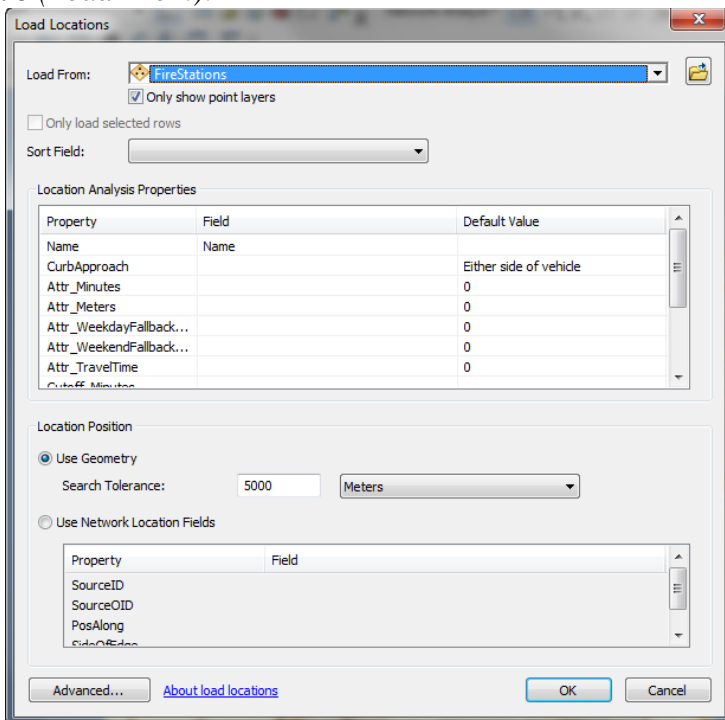
4.3. Додавання пунктів обслуговування

Потім необхідно завантажити пункти обслуговування з шару точкових просторових об'єктів, які представляють пожежні частини.

У вікні *Network Analyst* клацніть правою кнопкою миші на кнопці *Пункти обслуговування (Facilities)* і клацніть на *Завантажити положення (Load locations)*.

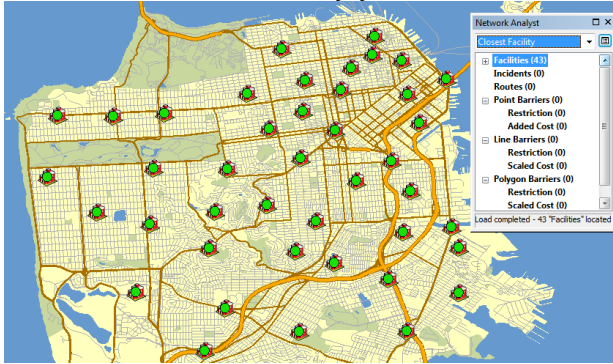


Відкриється діалогове вікно *Завантажити положення (Load locations)*. Виберіть *FireStations (Пожежні частини)* в списку *Завантажити з (Load From)*.



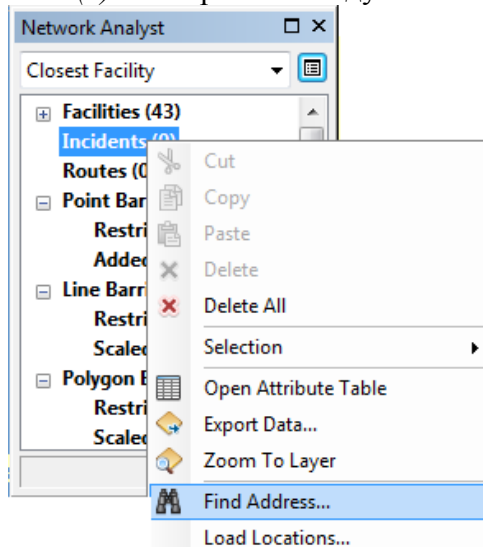
Натисніть Ок.

Сорок три пожежні частини будуть відображені на мапі як пункти обслуговування і наведені в списку у вікні Network Analyst.

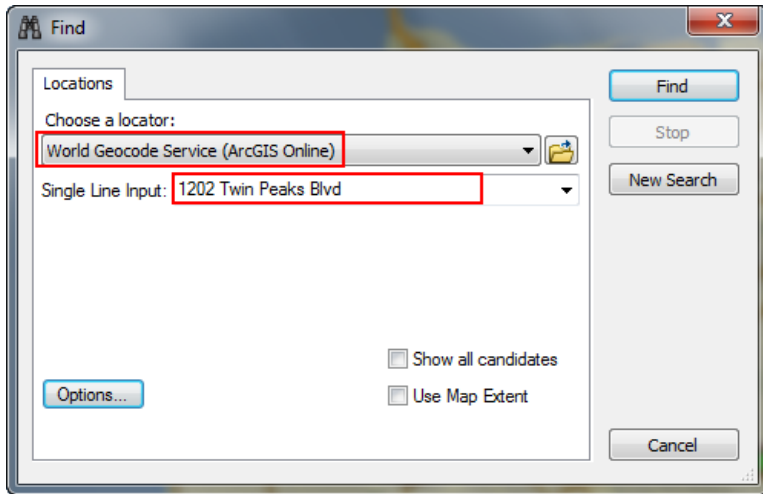


4.4. Додавання інцидента

Далі додамо інцидент шляхом геокодування адреси, отриманого від екстреного виклику. У вікні *Network Analyst* клацніть правою кнопкою миші *Інциденту (0)* і виберіть команду *Знайти адресу*.



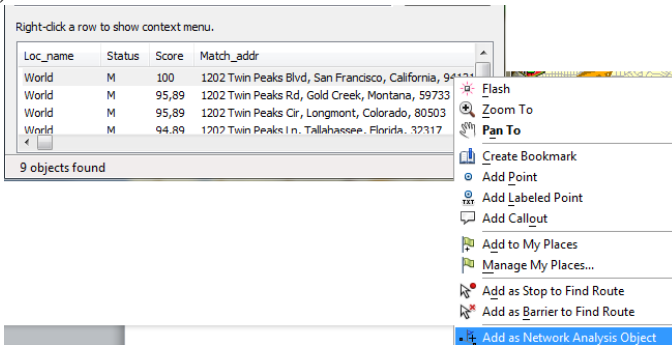
Відкриється діалогове вікно *Знайти (Find)*.



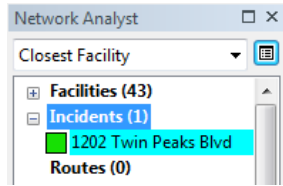
Переконайтеся, що обраний SanFranciscoLocator в списку Виберіть локатор. У текстовому вікні Single Line Input введіть 1202 Twin Peaks Blvd.

Клацніть *Знайти (Find)*.

Знайдено декілька місць розташування з даною адресою та вказано в списку у вигляді рядка в таблиці внизу діалогового вікна (*Find*).



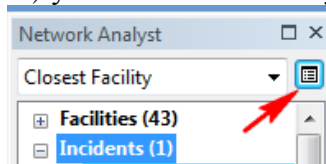
Клацніть правою кнопкою миші на потрібному рядку і виберіть команду *Додати як об'єкт мережевого аналізу*. Зазначена адреса буде додано як інцидент, і його можна буде побачити на карті і в вікні Network Analyst.



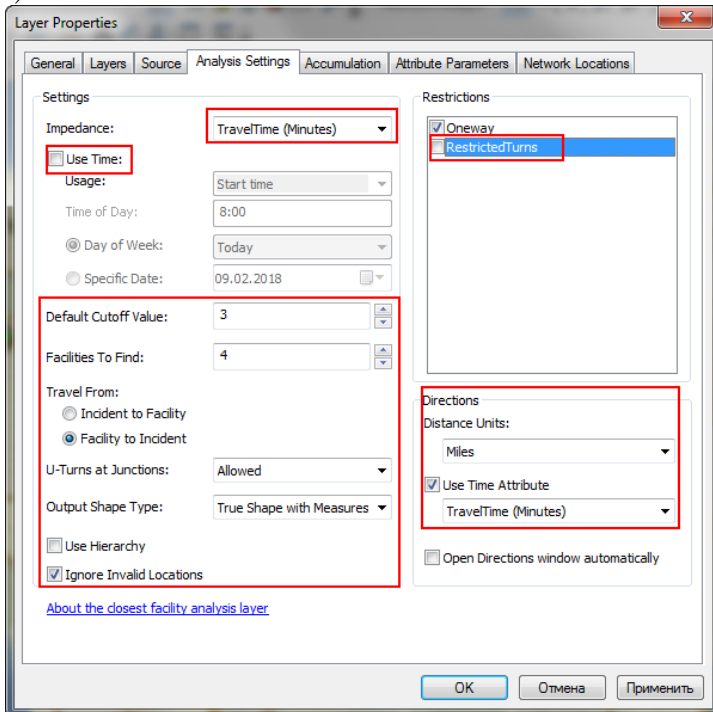
Закрийте діалогове вікно *Find*.

4.5. Установка параметрів для аналізу

Далі потрібно задати параметри для аналізу найближчого пункту обслуговування. Натисніть кнопку *Властивості шару аналізу* (*Analysis Layer Properties*) у вікні *Network Analyst*.



Відкриється діалогове вікно *Властивості шару* (*Layer Properties*).



Перейдіть на закладку Налаштування аналізу (Analysis Settings).

Переконайтеся, що *Імпеданс (Impedance)* визначено як Час в дорозі до хвилинах (*TravelTime (Minutes)*).

Залиште опцію *Використовувати час (Use Time)* не включеною.

Параметр *Використовувати час* дозволяє вказувати час початку і закінчення аналізу. При використанні тут вартісного атрибута з інформацією про дорожній рух, настройки часу дня і дати можна знайти найближчі пункти обслуговування, задавши динамічний час пересування, яке змінюється в залежності від трафіку. Однак в даному аналізі ми не будемо використовувати час.

Введіть 3 в текстове поле *Граничне значення за замовчуванням (Default Cutoff Value)*. ArcGIS буде проводити пошук пожежних частин, розташованих в трьох хвилинах їзди до пожежі на бульварі Твін Пік. Будь-які частини, розташовані за межами цього проміжку часу, ігноруються.

Задайте в поле *Пункти обслуговування для пошуку число (Facilities To Find)* 4. ArcGIS буде проводити пошук максимум чотирьох пожежних частин, розташованих поруч з місцем пожежі. Однак трихвилинне обмеження все ще застосовується; тому, якщо тільки три пожежних частини будуть перебувати в 3 хвилинах їзди, то четверта пожежна частина не буде знайдена.

Виберіть для *Travel From* пункт *Facilities to Incident*. Результати пошуку залежать від розташування пожежних частин, завантажених у вигляді пунктів обслуговування. Це імітує пересування пожежних машин від розташування пожежних частин до місця пожежі (інциденту).

Виберіть *Дозволено (Allowed)* з спадаючого списку *Розвороти в з'єднаннях (U-Turns at Junctions)*.

Натисніть стрілку спадаючого списку *Тип вихідний геометрії (Output Shape Type)* і виберіть пункт *Справжня форма з вимірами (True Shape with Measures)*.

Вимкніть *Використовувати ієрархію*.

Відзначте *Ігнорувати некоректні положення*.

У розділі *Обмеження (Restrictions)* відключіть опцію *Обмежені повороти (RestrictionTurns)*. Пожежні машини мають право не дотримуватися правил дорожнього руху в разі екстреного виїзду.

Переконайтеся, що в рамці *Подорожній лист (Directions)* параметр *Одиниці відстані (Distance Units)* має значення *Милі (Miles)*, вибрано пункт *Використовувати атрибут часу (Use Time Attribute)*, а атрибут часу має значення *TravelTime (Minutes)* (*Час шляху в хвилинах*).

Натисніть ОК.

4.6. Ідентифікація найближчого пункту обслуговування

Клацніть на кнопці *Розрахунок (Solve)* на панелі інструментів *Network Analyst*.

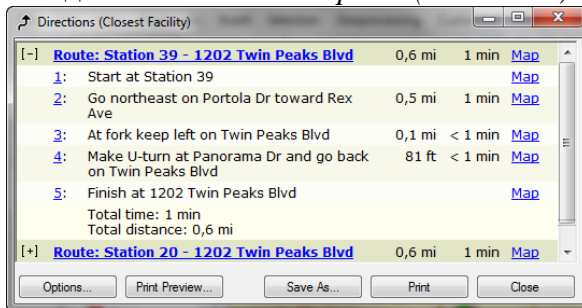
Маршрут з'явиться на мапі і в класі *Маршрут* у вікні *Network Analyst*.



Зверніть увагу, що ми налаштували аналіз для знаходження чотирьох пунктів обслуговування в межах трихвилинного граничного значення; однак тільки три пункти обслуговування знаходяться в межах даного значення.

Клацніть на кнопці *Напряму (Directions)* на панелі інструментів *Network Analyst*.

Відкриється діалогове вікно *Напряму (Directions)*.



У вікні перераховані шляхові листи від кожної пожежної частини.

5. Створення моделі для аналізу маршруту

У цій вправі буде створена модель для знаходження найкоротшого маршруту, що з'єднає 21 магазин в Парижі.

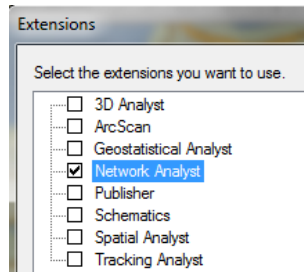
5.1. Підготовка відображення

Запустіть ArcMap.

У діалоговому вікні ArcMap - Початок роботи (ArcMap - Getting Started) клацніть Існуючі карти (Existing Maps)> Знайти ще (Browse for more).

Перейдіть до папки *D:\ArcGIS\Network Analyst\Tutorial*. Двічі клацніть на файлі *Exercise06.mxd*. Документ карти відкриється в ArcMap.

Активуйте додатковий модуль *ArcGIS Network Analyst*. Клацніть *Customize* (Налаштування) > *Extensions* (Додаткові модулі). Відкриється діалогове вікно *Extensions*.

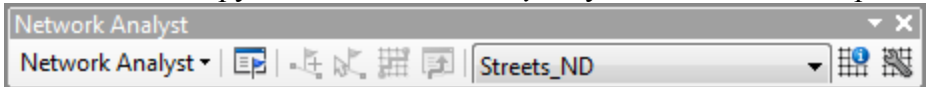



Відзначте *Network Analyst*. Клацніть на кнопці *Close*.

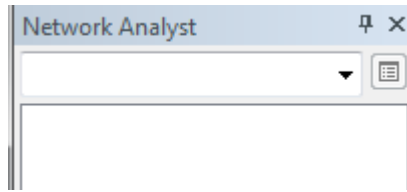
Якщо панель інструментів *Network Analyst* ще не відображається, її необхідно додати. Клацніть *Customize* > *Панелі інструментів*> *Network Analyst*. Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.

Клацніть *Customize* > *Панелі інструментів*> *Network Analyst*.

Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.



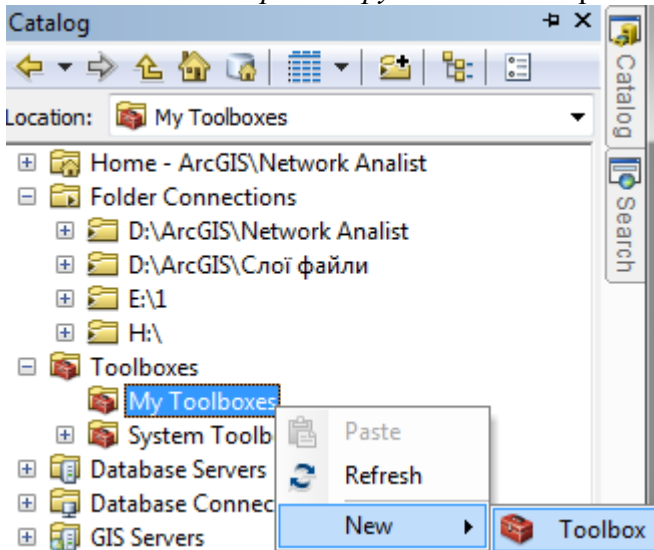
На панелі інструментів *Network Analyst* клацніть на кнопці  *Вікно Network Analyst*. Відкриється вікно *Network Analyst*.



5.2. Створення моделі


Клацніть на кнопці *Вікно Каталогу (Catalog window)* на панелі інструментів *Standard*.

Відкриється вікно *Каталог (Catalog)*. У вікні *Каталог* розгорніть вузол *Мої набори інструментів (My Toolboxes)*. Клацніть правою кнопкою миші *Мої набори інструментів* і виберіть *New > Toolbox*.



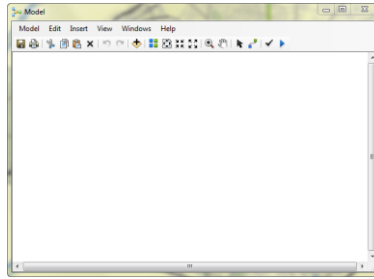
Створення набору інструментів

Введіть *NetworkModel* і клацніть на клавішу *ENTER*, щоб задати ім'я доданому набору інструментів.

Name	Type
 NetworkModel.tbx	Toolbox

Клацніть правою кнопкою миші на наборі інструментів *NetworkModel* і виберіть *Новий > Модель*

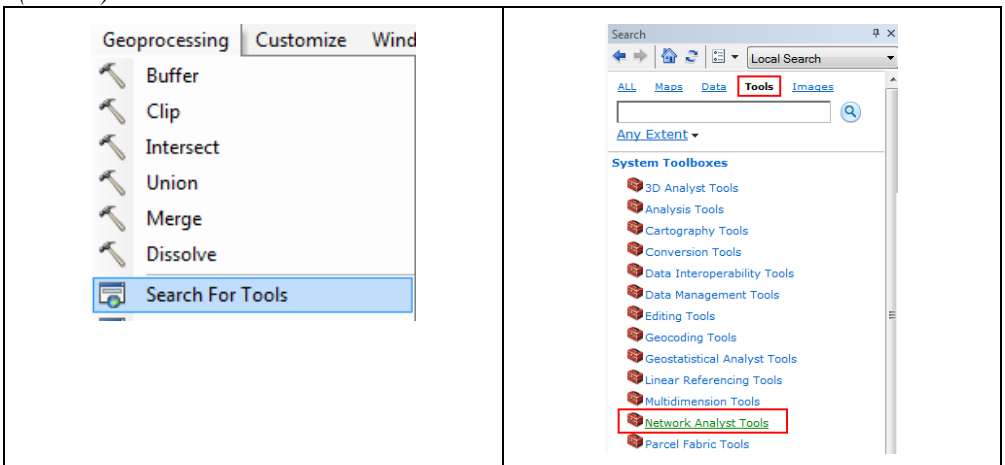
Нова модель з'явиться в наборі інструментів і відкриє діалогове вікно *Модель*.



5.3. Створення шару маршруту в моделі

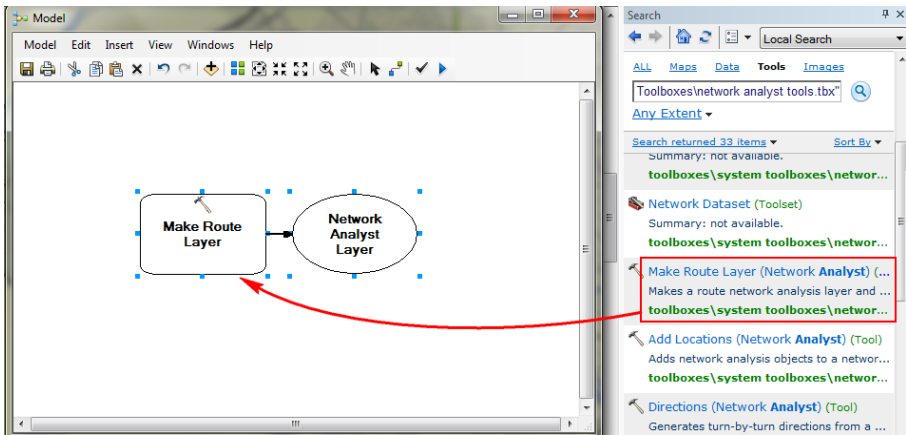
Далі в моделі буде створено шар маршруту. Робочий процес використання додаткового модуля *ArcGIS Network Analyst* в моделі аналогічний процесу використання *Network Analyst* в ArcMap. Спочатку потрібно створити шар маршруту і задати властивості. Далі потрібно додати мережеві розташування (зупинки), які будуть входними даними. І нарешті, потрібно виконати розрахунок і відобразити результати.

У меню, клацніть (*Geoprocessing*) > (*Search For Tools*). Відкриється вікно *Пошук (Search)*, в якому виділена категорія *Інструменти (Tools)*.



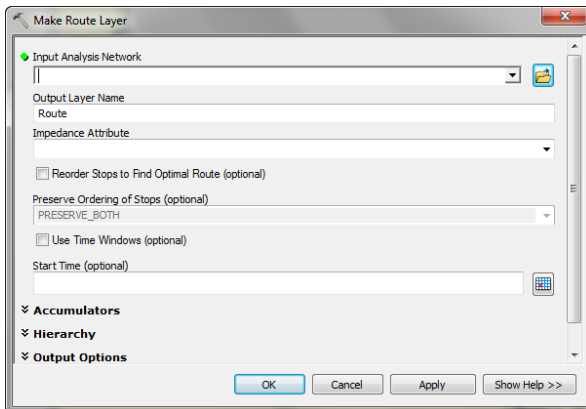
Клацніть інструмент *Network Analyst Tools* в списку наборів інструментів у вікні *Пошук (Search)*. З'явиться список груп інструментів і інструментів, пов'язаних з додатковим модулем *ArcGIS Network Analyst*.

Перетягніть посилання *Створити шар маршруту (Make Route Layer)* в діалогове вікно *Модель*.



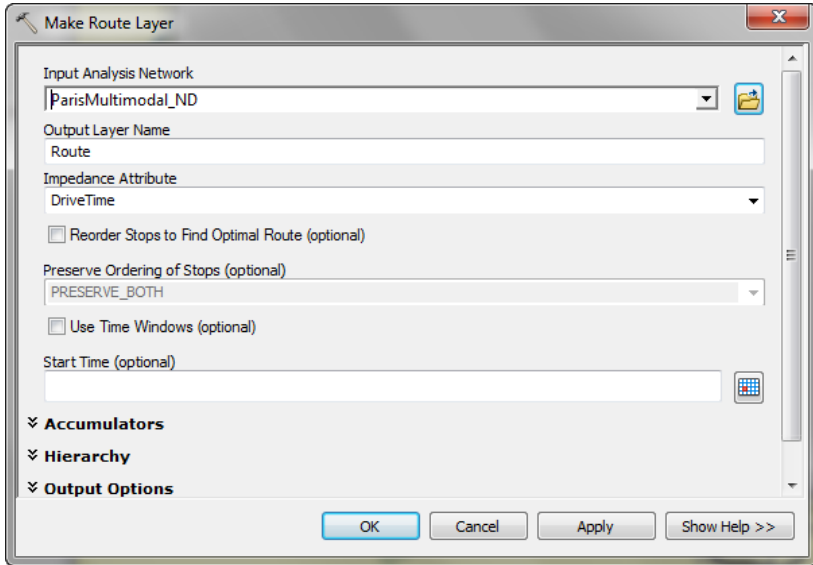
У діалоговому вікні *Модель* двічі клацніть *Створити шар маршруту*.

Відкриється діалогове вікно *Створити шар маршруту (Make Route Layer)*, в якому можна задавати властивості.



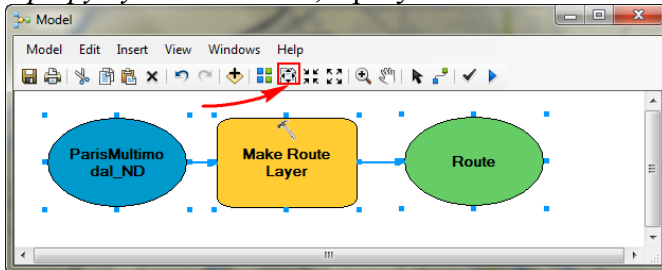
У списку *Input Analysis Network* виберіть *ParisMultimodal_ND*. У списку *Impedance Attribute* клацніть на *DriveTime*. Увімкніть опцію *Змінити порядок зупинок для пошуку оптимального маршруту (Reorder Stops to Find optimal Route)*. У списку *Зберегти порядок зупинок*

(*Preserve Ordering of Stops*) клацніть на *PRESERVE_BOTH*. Діалогове вікно інструменту має виглядати як на малюнку нижче.



Натисніть ОК.

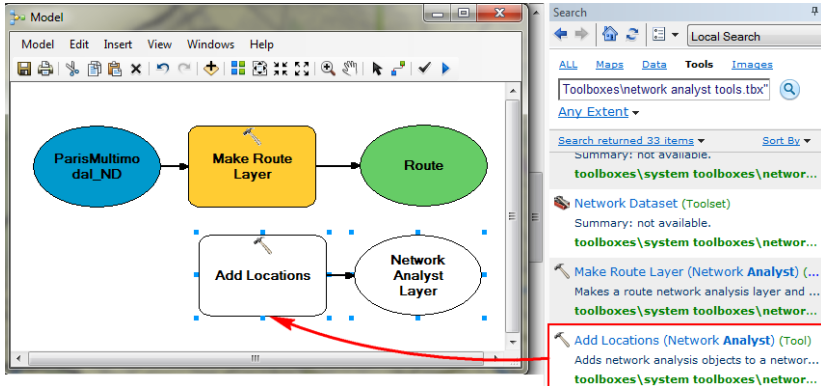
Вхідний шар аналізу доданий в модель. Інструмент *Створити шар маршруту* стає жовтим, а результат - зеленим.



Натисніть кнопку *Повний вид (Full View)*. Буде відображена вся модель.

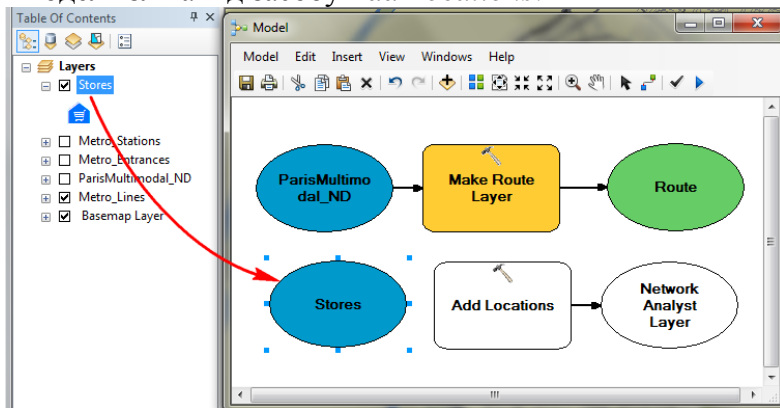
5.4. Додавання зупинок в шар маршруту


Далі в якості зупинок будуть додані магазини за допомогою інструменту *Add Locations (Додати положення)*.

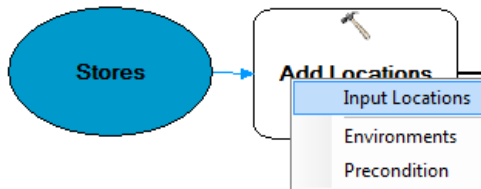



Перетягніть інструмент *Add Locations* з вікна Пошук в діалогове вікно *Модель*.

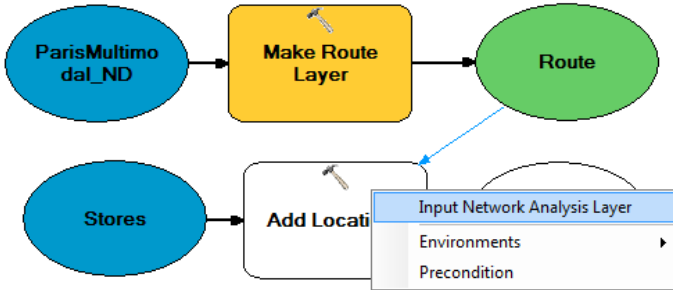
Виберіть шар об'єктів *Stores* в вікні *Таблиця змісту* і перетягніть його в модель зліва від засобу *Add Locations*.



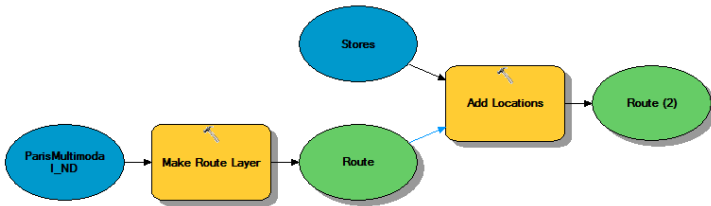
У діалоговому вікні *Модель* клацніть на інструменті . Клацніть на *Stores* і клацніть на *Add Locations*, щоб з'єднати їх. Клацніть *Input Locations* в контекстному меню.



За допомогою інструменту  з'єднайте Route і Add Locations. Клацніть *Вхідний шар мережевого аналізу (Input Network Analysis Layer)* в контекстному меню.



Натисніть кнопку *Автокомпоновка (Auto Layout)*. Модель організована в логічному порядку. Натисніть кнопку *Повний вид (Full View)*.



5.5. Додавання інструменту Розрахунок

Перетягніть інструмент *Solve (Розрахунок)* з вікна *Пошук* в діалогове вікно *Модель*.


The screenshot shows the Model Builder interface with the following workflow:

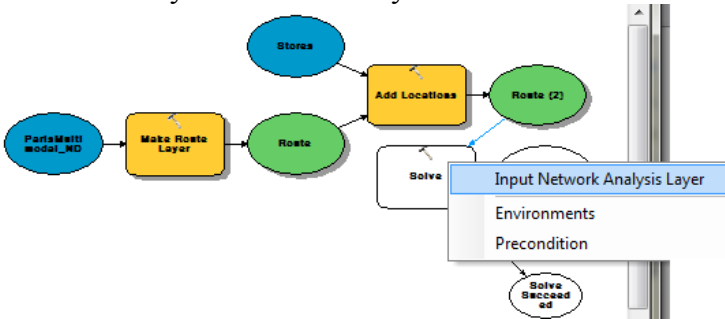
```

    graph LR
      A([ParisMultimodal_ND]) --> B[Make Route Layer]
      B --> C([Route])
      C --> D[Add Locations]
      E([Stores]) --> D
      D --> F([Route (2)])
      G[Solve] --> H[Network Analyst Layer]
      H --> I[Solve Succeeded]
  
```

The search window on the right shows the following results:

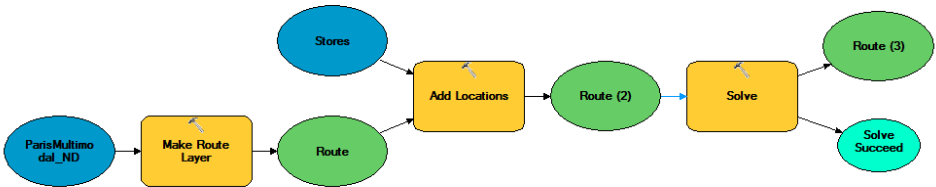
- Adds fields to the input features that contain network analysis layer information. **toolboxes\system toolboxes\network...**
- Build Network (Network Analyst) (Tool)** Reconstructs the network connectivity and... **toolboxes\system toolboxes\network...**
- Solve (Network Analyst) (Tool)** Solves the network analysis layer problem... **toolboxes\system toolboxes\network...**
- Dissolve Network (Network Analyst) (...)** Creates a network dataset that minimizes... **toolboxes\system toolboxes\network...**
- Generate Service Areas (Network Anal...** Creates a service area network analysis l... **toolboxes\system toolboxes\network...**

За допомогою інструменту  з'єднайте вихідний шар *Шар мережевих даних* з інструментом *Розрахунок*. Клацніть Вхідний шар мережевого аналізу в контекстному меню.



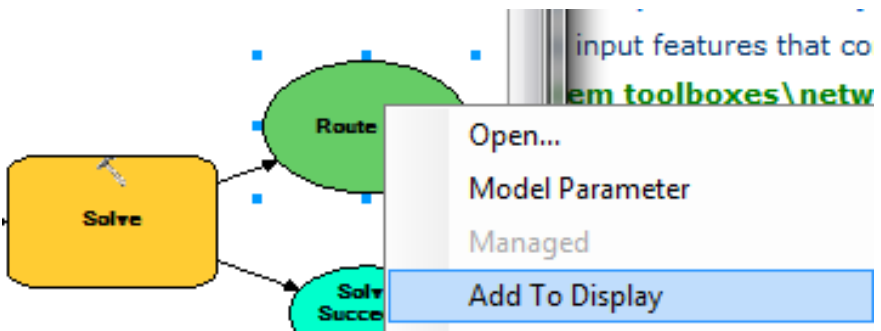
Інструмент *Розрахунок* набуває жовтого кольору, вихідний шар - зелений колір і *Розрахунок пройшов* - зелено-блакитний колір.

Натисніть кнопку *Автокомпоновка (Auto Layout)*. Натисніть кнопку *Повний вид (Full View)*.



Натисніть на інструмент *Вибрати (Select)*.

Клацніть правою кнопкою миші на вихідному шарі інструменту *Розрахунок*, який має напис *Route (3)*, і виберіть команду *Add To Display*.




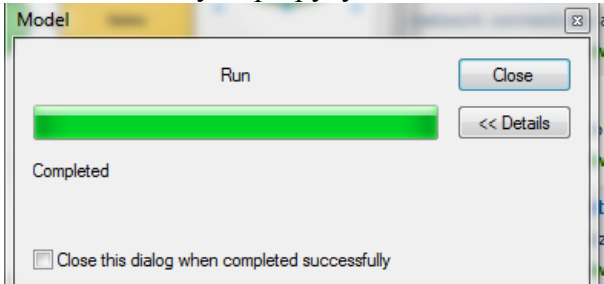
Це змусить модель додати остаточний результат до відображення карти при запуску з діалогового вікна *Модель*.

Команда *Add To Display* не додасть результат на карту при запуску інструменту з набору інструментів. Якщо ви хочете додати результат на карту і в цьому випадку, натисніть правою кнопкою миші на результаті *Route (3)* і виберіть *Model Parameter*.

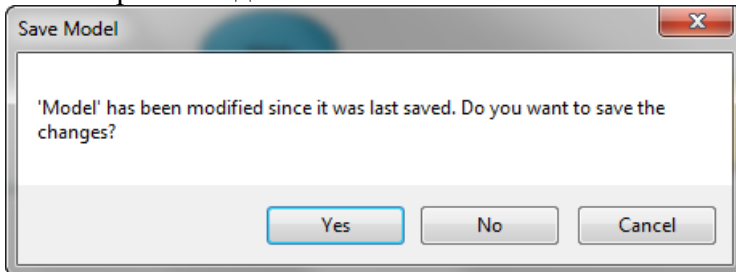
5.6. Запуск моделі для пошуку найбільш оптимального маршруту

Натисніть кнопку Зберегти (Save), щоб зберегти проект.

Натисніть на кнопку Запустити . З'явиться вікно стану, що відображає виконання аналізу маршруту ArcGIS.

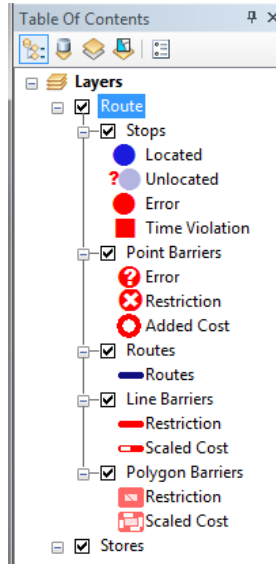


Після завершення закрийте вікно стану і діалогове вікно *Модель*, щоб вивчити результати. З'явиться підказка, що повідомляє про необхідність зберегти модель.



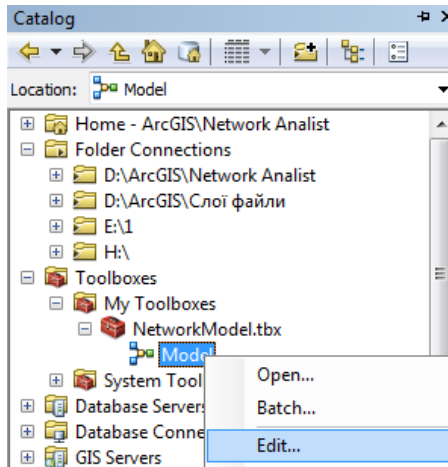
Натисніть кнопку *Yes*.

Новий шар маршруту доданий у вікно Таблиця змісту. У вікні *Network Analyst* відображаються всі зупинки і результуючий маршрут. Карта відображає завантажені зупинки і результуючий маршрут.



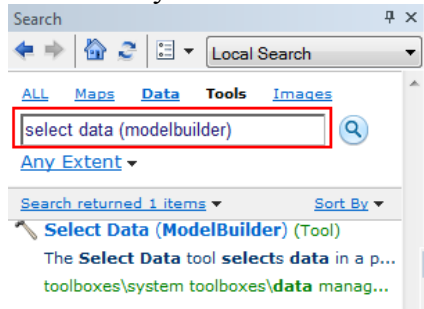
5.7. Налаштування моделі для збереження результатів на диск

У вікні *Каталог* розгорніть набір інструментів NetworkModel, клацніть правою кнопкою миші на вузлі *Модель* і виберіть команду *(Edit) Редагувати*.




Для отримання найкоротшого шляху до класу об'єктів для подальшого аналізу, необхідно скопіювати об'єкти з пам'яті на диск.

Введіть команду *Select data (Вибрати дані)* в текстове поле вікна *Пошук* і клацніть на клавішу Enter.

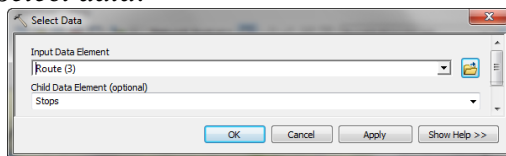


Перетягніть інструмент *Select data* з результатів пошуку у вікно *Модель*.

За допомогою інструменту , приєднайте підсумковий вихідний шар до інструменту *Select data*. Клацніть на *Вхідний елемент даних* в контекстному меню.




У вікні *Модель* двічі клацніть на кнопці *Select data*. Відкриється діалогове вікно *Select data*.

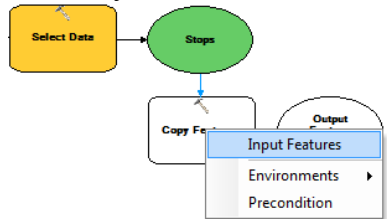


Виберіть *Route(3)* в списку *Input Data Element*. Натисніть *OK*. Діалогове вікно закриється.

Введіть *Copy Features* в текстовому полі у вікні *Пошук* і натисніть ENTER.

Перетягніть інструмент *Copy Features* з результатів пошуку в діалогове вікно *Модель*. За допомогою інструменту , приєднайте під-

сумковий вихідний шар до інструменту *Copy Features*. Клацніть на *Input Features* в контекстному меню.

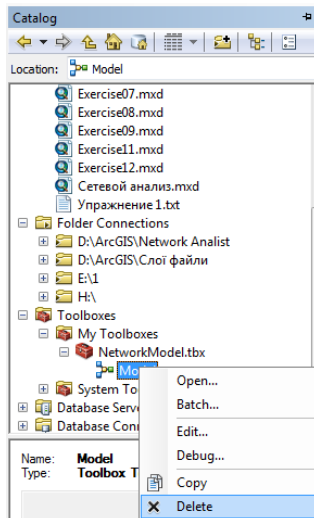


У діалоговому вікні *Модель* двічі клацніть команду *Copy Features*. Відкриється діалогове вікно *Copy Features*. Введіть вихідний шлях розташування для збереження маршруту як класу об'єктів або шейп-файлу. Наприклад, можна ввести таке розташування: *C:\arcgis\Network Analyst\Tutorial\Paris.gdb\Stop_Copyfeatures*. Натисніть ОК.

Тепер при запуску моделі буде знайдений найбільш оптимальний маршрут і обраний шар маршруту, який буде експортовано в клас об'єктів. Модель можна запустити, клацнувши на кнопку ▶.

5.8. Видалення моделі

У вікні *Каталог* перейдіть до набору інструментів *NetworkModel*, клацніть правою кнопкою миші на вузлі *Модель* і виберіть команду *Видалити*. З'явиться підказка, що повідомляє про необхідність підтвердити видалення.



Якщо модель запускалася, то також потрібно перейти в папку, яка була вказана для збереження вихідних даних інструменту *Copy Features*, і видалити створений клас об'єктів.

Натисніть кнопку (Yes).

6. Виконання мережевого аналізу з використанням атрибутів обмеження

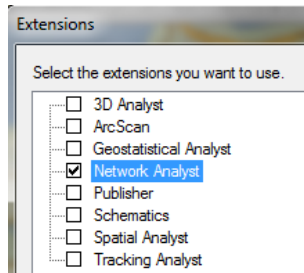
6.1. Додавання Network Analyst елементів управління в ArcMap

Запустіть ArcMap.

У діалоговому вікні ArcMap - Початок роботи (ArcMap - Getting Started) клацніть Існуючі карти (Existing Maps)> Знайти ще (Browse for more).

Перейдіть до папки *D:\ArcGIS\Network Analyst\Tutorial*. Двічі клацніть на файлі *Exercise12.mxd*. Документ карти відкриється в ArcMap.

Активуйте додатковий модуль *ArcGIS Network Analyst*. Клацніть *Customize* (Налаштування) > *Extensions* (Додаткові модулі). Відкриється діалогове вікно *Extensions*.

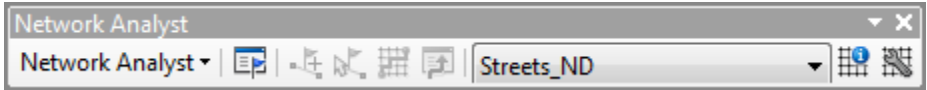



Відзначте *Network Analyst*. Клацніть на кнопці *Close*.

Якщо панель інструментів *Network Analyst* ще не відображається, її необхідно додати. Клацніть *Customize* > *Панелі інструментів*> *Network Analyst*. Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.

Клацніть *Customize* > *Панелі інструментів*> *Network Analyst*.

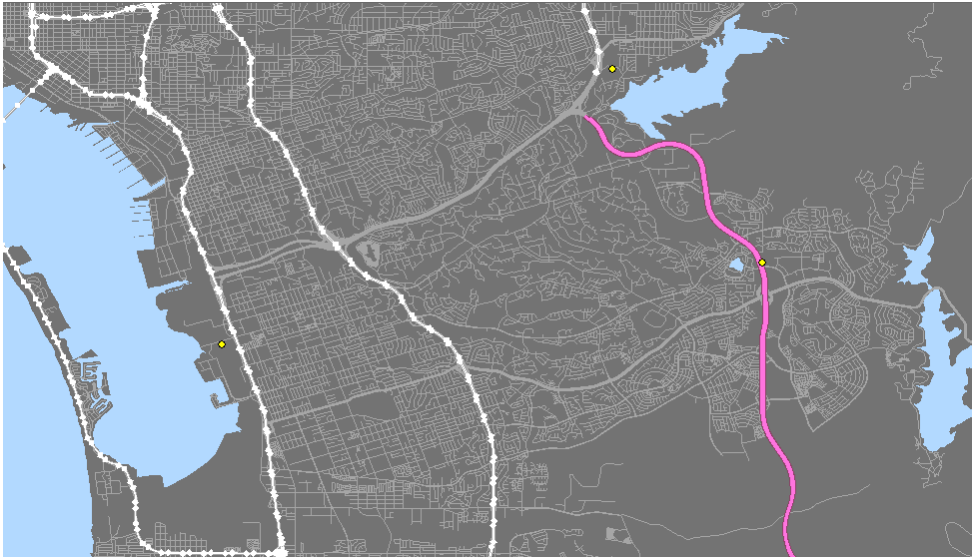
Панель інструментів *Network Analyst* буде додана в ArcMap.



На панелі інструментів Network Analyst клацніть на кнопці  Вікно Network Analyst. Відкриється вікно Network Analyst.

6.2. Перегляд параметра Використання обмежень у властивостях набору мережевих даних.

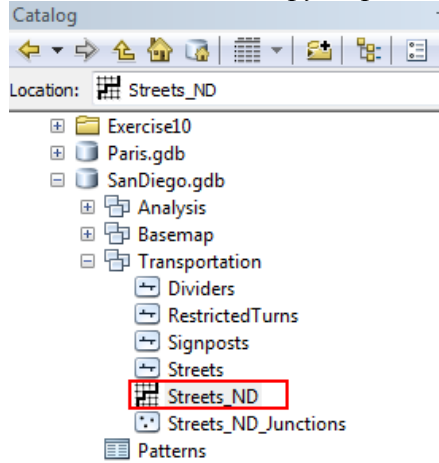
На цій карті показана мережа доріг міста Сан-Дієго і його околиць. На південному сході карти відзначена фіолетовим кольором платна автострада. Дороги, виділені для проїзду вантажівок, позначаються білими ромбами уздовж білих лінійних об'єктів.



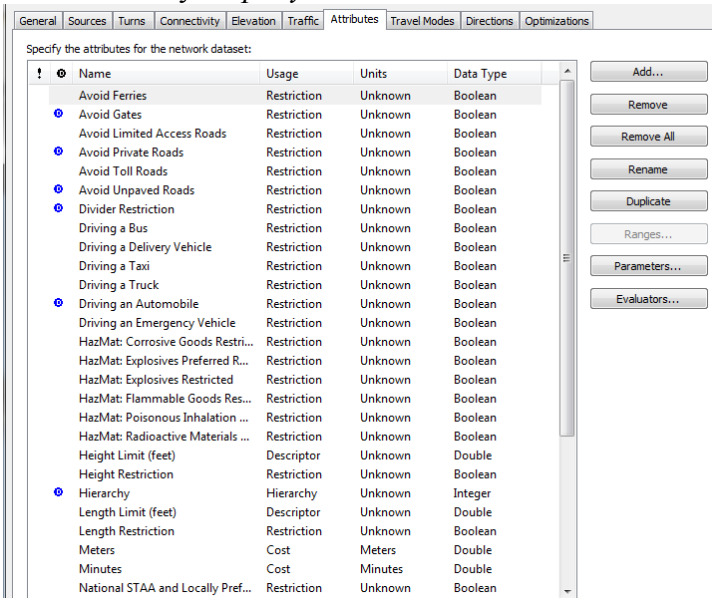
Набір мережевих даних, відображений зараз на карті, має безліч атрибутів обмеження, які можуть використовуватися для прокладки маршруту відповідно до будь-якими перевагами й вимогами. У цій частині вправи ви дізнаєтеся про способи налаштування атрибута обмеження і про його параметри за замовчуванням - використання обмеження.

Натисніть кнопку *Каталог* на панелі інструментів *Стандартні*. Відкриється вікно Каталог.

Перейдіть до папки *D:\ArcGIS\ArcTutor\Network Analyst\Tutorial*. Двічі клацніть *SanDiego.gdb>Transportation>Streets_ND*. Відкриється діалогове вікно *Властивості набору мережових даних*.



Клацніть вкладку *Атрибути*.

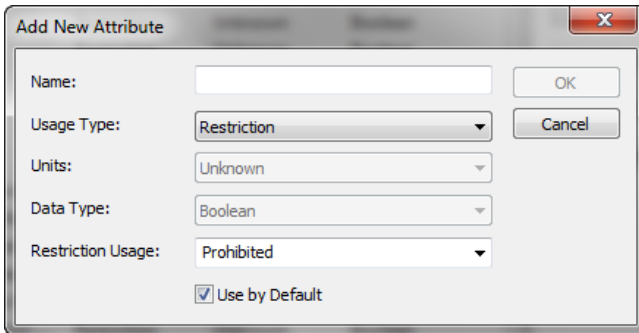


У списку наведені мережові атрибути, велика частина яких є атрибутами обмеження. Атрибут обмеження є перевагою або вимогою при прокладанні маршруту; наприклад, атрибут *Avoid Unpaved Roads* дозволяє уникати при прокладанні маршруту гравійних, ґрунтових та

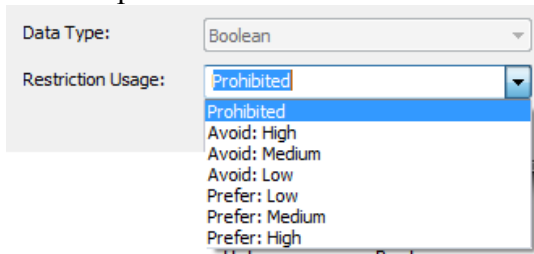
інших доріг без асфальтового покриття. *Height Restriction* дозволяє прокладати маршрут в обхід всіх об'єктів з прольотами, меншими, ніж висота транспортного засобу. Якщо транспорт перевозить корозійні речовини, застосування обмеження *HazMat: Corrosive Goods Restricted* запобіжить перевезенню небезпечних і корозійних вантажів по тих дорогах, по яких це заборонено.

При створенні атрибута обмеження до нього автоматично додається параметр з ім'ям *Використання обмеження*. На наступних кроках цей параметр буде уважно розглянуто.

Клацніть *Додати (Add)*. Відкриється діалогове вікно *Додати новий атрибут*.



Виберіть *Restriction (Обмеження)* в випадаючому списку *Тип застосування*. Буде активовано властивість *Restriction Usage (Використання обмеження)*. Клацніть спадаючий список *Restriction Usage* і ви побачите можливі варіанти.



Ця властивість задає значення за замовчуванням для параметра *Restriction Usage* і, таким чином атрибут обмеження, що створюється, матиме характеристики за замовчуванням. Це значення вказує, чи будуть елементи з даними обмеженням заборонені при прокладанні маршруту, переважні або небажані; крім того, воно показує ступінь їхньої переваги або небажаності.

Далі в цій справі атрибут обмеження буде використовуватися для обходу платних доріг. Для обмеження *Avoid Toll Roads* значення параметра *Використання обмеження за замовчуванням* дорівнює *Avoid:Medium (Уникати:середній)*. Це означає, що при використанні даного обмеження в розрахунку, маршрут буде прокладений, якщо це можливо, в обхід платних доріг. *Avoid:Medium* також вказує ступінь важливості - уникнення платних доріг в мережевому аналізі має середній пріоритет. При виборі *Avoid:Low (Уникати:низький)* обхід платних доріг буде менш важливий; а при виборі *Avoid:High (Уникати:високий)* - важливіший, при цьому в розрахунку буде прийнятно прокласти довші маршрути в обхід платних доріг. При виборі *Prohibited (Заборонено)* проїзд по платних дорогах буде повністю заборонений, і жодна частина маршруту не зможе бути прокладена по платній дорозі.

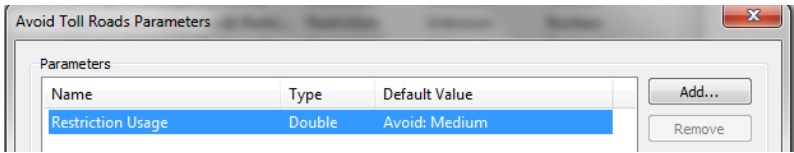
Слід пам'ятати, що в деяких випадках метою аналізу є прокладка маршруту в обхід платних доріг, а в інших випадках проїзд по платних дорогах може бути кращий, оскільки час, витрачений на рух, цінніше, ніж гроші, сплачені за проїзд. В останньому випадку слід вибрати значення *Prefer:Low (Переважно:низький)*, *Prefer:Medium (Переважно:середній)* або *Prefer:High (Переважно:високий)*. Чим вище ступінь, тим довшим може стати маршрут при розрахунку, щоб пройти за елементами з даними обмеженням.

Оскільки вимоги до маршрутів різні, ArcGIS Network Analyst за замовчуванням додає до атрибутів обмеження параметр *Використання обмеження*. Поставивши цей параметр, можна вибрати реакцію механізму розрахунку на дане обмеження перед кожним розрахунком.

Клацніть *Cancel*. Діалогове вікно *Додати новий атрибут* закриється.

Значення параметра *Використання обмеження, встановлене за замовчуванням*, можна змінити в будь-який час. Для цього виконайте такі дії.

Клацніть *Avoid toll roads (Уникати платних доріг)*, клацніть *Parameters*. Відкриється діалогове вікно *Avoid toll roads Parameters*. Зверніть увагу, що значення за замовчуванням - *Avoid:Medium*. Зміна значення за замовчуванням проводиться клацанням цього значення і вибором іншого; але зараз залиште це значення як є.



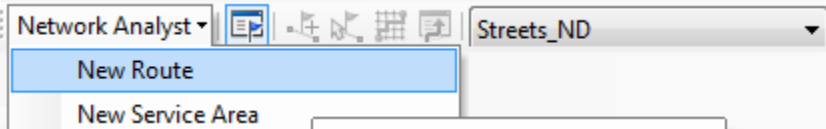
Клацніть *Cancel*. Діалогове вікно *Avoid toll roads Parameters* буде закрито.

Клацніть *Cancel*. Діалогове вікно *Властивості набору мережевих даних* закриється.

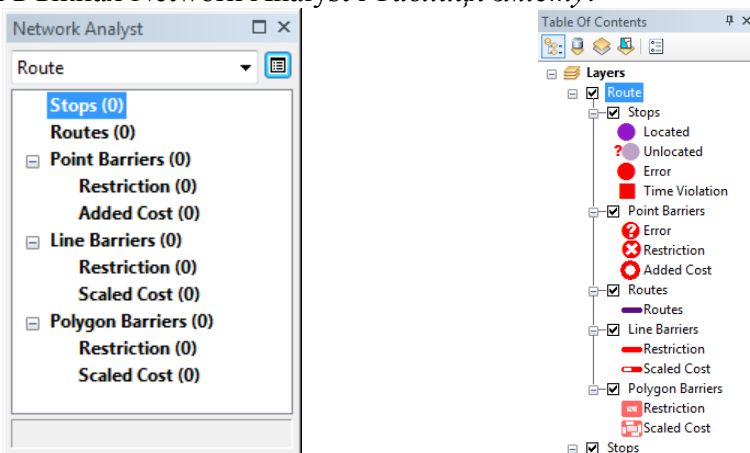
6.3. Перегляд параметра Використання обмежень у властивостях шару мережевого аналізу.


У цій частині вправи будуть коротко розглянуті місця, в яких можливий перегляд і зміна налаштувань атрибутів обмежень в шарі мережевого аналізу.

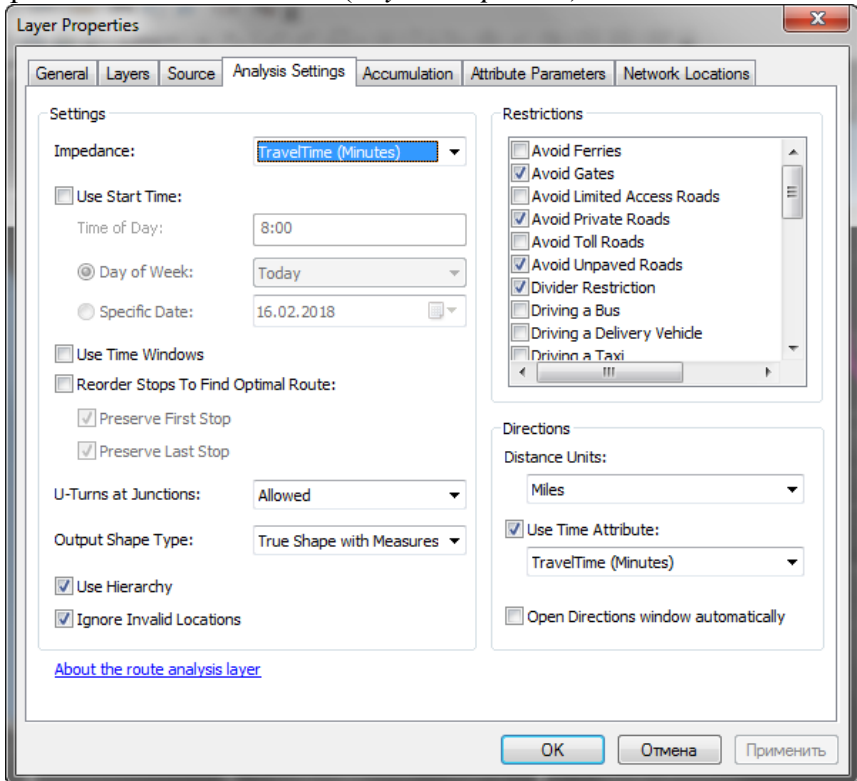
Клацніть рядок *Network Analyst* на панелі інструментів *Network Analyst* і клацніть *New Route* (Новий маршрут).



У документ буде додано шар аналізу маршруту, який відобразиться в вікнах *Network Analyst* і *Таблиця змісту*.



Натисніть кнопку  (*Route Properties*) у вікні Network Analyst. Відкриється діалогове вікно (*Layer Properties*).

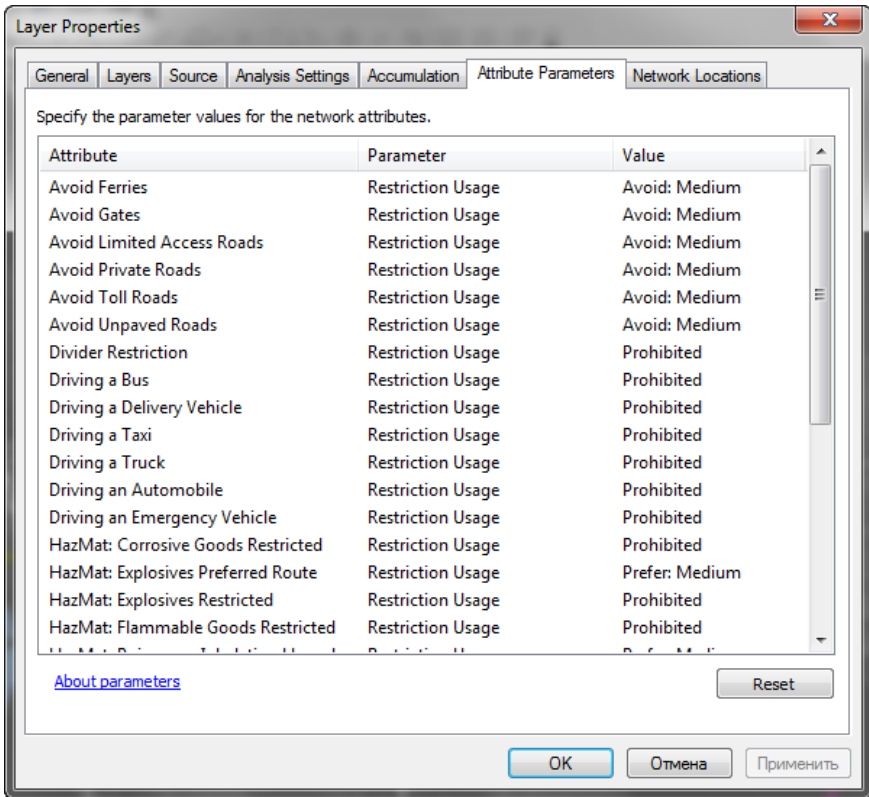


Перейдіть на закладку *Налаштування аналізу (Analysis Settings)*.

На цій вкладці в розділі *Обмеження* перераховані всі доступні обмеження. Оскільки шар мережевого аналізу був створений на тому ж наборі мережевих даних, з яким ми працювали в минулій частині вправи, в списку перераховані ті ж атрибути обмеження. Зверніть увагу, що відмітка *Avoid toll roads (Уникати платних доріг)* знята, оскільки за замовчуванням цей атрибут не використовується.

Перейдіть на вкладку *Attribute Parameters*.

Тут перераховані всі мережеві атрибути, що мають параметри. Так як для атрибутів обмеження за замовчуванням включений параметр *Використання обмеження*, всі вони також входять в список.



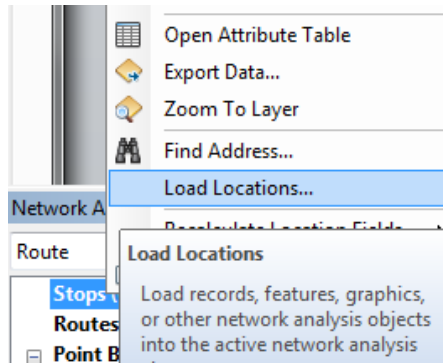
Інші значення параметрів для поточного шару аналізу можуть бути обрані в стовпці Value.

Клацніть Cancel. Діалогове вікно *Layer Properties* буде закрито.

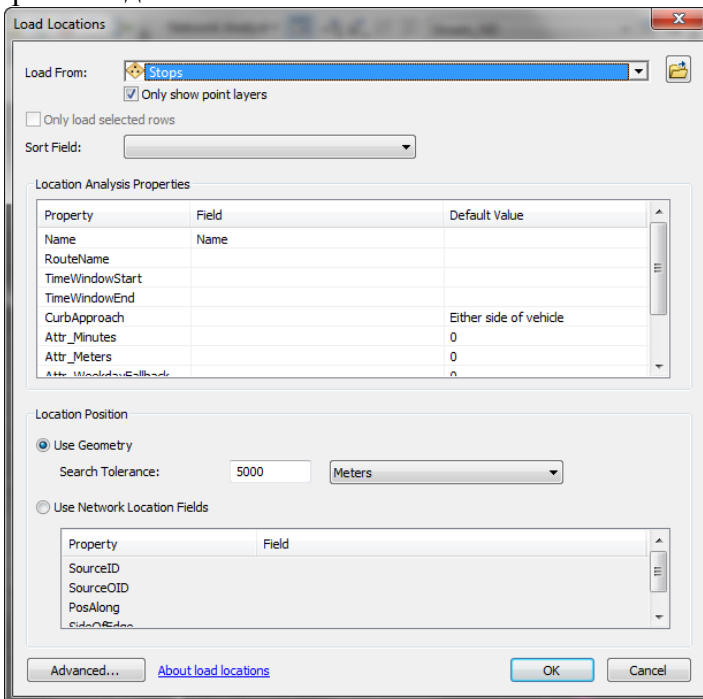
Інші значення параметрів для поточного шару аналізу можуть бути обрані в стовпці Значення.

6.4. Рішення аналізу маршруту

У цій частині ми завантажимо в аналіз зупинки і зробимо розрахунок, використовуючи налаштування аналізу за замовчуванням. У вікні *Network Analyst* клацніть правою кнопкою Зупинки (0) і виберіть команду *Load Locations (Завантажити положення)*.



Відкриється діалогове вікно *Load Locations*.

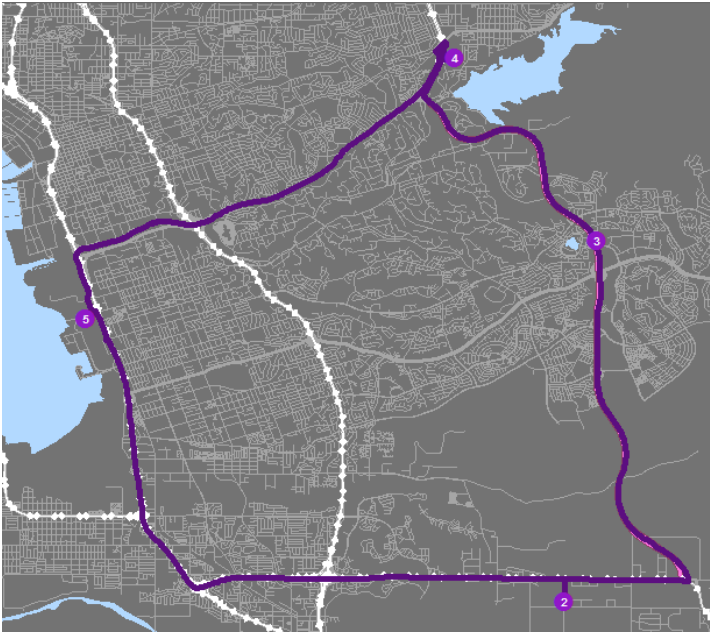


Виберіть шар *Stops* в випадяючому списку *Load From*.

Натисніть **OK**.

Завантажено п'ять зупинок. Їх можна побачити і на карті і в вікні *Network Analyst*.


Клацніть на кнопці **Розрахунок Solve** на панелі інструментів *Network Analyst*.



На карті показаний найкращий маршрут, прокладений по зумовленій послідовності. Зверніть увагу, що третя зупинка розташовується на платній дорозі, тому маршрут проходить по платній дорозі.

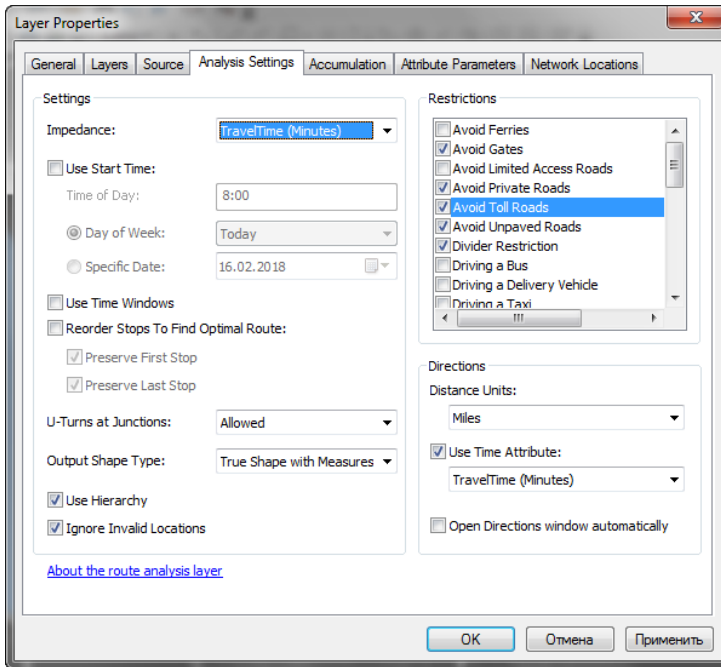
6.5. Заборона платних доріг

Проведемо розрахунок того ж аналізу маршруту, але вкажемо, що в маршруті заборонено використовувати платні дороги.

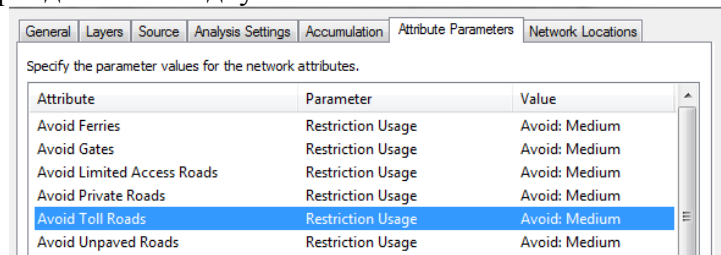
Натисніть кнопку  (*Route Properties*) у вікні Network Analyst. Відкриється діалогове вікно Layer Properties.

Перейдіть на закладку *Налаштування аналізу (Analysis Settings)*.

У розділі *Обмеження* відзначте *Avoid toll roads (Уникати платних доріг)*.



Перейдіть на вкладку *Attribute Parameters*.



Знайдіть атрибут *Avoid toll roads* і змініть значення його параметра з *Avoid:Medium* на *Prohibited* (Заборонено).

Specify the parameter values for the network attributes.

Attribute	Parameter	Value
Avoid Ferries	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Gates	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Limited Access Roads	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Private Roads	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Toll Roads	Restriction Usage	Prohibited
Avoid Unpaved Roads	Restriction Usage	Avoid: Medium

Натисніть ОК.

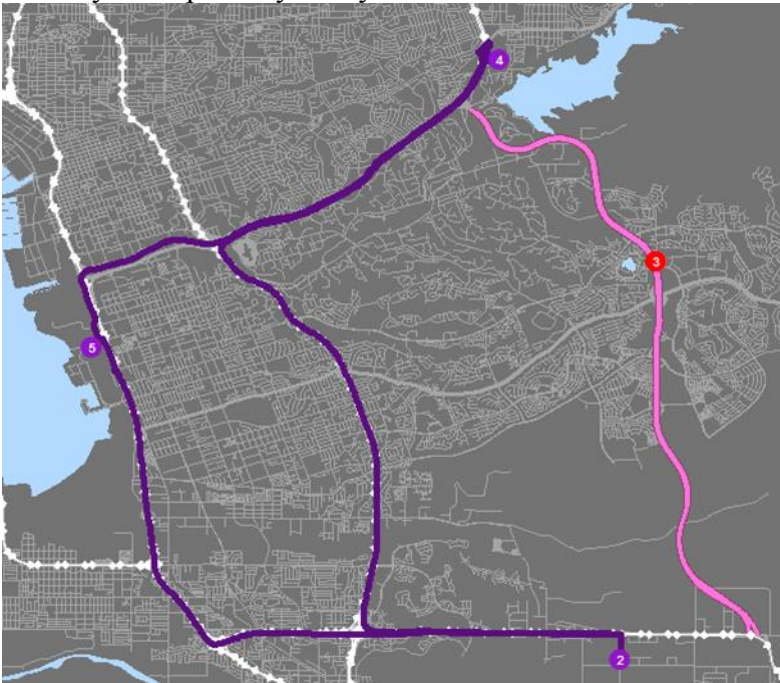
Клацніть на кнопці *Solve* на панелі інструментів Network Analyst. Відкриється діалогове вікно Повідомлення Network Analyst з попередженням про те, що зупинка на платній дорозі не може бути досягнута.

У цьому недолік повної заборони елементів мережі: маршрут не зможе досягти мережевих положень на цих елементах. Як буде показано в наступній частині вправи, якщо уникати проїзду по платних дорогах, а не забороняти його повністю, то маршрут, що проходить в основному в обхід елементів з обмеженнями, зможе все ж досягти положень мережі, розташованих на цих елементах.

Клацніть *Close*.

Діалогове вікно Повідомлення Network Analyst буде закрито.

На карті показано, що маршрут повністю обходить платну дорогу, не відвідуючи третю зупинку



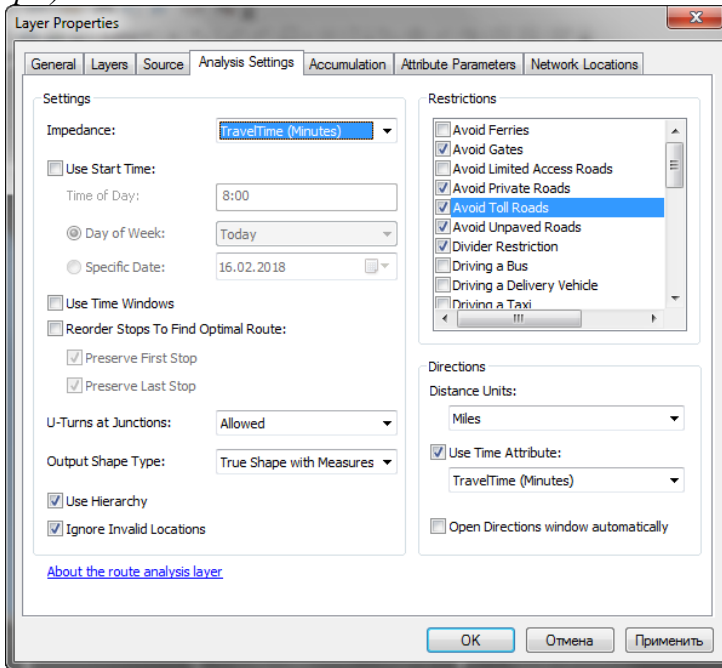
6.6. Уникнення платних доріг

Далі, проведемо розрахунок того ж аналізу маршруту, але вкажемо, що платні дороги всього лише небажані в маршруті (слід їх уникати).

Натисніть кнопку  (*Route Properties*) у вікні Network Analyst. Відкриється діалогове вікно Layer Properties.

Перейдіть на закладку *Налаштування аналізу (Analysis Settings)*.

У розділі *Обмеження* відзначте *Avoid toll roads (Уникати платних доріг)*.



Перейдіть на вкладку *Attribute Parameters*.

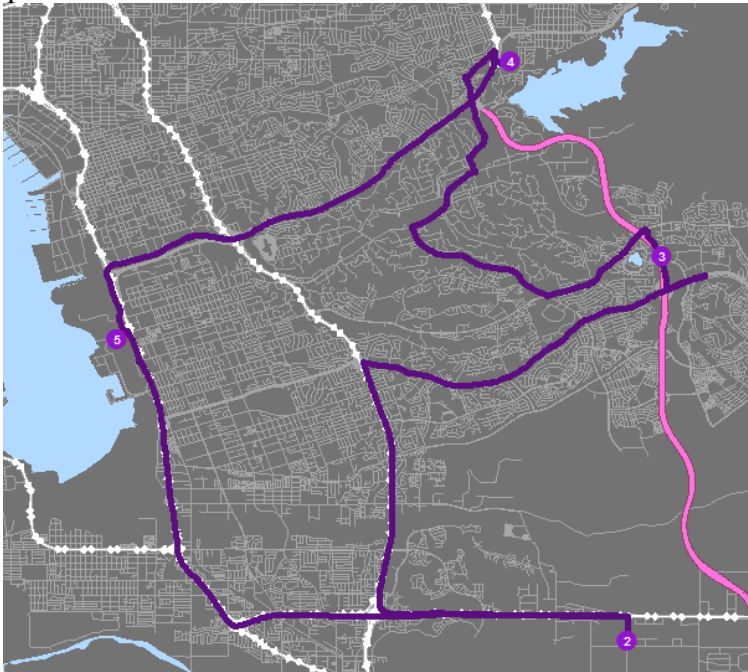
Specify the parameter values for the network attributes.

Attribute	Parameter	Value
Avoid Ferries	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Gates	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Limited Access Roads	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Private Roads	Restriction Usage	Avoid: Medium
Avoid Toll Roads	Restriction Usage	Avoid: High
Avoid Unpaved Roads	Restriction Usage	Avoid: Medium

Знайдіть атрибут *Avoid toll roads* і змініть значення його параметра з *Prohibited* (Заборонено) на *Avoid:High*. Натисніть ОК. Клацніть на кнопці Solve на панелі інструментів Network Analyst.

Відкриється діалогове вікно Повідомлення Network Analyst з попередженням про те, що на дорозі з обмеженням розташована зупинка, тому отриманий маршрут все одно пролягає по платній дорозі, навіть при умові, що їх слід уникати.

Клацніть Close. Діалогове вікно Повідомлення Network Analyst буде закрито.



На карті показано, що маршрут оминає південну частину платної дороги, але проходить по ній, щоб досягти зупинку 3, а потім і 4. Маршрут міг би в меншій мірі проходити по платній дорозі між зупинками 3 і 4, але в алгоритмі Network Analyst було вирішено, що обхід буде занадто довгим для даного значення параметра *Використання обмеження* - *Avoid:High*.

У цьому розділі ви побачили, що маршрути не пролягають по дорогах із заборонними обмеженнями навіть в разі, якщо на такій дорозі розташована зупинка маршруту. Якщо вибрано обмеження рівня

Уникати, така зупинка може бути досягнута, алгоритм Network Analyst намагатиметься обійти дороги з обмеженням в тій мірі, в якій це зазначено параметром обмеження *Avoid:Low* (*Уникати:низький*), *Avoid:Medium* (*Уникати:середній*) або *Avoid:High* (*Уникати:високий*).

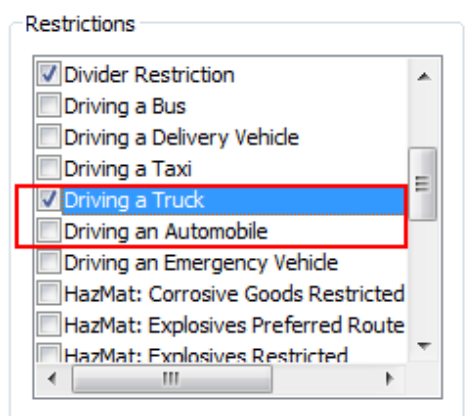
6.7. Перевага доріг, виділених для руху вантажівок

У цій частині вправи ми продовжимо роботу з тим же шаром аналізу маршруту і так само будемо уникати платних доріг, однак тепер ми будемо шукати найкращий маршрут для вантажівки, а не для легкового автомобіля. Ми будемо використовувати атрибут обмеження, вказавши, що при прокладанні маршруту краще дороги, виділені для руху вантажівок.

Натисніть кнопку  (*Route Properties*) у вікні Network Analyst. Відкриється діалогове вікно Layer Properties.

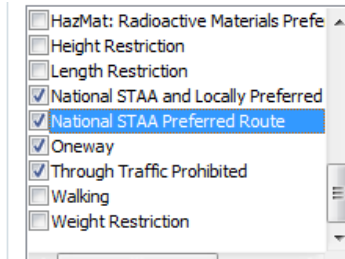
Перейдіть на закладку *Налаштування аналізу* (*Analysis Settings*).

У розділі Обмеження відключіть опцію *Driving an Automobile* (Пріезд на автомобілі). Увімкніть опцію *Driving a Truck* (Пріезд на вантажівці).



Цей атрибут обмеження характеризує дороги, по яким заборонений проїзд вантажівок. Значення параметра *Використання обмеження* для цього атрибута за замовчуванням - *Заборонено*. Ми не будемо міняти це значення.

Позначте *National STAA Preferred Route* (*Державні виділені маршрути для вантажівок*).



Цей атрибут обмеження характеризує дороги, які виділені для проїзду вантажівок на федеральному рівні. Так позначаються дороги, які сприятливі для руху вантажівок і задовольняють мінімальним стандартам висоти прольоту і обмеження маси. Дотримуючись, наскільки це можливо, спеціально виділених доріг, водії вантажівок можуть уникнути багатьох потенційних проблем.

Дороги такого типу позначені на карті білими лініями і ромбовидними символами штрихування.

Будьте уважні, не слід плутати цей атрибут обмеження з атрибутом *Державні та місцеві виділені маршрути для вантажівок (National STAA and Locally Preferred Routes)*. В останньому атрибуті обмеження включені також дороги, які можуть не задовольняти федеральним стандартам.

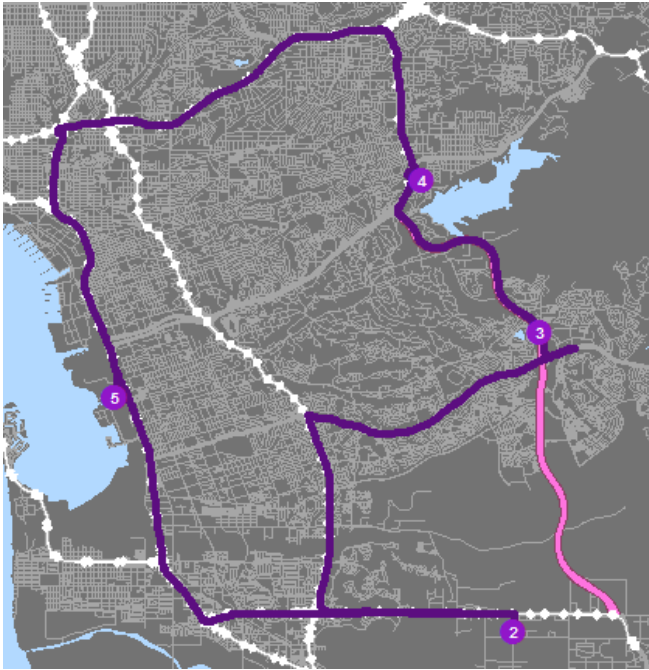
Перейдіть на вкладку *Параметри атрибута*.

Знайдіть атрибут *National STAA Preferred Route*, його значення за замовчуванням - *Prefer: Medium*.


Attribute	Parameter	Value
HazMat: Corrosive Goods Restricted	Restriction Usage	Prohibited
HazMat: Explosives Preferred Route	Restriction Usage	Prefer: Medium
HazMat: Explosives Restricted	Restriction Usage	Prohibited
HazMat: Flammable Goods Restricted	Restriction Usage	Prohibited
HazMat: Poisonous Inhalation Hazard ...	Restriction Usage	Prefer: Medium
HazMat: Radioactive Materials Prefer...	Restriction Usage	Prefer: Medium
Height Restriction	Restriction Usage	Prohibited
Height Restriction	Vehicle Height (feet)	0
Length Restriction	Restriction Usage	Prohibited
Length Restriction	Vehicle Length (feet)	0
National STAA and Locally Preferred R...	Restriction Usage	Prefer: Medium
National STAA Preferred Route	Restriction Usage	Prefer: Medium

Натисніть ОК.

Клацніть на кнопці *Solve* на панелі інструментів *Network Analyst*.

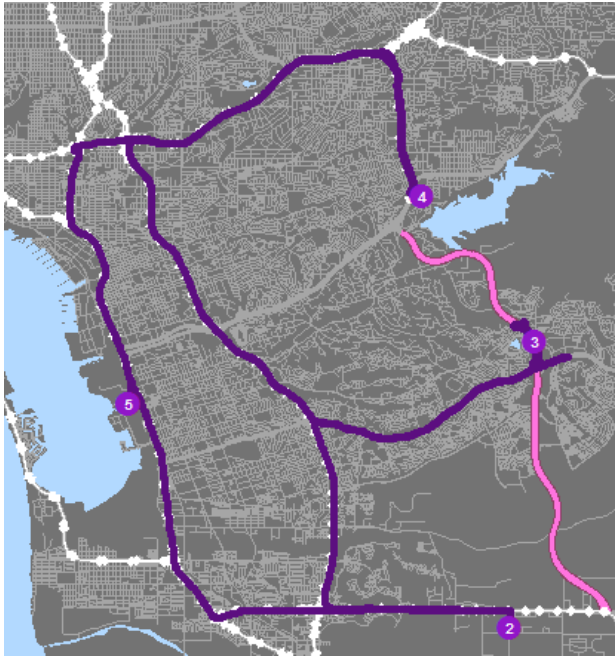


Маршрут залишиться тим же. Велика частина маршруту вже пролягала по дорогах, виділеним для руху вантажівок на державному рівні.

Натисніть кнопку  (*Route Properties*) у вікні Network Analyst. Відкриється діалогове вікно Layer Properties. Перейдіть на закладку *Налаштування аналізу (Analysis Settings)*. Перейдіть на вкладку *Параметри атрибута*.

Знайдіть атрибут National STAA Preferred Route і змініть його значення на *Prefer: Medium (Переважно: високий)*. Натисніть ОК. Клацніть на кнопці Solve на панелі інструментів Network Analyst.

Довжина маршруту в цілому збільшилася, але зате час, що витрачається на проїзд по дорогах, не призначеним для вантажівок, зменшився.



У цій вправі ви побачили, що атрибути обмеження дозволяють моделювати переваги і вимоги до проходу по мережі. Розрахунок аналізу з використанням різних атрибутів обмеження і значень параметра Використання обмеження може призвести до різних результатів.

У цій вправі робота з обмеженнями для простоти показана на прикладі шару аналізу маршруту, але ті ж функціональні можливості доступні також і для інших верств мережевого аналізу.

Література

1. Петренко О.Я. Побудова електронної карти засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К: ІПДО НУХТ, 2015. – 96 с.
2. Петренко О.Я. Управління географічними даними засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К: ІПДО НУХТ, 2016. – 70 с.
3. Петренко О.Я. Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS: Навчальний посібник. / О.Я. Петренко – К. ІПДО, 2017. – 96 с.
4. ArcGIS 9. ArcGIS Desktop. Руководство пользователя. Электронное издание. Using_ArcGIS_Desktop.pdf
5. Руководство Пользователя ArcGIS Network Analyst. / <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.4/extensions/network-analyst/exercise-12-solving-using-restriction-attributes.htm>
6. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева ; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М. : Наука, 2010. — 327 с. — ISBN 978-5-02-037478-2 (в пер.).
7. Основи геоінформатики. Мережний аналіз. Географічні мережі / О.О. Світличний., С.В. Плотницький / http://geoknigi.com/book_view.php?id=621

