

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

## Практикум

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Системи забезпечення споживачів електричною енергією»  
спеціальності G3 «Електрична інженерія»

Укладачі: І.В. Притискач, В.В. Ткаченко, О.С. Ярмолюк

Електронне мережеве навчальне видання

Київ  
КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО  
2026

УДК 621.311.1  
В19

Укладачі: *Притискач Іван Васильович*, канд. техн. наук  
*Ткаченко Вадим Владиславович*, канд. техн. наук, доц.  
*Ярмолюк Олена Сергіївна*, канд. техн. наук, доц.

Рецензент *Босак А. В.*, канд. техн. наук, доц.,  
доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних  
комплексів НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Веремійчук Ю.А.*, канд. техн. наук, доц.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 5 від 05.03.2026 р.)  
за поданням вченої ради навчально-наукового інституту  
(протокол № 7 від 28.02.2026 р.)*

**В19** **Геоінформаційні системи в електроенергетиці:** практикум [Електронний ресурс]:  
навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Системи  
забезпечення споживачів електричною енергією» спец. ГЗ «Електрична інженерія» / КПІ  
ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І.В. Притискач, В.В. Ткаченко, О.С. Ярмолюк – Електрон.  
текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 125 с.

Практикум призначено для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» спеціальності ГЗ «Електрична інженерія». У практикумі висвітлено теоретичні положення та прикладні аспекти застосування геоінформаційних систем для роботи з просторовими даними електроенергетичних об'єктів. Розглянуто питання організації геоінформаційного середовища, підготовки та аналізу векторних і растрових даних, роботи з атрибутивною інформацією, картографічної візуалізації та виконання просторового аналізу. Значну увагу приділено практичним задачам, характерним для електроенергетики, зокрема картографуванню ліній електропередач і підстанцій, формуванню зон обслуговування трансформаторних пунктів, аналізу просторового розподілу споживачів і територіальних факторів впливу на системи електропостачання. У посібнику наведено методичні рекомендації щодо роботи з відкритими джерелами геопросторових даних, дотримання вимог до коректності та узгодженості даних, а також оформлення результатів у вигляді тематичних карт і аналітичних матеріалів. Практикум сприяє закріпленню теоретичних знань і набуттю стійких практичних умінь застосування ГІС-технологій, необхідних для подальшого навчання та професійної діяльності у сфері проектування, аналізу, експлуатації та розвитку систем електропостачання з урахуванням геопросторових факторів.

УДК 621.311.1

Реєстр. № НП 24/25-252. Обсяг 5,6 авт. арк.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056  
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
Практичне заняття № 1. Налаштування середовища ГІС і початкова робота з просторовими даними.....	6
Практичне заняття № 2. Робота з картами, створення карт .....	16
Практичне заняття № 3. Робота з атрибутивними таблицями, створення підписів та класифікація векторних даних .....	26
Практичне заняття № 4. Оформлення відображення макету карти у середовищі Print Layout.....	38
Практичне заняття № 5. Створення векторних шарів та топологічне редагування.....	47
Практичне заняття № 6. Створення форм введення атрибутів і дій для об'єктів.....	56
Практичне заняття № 7. Виконання просторового аналізу .....	66
Практичне заняття № 8. Робота з растровими даними.....	76
Практичне заняття № 9. Встановлення та використання плагінів для розширення можливостей середовища ГІС .....	90
Практичне заняття № 10. Картографування ліній електропередач та підстанцій за даними OSM.....	101
Практичне заняття № 11. Візуалізація зон обслуговування трансформаторних підстанцій .....	108
Практичне заняття № 12. Робота з онлайн ресурсами через сервіси WMS та WFS для інтеграції зовнішніх даних.....	115
Список рекомендованої літератури.....	124
Додаток 1 .....	125

## Вступ

Геоінформаційні системи (ГІС) є невід'ємним інструментом сучасної електроенергетики, оскільки забезпечують комплексне збирання, інтеграцію, зберігання, аналіз і візуалізацію просторових даних про об'єкти енергетичної інфраструктури та умови їх функціонування. Просторова прив'язка елементів електричних мереж - ліній електропередач, підстанцій, розподільчих пунктів, споживачів - дає змогу розглядати електроенергетичну систему як єдину територіально розподілену структуру, що функціонує під впливом природних, технічних і соціально-економічних чинників. Застосування ГІС-технологій дозволяє підвищувати обґрунтованість інженерних рішень на всіх етапах життєвого циклу енергетичних об'єктів - від інвентаризації та проектування до експлуатації, модернізації й виведення з експлуатації.

Використання геоінформаційних систем створює умови для ефективного планування розвитку електричних мереж, оцінювання їх надійності та пропускну здатності, аналізу просторових ризиків і прогнозування аварійних ситуацій. ГІС є дієвим інструментом для оптимізації ремонтних і інвестиційних програм, аналізу зон обслуговування, визначення критичних елементів мережі, а також для забезпечення інформаційної взаємодії з суміжними системами - державними та галузевими кадастрами, транспортною і містобудівною документацією, екологічними та природоохоронними обмеженнями. Таким чином, геоінформаційні технології виступають основою для впровадження сучасних підходів до управління системами електропостачання, зокрема в умовах цифровізації та розвитку інтелектуальних електричних мереж.

Для майбутнього фахівця з електроенергетики важливо не лише розуміти загальні принципи роботи з геопросторовими даними, а й уміти застосовувати ГІС-інструменти для розв'язання практичних інженерних задач, характерних для експлуатації та розвитку систем електропостачання. Це передбачає володіння навичками роботи з просторовими моделями електричних мереж, аналізу територіальних чинників, що впливають на режими роботи обладнання, а також

інтерпретації результатів просторового аналізу для прийняття технічно та економічно обґрунтованих рішень.

Практичні заняття з дисципліни «Геоінформаційні системи в електроенергетиці» є важливою складовою професійної підготовки здобувачів вищої освіти, спрямованою на формування здатності застосовувати геоінформаційні технології у процесі розв'язання інженерних, аналітичних і проектних задач електроенергетичної галузі. Вони орієнтовані на поєднання теоретичних положень з практичною роботою з просторовими даними, що описують об'єкти електричних мереж, елементи інженерної інфраструктури та територіальні умови їх розміщення і функціонування.

У процесі виконання практичних занять здобувачі освіти опановують базові та прикладні прийоми використання геоінформаційних систем для візуалізації, аналізу та інтерпретації просторово розподіленої інформації. Особлива увага приділяється формуванню практичних навичок, необхідних для подальшого використання ГІС у професійній діяльності інженера-електроенергетика, зокрема під час інвентаризації електричних мереж, аналізу територіального розміщення об'єктів, оцінювання зон обслуговування споживачів, виявлення потенційних техногенних і природних ризиків, а також підготовки картографічних матеріалів для техніко-економічного обґрунтування управлінських і проектних рішень.

## **Практичне заняття № 1. Налаштування середовища ГІС і початкова робота з просторовими даними**

### **1.1. Теоретичні відомості**

QGIS є сучасною настільною геоінформаційною системою з відкритим вихідним кодом, яка призначена для перегляду, створення, редагування, аналізу та картографічної візуалізації просторових даних. Відкритість програмного забезпечення забезпечує його безкоштовне використання, активний розвиток спільнотою та швидке впровадження нових функціональних можливостей. QGIS [1,2] широко застосовується в інженерній практиці, наукових дослідженнях, територіальному плануванні та, зокрема, в електроенергетиці для аналізу й відображення об'єктів інфраструктури електричних мереж.

Система підтримує роботу з різними джерелами просторових даних, зокрема з локальними файлами поширених форматів (ESRI Shapefile, GeoPackage, GeoJSON), просторовими базами даних (PostGIS, SpatiaLite, MSSQL Spatial), а також з мережевими геосервісами відповідно до стандартів OGC (WMS, WFS, WCS) [3]. Така універсальність дає змогу інтегрувати в одному проєкті дані з різних джерел, поєднувати результати інженерних вишукувань, відкриті геодані та відомості з корпоративних інформаційних систем. Завдяки системі плагінів і регулярним оновленням функціональність QGIS охоплює як базові навчальні завдання, так і складні професійні сценарії роботи з великими та різномірними наборами просторових даних.

Просторові дані в ГІС поділяються на векторні та растрові. Векторні дані використовуються для подання дискретних об'єктів і представлені у вигляді точок, ліній та полігонів, що дозволяє моделювати положення та форму об'єктів електроенергетичної інфраструктури (опори ЛЕП, траси ліній, території підстанцій). Важливою складовою векторних даних є атрибутивна інформація, яка зберігається у вигляді таблиці з полями, що описують властивості об'єктів (тип обладнання, напруга, дата введення в експлуатацію тощо). Растрові дані застосовуються для відображення безперервних поверхонь і зображень, таких як

аерофотознімки, супутникові знімки або цифрові моделі рельєфу, які використовуються для аналізу рельєфних та природних умов розміщення електричних мереж.

Формат ESRI Shapefile є одним з найпоширеніших форматів зберігання векторних даних і складається щонайменше з кількох файлів: .shp (геометрія об'єктів), .shx (індекс геометрії), .dbf (атрибутивна таблиця) та .prj (опис системи координат). Водночас сучасною рекомендованою альтернативою є формат GeoPackage (.gpkg), який дозволяє зберігати кілька векторних і растрових шарів, таблиці атрибутів та стилі в одному файлі. Використання GeoPackage спрощує організацію навчальних і робочих даних, зменшує ризик втрати складових файлів та підвищує надійність зберігання проєктної інформації.

Інтерфейс QGIS складається з низки взаємопов'язаних елементів, що забезпечують зручну роботу з просторовими даними. Основним елементом є полотно карти (Map Canvas), на якому відображаються просторові об'єкти та результати аналізу. Список шарів (Layers) використовується для керування порядком відображення, видимістю та властивостями шарів. Панель провідника (Browser) забезпечує доступ до файлів, баз даних і веб-сервісів безпосередньо з інтерфейсу програми. Панелі інструментів (Toolbars) містять команди для навігації, редагування та аналізу даних, а рядок стану (Status Bar) відображає поточний масштаб, координати курсора та іншу службову інформацію. Додатково використовуються бічна панель інструментів (Side Toolbar) і панель швидкого пошуку (Locator), які спрощують доступ до команд і об'єктів проєкту.

Набір видимих панелей і панелей інструментів може бути адаптований до конкретного завдання через меню View – Panels та View – Toolbars. Це дозволяє оптимізувати робочий простір, приховуючи непотрібні елементи та зосереджуючись на інструментах, необхідних для виконання поточного практичного завдання.

Файл проєкту QGIS зберігається у форматі .qgz і містить інформацію про структуру шарів, стилі відображення, параметри візуалізації та посилання на джерела даних. Самі просторові дані при цьому зберігаються окремо, що потребує правильної організації файлової структури. Рекомендується розміщувати навчальні дані та файл проєкту у сусідніх або вкладених теках, використовувати осмислені імена файлів і регулярно зберігати проєкт під час роботи. Для представлення результатів практичного заняття та обміну ними зручно використовувати експорт карти у растрові формати з відповідними параметрами роздільної здатності та масштабу.

## **1.2. Мета та завдання роботи**

1. Ознайомитися з інтерфейсом QGIS та основними панелями керування.
2. Навчитися завантажувати векторні дані та упорядковувати шари.
3. Створити і зберегти перший проєкт із шарами.
4. Засвоїти базову навігацію, перегляд атрибутів і метаданих, експорт карти.

## **1.3. Методика виконання**

1. Завантажити середовище QGIS
  - 1.1. Перейдіть на сайт [qgis.org](http://qgis.org) і завантажте останню стабільну версію для своєї ОС.
2. Встановити та запустити QGIS
  - 2.1. Виконайте інсталяцію відповідно до підказок інсталятора.
  - 2.2. Запустіть QGIS зі значка або через меню системи.
3. Створити новий проєкт
  - 3.1. Відкрийте Project - New.
  - 3.2. Збережіть порожній проєкт через Project - Save As..., задайте ім'я P1\_basic\_map.qgz.
4. Підготувати інтерфейс
  - 4.1. Увімкніть потрібні панелі через View - Panels (переконайтеся, що

видно Layers і Browser).

4.2. Переконайтеся, що потрібні панелі інструментів доступні через View - Toolbars (Data Source Manager, Digitizing, Attributes Toolbar).

4.3. Знайдіть на екрані та запам'ятайте елементи: Layers, Browser, Toolbars, Map Canvas, Status Bar, Locator.

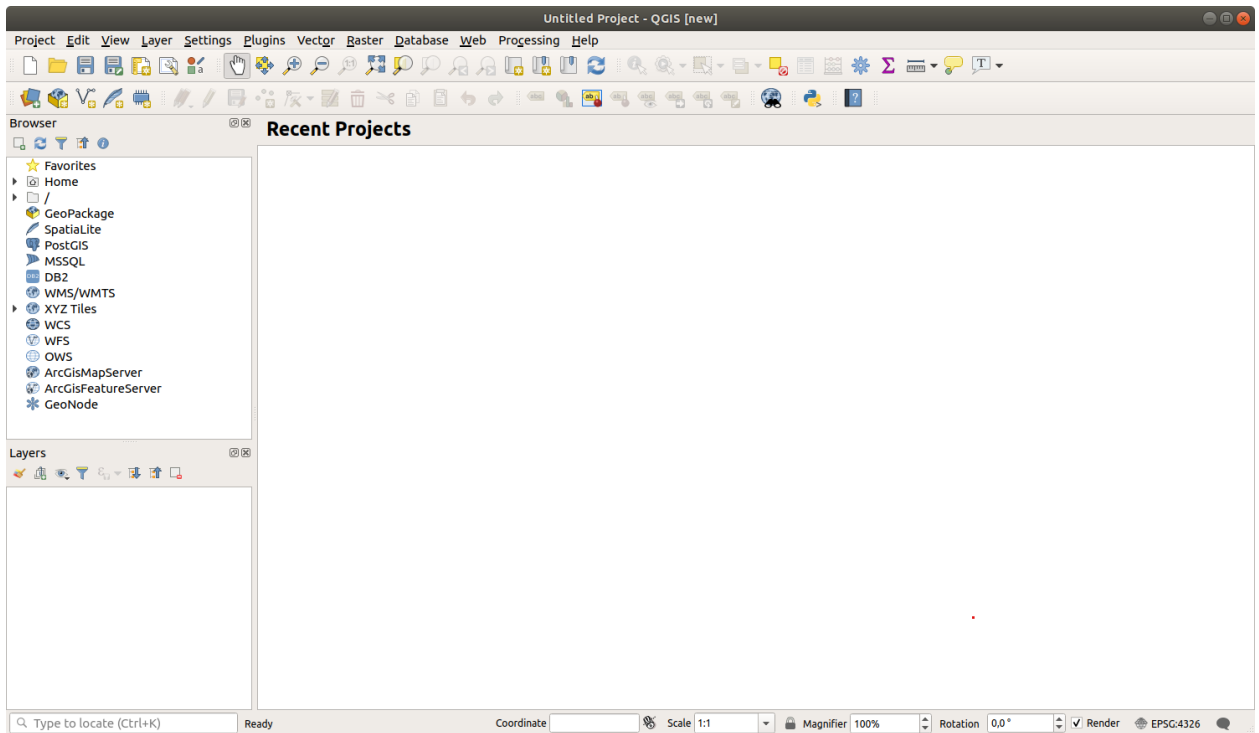


Рисунок 1.1 – Головне вікно QGIS після запуску програми

## 5. Додати перший шар

5.1. Відкрийте Open Data Source Manager або скористайтесь Layer - Add Layer - Add Vector Layer....

5.2. Оберіть джерело File - натисніть кнопку для вибору файлу біля поля Vector Dataset(s).

5.3. Перейдіть до exercise\_data/shapfile і виберіть protected\_areas.shp - натисніть Open - далі Add.

5.4. Переконайтеся, що шар з'явився у Layers і відображається на Map Canvas.

5.5. Збережіть проєкт через Project - Save.

## 6. Додати інші шари

6.1. Повторіть кроки 5.1–5.3 для rivers.shp і places.shp.

6.2. У Layers перетягніть шари так, щоб порядок був: places (угорі), rivers (посередині), protected\_areas (внизу).

6.3. Перевірте видимість шарів прапорцями у списку Layers.

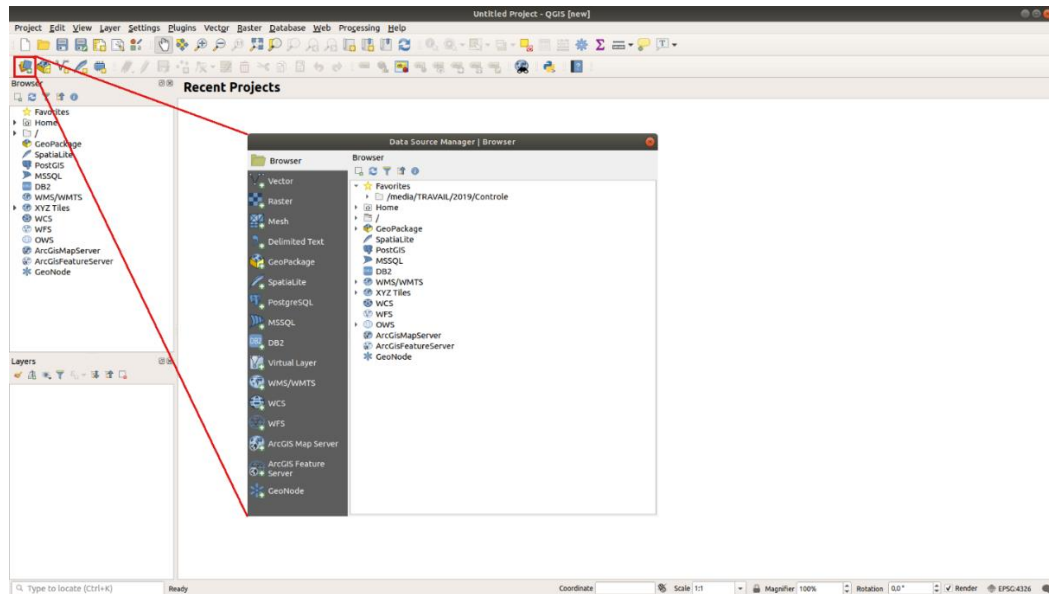


Рисунок 1.2 – Вікно Data Source Manager для додавання векторного шару

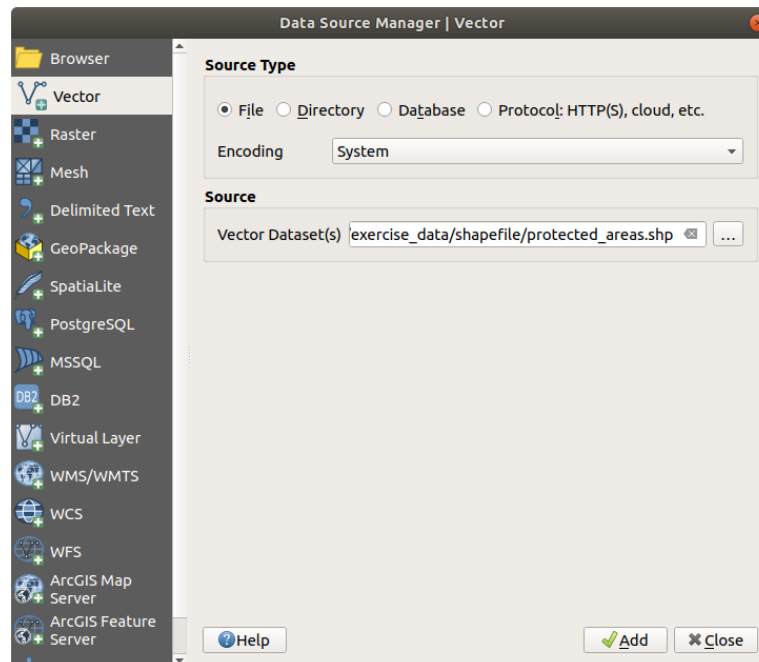


Рисунок 1.3 – Вибір векторного файлу

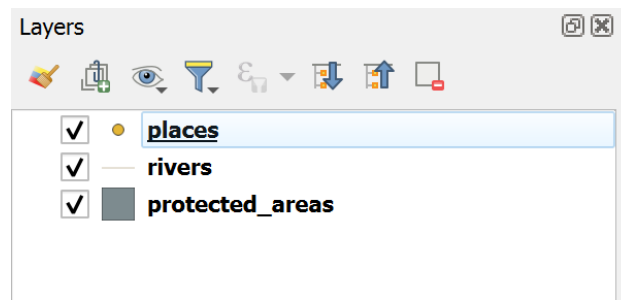


Рисунок 1.4 – Відображення доданого шару

## 7. Виконати базову навігацію та перевірку метаданих

7.1. Скористайтесь інструментами Pan, Zoom In, Zoom Out, Zoom To Layer.

7.2. Простежте за зміною масштабу і координат у Status Bar.

7.3. Відкрийте властивості шару через контекстне меню - Properties, перегляньте вкладки Source, Information, CRS.

7.4. Відкрийте Attribute Table для одного зі шарів і перегляньте поля та записи.

	full_id	osm_id	osm_type	is_in	name	
1	n50485644	50485644	node	Western Cape, South Africa	Swellendam	town
2	n262715119	262715119	node	Western Cape, South Africa	Railton	suburb
3	n262719496	262719496	node	Western Cape, South Africa	Buffeljagsrivier	town
4	n2185065856	2185065856	node	NULL	Bontebok Nation...	locality
5	n2393133023	2393133023	node	NULL	Lang Elsies Kraal Rest Camp	hamlet

Рисунок 1.5 – Таблиця атрибутів шару у середовищі QGIS

## 8. Задати базове оформлення шарів

8.1. Для rivers у Properties - Symbology встановіть просту лінію зі зручною товщиною.

8.2. Для `protected_areas` у Properties - Symbology встановіть напівпрозору заливку.

8.3. Для `places` у Properties - Labels увімкніть підписування за полем із назвою населеного пункту (наприклад, NAME).

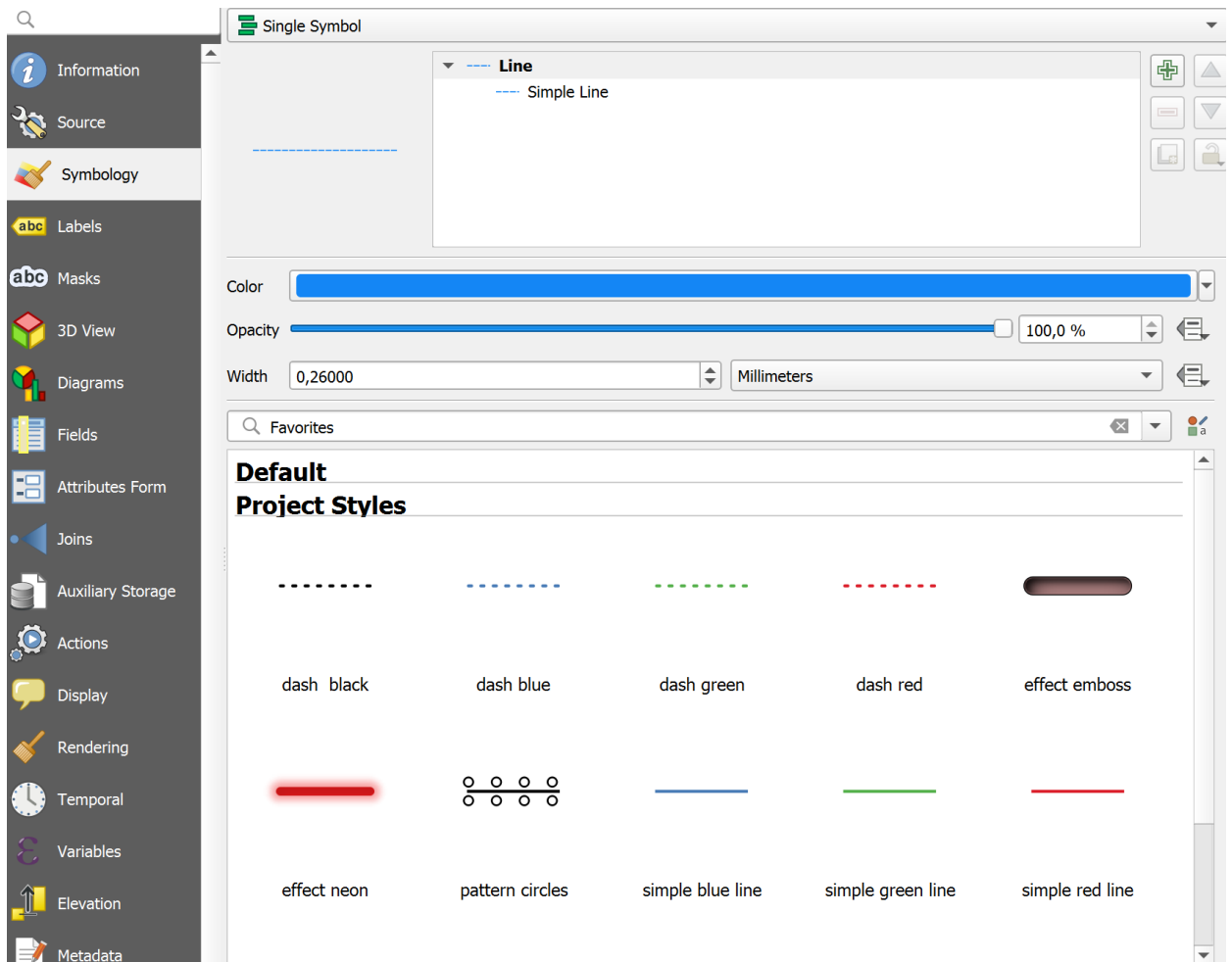


Рисунок 1.6 – Налаштування символіки лінійного шару у вікні Symbology

9. Додати дані через Browser через перетягування

9.1. У панелі Browser знайдіть теку `exercise_data/shapfile`.

9.2. Перетягніть будь-який із зазначених шарів на Map Canvas і переконайтеся, що він додається.

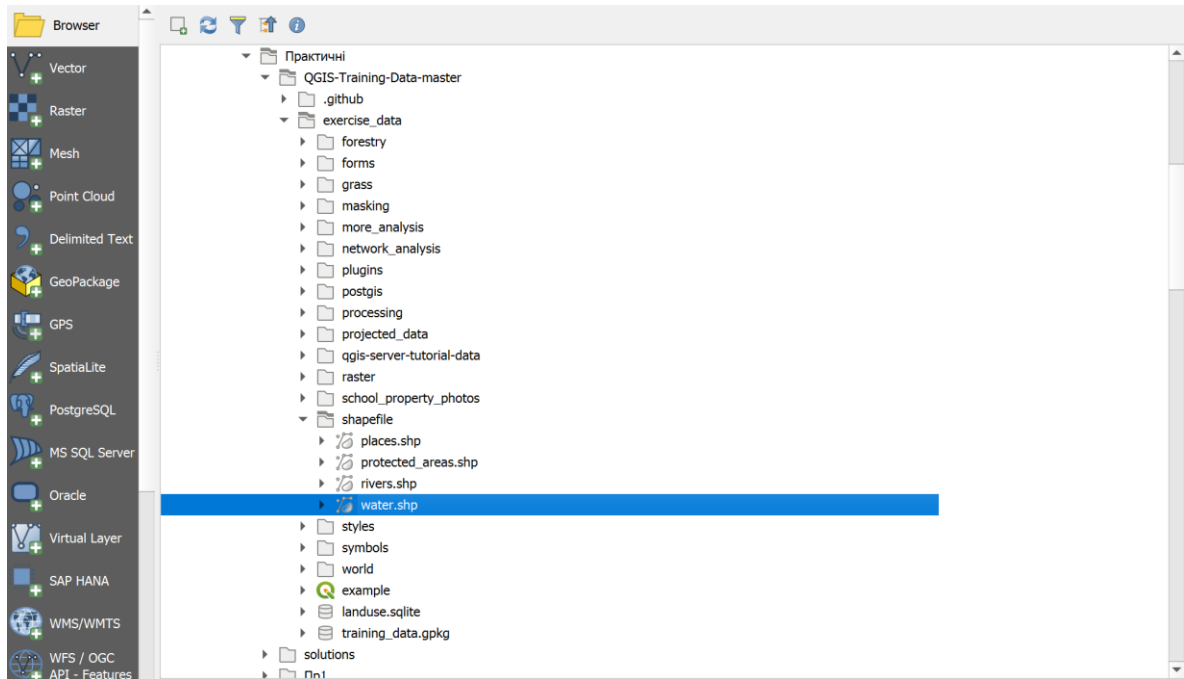


Рисунок 1.7 – Панель Browser із переліком векторних файлів

## 10. Експортувати карту

10.1. Виберіть Project - Import/Export - Export Map To Image....

10.2. Збережіть зображення під назвою P1\_basic\_map.png у теку solutions.

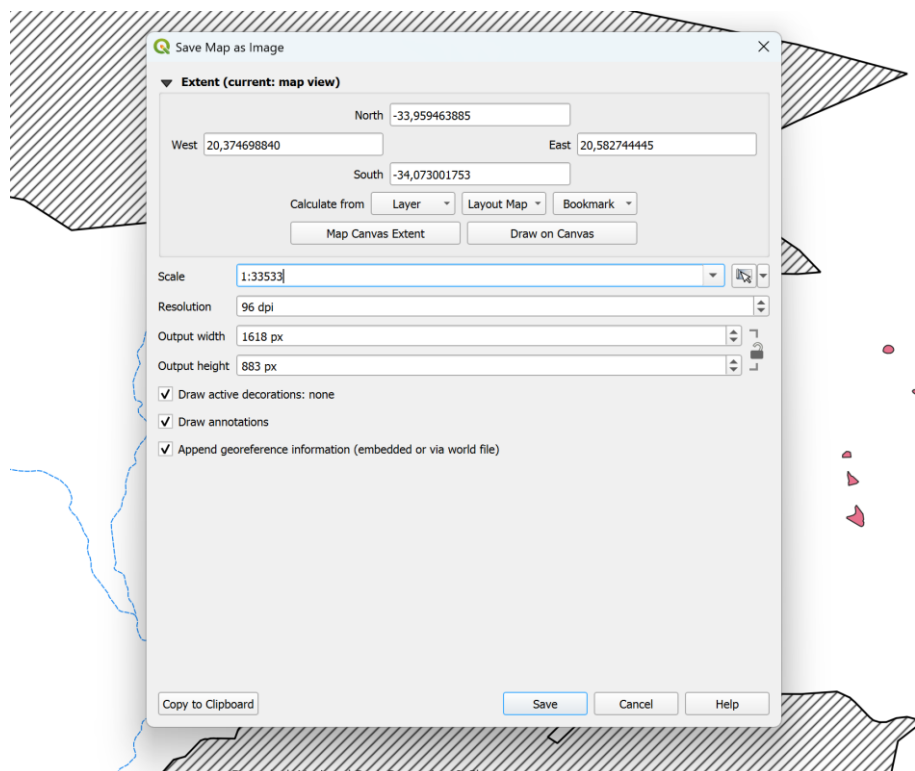


Рисунок 1.8 – Вікно експорту карти в растровий файл (Export Map to Image)

## 11.Скористатися панеллю Locator

11.1. Викличте Locator комбінацією Ctrl+K.

11.2. Введіть `layer:places` або `alg:buffer` і перегляньте результати пошуку інструментів та шарів.

## 12.Індивідуальне завдання

12.1. Переконайтеся, що у проєкті додані та впорядковані три базові шари: `protected_areas`, `rivers`, `places`.

12.2. Увімкніть підписування для `places`.

12.3. Перерахуйте основні елементи інтерфейсу, які ви ідентифікували, та коротко вкажіть їхнє призначення.

12.4. Експортуйте карту як `P1_basic_map.png` та перевірте наявність файлу в теці `solutions`.

12.5. Збережіть фінальний проєкт `P1_basic_map.qgz` у теці `solutions`.

### 1.4. Контрольні питання

1. Назвіть ключові елементи інтерфейсу QGIS та їх призначення: Layers, Browser, Map Canvas, Toolbars, Status Bar, Locator.
2. Як увімкнути/вимкнути потрібні панелі та панелі інструментів?
3. Опишіть покроково додавання шару `protected_areas.shp` у проєкт та перевірку його відображення.
4. Як змінити порядок візуалізації?
5. Які інструменти навігації застосуються для огляду карти (Pan, Zoom In/Out, Zoom To Layer) і як у Status Bar відстежити масштаб та координати?
6. Як відкрити Властивості шару (Properties) і яку інформацію містять вкладки Source та Information?
7. Як відкрити Attribute Table шару та які базові операції з таблицею доступні (сортування, пошук, фільтр...)?
8. Як увімкнути підписування для шару `places` і за яким атрибутом зазвичай підписують населені пункти?

9. Які кроки експорту карти в растрове зображення, які параметри важливі (роздільна здатність, формат, назва файлу)?
10. Яка різниця між «зберегти проєкт» і «експортувати карту»? Що саме отримує користувач у кожному випадку?

## Практичне заняття № 2. Робота з картами, створення карт

### 2.1. Теоретичні відомості

Векторні дані відображають дискретні об'єкти місцевості точками, лініями й полігонами; їхні властивості зберігаються як атрибути у таблицях. Кожен запис таблиці відповідає просторовому об'єкту, а кожне поле описує одну з його характеристик. Саме поєднання геометрії та атрибутів робить можливим тематичне картографування і просторовий аналіз.

Сучасні формати зберігання просторових даних охоплюють як файлові набори (ESRI Shapefile, GeoJSON), так і однопакетні контейнери та бази даних. GeoPackage (.gpkg) і SpatiaLite (.sqlite) зберігають кілька шарів різних типів у одному файлі, можуть містити таблиці без геометрії, стилі, а також підтримують різні системи координат. Це спрощує спільну роботу, уникнення дублювання даних і централізоване оновлення.

Відображення шарів на карті залежить від їхнього порядку у списку Layers і від символіки. Шар у нижній частині списку відмальовується першим, верхні шари перекривають нижні. Грамотне впорядкування шарів та застосування зрозумілої символіки роблять карту читабельною і дозволяють швидко інтерпретувати зміст.

Символіка визначає вигляд шару: колір, контур, товщину ліній, заповнення полігонів, маркери точок. У QGIS вона гнучко налаштовується через Properties - Symbology або Layer Styling. Можна додавати кілька символ-шарів у межах одного шару карти, керувати чергою їхнього рендерингу через Advanced - Symbol levels, застосовувати масштабозалежну видимість і спеціальні типи символ-шарів, зокрема Geometry generator.

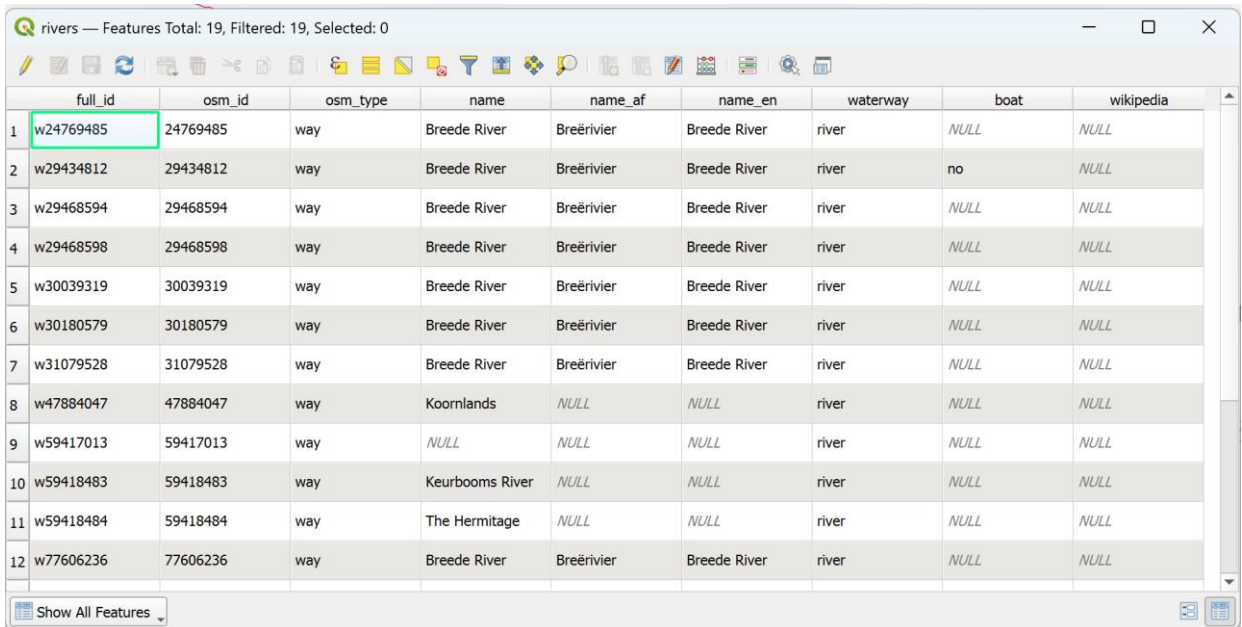
### 2.2. Мета та завдання роботи

1. Ознайомитися зі структурою векторних даних та атрибутів.
2. Навчитися підключати та завантажувати шари з GeoPackage і SpatiaLite.

3. Засвоїти перегляд атрибутів, порядок відмальовування шарів і базові прийоми символізації.
4. Налаштувати масштабозалежну видимість та чергу відмальовування символ-шарів.
5. Використати Geometry generator і створити власний SVG для полігонів.

### 2.3. Методика виконання

1. Створити новий проєкт
  - 1.1. Відкрийте Project - New.
  - 1.2. Збережіть проєкт через Project - Save As... у теку solutions поруч із exercise\_data, задайте ім'я P2\_basic\_map.qgz.
  - 1.3. Створіть у solutions підтеку styles.
2. Переглянути атрибути векторного шару
  - 2.1. Переконайтеся, що шар rivers доданий у проєкт (за потреби додайте його з exercise\_data/shapfile через Layer - Add Layer - Add Vector Layer...).
  - 2.2. Виділіть rivers у Layers та відкрийте Open Attribute Table.
  - 2.3. Визначте кількість полів, приклади значень і закрийте таблицю.



	full_id	osm_id	osm_type	name	name_af	name_en	waterway	boat	wikipedia
1	w24769485	24769485	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL
2	w29434812	29434812	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	no	NULL
3	w29468594	29468594	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL
4	w29468598	29468598	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL
5	w30039319	30039319	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL
6	w30180579	30180579	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL
7	w31079528	31079528	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL
8	w47884047	47884047	way	Koorlands	NULL	NULL	river	NULL	NULL
9	w59417013	59417013	way	NULL	NULL	NULL	river	NULL	NULL
10	w59418483	59418483	way	Keurbooms River	NULL	NULL	river	NULL	NULL
11	w59418484	59418484	way	The Hermitage	NULL	NULL	river	NULL	NULL
12	w77606236	77606236	way	Breede River	Breërivier	Breede River	river	NULL	NULL

Рисунок 2.1 – Таблиця атрибутів векторного шару

### 3. Завантажити шари з GeoPackage

3.1. Відкрийте Open Data Source Manager.

3.2. Перейдіть на вкладку GeoPackage.

3.3. Натисніть New та вкажіть файл exercise\_data/training\_data.gpkg.

3.4. Оберіть Connect, у списку шарів виберіть roads і натисніть Add.

3.5. Закрийте вікно та переконайтеся, що roads відображається на Map Canvas.

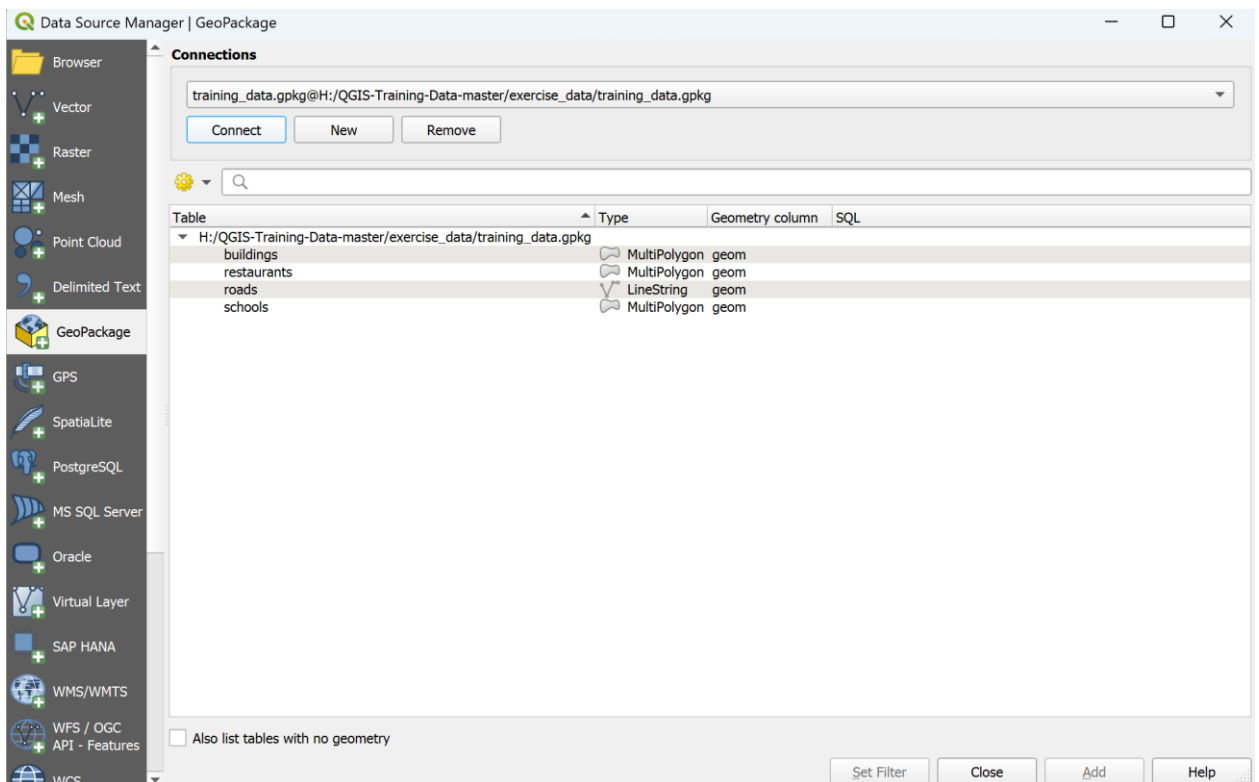


Рисунок 2.2 – Вікно Data Source Manager (GeoPackage) з підключенням файлу

### 4. Підключити SpatiaLite через Browser

4.1. Увімкніть View - Panels - Browser.

4.2. У Browser натисніть правою кнопкою на SpatiaLite - New Connection... та оберіть exercise\_data/landuse.sqlite.

4.3. Розкрийте landuse.sqlite і додайте шар landuse подвійним клацанням або перетягуванням на Map Canvas.

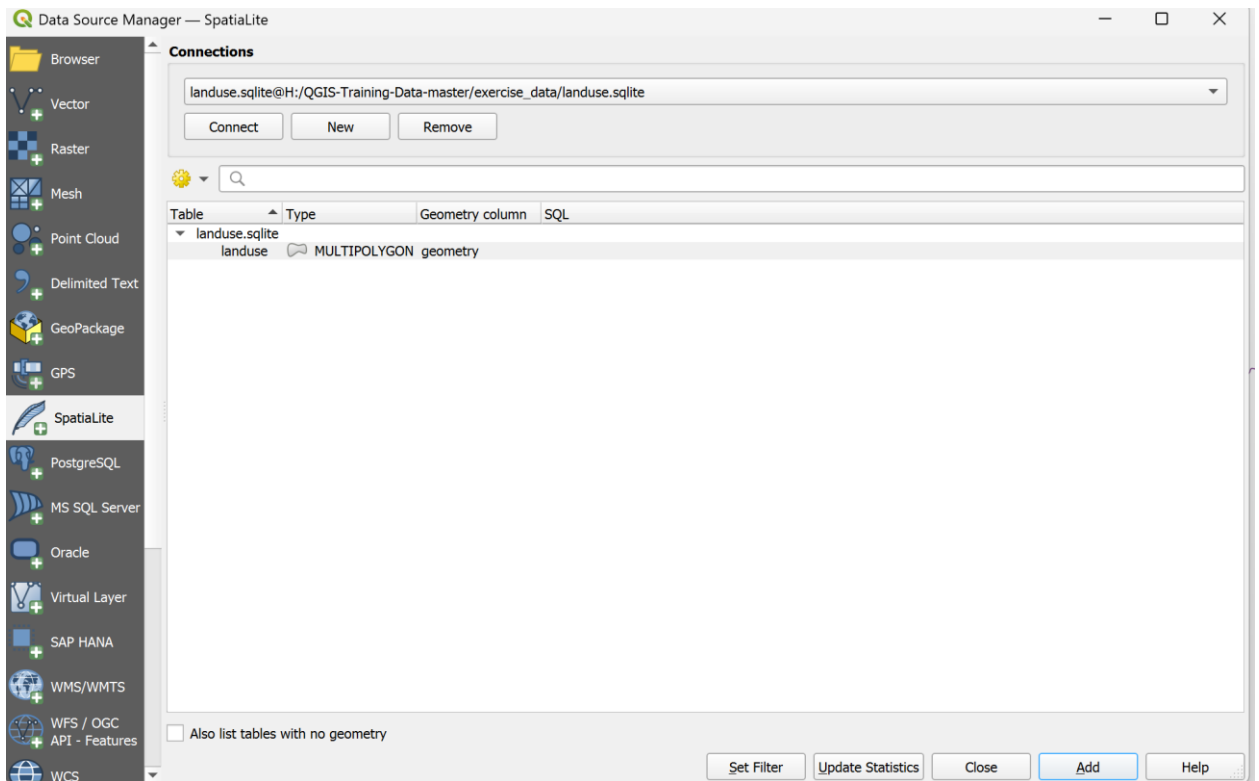


Рисунок 2.3 – Підключення бази SpatiaLite через панель Browser

## 5. Додати додаткові векторні дані

5.1. Завантажте з exercise\_data шари buildings та water будь-яким із методів (Data Source Manager або Browser).

5.2. Переконайтеся, що всі шари присутні: landuse, water, rivers, roads, buildings, places.

## 6. Впорядкувати порядок шарів

6.1. У списку Layers перетягніть шари для логічного відображення знизу догори: landuse, water, buildings, roads, places.

6.2. Переконайтеся, що лінії доріг і точки підписів не перекриваються полігонами.

## 7. Налаштувати базову символіку

7.1. Для landuse відкрийте Properties - Symbology - Simple fill, змініть Color на нейтральний, Stroke style на No Pen.

7.2. Для water у Properties - Symbology задайте світло-блакитну заливку та темніший контур.

7.3. Для rivers у Properties - Symbology встановіть відповідну товщину та відтінок синього для ліній.

7.4. Для places у Properties - Labels увімкніть підписування за полем із назвою.

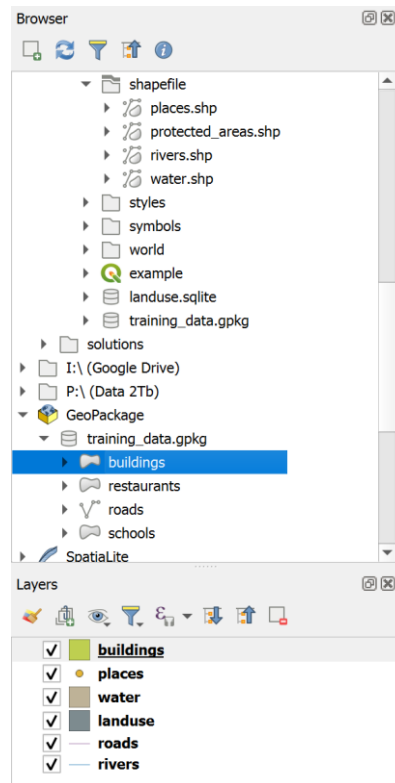


Рисунок 2.4 – Список шарів Layers після впорядкування порядку відображення

## 8. Задати масштабозалежну видимість

8.1. Для buildings відкрийте Properties - Rendering.

8.2. Увімкніть Scale dependent visibility та встановіть Minimum 1:10000.

8.3. Перевірте, що будівлі зникають на малих масштабах і з'являються під час наближення.

## 9. Додати символ-шари

9.1. Для landuse у Properties - Symbology додайте Add symbol layer.

9.2. Для нового Simple fill встановіть Stroke style на No Line, Fill style оберіть штрихування або інший візерунок.

9.3. За потреби налаштуйте прозорість, крок і кут.

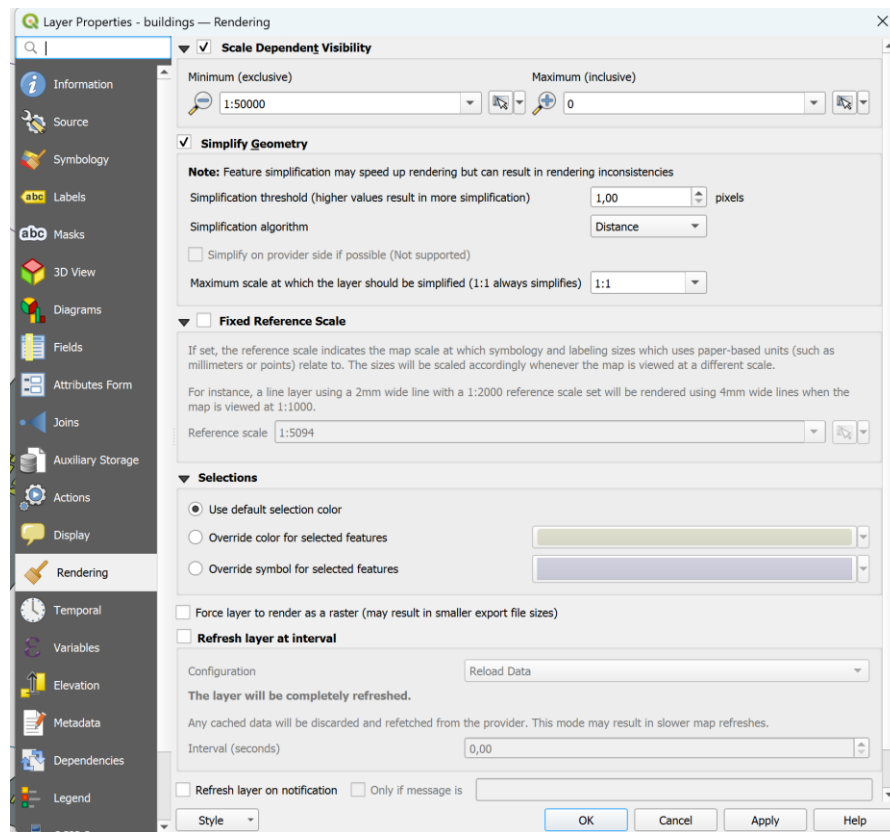


Рисунок 2.5 – Увімкнення масштабовальної видимості для шару

## 10. Упорядкувати рівні символів

10.1. Для roads додайте другий символ-шар лінії: нижній Stroke width 1.5, чорний; верхній Stroke width 0.8, білий.

10.2. Відкрийте Advanced - Symbol levels..., увімкніть Enable symbol levels та підтвердіть.

10.3. Збережіть стиль через Save Style... у файл solutions/styles/better\_roads.qml.

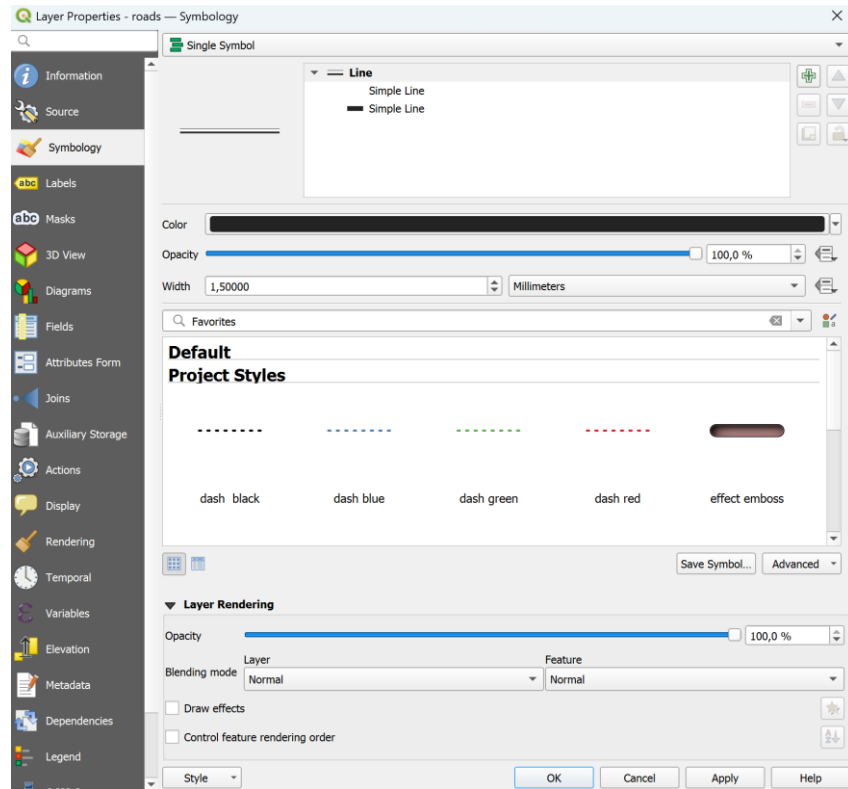


Рисунок 2.6 – Додавання символ-шарів і налаштування Symbol levels для шару

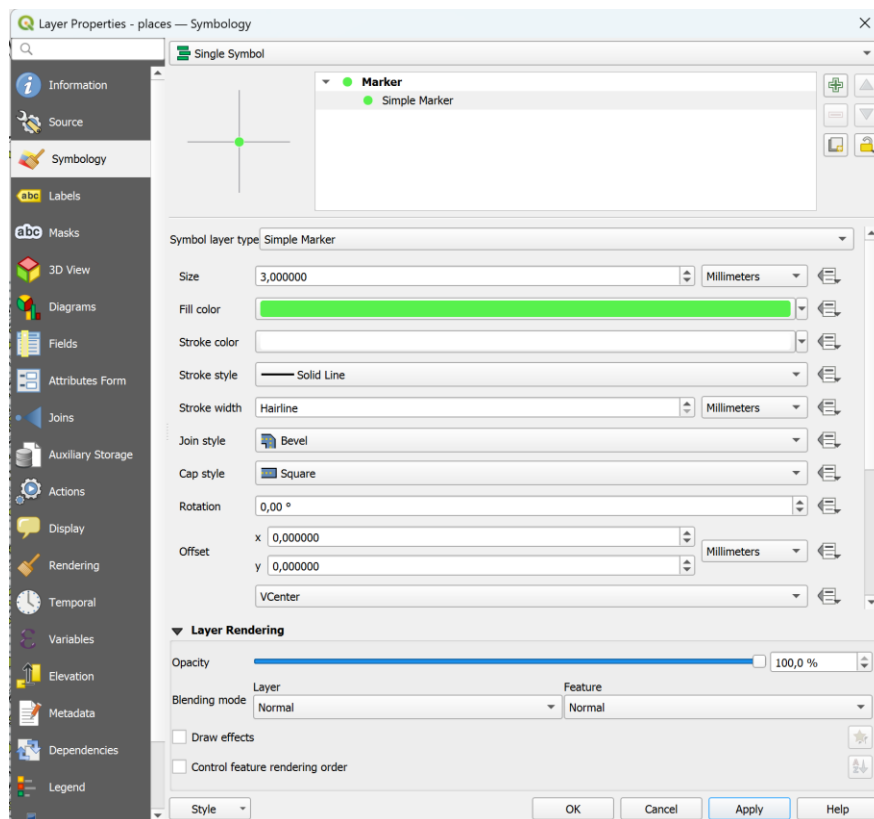


Рисунок 2.7 – Налаштування стилю шару places

## 11. Типи символів шарів

11.1. Для places змініть Simple marker: Size 3.00, біла обводка, світло-зелена заливка.

11.2. Для water встановіть Point pattern fill із відповідними параметрами, а під ним додайте звичайний Simple fill з тим самим світло-блакитним кольором і темнішим контуром.

## 12. Geometry generator

12.1. Для water у Symbology змініть Symbol layer type на Geometry generator.

12.2. Geometry Type встановіть Point/MultiPoint.

12.3. У полі виразу введіть `centroid($geometry)`.

12.4. Налаштуйте Simple marker отриманих точок.

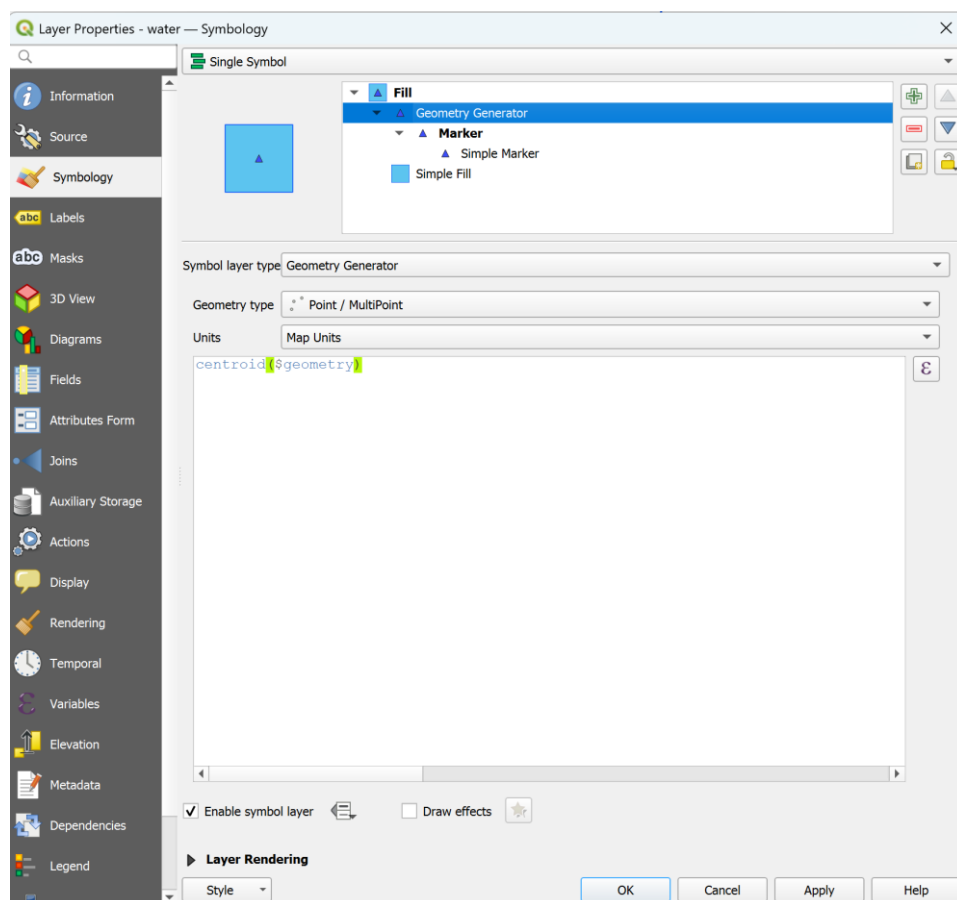


Рисунок 2.8 – Налаштування точкової символіки шару (Simple marker)

### 13. Експортувати карту

13.1. Виконайте Project - Import/Export - Export Map To Image... та збережіть outputs/P2\_basic\_map.png.

13.2. Збережіть проєкт через Project - Save.

### 14. Індивідуальне завдання

14.1. Налаштуйте для water власний тип контур і товщину лінії.

14.2. Для rivers створіть власну символіку водотоків.

14.3. Для buildings увімкніть Scale dependent visibility з Minimum 1:10000.

14.4. Для roads реалізуйте стиль із трьома символ-шарами: вузька центральна чорна лінія, під нею тонка світло-сіра, під нею базова жовта; за потреби скористайтеся Advanced - Symbol levels....

14.5. Для water побудуйте власне текстуроване заповнення за допомогою Point pattern fill поверх Simple fill.

14.6. Для protected\_areas застосуйте напівпрозорий зелений Fill із темно-зеленим контуром пунктиром.

14.7. Застосуйте Geometry generator для будь-якого полігонального шару та виведіть його центроїди разом із початковою геометрією.

14.8. Збережіть стилі у solutions/styles та фінальний проєкт P2\_basic\_map.qgz, експортуйте карту до outputs/P2\_basic\_map.png.

### 2.4. Контрольні питання

1. Як у QGIS завантажити шари з GeoPackage? Які кроки виконуються у Data Source Manager?
2. Яким чином здійснюється підключення бази SpatiaLite у Browser та додавання шару з неї?
3. Чому порядок шарів у списку Layers впливає на вигляд?
4. Які параметри символіки можна налаштовувати для полігональних, лінійних і точкових шарів у QGIS? Наведіть приклади.

5. Як увімкнути масштабозалежну видимість (Scale dependent visibility) і для чого вона використовується?
6. У чому різниця між додаванням кількох символ-шарів у Symbology та налаштуванням їхнього рендерингу через Symbol levels?
7. Як створюється стиль багатшарових доріг (roads) з використанням Symbol levels?
8. Як працює Geometry generator у QGIS і як із його допомогою отримати центроїди полігонів?
9. Що таке .qml-файл стилю, де він зберігається та як ним користуватися повторно?

## Практичне заняття № 3. Робота з атрибутивними таблицями, створення підписів та класифікація векторних даних

### 3.1. Теоретичні відомості

Атрибутивні дані - це описові властивості просторових об'єктів, що зберігаються у вигляді таблиці: рядок (record) - відповідає окремому об'єкту, стовпець (field) - окремій характеристиці. Поєднання геометрії та атрибутів робить ГІС не просто «картинкою», а інструментом аналізу: ми бачимо не тільки де розташований об'єкт, а й що він собою являє.

Підписи (labels) використовують значення полів для візуалізації текстової інформації прямо на карті. У QGIS вони налаштовуються дуже гнучко: типографіка, буфер (обвідка) для читабельності, розміщення відносно точки/лінії/полігону, масштабозалежна видимість, пріоритет рендерингу. Властивості підписів можуть визначатися виразами або полями атрибутів (розмір, нахил, курсив тощо).

Класифікація векторних даних відображає атрибути через символіку: різні значення - різні кольори/товщини/візерунки. Розрізняють чотири типи класифікації: nominal (іменна - без порядку), ordinal (упорядкована), interval (з нулем і від'ємними значеннями) та ratio (невід'ємна шкала). Вибір типу впливає на метод відображення та інтерпретацію карти.

У QGIS доступні такі основні підходи визначення стилів для класифікації: Single Symbol (один стиль), Categorized (за категоріями поля), Graduated (за інтервалами числового поля), Rule-based (за наборами умов). Для числових класифікацій застосовують режими підбору інтервалів (Equal Interval, Quantile, Natural Breaks) і колірні градієнти. Важливо правильно задавати обвідку полігонів, порядок шарів та Null-категорії, аби карта була читабельною.

Для розрахунків часто потрібні нові поля (наприклад, площа полігонів). Створення полів і заповнення їх виразами через Field Calculator дозволяє обчислювати значення на льоту (наприклад, \$area). Слід враховувати систему координат шару, оскільки одиниці вимірювання площі залежать від цієї системи

координат. Визначені стилі доцільно зберігати у .qml для повторного використання та відтворюваності проєктів.

### **3.2. Мета та завдання роботи**

1. Дослідити атрибутивні таблиці та визначити поля, придатні для підписів і класифікації.
2. Налаштувати підписи для точок, ліній і полігонів із буфером, розміщенням і масштабозалежністю.
3. Застосувати data-defined властивості підписів.
4. Виконати класифікацію: Categorized, Graduated і Rule-based; підготувати власні стилі.
5. Додати числове поле та використати Field Calculator для заповнення значень.

### **3.3. Методика виконання**

1. Створити новий проєкт
  - 1.1. Відкрийте Project - New.
  - 1.2. Збережіть проєкт через Project - Save As... у теку solutions поруч із exercise\_data, задайте ім'я P3\_attr\_labels\_class.qgz.
2. Додати необхідні шари
  - 2.1. Додайте з exercise\_data шари places, roads, rivers, landuse, buildings, water через Layer - Add Layer - Add Vector Layer... або панель Browser.
  - 2.2. Упорядкуйте їх у Layers знизу догори: landuse, water, buildings, roads, places.



Рисунок 3.1 – Карта з підключеними шарами після початкового впорядкування у проєкті QGIS

### 3. Переглянути атрибутивні таблиці

- 3.1. Виділіть places у Layers і відкрийте Open Attribute Table.
- 3.2. Визначте поле з назвою населеного пункту (наприклад, name).
- 3.3. Перегляньте таблиці roads і landuse, зверніть увагу на поля, придатні для класифікації (наприклад, road name/type; landuse).

places — Features Total: 5, Filtered: 5, Selected: 0

	full_id	osm_id	osm_type	is_in	name	place	sagns_id	wikidata	wikipedia
1	n50485644	50485644	node	Western Cape, South Africa	Swellendam	town	67009	Q1023257	en:Swellendam
2	n262715119	262715119	node	Western Cape, South Africa	Railton	suburb	73996	NULL	NULL
3	n262719496	262719496	node	Western Cape, South Africa	Buffeljagsrivier	town	92234	NULL	NULL
4	n2185065856	2185065856	node	NULL	Bontebok Nation...	locality	NULL	NULL	NULL
5	n2393133023	2393133023	node	NULL	Lang Elsie's Kraal Rest Camp	hamlet	NULL	NULL	NULL

Show All Features

Рисунок 3.2 – Таблиця атрибутів точкового шару

4. Налаштувати підписи для точок (places)
  - 4.1. Увімкніть View - Toolbars - Label.
  - 4.2. Відкрийте Layer Properties для places і перейдіть на вкладку Labels.
  - 4.3. У полі Label with оберіть поле name.
  - 4.4. У підрозділі Text задайте читабельний шрифт і розмір.
  - 4.5. У підрозділі Buffer увімкніть Draw text buffer і встановіть ширину буфера.
  - 4.6. У підрозділі Placement оберіть Around point та встановіть Distance 2 mm, щоби підписи не перекривали маркери.

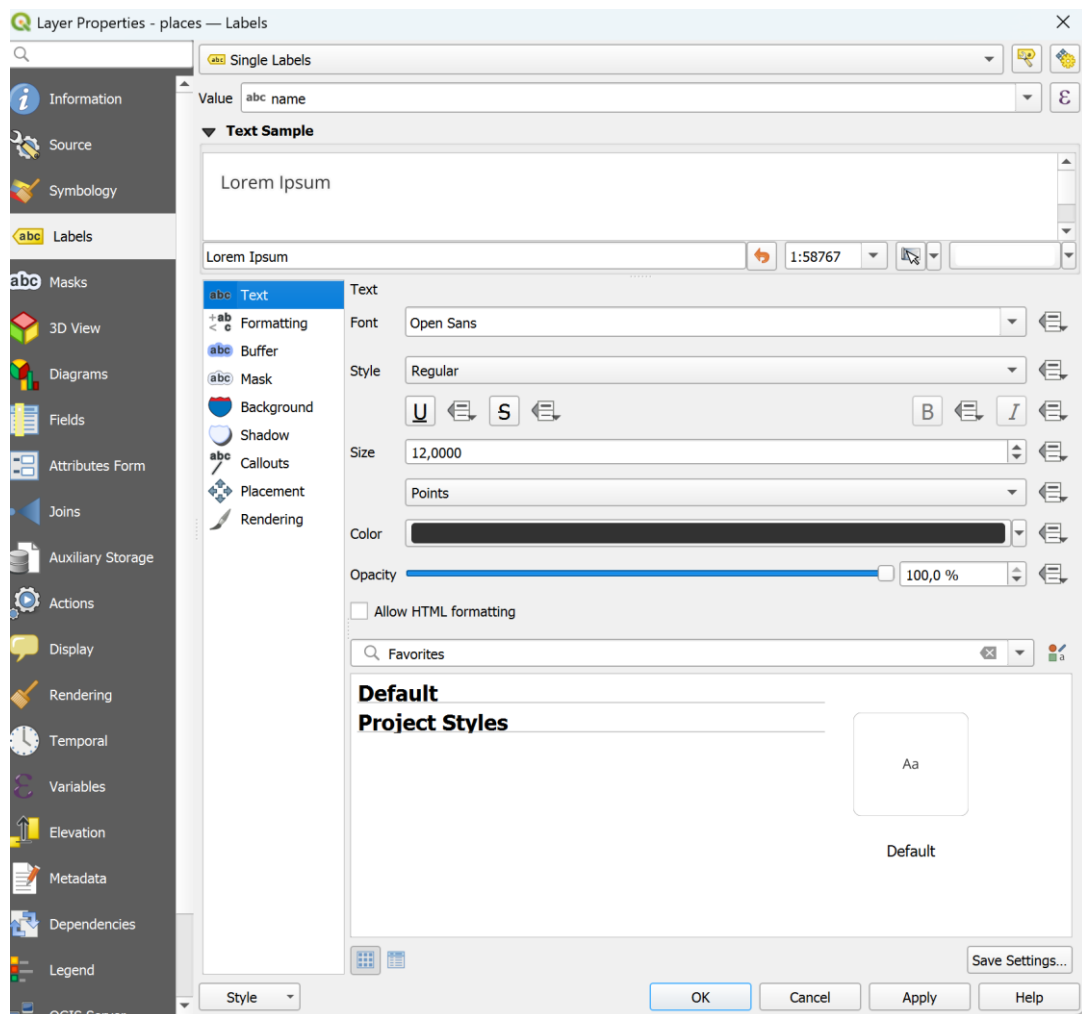


Рисунок 3.3 – Вікно налаштування підписів шару

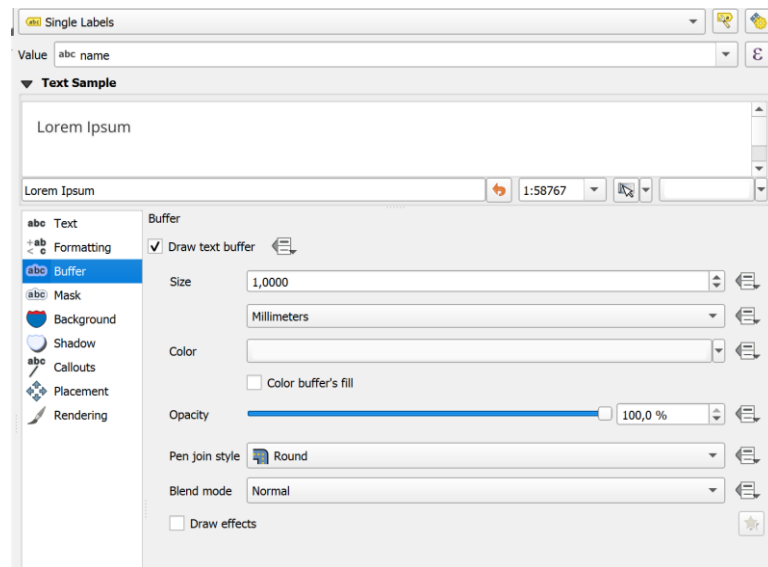


Рисунок 3.4 – Додавання буфера підписів точкового шару

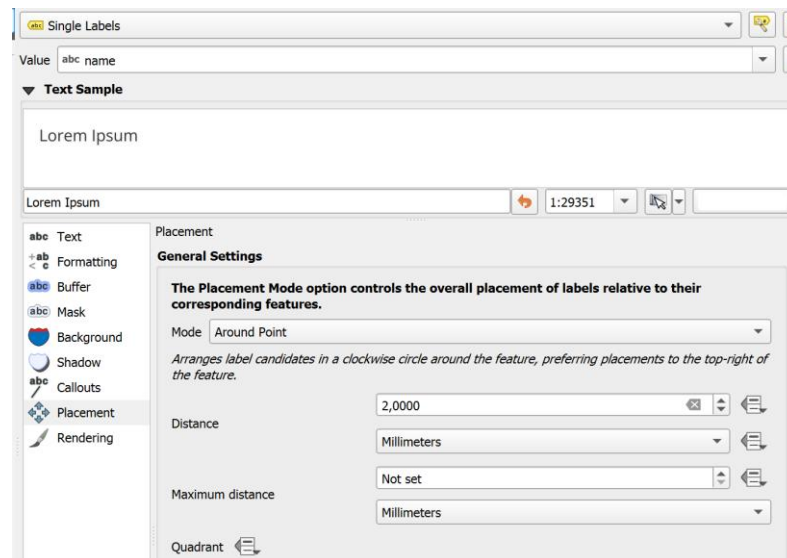


Рисунок 3.5 – Налаштування розміщення підписів точкового шару

5. Розмістити підпис на місці маркера
  - 5.1. У Labels оберіть Placement - Offset from point та встановіть Quadrant по центру, Offset 0.
  - 5.2. У Layer Properties - Symbology для places встановіть розмір маркера 0, щоб приховати символ і залишити лише підпис.
6. Підписування ліній на прикладі доріг (roads)
  - 6.1. Приховайте places у Layers, щоб зосередитися на дорогах.
  - 6.2. У Layer Properties для roads перейдіть на Labels, увімкніть Label with

за полем назви дороги; встановіть Size 10.

6.3. У Text задайте темний колір шрифту; у Buffer - світло-жовтий буфер для контрасту.

6.4. У Rendering увімкніть Merge connected lines to avoid duplicate labels та встановіть Suppress labeling of features smaller than 5 mm.

6.5. У Placement виберіть Curved для підписів, що повторюють геометрію дороги.

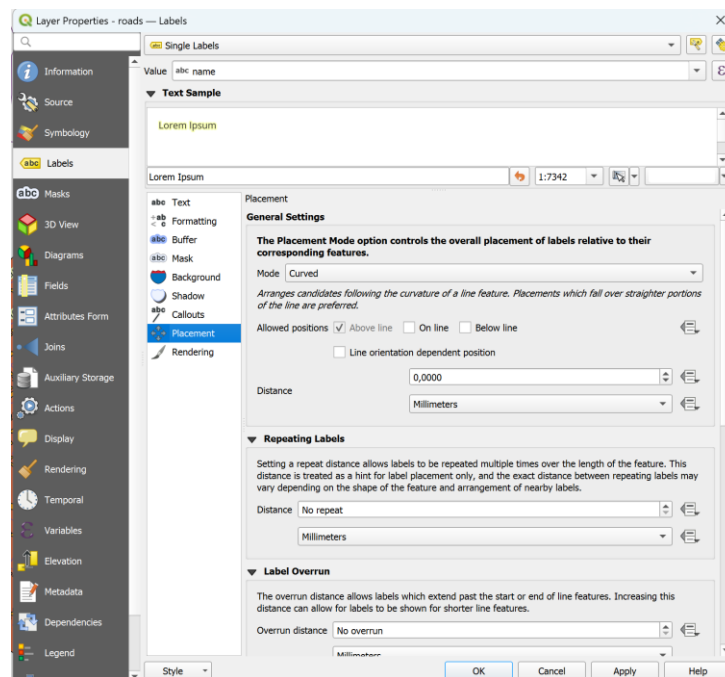


Рисунок 3.6 – Підписування лінійного шару roads із використанням розміщення Curved



Рисунок 3.7 – Відображення результатів налаштування стилю підписів

## 7. Data-defined налаштування підписів

7.1. Увімкніть підписи для places.

7.2. У Labels - Text відкрийте випадаюче меню біля кнопки Italic - Edit... і в Expression введіть "place" = 'town'.

7.3. Застосуйте; перевірте, що значення з place = 'town' відображаються курсивом.

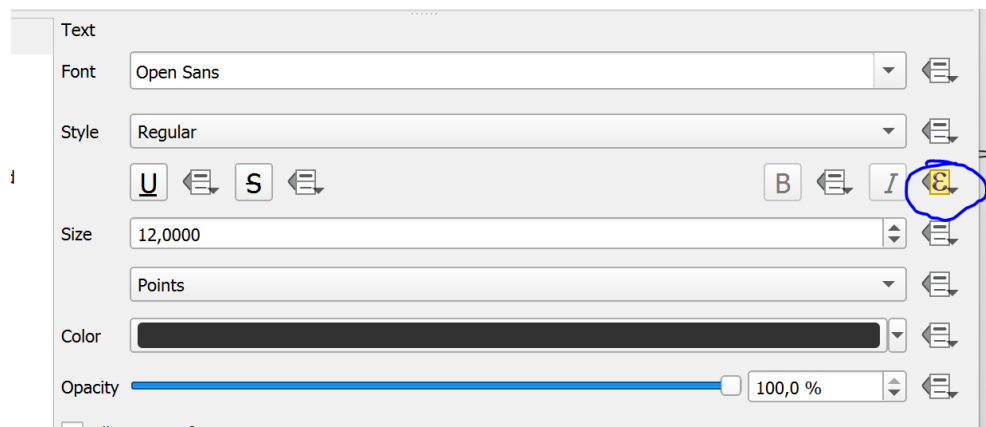


Рисунок 3.8 – Data-defined налаштування стилю підписів (вираз залежно від значення поля)

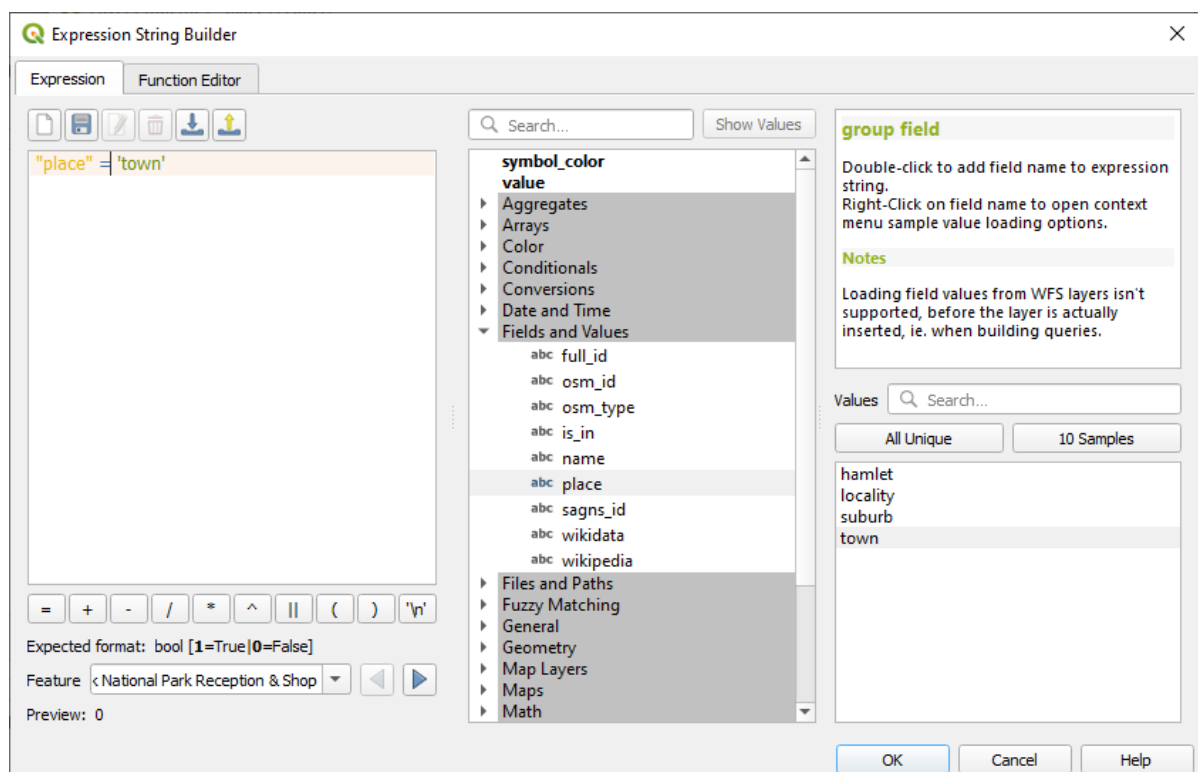


Рисунок 3.9 – Редактор виразів

## 8. Класифікація за категоріями

8.1. Відкрийте Layer Properties для landuse - вкладка Symbology.

8.2. Змініть Single Symbol на Categorized.

8.3. У полі Column оберіть landuse; у Color ramp оберіть Greens; натисніть Classify.

8.4. За потреби двічі клацніть по кольоровому блоку категорії, щоб змінити її колір.

8.5. Виберіть Symbol - Simple fill і встановіть Stroke style на No Pen, щоб прибрати чорні межі.

8.6. Переконайтеся, що категорія для відсутніх значень присутня і має нейтральний колір.

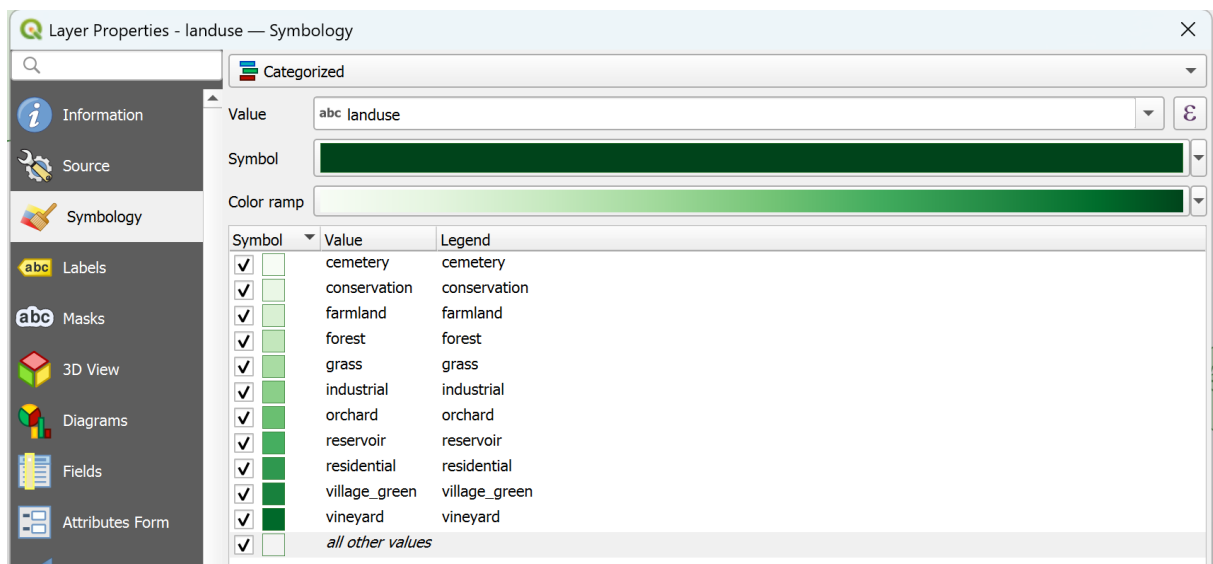


Рисунок 3.10 – Класифікація полігонального шару landuse за категоріями (Categorized)

## 9. Підготовка числового поля площі

9.1. Відкрийте Open Attribute Table для landuse і натисніть Toggle Editing.

9.2. Натисніть New Field, створіть поле AREA типу Decimal.

9.3. Відкрийте Field Calculator, увімкніть Update existing field та виберіть AREA.

9.4. У виразі вкажіть \$area і натисніть ОК; збережіть зміни.

9.5. Зауваження: одиниці вимірювання відповідають CRS шару; у географічних координатах значення будуть у «квадратних градусах».

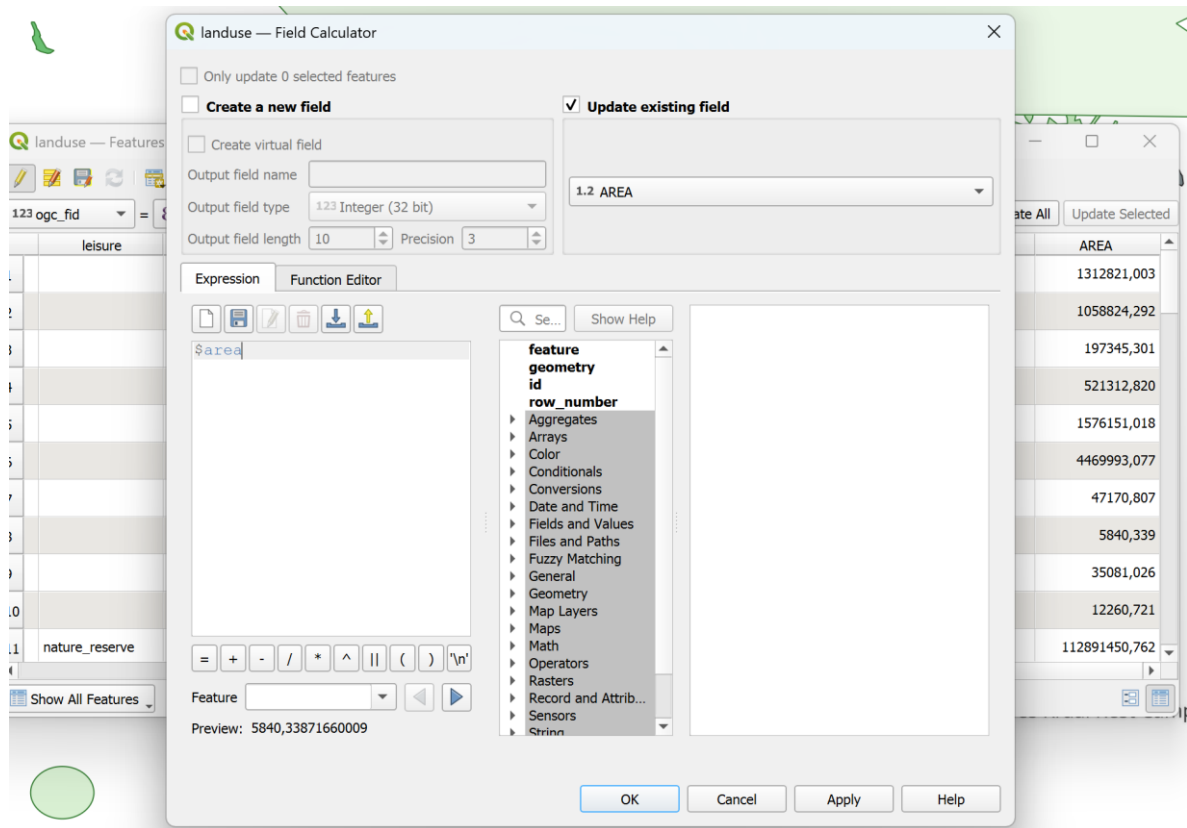


Рисунок 3.11 – Створення та заповнення числового поля у Field Calculator

## 10. Градуїрована класифікація (Graduated)

10.1. У landuse - Symbology змініть стиль на Graduated.

10.2. У Column оберіть AREA.

10.3. У Color ramp створіть New color ramp - Gradient і доберіть кольори для малих та великих площ.

10.4. Задайте Mode (наприклад, Natural Breaks) і кількість Classes; натисніть Classify та Apply.

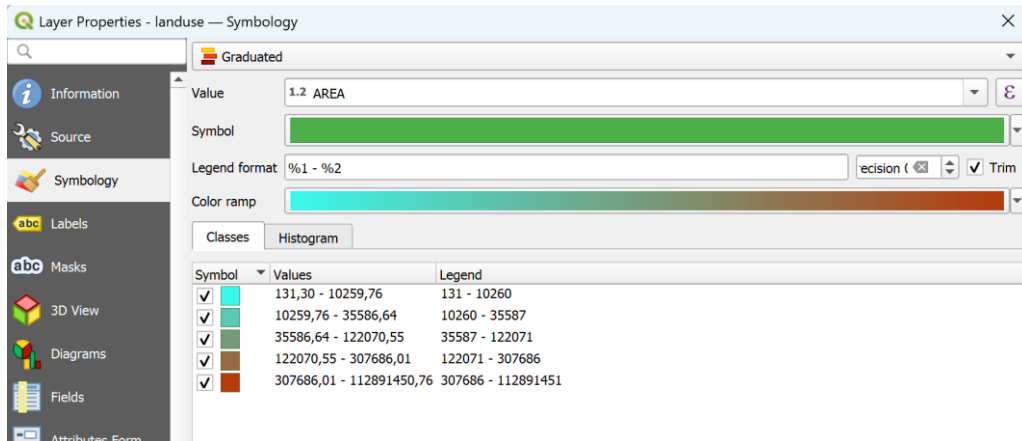


Рисунок 3.12 – Градуїрована класифікація шару (Graduated)

## 11. Удосконалення класифікації

11.1. Експериментуйте з Mode і кількістю Classes, щоби досягти логічного групування площ.

11.2. Переконайтеся, що межі між класами не домінують візуально.

## 12. Класифікація за правилами (Rule-based)

12.1. У landuse - Symbology виберіть Rule-based.

12.2. Додайте правило з фільтром "landuse" = 'residential' AND "name" != 'MajorTown' і встановіть світло сірий-блакитний Fill без обвідки.

12.3. Додайте правило "landuse" != 'residential' AND "AREA" >= 0.00005 з середньо-зеленим Fill.

12.4. Додайте правило "name" = 'MajorTown' з темнішою сіро-блакитною заливкою; перетягніть це правило вгору.

12.5. Для Default встановіть блідо-зелений Fill.

12.6. Застосуйте та оцініть результат; за потреби скорегуйте пороги та кольори.

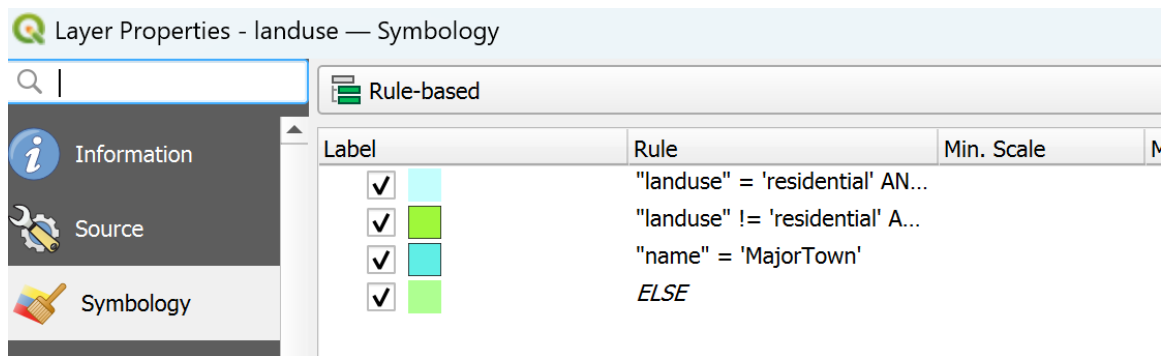


Рисунок 3.13 – Результат градуьованої класифікації полігонів за площею

### 13.Збереження і експорт

13.1. Виконайте Project - Import/Export - Export Map To Image... і збережіть outputs/P3\_attr\_labels\_class.png.

13.2. Збережіть проєкт через Project - Save.

### 14.Індивідуальне завдання

14.1. Налаштуйте підписи для places із буфером і відступом 2 mm; підберіть шрифт для читабельності на масштабі 1:100000 (введіть значення у Scale на Status Bar).

14.2. Для roads увімкніть підписи з Placement Curved, Merge connected lines та Suppress labeling of features smaller than 5 mm.

14.3. Реалізуйте data-defined зміну розміру шрифту для places за полем label\_size.

14.4. Виконайте Categorized для buildings за полем building з колірною схемою Spectral.

14.5. Додайте поле AREA для landuse і виконайте Graduated за AREA; підберіть Mode і кількість класів, щоб виділялися найменші та найбільші полігони.

14.6. Побудуйте Rule-based класифікацію для landuse із щонайменше трьома правилами та осмисленим Default.

14.7. Експортуйте карту до outputs/P3\_attr\_labels\_class.png та збережіть проєкт P3\_attr\_labels\_class.qgz.

### 3.4. Контрольні питання

1. Що таке атрибутивні дані у ГІС? Як співвідносяться «рядок/record» і «стовпець/field» з об'єктом та його властивістю?
2. Порівняйте стилі Single Symbol, Categorized, Graduated та Rule-based у QGIS: коли який доречно застосовувати?
3. Які режими побудови інтервалів доступні для Graduated (Equal Interval, Quantile, Natural Breaks)? Коли обрати кожен із них?
4. Як відкрити та проаналізувати Attribute Table шару?
5. Як увімкнути підписи для шару: вибір поля, налаштування шрифту, буфера (обвідки) та розміщення (Placement)?
6. Які налаштування підписів доступні для лінійних об'єктів?
7. Що таке data-defined властивості підписів? Наведіть приклад виразу для зміни стилю (наприклад, курсиву) залежно від значення поля.
8. Як створити нове числове поле і заповнити його через Field Calculator?
9. Як налаштувати Categorized класифікацію?
10. Як налаштувати Graduated класифікацію?
11. Як налаштувати Rule-based класифікацію?

## Практичне заняття № 4. Оформлення відображення макету карти у середовищі Print Layout

### 4.1. Теоретичні відомості

QGIS відокремлює роботу з даними від підготовки поліграфічного макета. Проєкт (.qgz) зберігає шари, стилі та налаштування, але не є зображенням. Щоб поділитися результатом поза ГІС, використовують середовище Print Layout: воно формує сторінку з зображенням карти та допоміжними елементами (заголовок, легенда, масштабна лінійка, стрілка північ, сітка, підписи), а далі експортує у PDF, SVG або растрові зображення.

Layout Manager дозволяє мати кілька макетів в одному проєкті (різні формати сторінки, орієнтація, комбінації елементів). Кожен макет містить елементи: Map, Label, Legend, Scale Bar, Picture, Shape тощо. Елементи позиціонуються й вирівнюються відносно сторінки або один одного; для фіксації положення їх можна блокувати.

Якість вихідного матеріалу визначається параметрами сторінки (Size, Orientation) і роздільністю виводу (Quality, dpi). Для друку й верстки зазвичай застосовують 300 dpi або вище. Формат PDF зручний для розповсюдження і друку, SVG - для подальшої векторної доробки, Image - для розміщення у веб.

Динамічність макета забезпечують вирази та змінні (наприклад, @map\_scale, @project\_crs, format\_date(now(), 'yyyy-MM-dd')) у текстових елементах, а також режим Atlas для серійних карт за об'єктами шару покриття. Елемент Map може брати свої налаштування з атласу (Controlled by atlas), автоматично змінюючи масштаб, а підписи - оновлюватися з полів шару.

Для якісної композиції важливі поля і відступи, контрасти між картою й підкладкою, економне використання кольору, коректна легенда з осмисленими назвами, масштабна лінійка в потрібних одиницях і, за потреби, оглядова карта (inset) з рамкою екстену основної карти.

## 4.2. Мета та завдання роботи

1. Створити макет у Print Layout з базовими елементами: Map, Title, Legend, Scale Bar, North Arrow.
2. Налаштувати параметри сторінки, вирівнювання, блокування та оновлення відмальовування.
3. Додати динамічні тексти (дата, масштаб) на основі виразів.
4. Задати карту-сітку координат і параметри підписів.
5. Створену карту експортувати у PDF.

## 4.3. Методика виконання

1. Створити новий проєкт
  - 1.1. Відкрийте Project - New.
  - 1.2. Збережіть проєкт через Project - Save As... у теку solutions, задайте ім'я P4\_print\_layout.qgz.
2. Підготувати шари карти
  - 2.1. Додайте з exercise\_data шари landuse, water, buildings, roads, places (Layer - Add Layer - Add Vector Layer... або панель Browser).
  - 2.2. Упорядкуйте Layers знизу догори: landuse, water, buildings, roads, places; перевірте стилі й підписи.
3. Відкрити Layout Manager і створити макет
  - 3.1. Виберіть Project - Layout Manager.
  - 3.2. Натисніть Add, задайте Name, наприклад MainMap, натисніть ОК, далі Show.



Рисунок 4.1 – Карта з підготовленими шарами у вікні проєкту QGIS перед створенням макета

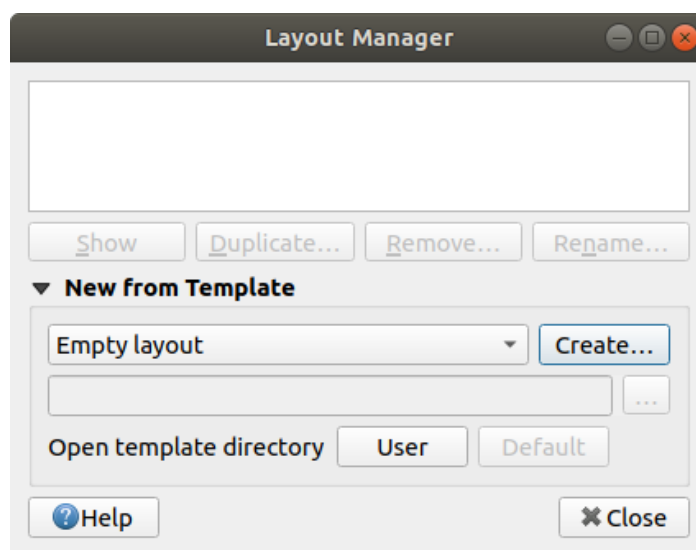


Рисунок 4.2 – Вікно Layout Manager для створення нового макета карти

#### 4. Задати параметри сторінки

4.1. У вікні Layout на вкладці Layout - Item Properties для сторінки встановіть Composition - Paper: Size A4, Orientation Landscape.

4.2. Встановіть Quality 300 dpi.

4.3. Увімкніть направляючі та лінійку через View - Show Guides та View - Rulers.

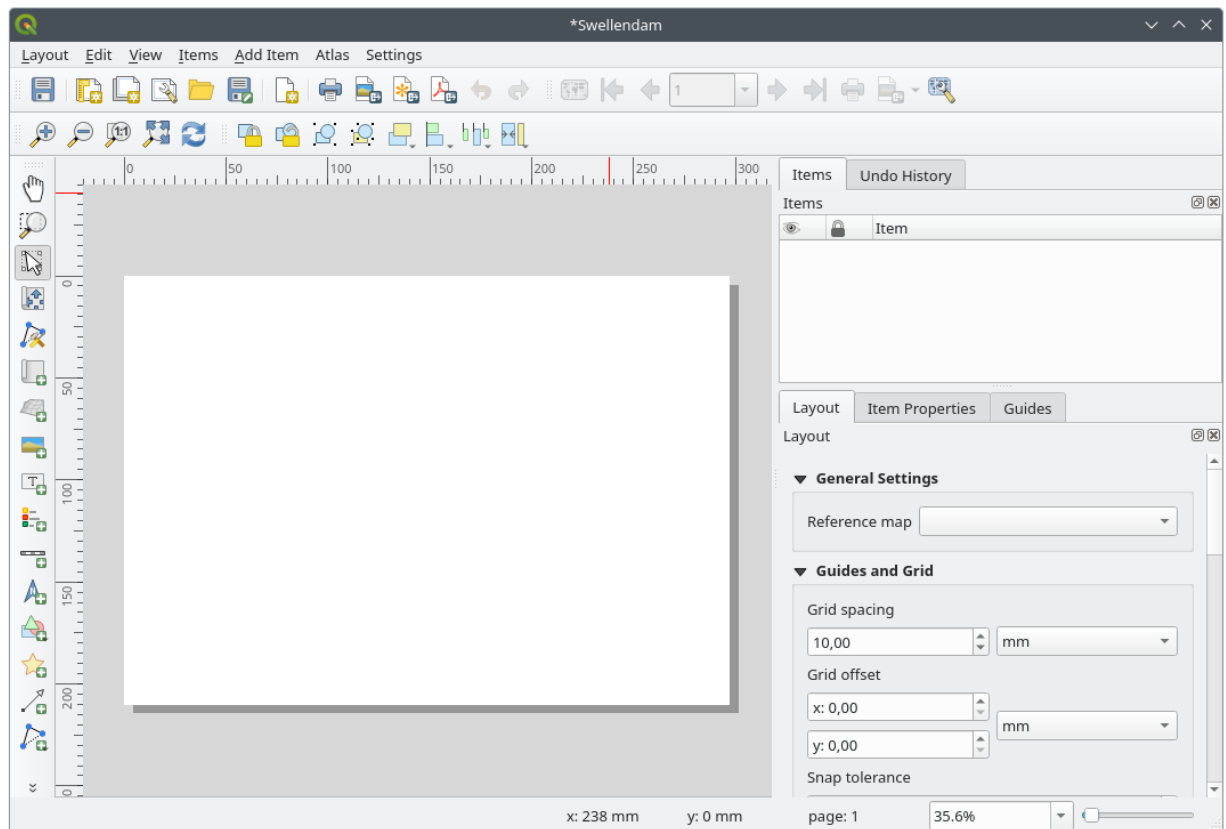


Рисунок 4.3 – Вікно Print Layout із налаштованими параметрами сторінки формату A4

5. Додати елемент Map і налаштувати екстент
  - 5.1. Оберіть Add Item - Add Map і намалюйте рамку основної карти, лишивши місце зверху під заголовок.
  - 5.2. Переміщуйте екстент інструментом Move item content.
  - 5.3. За потреби оновіть відображення кнопкою Refresh view.

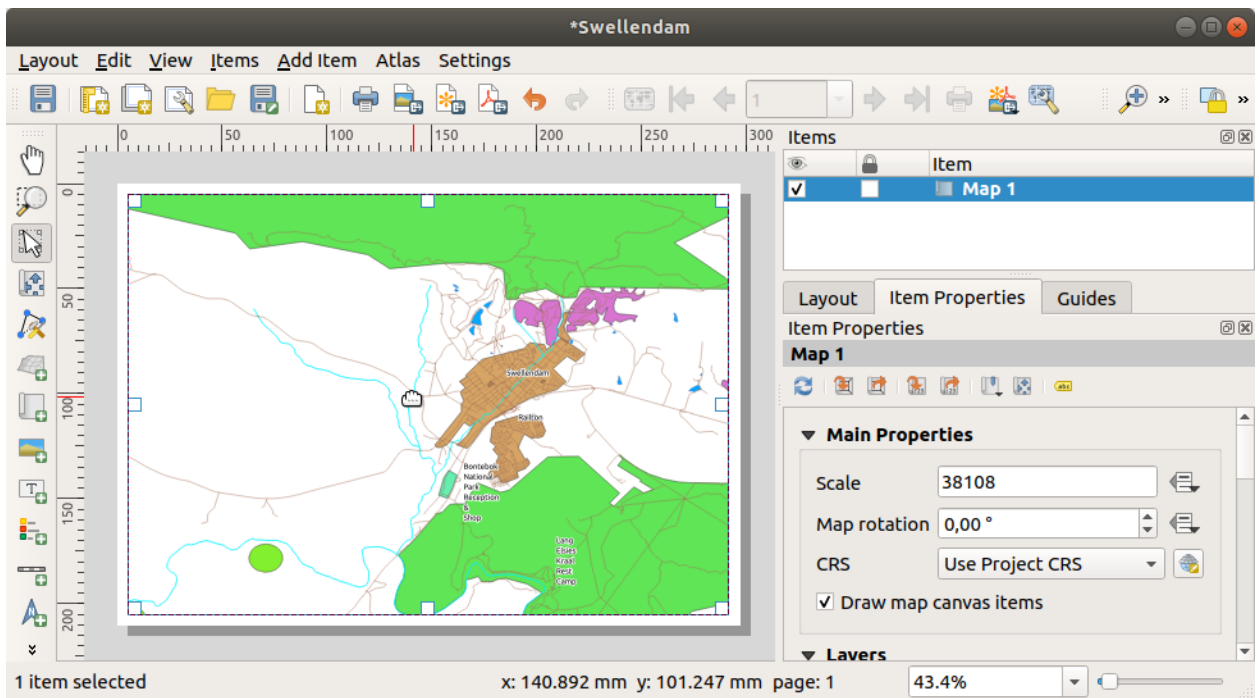


Рисунок 4.4 – Додавання елемента Map та налаштування екстенції основної карти у макеті

6. Додати заголовок (Label) і вирівняти елементи
  - 6.1. Оберіть Add Item - Add Label, клацніть над картою.
  - 6.2. У Item Properties у полі Text введіть назву карти; задайте шрифт і Horizontal alignment Center.
  - 6.3. Виділіть мишею Map і Label (з натисненим Shift) - використайте Align - Align center.
  - 6.4. Заблокуйте обидва елементи через контекстне меню - Lock.
  
7. Додати легенду та налаштувати її склад
  - 7.1. Оберіть Add Item - Add Legend і розмістіть її праворуч.
  - 7.2. У Item Properties - Legend items вимкніть Auto update, видаліть зайві записи (мінус), перейменуйте шари (Edit) на осмислені назви, впорядкуйте порядок.
  - 7.3. Розгорніть категорії тематичних шарів і задайте назви категорій у легенді.

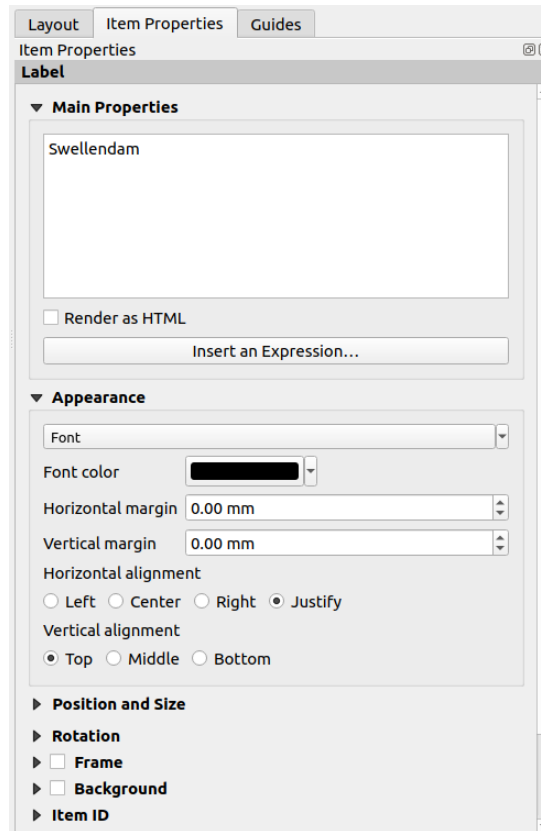


Рисунок 4.5 – Додавання та налаштування заголовка карти (Label) з вирівнюванням по центру

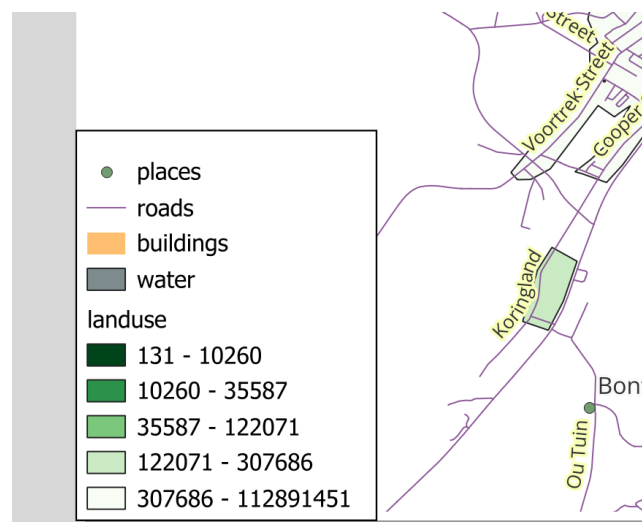


Рисунок 4.6 – Налаштування легенди карти та редагування її складу у Print Layout

8. Додати масштабну лінійку і стрілку північ

8.1. Оберіть Add Item - Add Scale Bar; у Item Properties встановіть Units

Kilometers, Style Single Box, потрібну кількість сегментів.

8.2. Оберіть Add Item - Add Picture; у списку SVG виберіть North arrow та увімкніть Sync with map, розмістіть у куті.

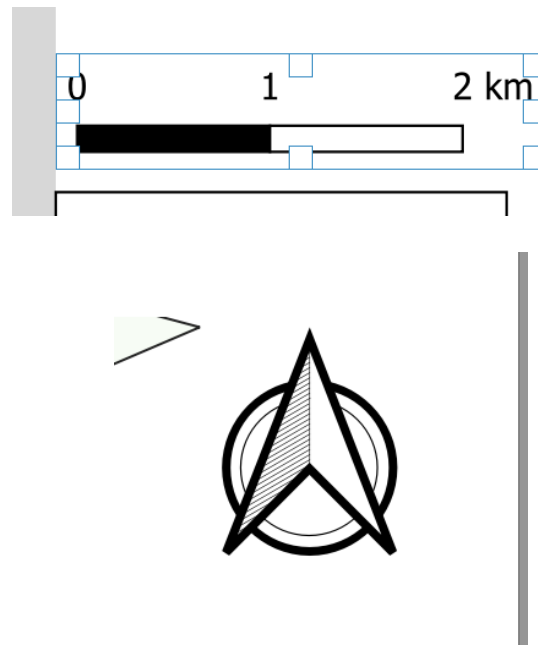


Рисунок 4.7 – Додавання масштабної лінійки та стрілки північ у макеті карти

## 9. Додати карту-сітку координат

9.1. Виділіть Map; у Item Properties відкрийте Grids - Add new grid.

9.2. Увімкніть Draw grid, задайте Interval (наприклад, 0.01 градуса або відповідно до CRS), стилі ліній і підписів, формат координат.

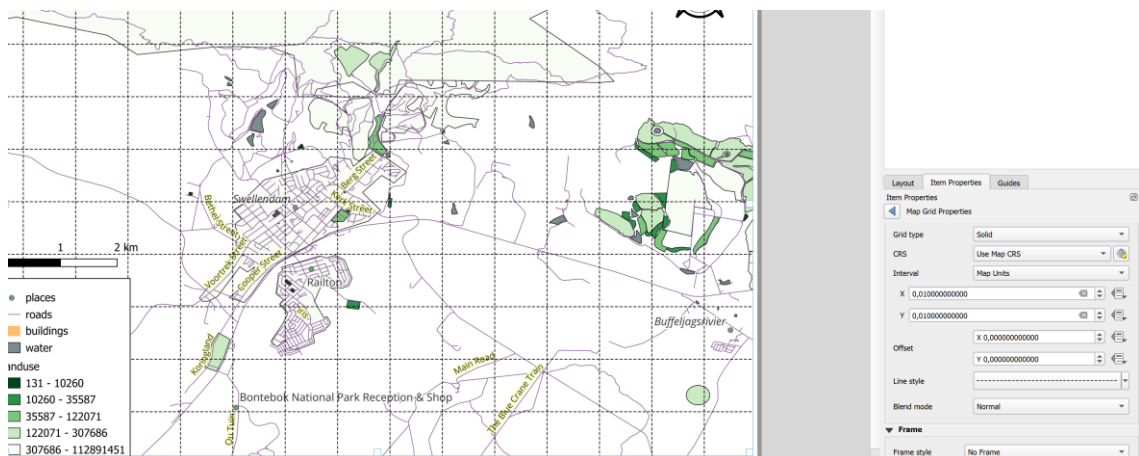


Рисунок 4.8 – Налаштування координатної сітки та підписів координат у макеті карти

## 10. Експортувати макет

10.1. Для статичної сторінки використайте Layout - Export as PDF, у параметрах вкажіть 300 dpi та вбудовування шрифтів.

10.2. За потреби екпортуйте як SVG (Layout - Export as SVG) або зображення (Layout - Export as Image).

10.3. Збережіть проєкт через Project - Save.

## 11. Індивідуальне завдання

11.1. Доведіть макет до читабельного вигляду: коректні відступи, вирівнювання, блокування елементів, шрифти у заголовку та легенді.

11.2. Додайте сітку координат із підписами по краях сторінки та перевірте формат чисел.

11.3. Перейменуйте записи легенди на зрозумілі користувачу, приховуйте службові шари.

11.4. Екпортуйте також статичну сторінку у PDF і PNG до теки solutions/outputs з іменами P4\_layout.pdf та P4\_layout.png.

### 4.4. Контрольні питання

1. Яка відмінність між файлом проєкту QGIS (.qgz) та макетом карти у Print Layout?
2. Для чого використовується Layout Manager у QGIS і які його основні можливості?
3. Які типи елементів можна додати у вікні Print Layout?
4. Які параметри сторінки необхідно задати перед початком роботи з макетом карти?
5. Що таке роздільна здатність (dpi) та які значення рекомендуються для поліграфічної якості?
6. Як у Print Layout додати та налаштувати основний елемент Map?
7. Як налаштовується заголовок карти (Label) та які параметри тексту можна задати?

8. Які дії потрібно виконати для редагування легенди: перейменування шарів, зміна порядку, приховування?
9. Як у Print Layout додати та налаштувати масштабну лінійку?
10. Яким чином можна вставити стрілку північ і синхронізувати її з картою?
11. Для чого використовується сітка координат у макеті карти і які параметри її відображення налаштовуються?
12. Які формати експорту підтримує QGIS Print Layout і в яких випадках доцільно використовувати PDF, SVG чи растрові зображення?

## Практичне заняття № 5. Створення векторних шарів та топологічне редагування

### 5.1. Теоретичні відомості

Векторні набори даних створюють тоді, коли потрібної інформації немає у відкритих джерелах або коли треба точно відобразити ситуацію на місцевості для конкретного проєкту. Під час створення нового шару важливо одразу визначити тип геометрії (Point, Line або Polygon), систему координат і схему атрибутів (назви полів, типи даних).

Оцифрування - це перенесення об'єктів з растрової підкладки (супутникових знімків, аерофото) або планів у вектор. У QGIS оцифрування виконують у режимі редагування шару (Toggle Editing) інструментами Add Feature, Node Tool, Move Feature(s), Split, Merge тощо. Кожен створений об'єкт має одразу отримати атрибути через форму; зміни регулярно зберігають командами Save Edits і Project - Save.

Топологія описує просторові відносини між об'єктами (спільні межі, відсутність розривів і перекриттів). Щоб підтримувати коректну топологію під час оцифрування, використовують прив'язку (snapping) та налаштування Avoid intersections у Project - Snapping Options. Інструменти Add Ring, Add Part, Reshape, Split і Merge змінюють геометрію важливо розуміти їхній вплив на спільні межі та уникати прогалин і накладень.

Для контролю якості застосовують перевірку топології на рівні проєкту: у Project - Properties - Topology задають правила на кшталт «must not overlap», «must not have gaps», «must not have duplicates». Після перевірки виправляють знайдені порушення. Це особливо важливо для полігональних шарів (земельні ділянки, зони охорони), де непомітні розриви або перекриття призводять до похибок у площах і аналізі.

## 5.2. Мета та завдання роботи

1. Створити нові векторні шари та виконати оцифрування за растровою підкладкою.
2. Налаштувати прив'язку об'єктів.
3. Застосувати базові інструменти топологічного редагування.
4. Забезпечити відсутність розривів/перекриттів і логічну топологію шарів.

## 5.3. Методика виконання

1. Створити новий проєкт
  - 1.1. Відкрийте Project - New.
  - 1.2. Збережіть проєкт через Project - Save As... у теку solutions, задайте ім'я P5\_vector\_topology.qgz.
2. Підготувати дані та підкладку
  - 2.1. Додайте з exercise\_data шари landuse, water, buildings, roads, places (Layer - Add Layer - Add Vector Layer...).
  - 2.2. Додайте растрову підкладку: Layer - Add Layer - Add Raster Layer... - exercise\_data/raster/3420C\_2010\_327\_RGB\_LATLNG.tif.
  - 2.3. Перетягніть растр униз списку Layers, щоб він не перекривав вектори.
  - 2.4. Увімкніть потрібні панелі: View - Toolbars - Digitizing, Advanced Digitizing.
3. Створити полігональний шар school\_property.shp
  - 3.1. Layer - Create Layer - New Shapefile Layer.
  - 3.2. Geometry - Polygon, CRS - як у проєкті; у блоці New attribute додайте поле name (Text); переконайтеся, що є id.
  - 3.3. Натисніть ОК і збережіть файл як exercise\_data/school\_property.shp.

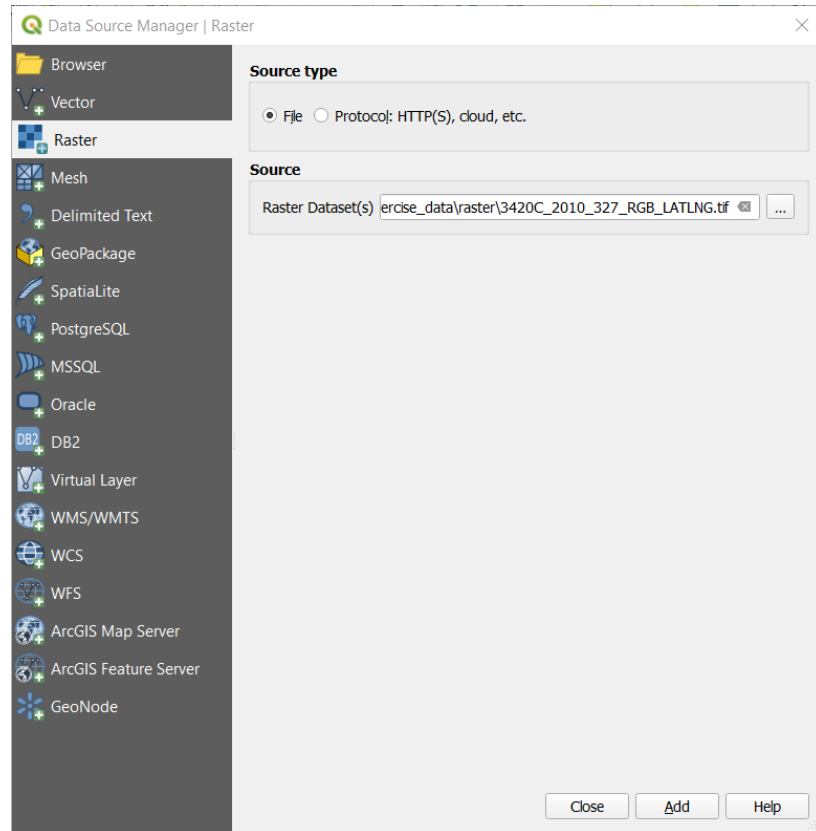


Рисунок 5.1 – Додавання растрової підкладки у проєкт QGIS через Data Source Manager

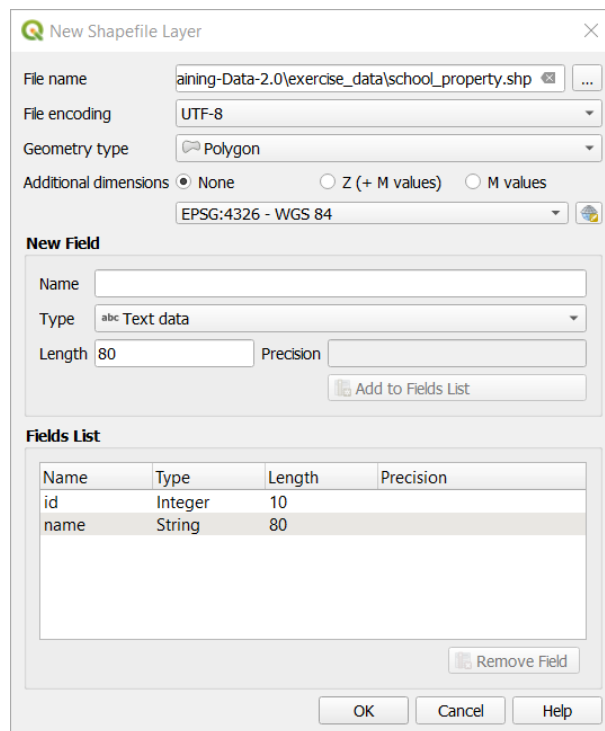


Рисунок 5.2 – Створення нового полігонального шару з визначенням атрибутивних полів

#### 4. Оцифрувати перший полігон

4.1. Активуйте `school_property` у `Layers` і натисніть `Toggle Editing`.

4.2. Інструментом `Add Feature` оцифруйте контур `Athletics Field` по растру; правий клік - завершення.

4.3. У формі атрибутів задайте унікальний `id` і `name` (наприклад, *athletics\_field*).

4.4. За потреби виправте геометрію інструментами `Move Feature(s)`, `Node Tool` або видаліть і повторіть (`Delete Selected`).

4.5. Натисніть `Save Edits`.

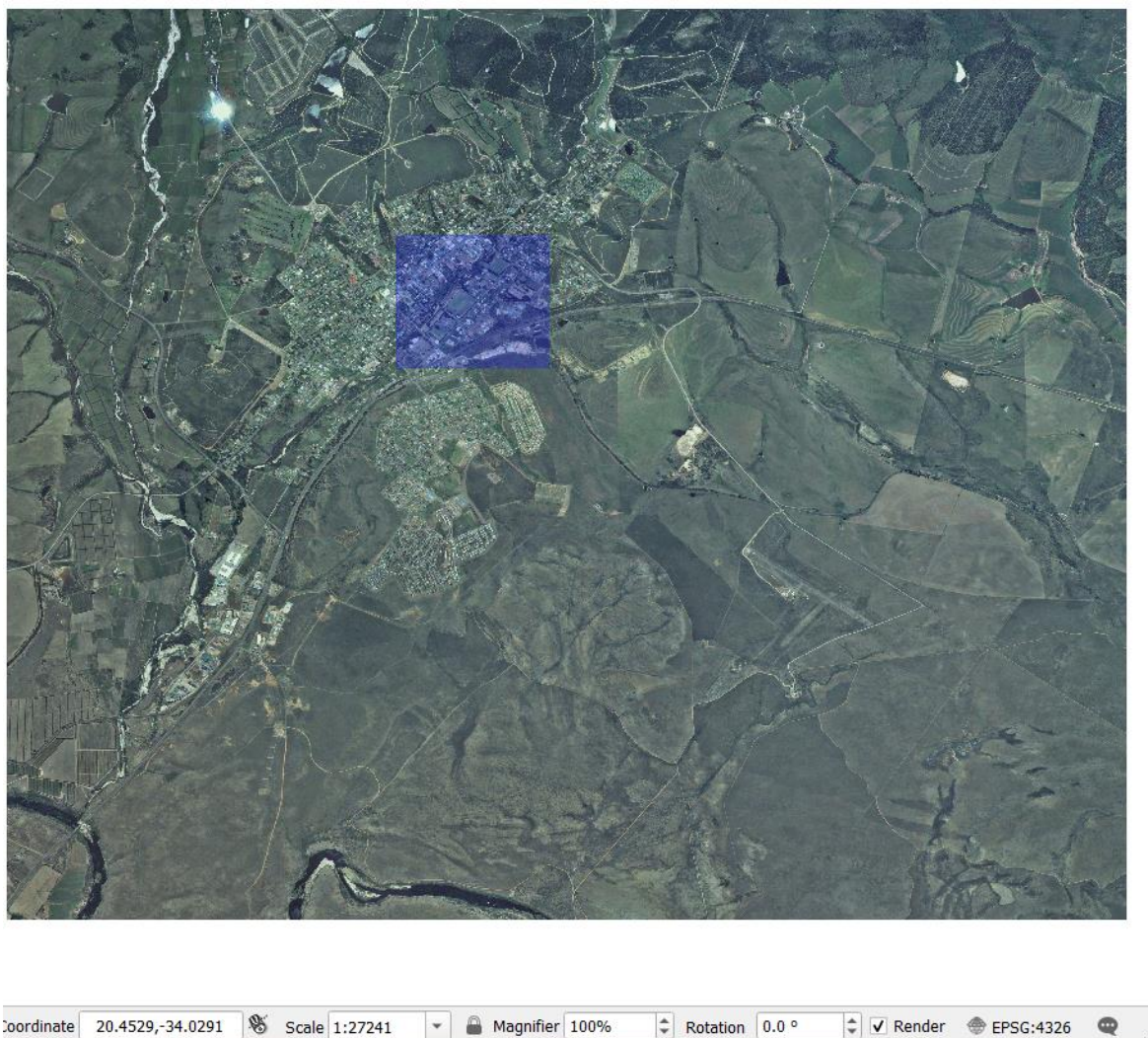


Рисунок 5.3 – Оцифрування першого полігону шару `school_property` у режимі редагування



Рисунок 5.4 – Результат оцифрування полігонів

## 5. Оцифрувати решту полігонів

5.1. Додайте до шару *school\_property* полігони *School Campus* і *Rugby Field* (окремі об'єкти з унікальними id і назвою).

## 6. Оцифрувати маршрути

6.1. Створіть лінійний шар *routes.shp*: Layer - Create Layer - New Shapefile Layer - LineString, поля *id* (Whole number) і *type* (Text); збережіть у *exercise\_data/routes.shp* і додайте на карту.

6.2. Увімкніть редагування для *routes* та оцифруйте два сегменти: *path* уздовж південного краю міста *Railton* і *track* південніше; у формі атрибутів задавайте *type* = "path"/"track".



8. Вивчіть роботу з базовими інструментами топологічного редагування
  - 8.1. Node Tool - підкоригуйте вершини полігонів landuse, щоб секції лісу торкалися без зазорів.
  - 8.2. Reshape Features - додайте «виступ» до полігону та перевірте результат; повторіть із «виймкою».
  - 8.3. Split Features - проведіть лінію через кут полігона (наприклад, Bontebok National Park) та перевірте новий об'єкт інструментом Select Single Feature.
  - 8.4. Merge Selected Features / Merge Attributes of Selected Features - порівняйте різницю під час об'єднання щойно розділених частин.
  - 8.5. Add Ring / Delete Ring - створіть і видаліть виріз усередині полігона landuse.
  - 8.6. Add Part / Delete Part - додайте відокремлену частину до існуючого полігона та приберіть її.
  - 8.7. Simplify Feature - виконайте спрощення геометрії; зафіксуйте, що надмірне спрощення руйнує спільні межі; виконайте відміну редагування щоб повернути попередній стан об'єкту.

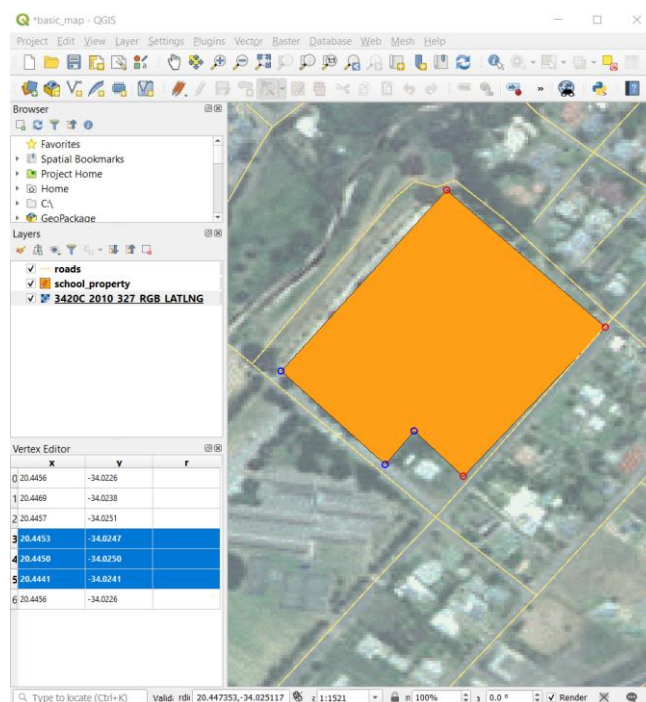


Рисунок 5.7 – Використання інструментів топологічного редагування

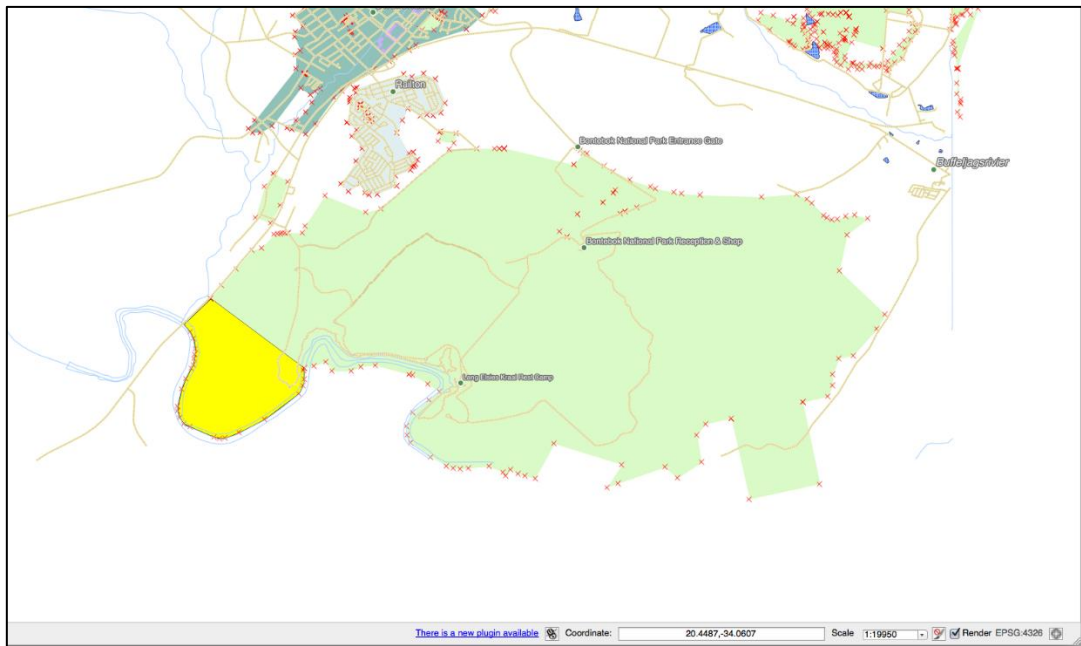


Рисунок 5.8 – Підсумкова карта з оновленою символікою та результатами оцифрування

## 9. Збереження результату

9.1. Оновіть символіку для routes (різні стилі для *path* і *track*) у Layer Properties - Symbology.

9.2. Збережіть зміни шарів (Save Edits) і проєкт (Project - Save).

9.3. Експортуйте оглядову картинку: Project - Import/Export - Export Map To Image...

## 10. Індивідуальне завдання

10.1. Додайте щонайменше один додатковий полігон до school\_property (наприклад, спортивний майданчик) з валідними атрибутами.

10.2. Оцифруйте ще два сегменти в routes і задайте type відповідно до їхнього призначення.

10.5. Збережіть проєкт P5\_vector\_topology.qgz.

## 5.4. Контрольні питання

1. Які основні параметри задаються під час створення нового векторного шару?

2. Що таке оцифрування і які інструменти QGIS використовуються для нього?
3. Як здійснюється збереження змін під час редагування векторних шарів у QGIS?
4. Що таке топологія у ГІС і чому вона критично важлива для полігональних шарів?
5. Які параметри прив'язки (Snapping) можна налаштувати у QGIS і для чого вони потрібні?
6. У чому різниця між інструментами Split Features і Merge Features?
7. Для чого застосовується інструмент Reshape Features і який ефект він має на геометрію?
8. У яких випадках доцільно використовувати інструмент Simplify Feature, і які ризики пов'язані з надмірним спрощенням?
9. Яким чином можна задати різні стилі для шару routes залежно від значення атрибута type?

## Практичне заняття № 6. Створення форм введення атрибутів і дій для об'єктів

### 6.1. Теоретичні відомості

Атрибутивні форми визначають, як саме користувач вводить і редагує дані під час оцифрування або перегляду об'єктів. Типові «згенеровані» форми в QGIS працюють без необхідності додаткового налаштування, але можуть бути незручними для масового введення. Тому часто буває доцільним налаштувати форми введення задавши відповідні віджети полів, обов'язковість полів, значення за замовчуванням і логіку відображення.

Кожному полю можна призначити віджет: Line edit / Text edit для довільного тексту, Range для чисел, Date/Time для дат, Checkbox для булевих значень, Value map для закритих переліків, Value relation для зв'язків із довідниками, а також Attachment або File name для роботи з файлами. Крім віджетів корисними можуть бути обмеження на рівні поля: Not null, Unique, Expression constraint і Default value (вирази такі як now(), @user\_full\_name, coalesce(), regexp\_match()).

QGIS дає змогу створювати користувацькі форми у Qt Designer і підключати їх через Attribute editor layout. Такий підхід забезпечує контроль компоновки, підписів, груп і вкладок форми. При зв'язуванні важливо зіставити імена віджетів із полями або налаштувати поля на вкладці Fields, щоб зберегти коректну прив'язку.

Дії (Actions) виконуються при натисканні по об'єкту інструментом Run feature action. Вони можуть відкривати локальні файли, запускати зовнішні програми, відкривати URL у браузері або виконувати Python-код безпосередньо в середовищі QGIS. Дії параметризуються значеннями атрибутів за допомогою вставки полів у шаблон команди у форматі [% "field" %].

## 6.2. Мета та завдання роботи

1. Налаштувати віджети полів, увімкнути автозапуск форми та редагування атрибутів із карти.
2. Створити власну форму у Qt Designer і підключити її до шару.
3. Додати поле для зображення з віджетом File\_name і прив'язати фото до об'єктів.
4. Створити дії що виконуються при натисканні по об'єкту; перевірити їх роботу.

## 6.3. Методика виконання

1. Створити новий проєкт
  - 1.1. Відкрийте Project - New.
  - 1.2. Збережіть проєкт через Project - Save As... у теку solutions, задайте ім'я P6\_forms\_actions.qgz.
2. Додати необхідні шари
  - 2.1. Додайте з exercise\_data шари roads, landuse, places, school\_property (Layer - Add Layer - Add Vector Layer... або панель Browser).
  - 2.2. Упорядкуйте їх у списку Layers та перевірте, що підписи й символіка читабельні.
3. Увімкнути автозапуск форми та редагувати з карти
  - 3.1. Відкрийте панель Identify Features (View - Identify Features).
  - 3.2. Активуйте Auto open form у верхній частині панелі.
  - 3.3. Виберіть шар roads, увімкніть редагування (Toggle Editing), клацніть Identify по лінії дороги й відредагуйте значення в формі; Save Edits.

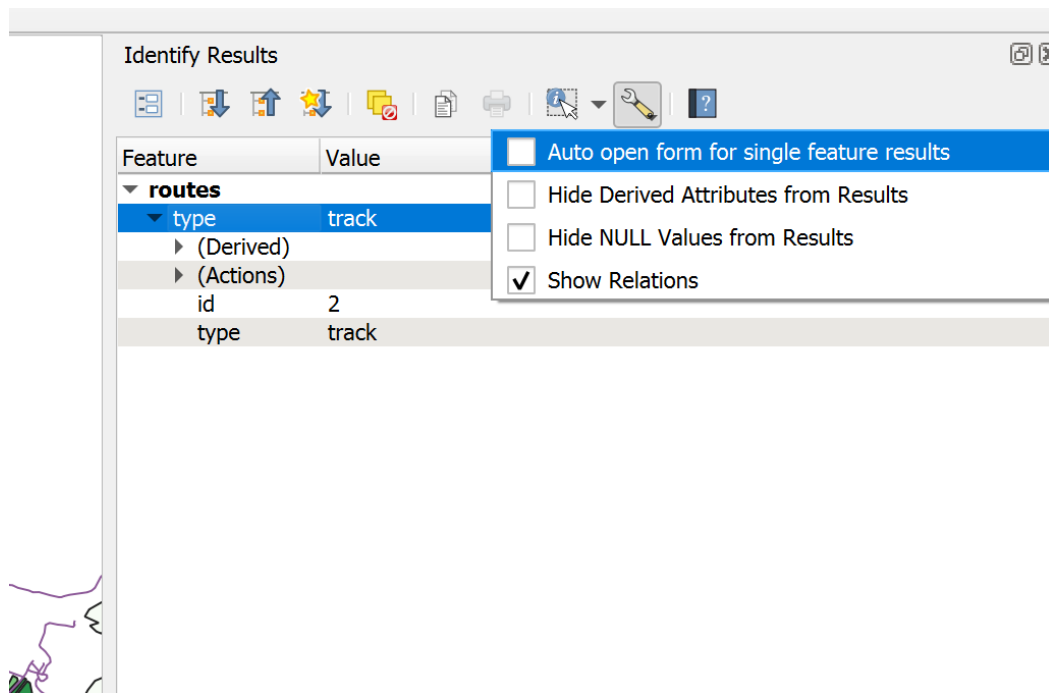


Рисунок 6.1 – Увімкнення автоматичного відкриття атрибутивної форми під час ідентифікації об'єкта

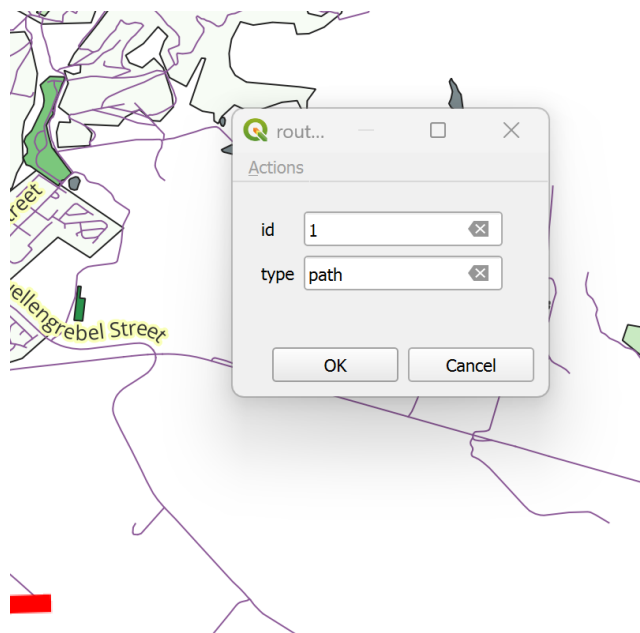


Рисунок 6.2 – Редагування атрибутів лінійного об'єкта шару безпосередньо з карти

#### 4. Налаштувати віджети полів

4.1. Відкрийте Properties для roads - вкладка Attributes Form.

4.2. Для поля oneway задайте віджет Checkbox.

4.3. Для поля highway задайте Value map і додайте пари «значення - підпис» (motorway, trunk, primary, secondary, residential, service).

4.4. Додайте нове поле speed та задайте для нього Range з мінімумом, максимумом та кроком.

4.5. За потреби встановіть для полів Not null, Unique та Default value.

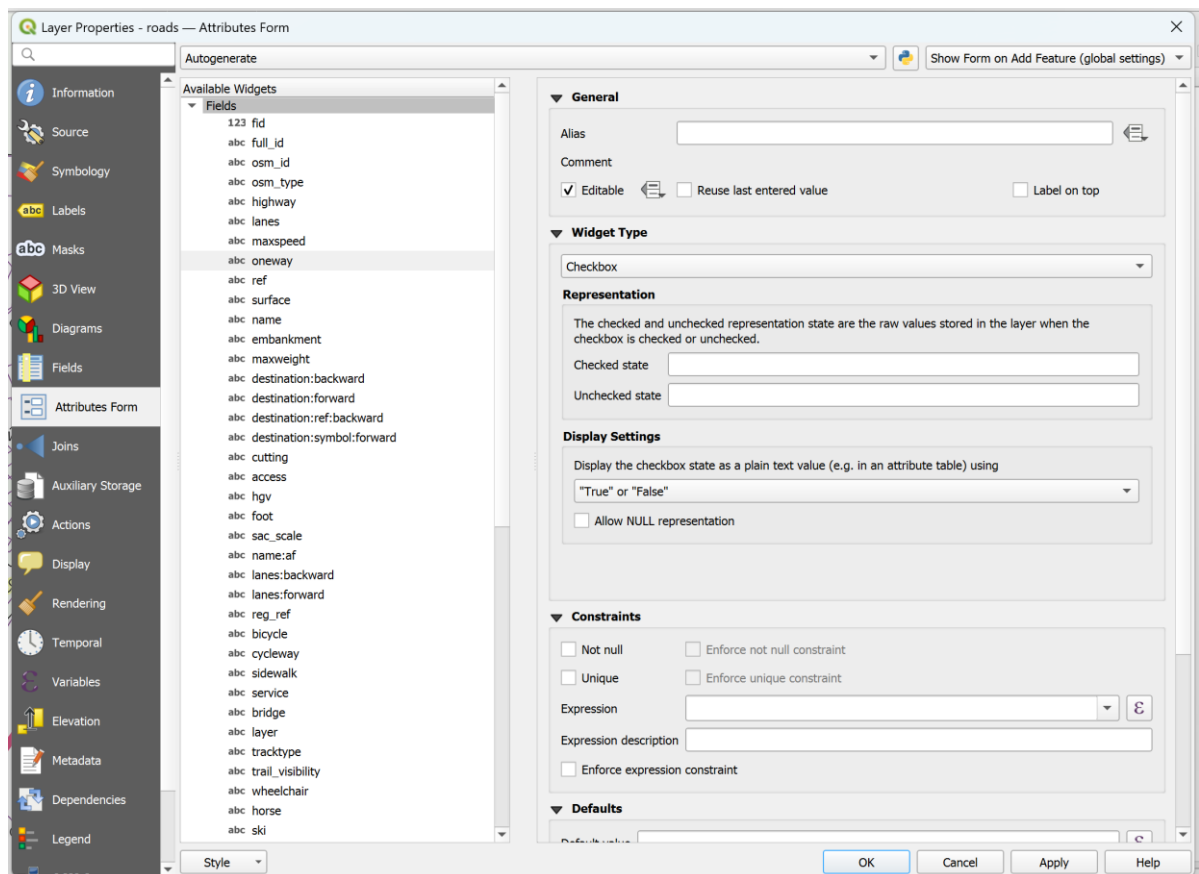


Рисунок 6.3 – Налаштування віджетів атрибутивної форми шару (Checkbox, Value map, Range)

5. Створити тестовий шар і заповнити даними

5.1. Layer - Create Layer - New Shapefile Layer - Geometry Point; ім'я exercise\_data/test-data.shp.

5.2. Додайте поля name (Text) і age (Text).

5.3. Додайте 3–5 точок інструментом Add Feature, заповнюючи атрибути у формі.

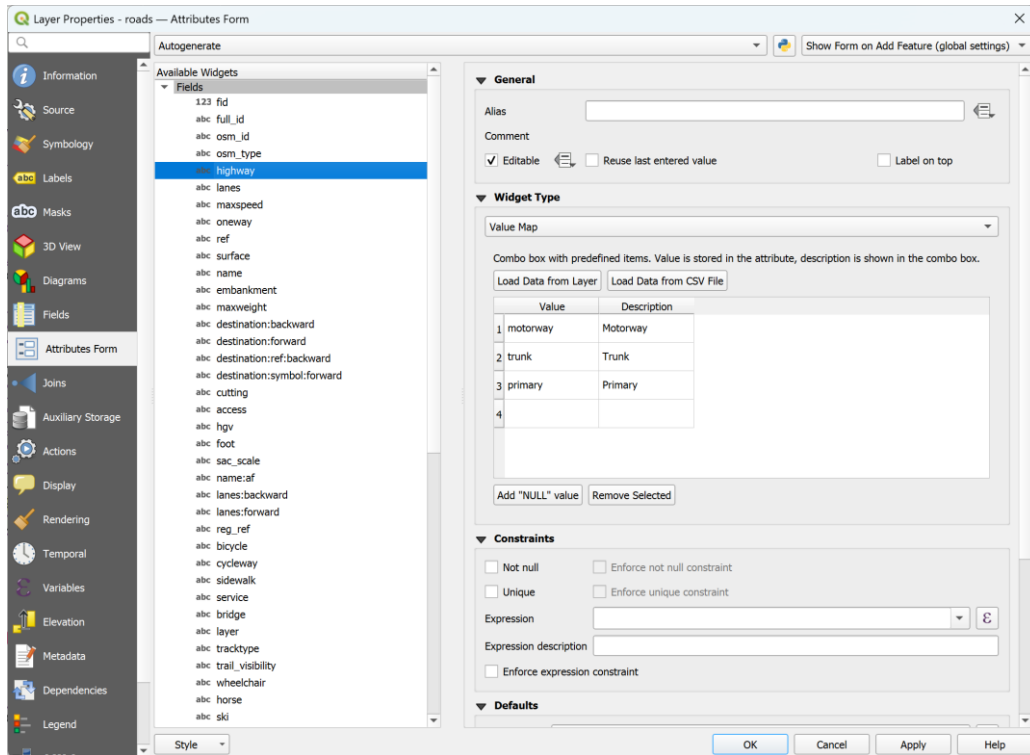


Рисунок 6.4 – Створення тестового точкового шару та налаштування атрибутів об'єктів даного шару

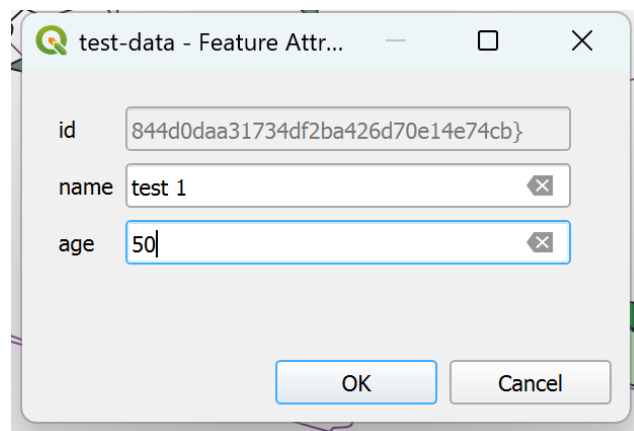


Рисунок 6.5 – Заповнення атрибутів через форму введення

6. Додати поле зображення й прив'язати фото
  - 6.1. Для school\_property відкрийте Layer Properties - Fields, увімкніть Toggle editing.
  - 6.2. Додайте поле image (Text), для нього оберіть віджет Attachment.
  - 6.3. Інструментом Identify відкрийте форму для кожного полігона та

виберіть відповідні файли з exercise\_data/school\_property\_photos.

6.4. Save Edits і вимкніть редагування.

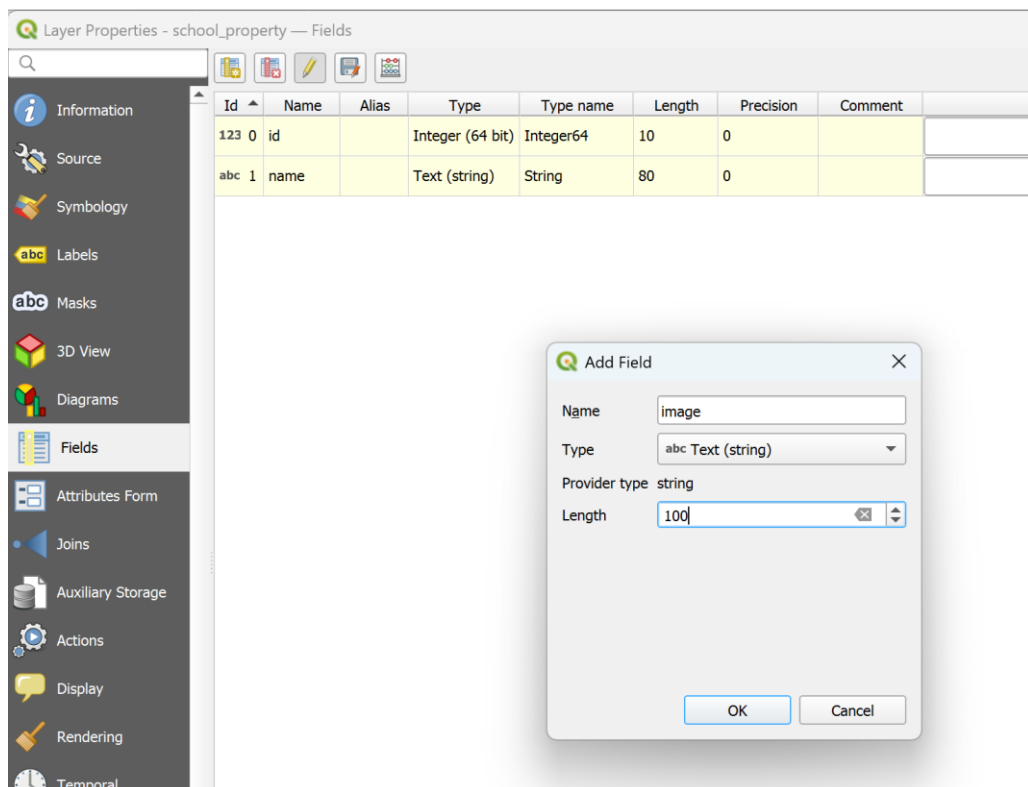


Рисунок 6.6 – Додавання поля image та прив'язування фотозображення до об'єкта шару

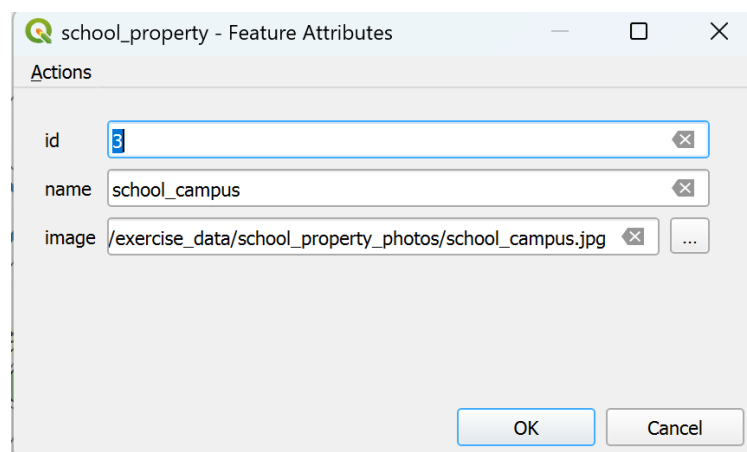


Рисунок 6.7 – Результат відображення форми з прив'язуванням фотозображення до об'єкта шару

## 7. Створити дію Show Image (відкриття фото)

7.1. Layer Properties для school\_property - вкладка Actions.

7.2. Name - *Show Image*.

7.3a. Якщо ви використовуєте ОС Windows, то виберіть Type – OpenURL.

7.3b. Якщо ви використовуєте ОС macOS або Linux, то в поле Action Text введіть команду яка залежить від вашої операційної системи

macOS: open.

Linux: xdg-open.

7.4. Видеріть поле image, натисніть Insert field – має бути додано текст [% "image" %].

7.5. Збережіть Дію.

7.6. Активуйте інструмент Run feature action і клацніть по полігону school\_property - має відкритися відповідне фото.

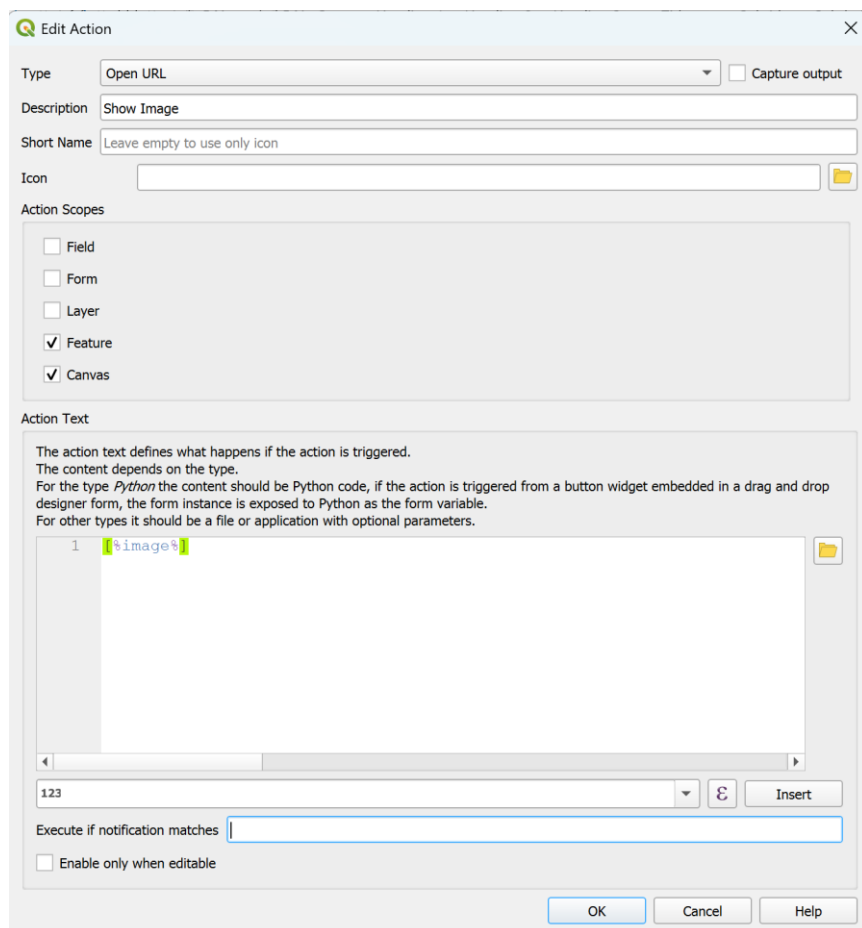


Рисунок 6.8 – Налаштування дії Show Image для відкриття пов'язаного з об'єктом зображення

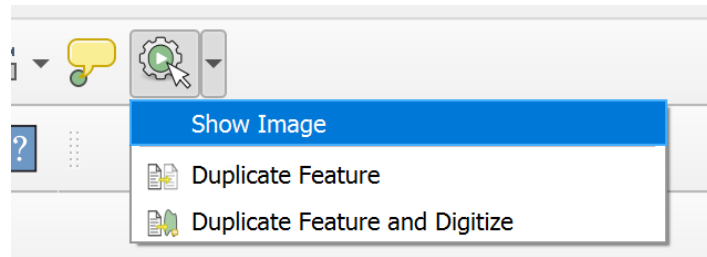


Рисунок 6.9 – Перевірка виконання дії Show Image за допомогою інструмента Run feature action

## 8. Створити дію Google Search для landuse

8.1. Layer Properties - Actions; Name - *Google Search*.

8.2a. Якщо ви використовуєте ОС Windows, то виберіть Type – OpenURL.

8.2b. Якщо ви використовуєте ОС macOS або Linux, то в поле Action Text введіть команду яка залежить від вашої операційної системи

macOS: open.

Linux: xdg-open.

8.3. Після команди додайте URL <https://www.google.com/search?q=> і вставте поле [% "name" %].

8.4. Додайте дію та перевірте її через Run feature action, клацаючи по полігонах landuse.

## 9. Збереження результатів

9.1. Збережіть усі зміни в шарах (Save Edits) і проєкт (Project - Save).

## 10. Індивідуальне завдання

10.1. Для routes налаштуйте Value map у полі type (path, track, footway, cycleway) та перевірте форму введення під час оцифрування нової лінії.

10.2. Додайте до roads Expression constraint для поля name (наприклад,  $\text{length}(\text{"name"}) > 2$ ) і Default value для іншого поля; перевірте роботу обмежень.

10.3. Додайте до school\_property поле photo\_credit (Text) з Default value (наприклад, @user\_full\_name) і заповніть для кожного полігона.

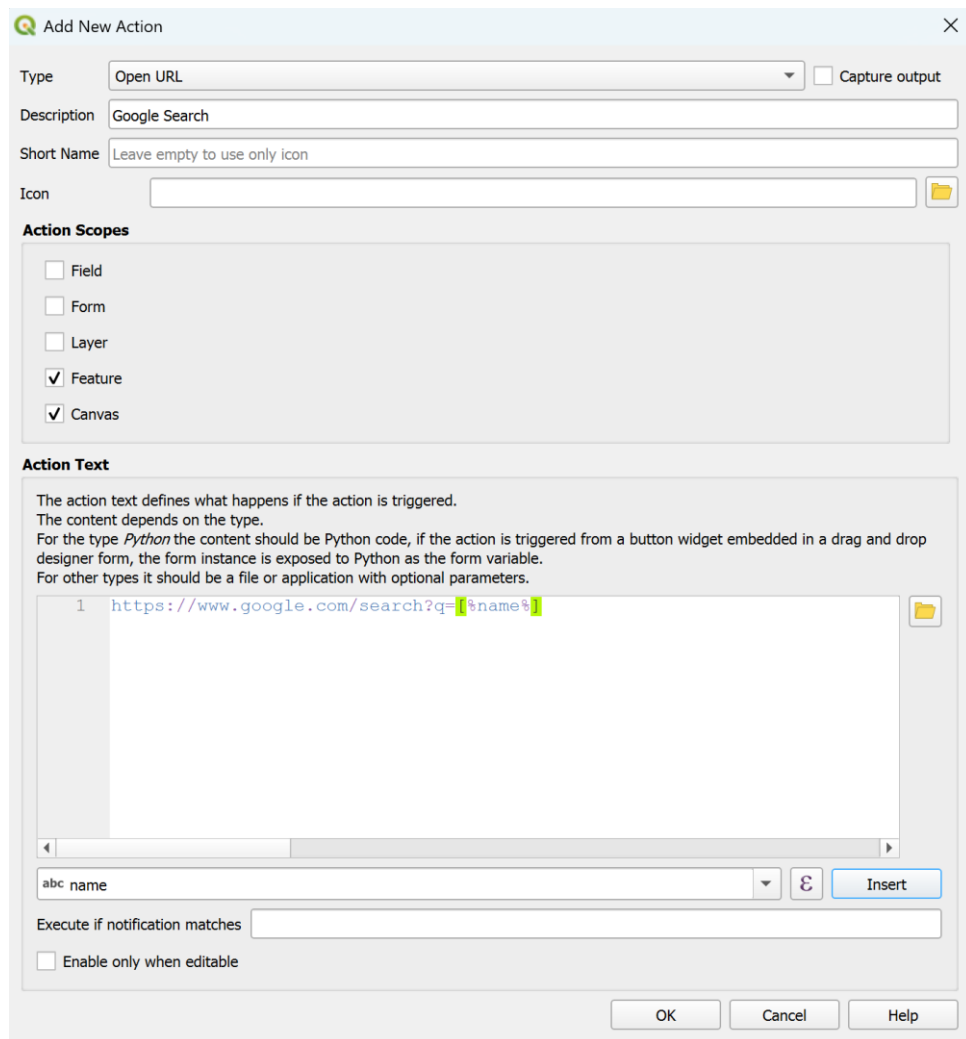


Рисунок 6.10 – Створення та перевірка дії Google Search для об'єктів шару

#### 6.4. Контрольні питання

1. Для чого використовуються атрибутивні форми у QGIS і яку роль вони відіграють під час оцифрування та редагування даних?
2. Яка різниця між типовою («згенерованою») формою та користувацькою формою, створеною у Qt Designer?
3. Які віджети (widgets) доступні для полів у QGIS і для яких типів даних вони застосовуються?
4. У чому різниця між віджетами Value map і Value relation, і коли доцільно застосовувати кожен із них?
5. Які обмеження можна встановлювати для атрибутних полів?

6. Яким чином можна задати значення за замовчуванням для поля за допомогою виразу?
7. Як налаштувати форму атрибутів для шару так, щоб поле зберігало фото або інший файл?
8. Що таке дії (Actions) у QGIS, які типи дій підтримуються, і як їх викликати під час роботи з картою?
9. У чому полягає синтаксис підстановки атрибутів у діях QGIS?

## Практичне заняття № 7. Виконання просторового аналізу

### 7.1. Теоретичні відомості

Просторовий аналіз - це процес виявлення закономірностей, зв'язків і залежностей між об'єктами на основі їхнього розташування. Векторний аналіз у QGIS охоплює обчислення відстаней, площ, накладання шарів (overlay), просторові вибірки, буферизацію тощо. З його допомогою можна формулювати та розв'язувати прикладні задачі - наприклад, пошук оптимального розміщення, зонування територій, аналіз транспортної доступності чи впливу інфраструктури.

Для виконання точних вимірювань важливо використовувати проєкційні системи координат (Projected Coordinate Systems), у яких одиницями є метри, а не градуси. Трансформація даних між різними CRS забезпечує правильне відображення та точність обчислень. Використання «on-the-fly» репроектування дозволяє поєднувати шари з різними системами координат в одному проєкті, але для аналізу відстаней краще зберігати дані у метричній проєкції.

Процес просторового аналізу складається з чотирьох етапів: формулювання проблеми, збір даних, аналіз (послідовне виконання просторових операцій) та представлення результатів. QGIS надає доступ до більшості інструментів аналізу через Processing Toolbox, де зібрано велика кількість алгоритмів векторної та растрової обробки.

Під час даного практичного заняття ви навчитесь репроектувати дані, створювати буфери, перетинати шари, відбирати об'єкти за розташуванням, виконувати фільтрацію та розрахунок площ - тобто виконувати базові аналітичні операції у середовищі QGIS.

### 7.2. Мета та завдання роботи

1. Застосувати репроектування даних між різними системами координат.
2. Створити буферні зони навколо об'єктів.
3. Виконати операції накладання для виділення зон за кількома критеріями.

4. Відібрати об'єкти за просторовим положенням і виконати фільтрацію за площею.
5. Узагальнити результати у одного готового шару.

### 7.3. Методика виконання

#### 1. Репроєктування даних

1.1. Відкрийте проект `exercise_data/world/world.qgs`.

1.2. Увімкніть нижній правий індикатор CRS і виберіть WGS 84 / NSIDC EASE-Grid 2.0 Global (EPSG:6933).

1.3. Зверніть увагу, як змінюється форма континентів - масштаб тепер зберігається стабільним.

1.4. Додайте шар `RSA.shp` (EPSG:3410) і переконайтеся, що QGIS відображає його правильно завдяки «on-the-fly» проєктуванню.

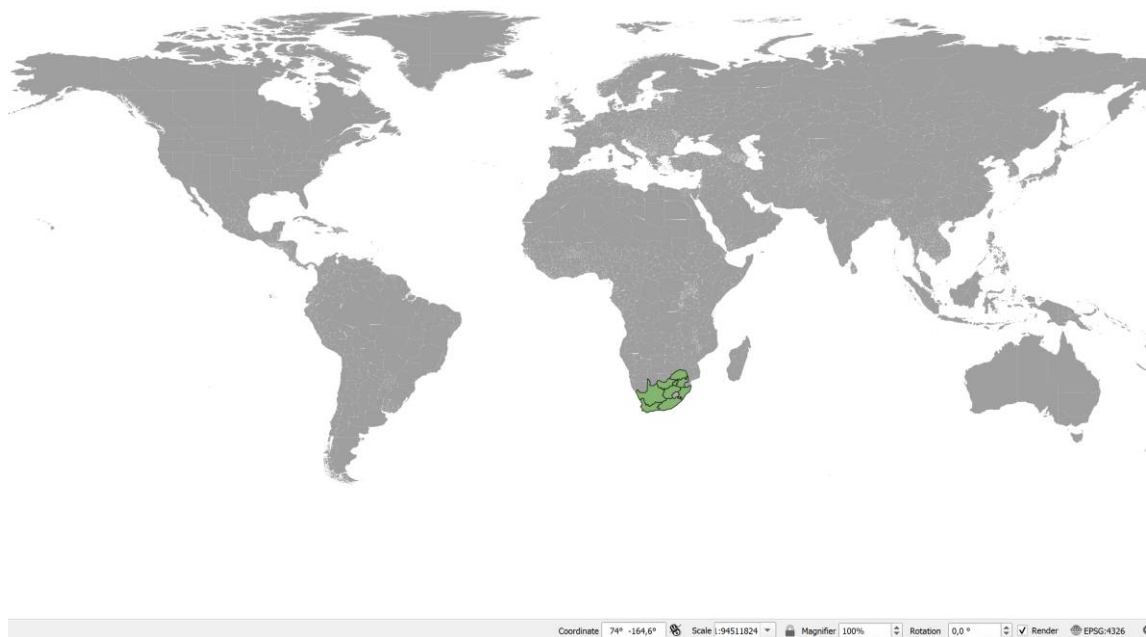


Рисунок 7.1 – Відображення глобальних шарів після зміни системи координат проєкту

#### 2. Створити новий проєкт

2.1. Відкрийте Project - New.

2.2. Збережіть проєкт через Project - Save As... у теку `solutions`, задайте ім'я `P7_vector_analysis.qgz`.

### 3. Додавання та експорт шарів

3.1. Додайте шари buildings, roads, restaurants, schools з файлу training\_data.gpkg

3.1. Для кожного шару (buildings, roads, restaurants, schools) виконайте Right click - Export - Save Features As....

3.2. Формат - GeoPackage, ім'я файлу vector\_analysis.gpkg, шарів - buildings\_34S, roads\_34S, restaurants\_34S, schools\_34S.

3.3. У полі CRS виберіть EPSG:32734, натисніть ОК.

3.4. Видаліть старі шари з проєкту, залиште нові з суфіксом \_34S.

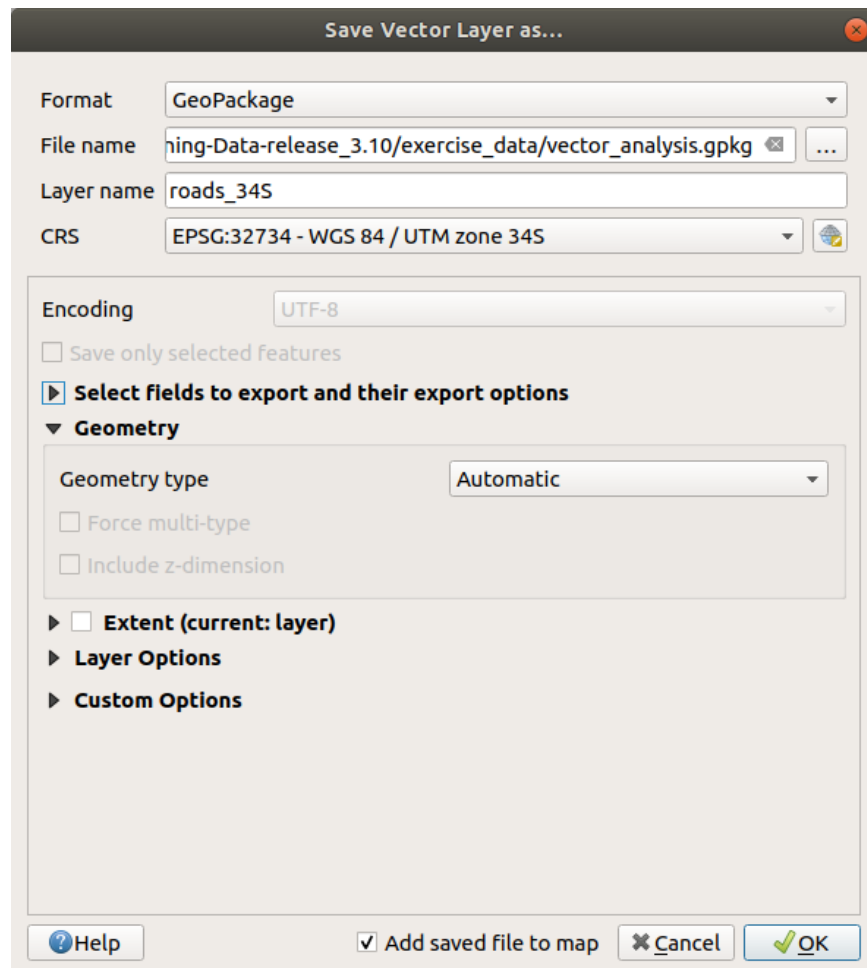


Рисунок 7.2 – Експорт векторних шарів у GeoPackage з репроекуванням у систему координат

#### 4. Попередня підготовка даних

4.1. Для шару roads\_34S задайте фільтр (Right click - Filter...):

*"highway" NOT IN ('footway','path','unclassified','track') AND "highway" IS NOT NULL*

4.2. Активуйте Processing Toolbox (Processing - Toolbox).

4.3. Додайте фонову карту XYZ Tiles - OpenStreetMap.



Рисунок 7.3 – Застосування атрибутивного фільтра до шару перед виконанням аналізу

#### 5. Створення буферів

5.1. Відкрийте інструмент Vector Geometry - Buffer.

5.2. Для roads\_34S задайте Distance = 50, Dissolve results = True, збережіть до vector\_analysis.gpkg як roads\_buffer\_50m\_dissolved.

5.3. Для schools\_34S створіть буфер із Distance = 1000, Dissolve results = True, збережіть як schools\_buffer\_1km\_dissolved.

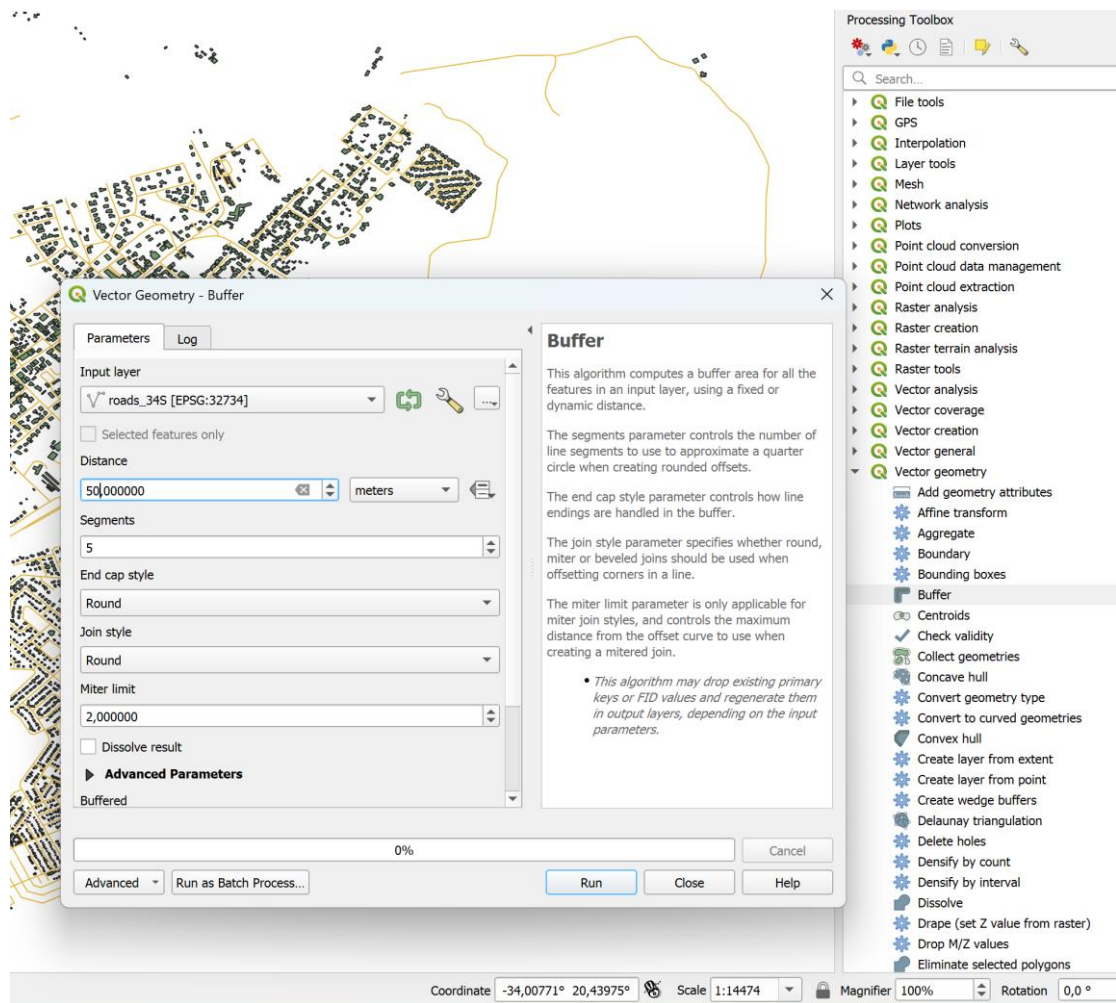


Рисунок 7.4 – Створення буферної зони навколо лінійних об'єктів дорожньої мережі

## 6. Перетин буферів

6.1. У Processing Toolbox відкрийте Vector Overlay - Intersect.

6.2. У полі Input layer - roads\_buffer\_50m\_dissolved, у Overlay layer - schools\_buffer\_1km\_dissolved.

6.3. Вихідний шар збережіть у vector\_analysis.gpkg під назвою road\_school\_buffers\_intersect.

6.4. Вимкніть початкові буфери, залишивши тільки шар перетину.

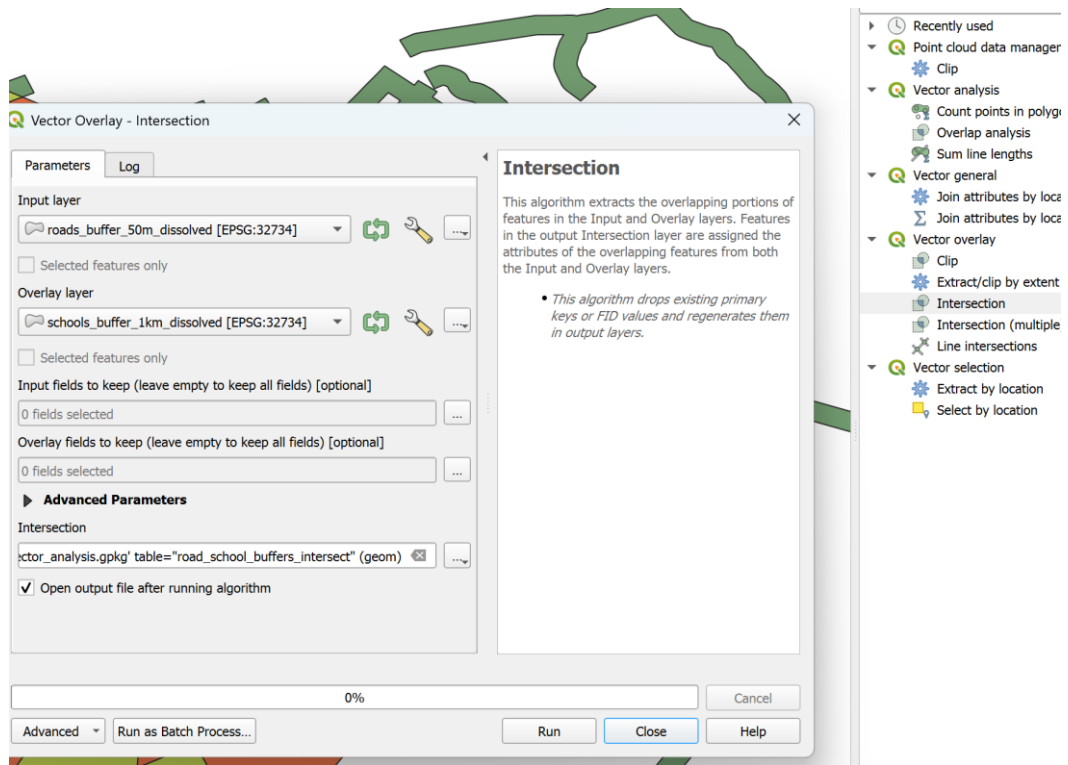


Рисунок 7.5 – Створення буферної зони навколо об'єктів освітньої інфраструктури

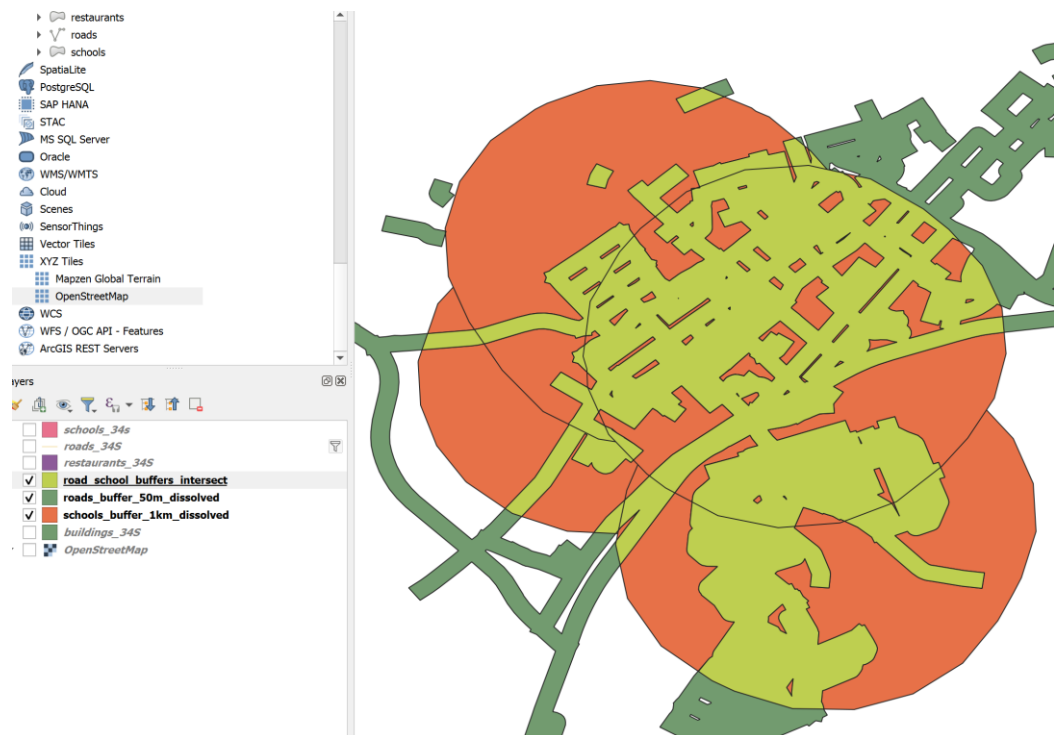


Рисунок 7.6 – Перетин буферних зон доріг і шкіл (операція Intersect)

## 7. Вибірка за розташуванням

7.1. Відкрийте Vector Selection - Extract by Location.

7.2. У полі Extract features from оберіть buildings\_34S.

7.3. У полі By comparing to the features from - road\_school\_buffers\_intersect.

7.4. Просторовий предикат - intersect, результат збережіть як well\_located\_houses у vector\_analysis.gpkg.

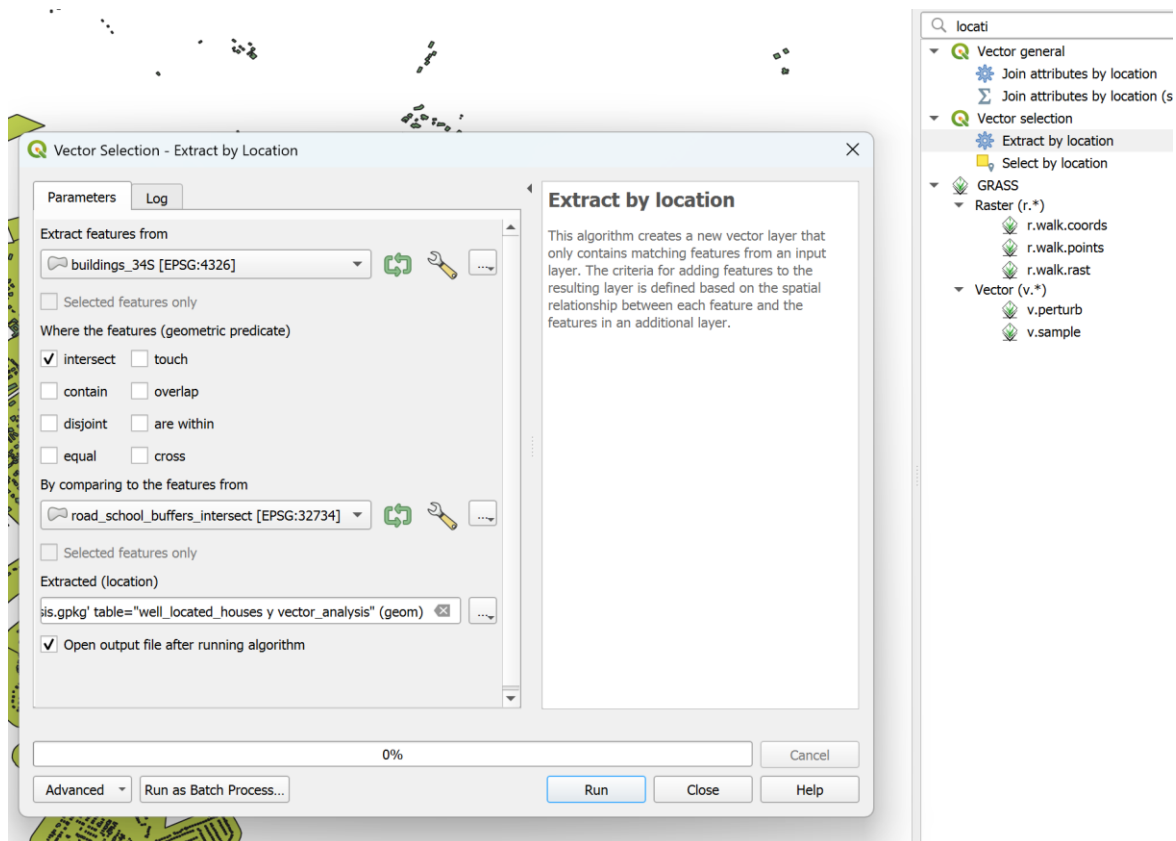


Рисунок 7.7 – Вибірка будівель, що потрапляють у зону перетину буферів (Extract by Location)

## 8. Відбір за відстанню

8.1. Створіть буфер для restaurants\_34S із Distance = 500, Dissolve results = True, збережіть як restaurants\_buffer\_500m.

8.2. Використайте Extract by Location, щоб відібрати з well\_located\_houses ті будівлі, які перетинають restaurants\_buffer\_500m.

8.3. Збережіть результат як houses\_restaurants\_500m у тому ж GeoPackage.

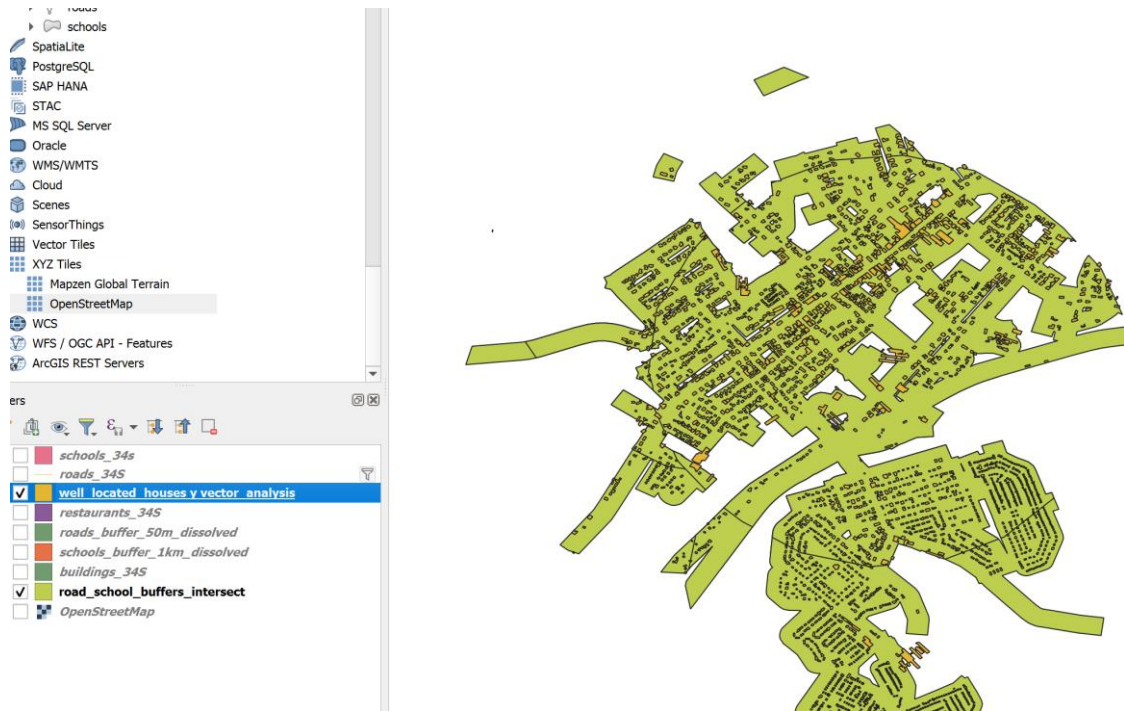


Рисунок 7.8 – Відбір будівель за відстанню

## 9. Розрахунок площ

9.1. Для houses\_restaurants\_500m відкрийте Field Calculator.

9.2. Створіть нове поле AREA (Decimal), у виразі введіть \$area.

9.3. Збережіть зміни (Toggle Editing - Save Edits).

9.4. У Layer Properties - Source - Provider Feature Filter введіть "AREA" >= 100, щоб відобразити тільки будівлі площею понад 100 м<sup>2</sup>.

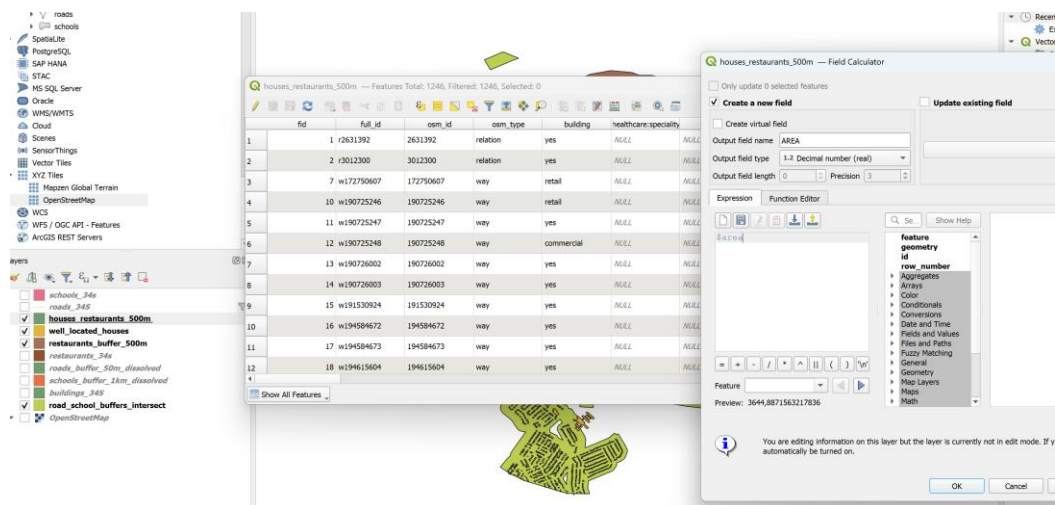


Рисунок 7.9 – Розрахунок площ будівель та фільтрація за мінімальним значенням площі

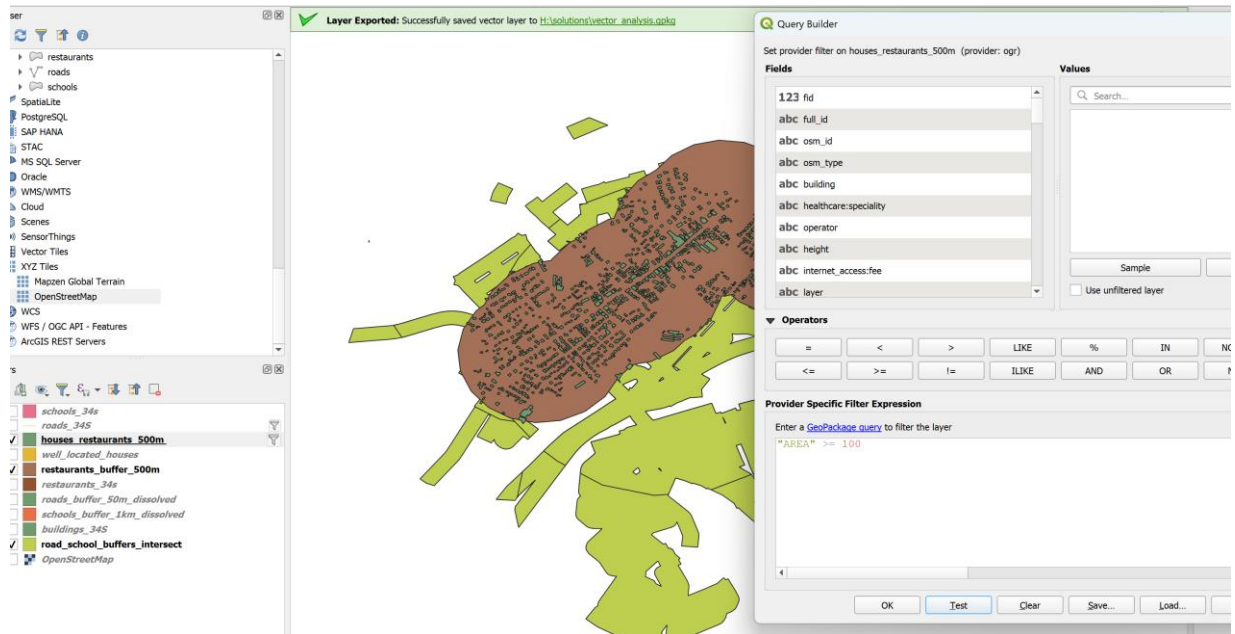


Рисунок 7.10 – Підсумковий результат просторового аналізу

## 10.Збереження результатів

10.1. Експортуйте фінальний шар (Right click - Export - Save Features As...) до vector\_analysis.gpkg під назвою solution.

10.2. Збережіть проєкт (Project - Save) та експортуйте карту (Project - Import/Export - Export Map To Image...) як solutions/outputs/P7\_vector\_analysis.png.

## 11.Індивідуальне завдання

11.1. Створіть буфер 2 км навколо шкіл та 250 м навколо доріг і порівняйте результати з попередніми.

11.2. Змініть відстань до ресторанів на 1 км і виконайте повторний аналіз.

11.3. Додайте до результатів поле distance\_category з класифікацією: «дуже близько», «середньо», «далеко».

## 7.4. Контрольні питання

1. Що таке просторовий аналіз і які основні типи завдань він дозволяє вирішувати у ГІС?

2. Чому для точних вимірювань та аналізу відстаней важливо використовувати проєкційні системи координат (Projected CRS)?
3. У чому полягає різниця між географічною системою координат і проєкційною?
4. Яке призначення має функція «on-the-fly» репроєктування у QGIS?
5. Які кроки потрібно виконати для репроєктування шару та збереження його у новій системі координат?
6. Для чого використовуються фільтри у шарі і як вони впливають на результати аналізу?
7. Що таке буферна зона і які основні параметри задаються при створенні буферів?
8. Як працює інструмент Intersect?
9. Як виконується вибірка за розташуванням і які просторові умови можуть застосовуватись у цьому процесі?
10. Як у QGIS виконується відбір об'єктів за відстанню до інших шарів?
11. Як за допомогою фільтру у властивостях шару можна залишити тільки будівлі з заданою площею?

## Практичне заняття № 8. Робота з растровими даними

### 8.1. Теоретичні відомості

Растрові дані відрізняються від векторних тим, що замість геометрій із координатами вони складаються з пікселів, кожен із яких має певне числове значення. У звичайних зображеннях ці значення описують кольори, а в тематичних растрах - певну величину, наприклад висоту, температуру, відстань чи відбиту енергію. Растрові дані дозволяють аналізувати безперервні поля - рельєф, покриття землі, вологість, густину, температуру тощо.

У QGIS растр розглядається як матриця чисел, тому з ним можна виконувати арифметичні операції, порівняння, фільтрацію або комбінацію кількох шарів. Залежно від типу даних - це можуть бути аерофотознімки, супутникові сцени, цифрові моделі рельєфу, карти висот, температур чи опадів. Кожен піксель має координати, значення та розмір (роздільну здатність), що визначає точність карти.

Важливим поняттям є віртуальний растр (Virtual Raster або VRT) - це не новий файл, а «каталог» кількох растрових сцен, які QGIS з'єднує у вигляді єдиного шару без створення копій. Це дає змогу швидко працювати з великими наборами без дублювання даних. Для довгострокових проєктів можливе створення злитих (merged) і перепроєктованих (warped) растрових файлів - це підвищує продуктивність при візуалізації.

Візуалізація растрів у QGIS може бути як у градаціях сірого (Singleband gray), так і в псевдокольоровому режимі (Singleband pseudocolor). Для цифрових моделей рельєфу можна створювати додаткові похідні шари - тіньове освітлення (hillshade), ухил (slope), експозицію (aspect), або виконувати комбінований аналіз (пошук ділянок із потрібним нахилом і орієнтацією схилів).

### 8.2. Мета та завдання роботи

1. Навчитись завантажувати та поєднувати растрові зображення.
2. Створити віртуальний растр і виконати перепроєктування.

3. Змінити растрову символіку (градації сірого, псевдокольори, прозорість).
4. Виконати базовий аналіз рельєфу: тіньове освітлення, ухил, експозицію.
5. Застосувати растровий калькулятор для комбінації умов.

### 8.3. Методика виконання

#### 1. Створити новий проєкт

1.1. Відкрийте Project - New.

1.2. Збережіть у теку solutions як P8\_raster\_analysis.qgz.

#### 2. Завантажити растрові дані

2.1. Відкрийте Browser Panel.

2.2. Перейдіть до exercise\_data/raster.

2.3. Завантажте всі файли:

*3320C\_2010\_314\_RGB\_LATLNG.tif*

*3320D\_2010\_315\_RGB\_LATLNG.tif*

*3420B\_2010\_328\_RGB\_LATLNG.tif*

*3420C\_2010\_327\_RGB\_LATLNG.tif*

2.4. Перевірте, що зображення покривають територію.

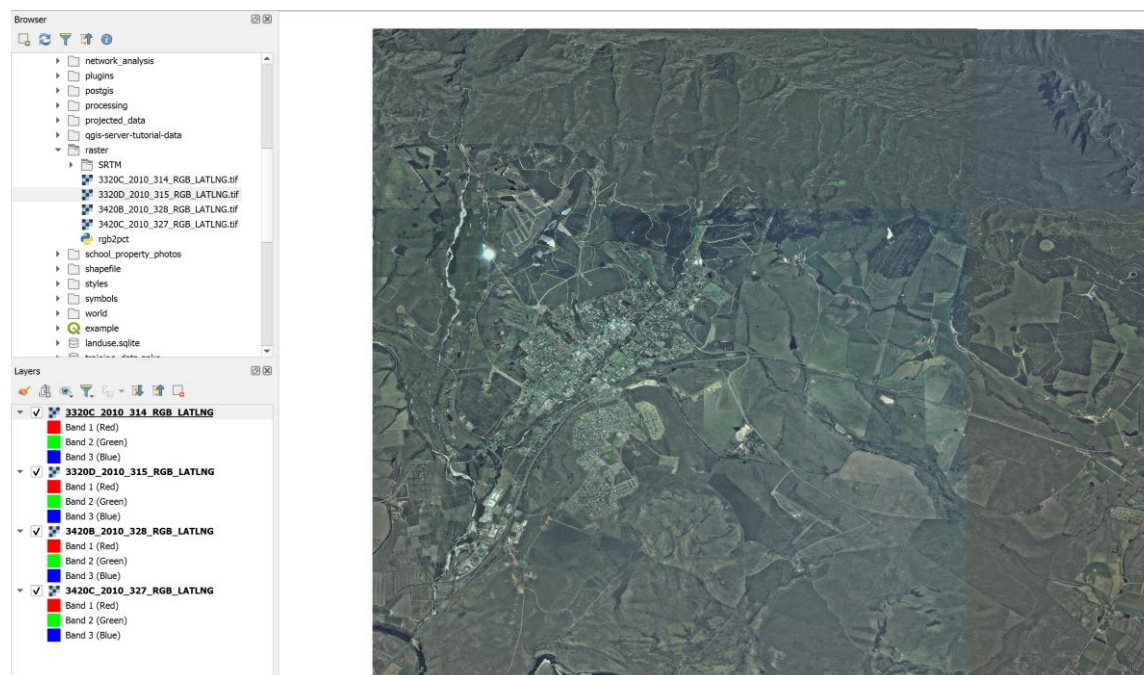


Рисунок 8.1 – Завантаження набору растрових знімків та їх відображення

### 3. Створення віртуального растру

3.1. Відкрийте Processing - Toolbox.

3.2. Знайдіть інструмент GDAL - Raster miscellaneous - Build Virtual Raster.

3.3. У параметрі Input layers виберіть усі чотири знімки.

3.4. Зніміть позначку Place each input file into a separate band.

3.5. У полі Virtual натисніть ... і збережіть результат як raster\_analysis/catalog.vrt.

3.6. Натисніть Run, після завершення видаліть початкові чотири шари з проєкту.

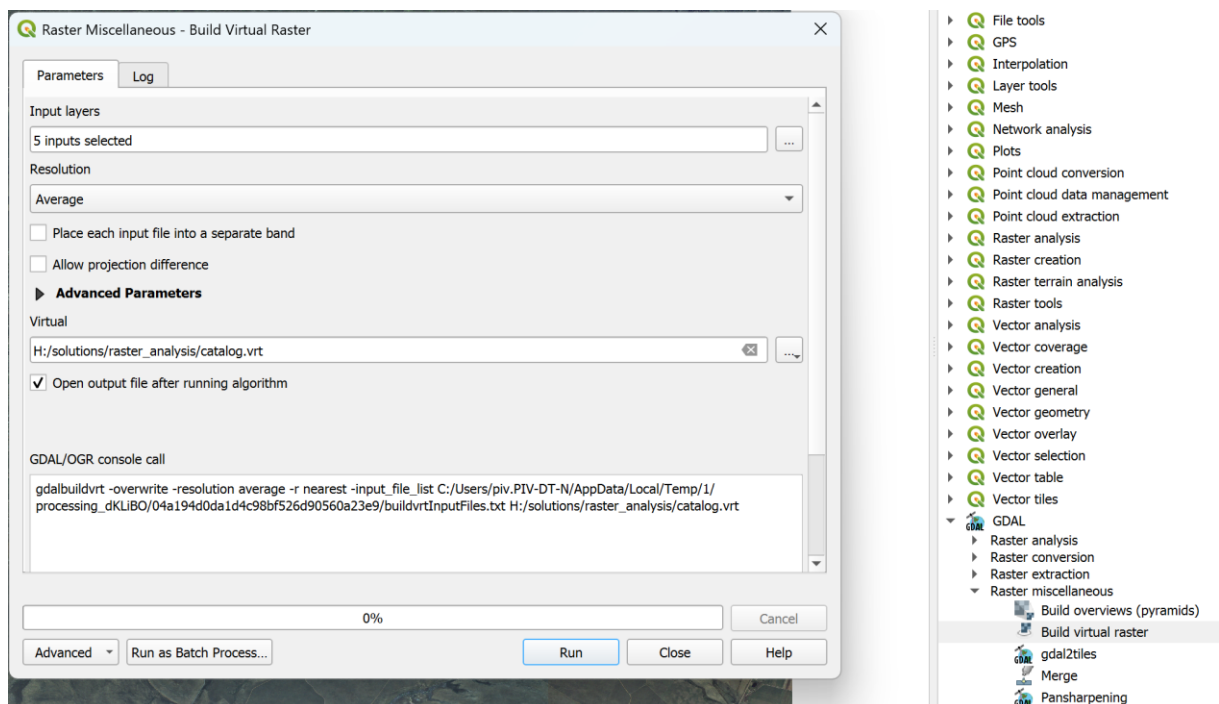


Рисунок 8.2 – Створення віртуального растру (Build Virtual Raster)  
із кількох знімків

### 4. Перепроєктування та об'єднання растрових файлів

4.1. Для створення нового растру в метричній проєкції відкрийте GDAL - Raster projections - Warp (reproject).

4.2. Вхідний файл - catalog.vrt, у полі Target CRS виберіть EPSG:32734 (WGS 84 / UTM zone 34S).

4.3. Результат збережіть як raster\_analysis/catalog\_utm.tif.

4.4. Для об'єднання декількох зображень у єдиний растр скористайтесь GDAL - Raster miscellaneous - Merge, виберіть початкові знімки або віртуальний растр як вхідні.

4.5. Збережіть результат як raster\_analysis/merged.tif.

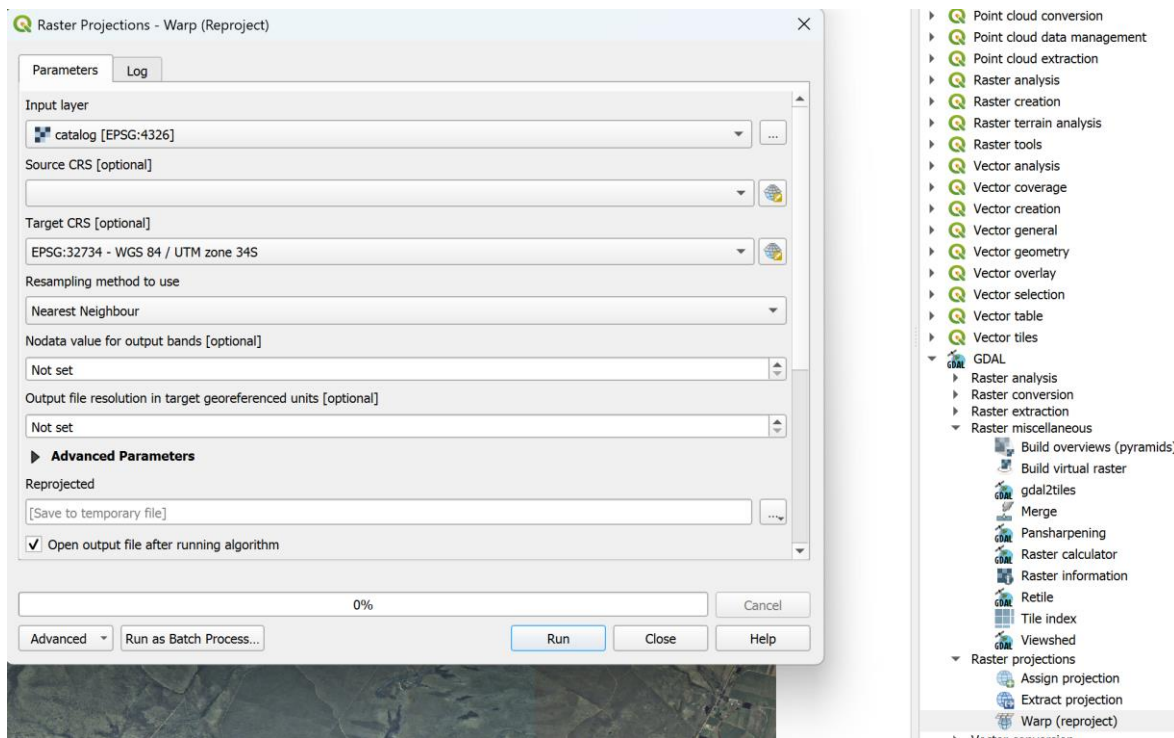


Рисунок 8.3 – Перепроєктування віртуального растру у метричну систему координат

## 5. Завантаження DEM і зміна символіки

5.1. Завантажте exercise\_data/raster/SRTM/srtm\_41\_19.tif.

5.2. Правий клік на шарі - Zoom to Layer.

5.3. У Layer Styling Panel змініть Render type на Singleband gray.

5.4. Спробуйте інверсію градієнта: White to black замість Black to white.

5.5. Змініть Contrast enhancement із Stretch to MinMax на None або Cumulative count cut (2%) та оцініть відмінність.

5.6. Змініть тип візуалізації на Singleband pseudocolor, натисніть Classify.

5.7. Виберіть кольорову шкалу (Spectral або іншу).

5.8. Перейдіть на вкладку Transparency, зменшіть Global opacity до 70%, а потім додайте діапазон значень із прозорістю 100% для кутів зображення.

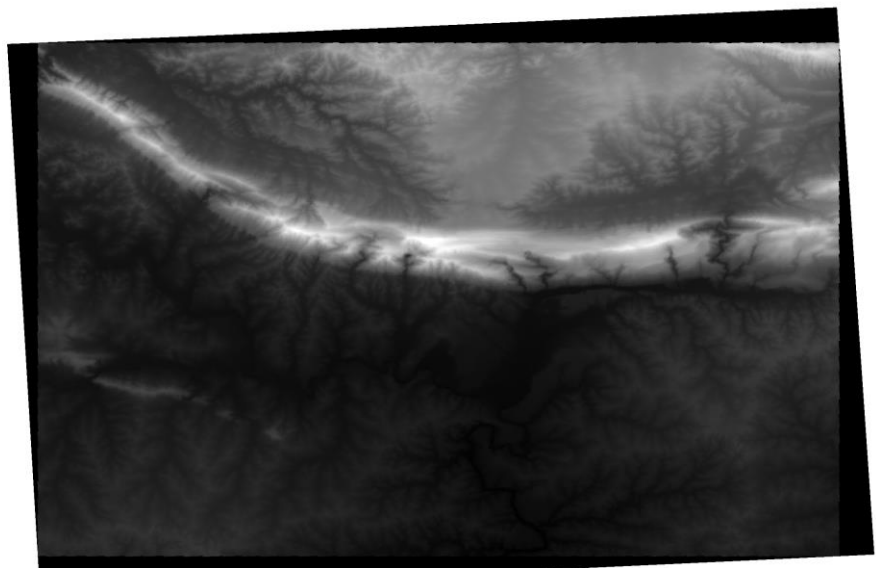
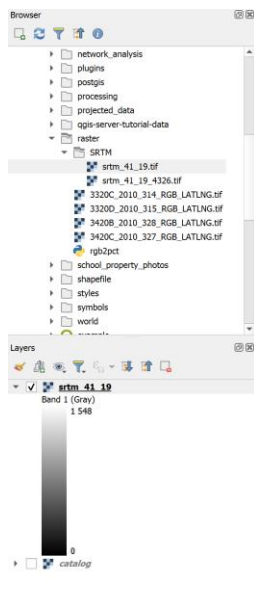


Рисунок 8.4 – Завантаження цифрової моделі рельєфу (DEM)

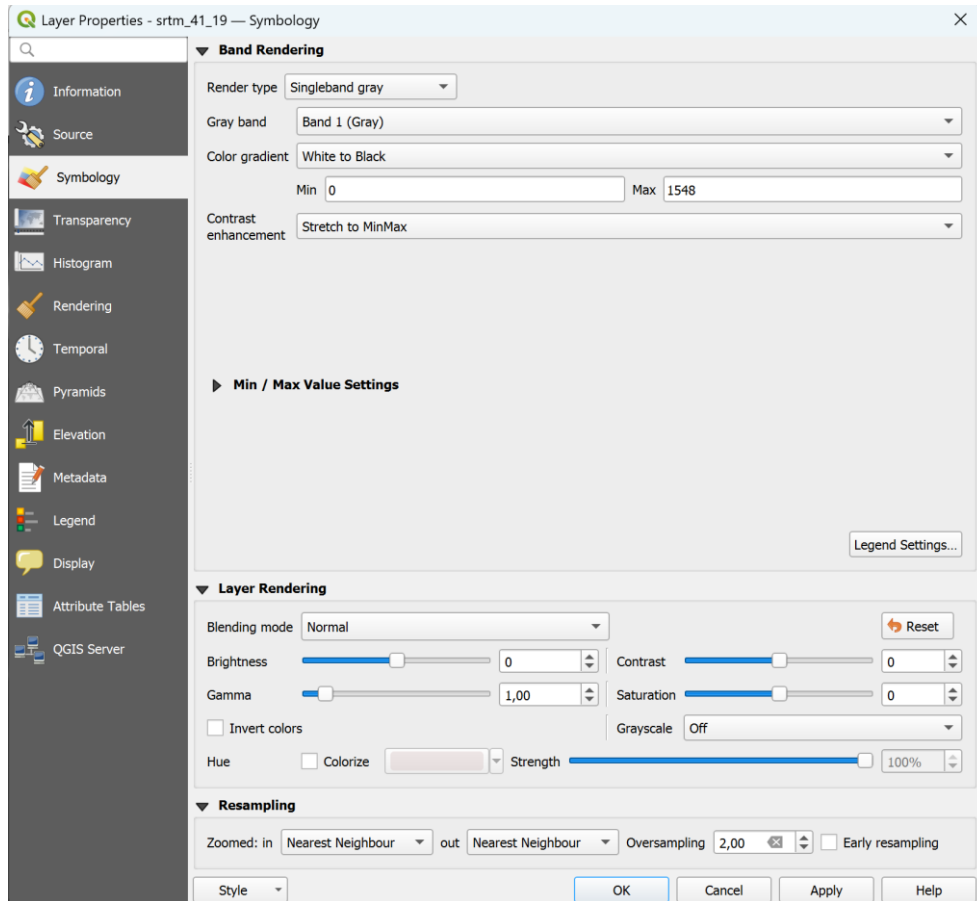


Рисунок 8.5 – Налаштування символіки у градаціях сірого

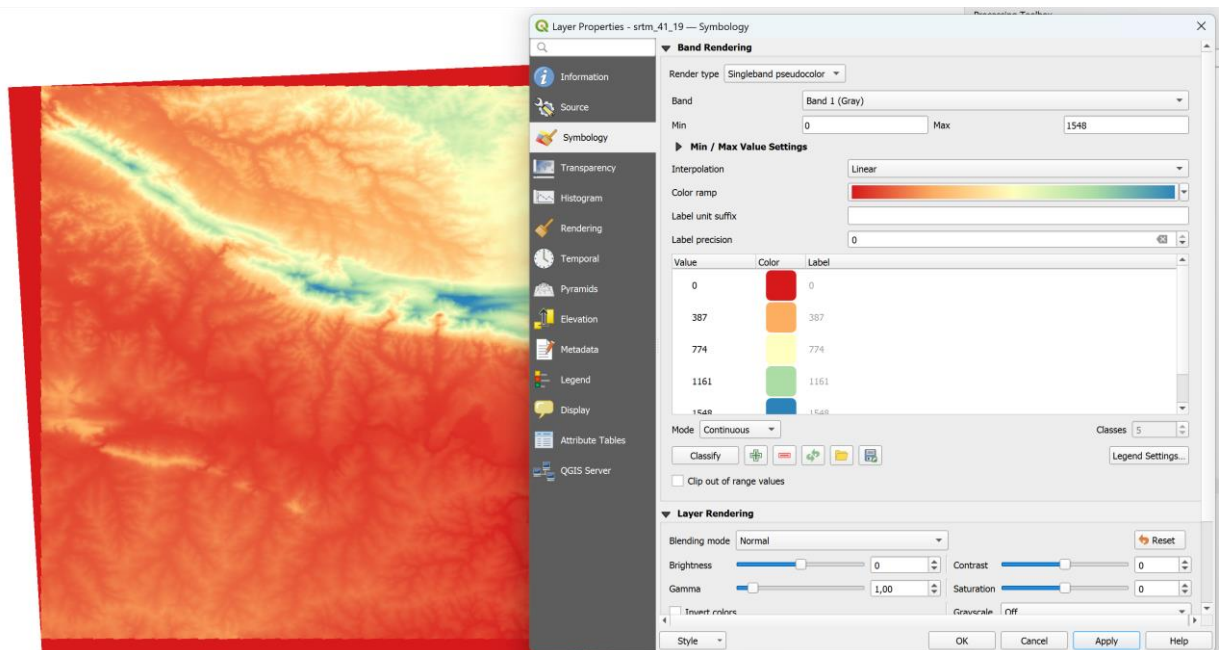


Рисунок 8.6 – Візуалізація DEM у псевдокольоровому режимі

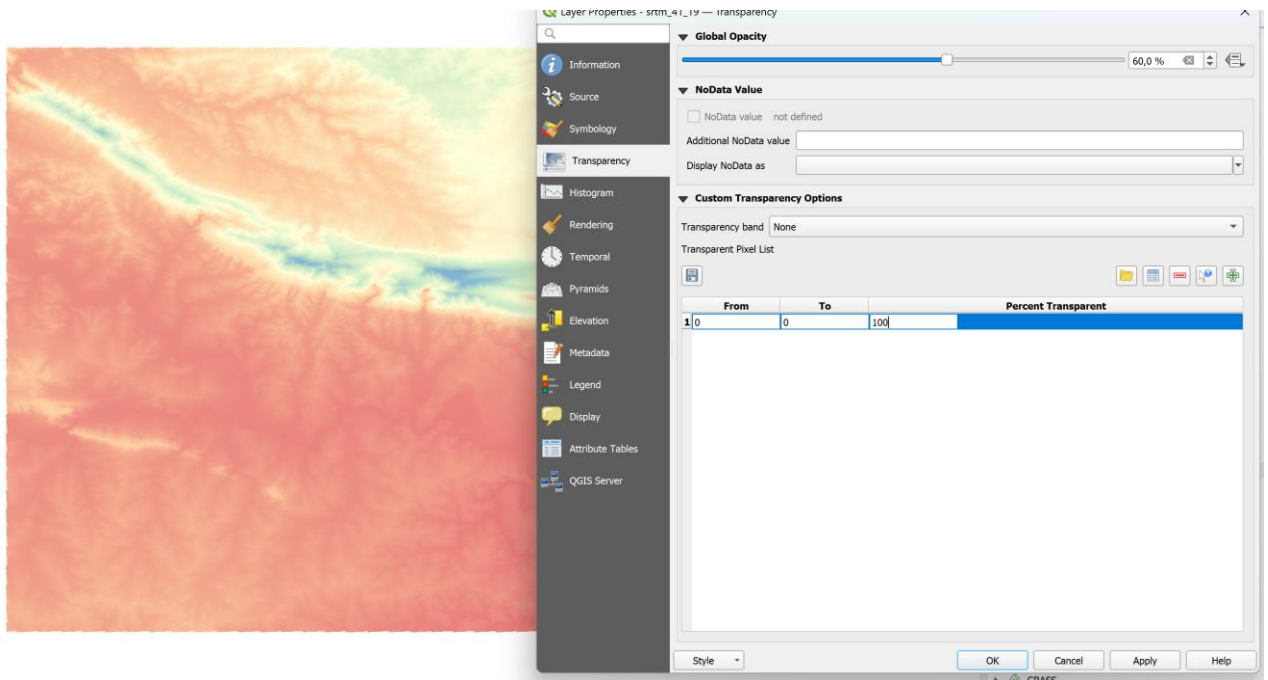


Рисунок 8.7 – Налаштуванням прозорості для шару з цифровою моделлю рельєфу

6. Аналіз рельєфу (Hillshade, Slope, Aspect)
  - 6.1. Відкрийте Processing - Toolbox - Raster terrain analysis - Hillshade.
  - 6.2. Вхідний шар - srtm\_41\_19, параметри:  $Z\ factor = 1.0$ ,  $Azimuth = 300^\circ$ ,  $Vertical\ angle = 40^\circ$ .
  - 6.3. Збережіть результат як raster\_analysis/hillshade.tif.
  - 6.4. Перетягніть hillshade вище DEM, у властивостях шару задайте *Global opacity = 50%* - отримаєте тривимірний ефект.
  - 6.5. Відкрийте Raster terrain analysis - Slope, створіть raster\_analysis/slope.tif.
  - 6.6. Відкрийте Raster terrain analysis - Aspect, створіть raster\_analysis/aspect.tif.

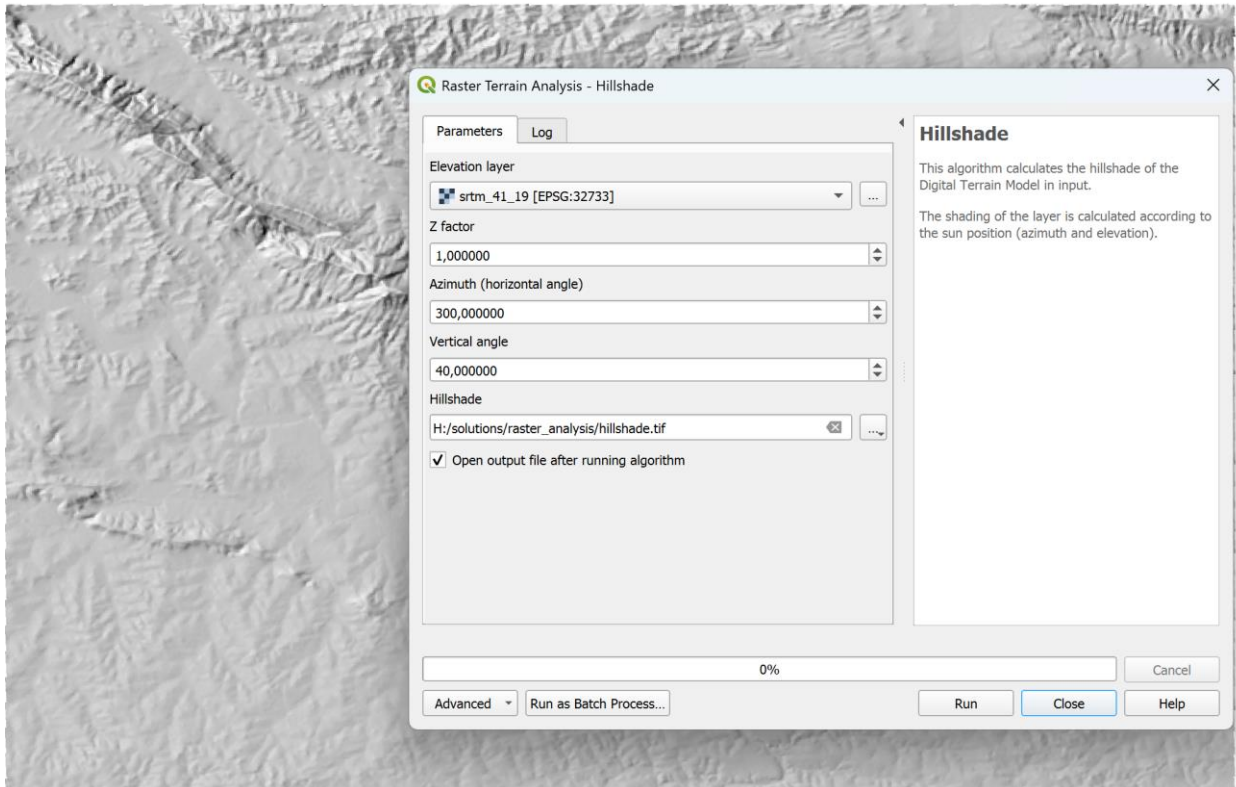


Рисунок 8.8 – Створення шару тіньового освітлення рельєфу (Hillshade) та накладання його на DEM

## 7. Використання растрового калькулятора

7.1. Відкрийте Processing - Raster analysis - Raster calculator.

7.2. Для виявлення північних схилів використайте вираз:

*"aspect@1" <= 90 OR "aspect@1" >= 270*

7.3. Збережіть шар як raster\_analysis/aspect\_north.tif.

7.4. Створіть два нові шари:

– slope\_lte2.tif із виразом *"slope@1" <= 2*

– slope\_lte5.tif із виразом *"slope@1" <= 5*.

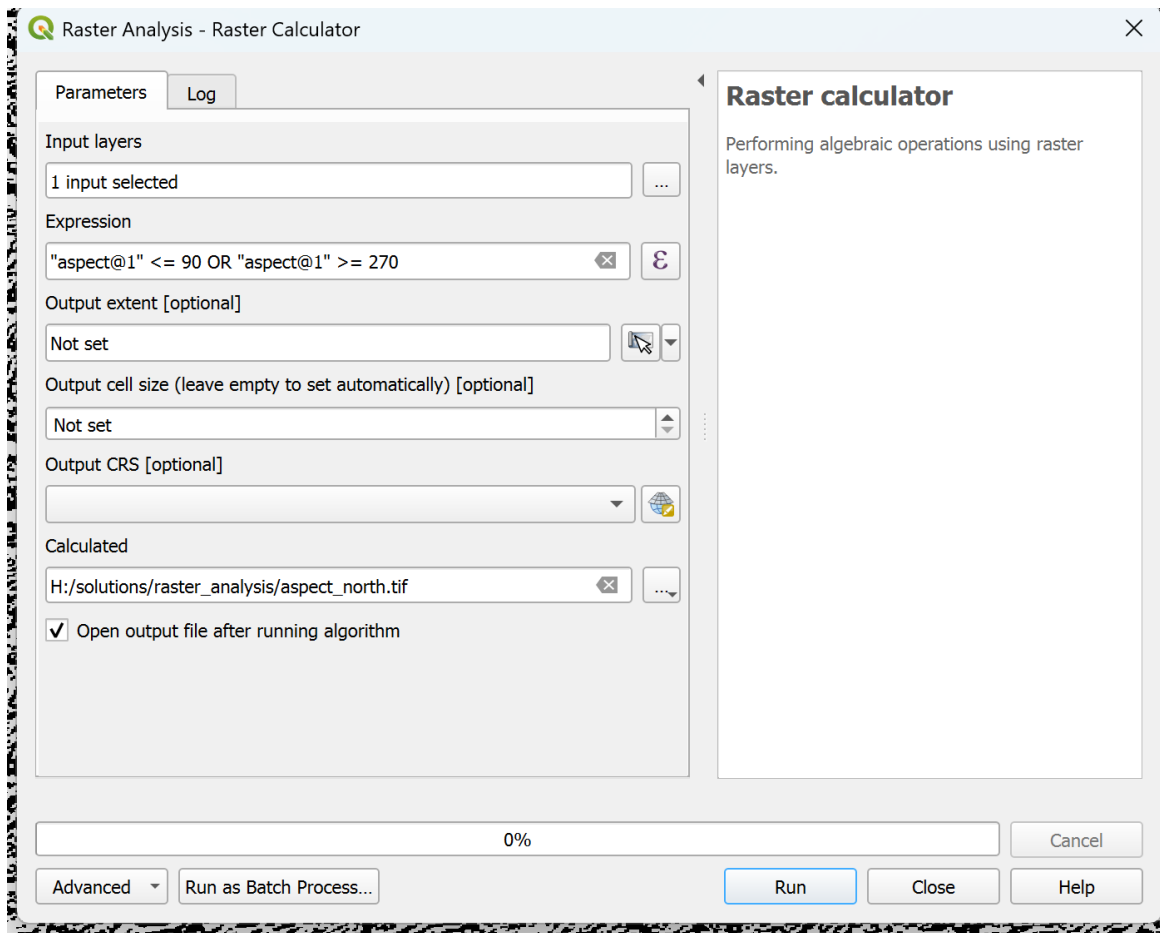


Рисунок 8.9 – Використання растрового калькулятора для виділення північних схилів і пологих ділянок

## 8. Комбінація результатів аналізу

8.1. Відкрийте знову Raster calculator.

8.2. Уведіть вираз:

$(aspect\_north@1 = 1 \text{ AND } slope\_lte5@1 = 1) \text{ OR } slope\_lte2@1 = 1$

8.3. Збережіть вихідний растр як raster\_analysis/all\_conditions.tif.

8.4. Використайте GDAL - Raster analysis - Sieve для усунення дрібних ділянок:

*Input - all\_conditions*

*Threshold = 8,*

*Use 8-connectedness = True*

*Output - all\_conditions\_sieve.tif.*

8.5. Якщо у метаданих з'являться негативні значення, у Raster calculator введіть:

$(all\_conditions\_sieve@1 \leq 0) = 0$

та збережіть як all\_conditions\_simple.tif.

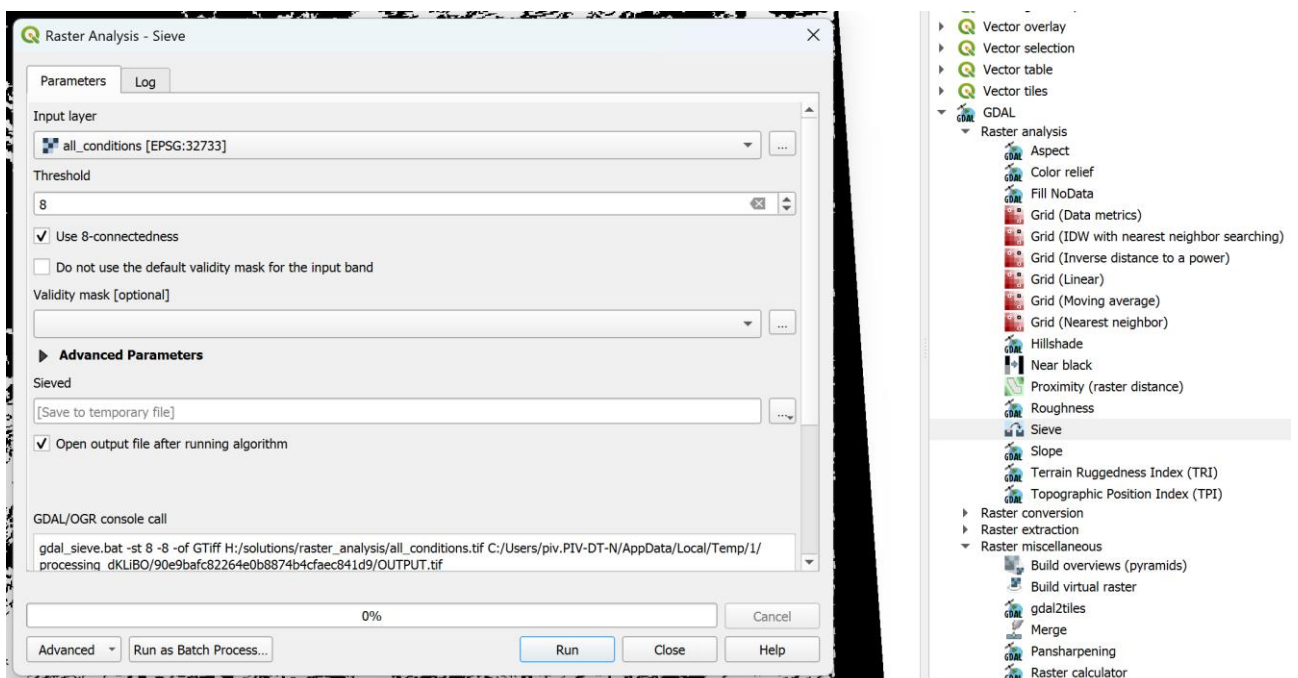


Рисунок 8.10 – Комбінація результатів растрового аналізу та усунення дрібних ділянок

## 9. Рекласифікація растру

9.1. Відкрийте Processing - Raster analysis - Reclassify by table.

9.2. Вхідний шар - aspect.tif.

9.3. У таблиці заповніть інтервали:

Таблиця 8.1 – Інтервали рекласифікації растру

Мін	Макс	Нове значення
0	45	1
45	135	2
135	225	3
225	315	4
315	360	1

9.4. Збережіть результат як raster\_analysis/reclassified.tif.

9.5. У Layer Styling Panel виберіть Paletted/Unique values, натисніть Classify.

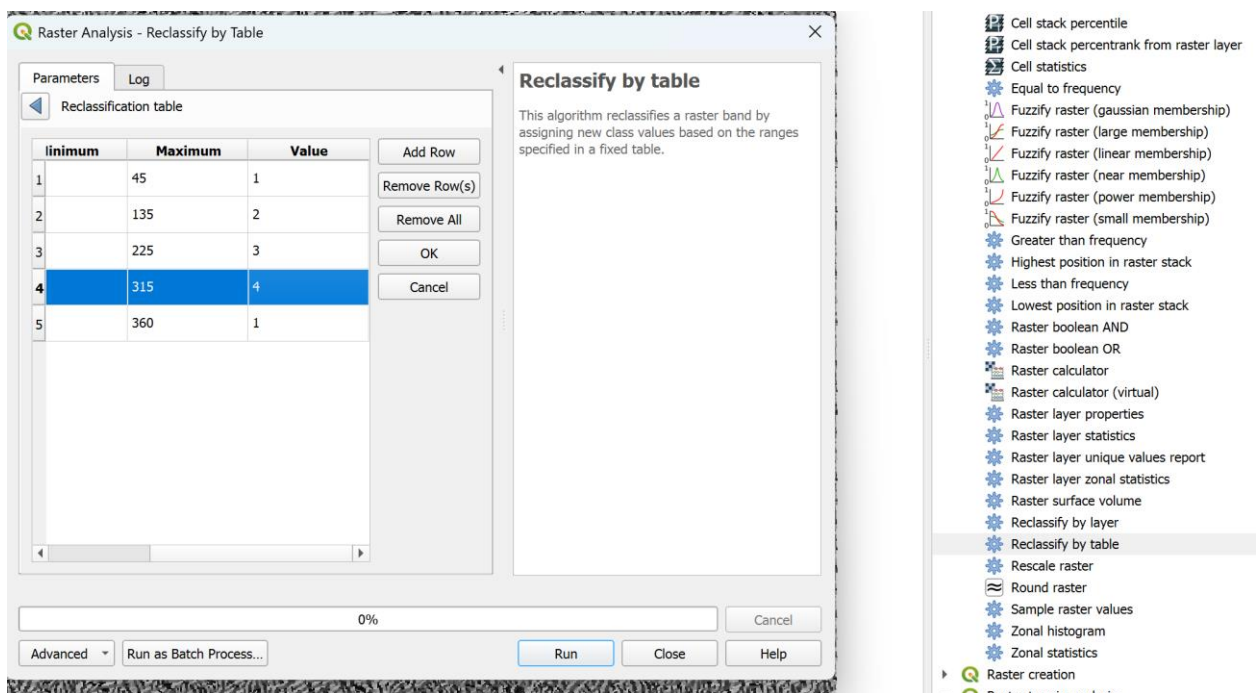


Рисунок 8.11 – Рекласифікація растру за заданими інтервалами значень

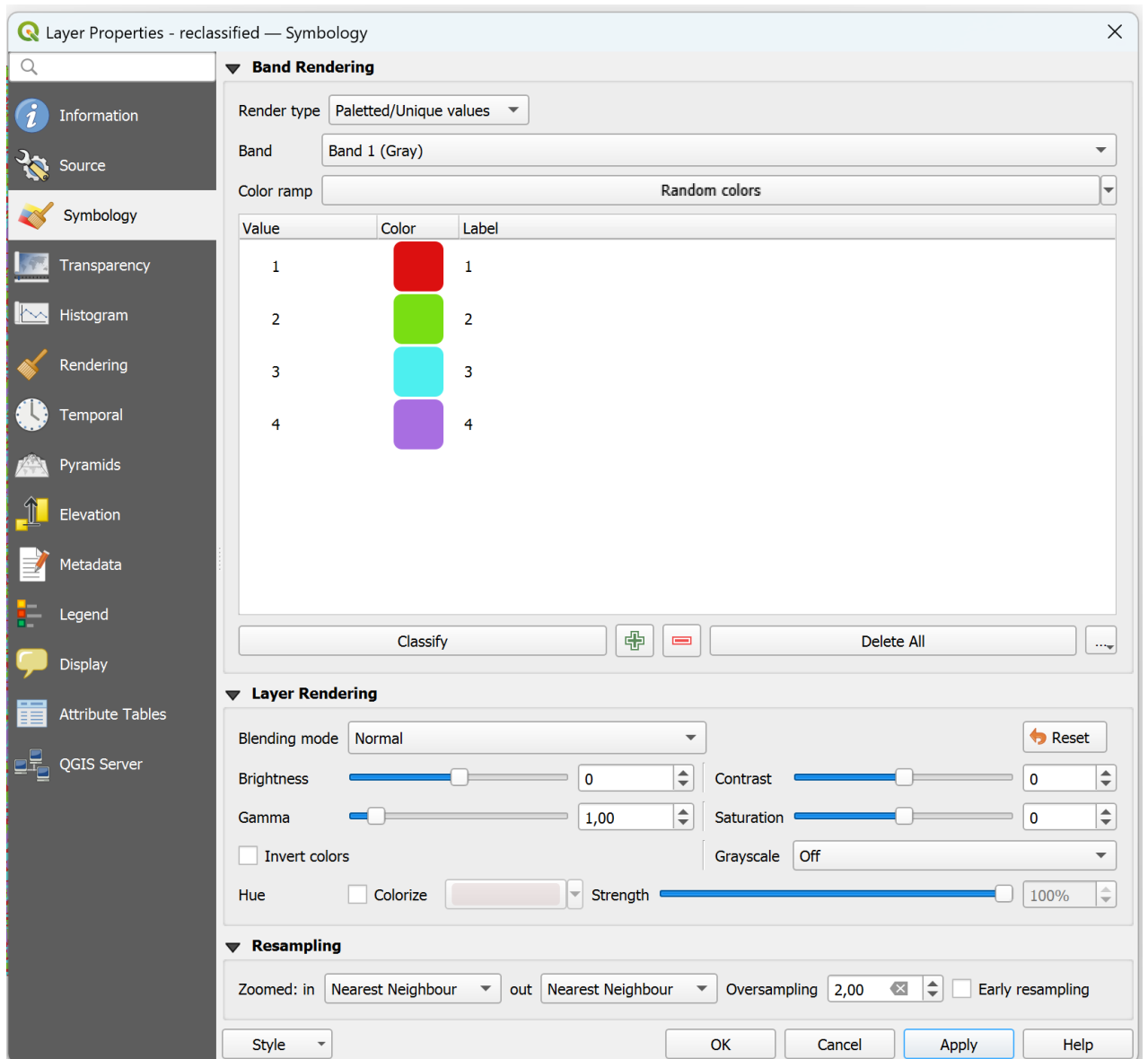


Рисунок 8.12 – Налаштування відображення растру за заданими інтервалами значень

## 10.3 Збереження результатів

10.1. Збережіть усі створені файли у теку raster\_analysis.

10.2. Збережіть проєкт як P8\_raster\_analysis.qgz.

10.3. За бажанням експортуйте карту (Project - Import/Export - Export Map to Image...) у solutions/outputs/P8\_raster\_analysis.png.

## 11. Індивідуальне завдання

- 11.1. Створіть додатковий шар hillshade\_alt.tif із параметрами  $Azimuth = 45^\circ$ ,  $Vertical\ angle = 60^\circ$  і порівняйте освітлення.
- 11.2. Об'єднайте DEM та hillshade у прозорому режимі для створення комбінованої візуалізації.
- 11.3. Застосуйте до DEM палітру «Terrain» і збережіть як DEM\_colored.tif.
- 11.4. Використайте растровий калькулятор для створення шару, де  $slope \leq 3$  AND  $aspect\_north = 1$ .

### 8.4. Контрольні питання

1. У чому полягає основна відмінність растрових даних від векторних?
2. Яку роль відіграє розмір пікселя (роздільна здатність) у растрових даних і як він впливає на точність аналізу?
3. Що таке тематичний растр і які типи величин можуть відобразитися у його пікселях?
4. Для чого використовується віртуальний растр (Virtual Raster, VRT)?
5. Як створити віртуальний растр у QGIS за допомогою інструмента Build Virtual Raster?
6. У яких випадках доцільно виконувати перепроєктування растрів і який параметр визначає цільову систему координат?
7. Яке призначення інструмента Merge, і чим він відрізняється від віртуального растру?
8. Як змінити тип візуалізації растру у QGIS?
9. Як у QGIS створюють ефект тривимірності рельєфу за допомогою Hillshade і прозорості?
10. Які додаткові шари рельєфу можна створювати з цифрової моделі висот (DEM), і що вони показують?
11. Як працює Raster Calculator, і для чого використовуються логічні вирази?
12. Як виконується рекласифікація растрових даних і для чого її використовують?

13. Як можна змінити прозорість растрового шару у QGIS та які випадки потребують часткової прозорості?
14. Які можливості надає комбінування DEM і hillshade, і чому це підвищує наочність рельєфу на карті?

## **Практичне заняття № 9. Встановлення та використання плагінів для розширення можливостей середовища ГІС**

### **9.1. Теоретичні відомості**

QGIS є модульною системою, яку можна розширювати за допомогою плагінів (plugins) - додаткових компонентів, що додають нові інструменти, аналітичні можливості або покращують інтерфейс. Частина плагінів постачається разом із програмою, а інші можна завантажити з офіційного репозиторію або сторонніх джерел. У QGIS плагіни можуть бути написані мовою Python або C++, а їх встановлення виконується через менеджер плагінів.

Плагіни дозволяють швидко додавати нові функції без оновлення самої програми: наприклад, завантаження даних OpenStreetMap, побудову графіків, роботу з сервісами карт, створення звітів чи спеціалізований аналіз просторових даних. Активуючи або вимикаючи плагіни, користувач формує власну конфігурацію середовища QGIS.

Менеджер плагінів має три основні вкладки: Installed (встановлені), Not Installed (не встановлені) та Settings (налаштування). Через вкладку Settings можна додати додаткові репозиторії, у тому числі неофіційні або експериментальні. Завдяки цьому QGIS перетворюється на платформу, що безперервно розширюється.

Деякі плагіни стали стандартом де-факто в роботі з геоданими - Processing, QuickMapServices, QuickOSM, DataPlotly тощо. Вони значно полегшують інтеграцію картографічних сервісів, отримання відкритих даних, побудову діаграм і виконання просторового аналізу без додаткових програм.

### **9.2. Мета та завдання роботи**

1. Ознайомитись із системою плагінів QGIS.
2. Навчитись встановлювати, активувати та деактивувати плагіни.
3. Додати новий репозиторій плагінів і перевірити доступність експериментальних модулів.

4. Встановити та протестувати плагіни QuickMapServices, QuickOSM і DataPlotly.
5. Навчитись використовувати плагіни для практичних завдань у картографуванні й аналізі.

### 9.3. Методика виконання

#### 1. Створити новий проєкт

- 1.1. Відкрийте Project - New.
- 1.2. Збережіть проєкт як P9\_plugins.qgz у теку solutions.

#### 2. Робота з менеджером плагінів

- 2.1. Відкрийте Plugins - Manage and Install Plugins.
- 2.2. Знайдіть у списку Processing та зніміть позначку, щоб вимкнути його.
- 2.3. Натисніть Close і перевірте, що меню Processing зникло.
- 2.4. Знову відкрийте Plugins - Manage and Install Plugins і відновіть плагін Processing, поставивши позначку.
- 2.5. Переконайтеся, що меню Vector і Raster відновилися.

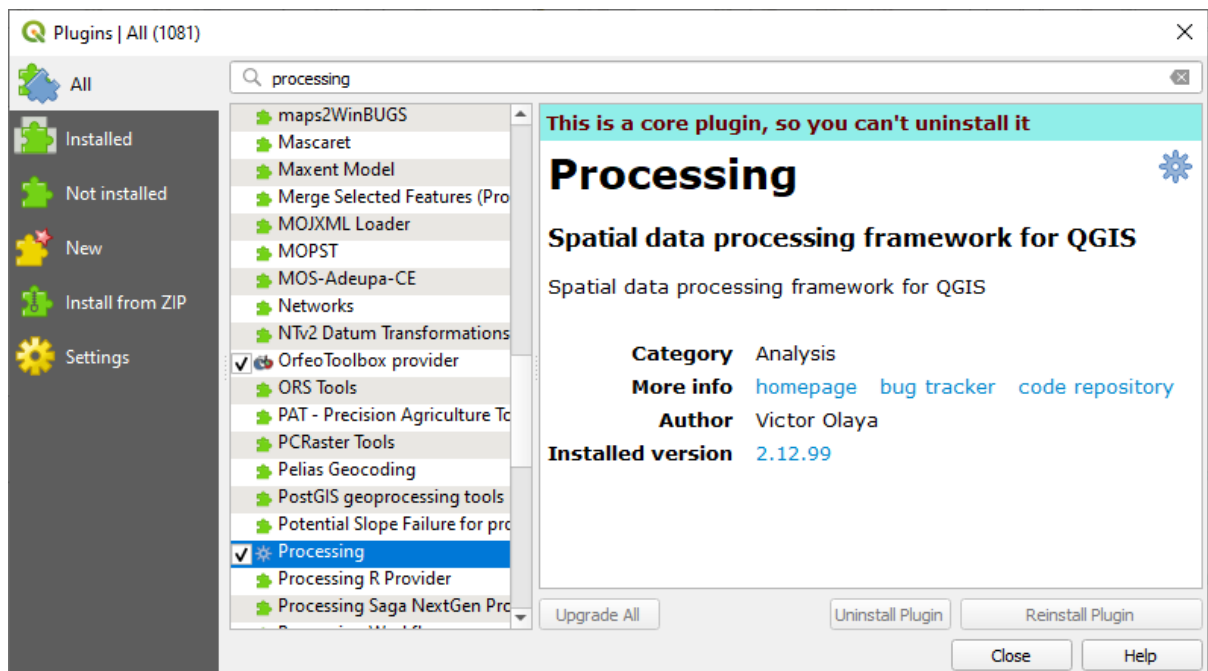


Рисунок 9.1 – Вікно менеджера плагінів QGIS із переліком встановлених модулів

### 3. Встановлення нових плагінів

3.1. У вікні Plugins - Manage and Install Plugins перейдіть на вкладку Not Installed.

3.2. Ознайомтеся зі списком доступних плагінів і короткою інформацією про кожен у нижній частині діалогу.

3.3. Встановіть будь-який із доступних плагінів, наприклад QuickMapServices, натиснувши Install Plugin.

3.4. Закрийте діалог і перевірте появу нового пункту Web - QuickMapServices.

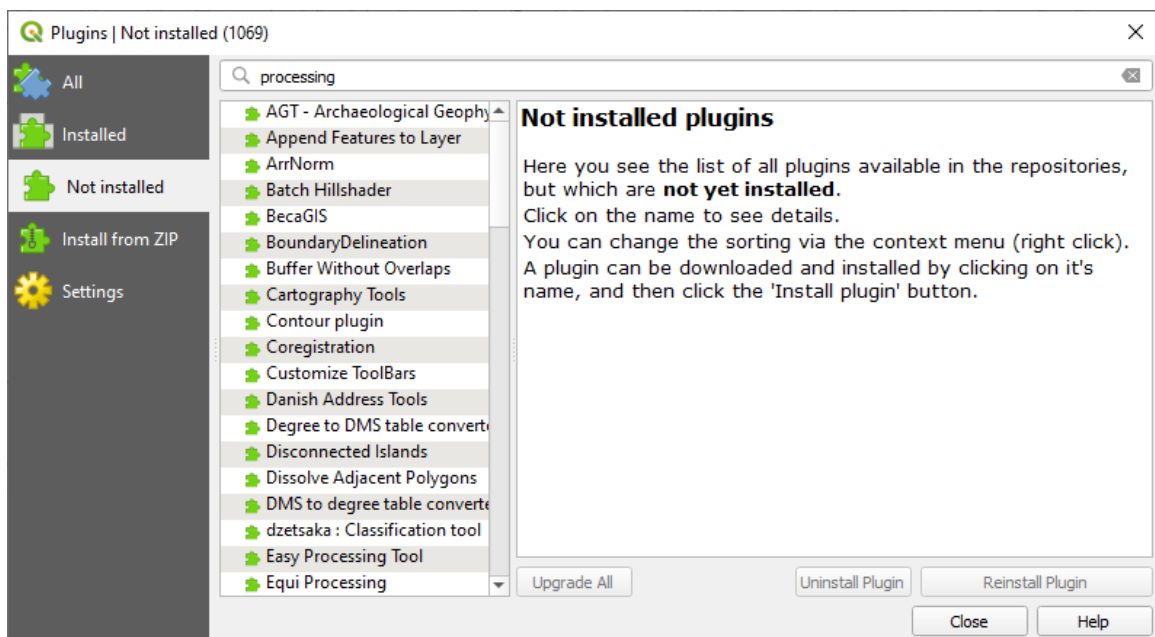
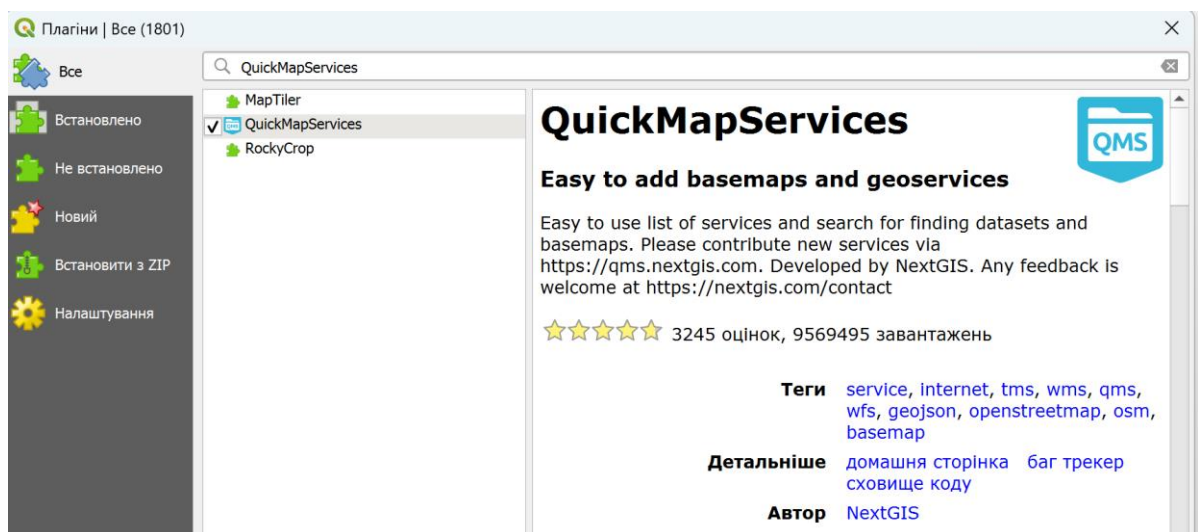


Рисунок 9.2 – Активація плагіну Processing у менеджері плагінів



## Рисунок 9.3 – Встановлення плагіну QuickMapServices з офіційного репозиторію

### 4. Додавання нового репозиторію плагінів

4.1. Відкрийте Plugins - Manage and Install Plugins, перейдіть у вкладку Settings.

4.2. Натисніть Add..., у полі Name введіть, наприклад, External Repository, а в полі URL -

*<https://plugins.gisquick.org/platform/win64>*

4.3. Поставте позначку Enabled.

4.4. Активуйте параметр Show also experimental plugins.

4.5. Перейдіть на вкладку Not Installed та переконайтеся, що з'явилися додаткові плагіни (Gisquick).

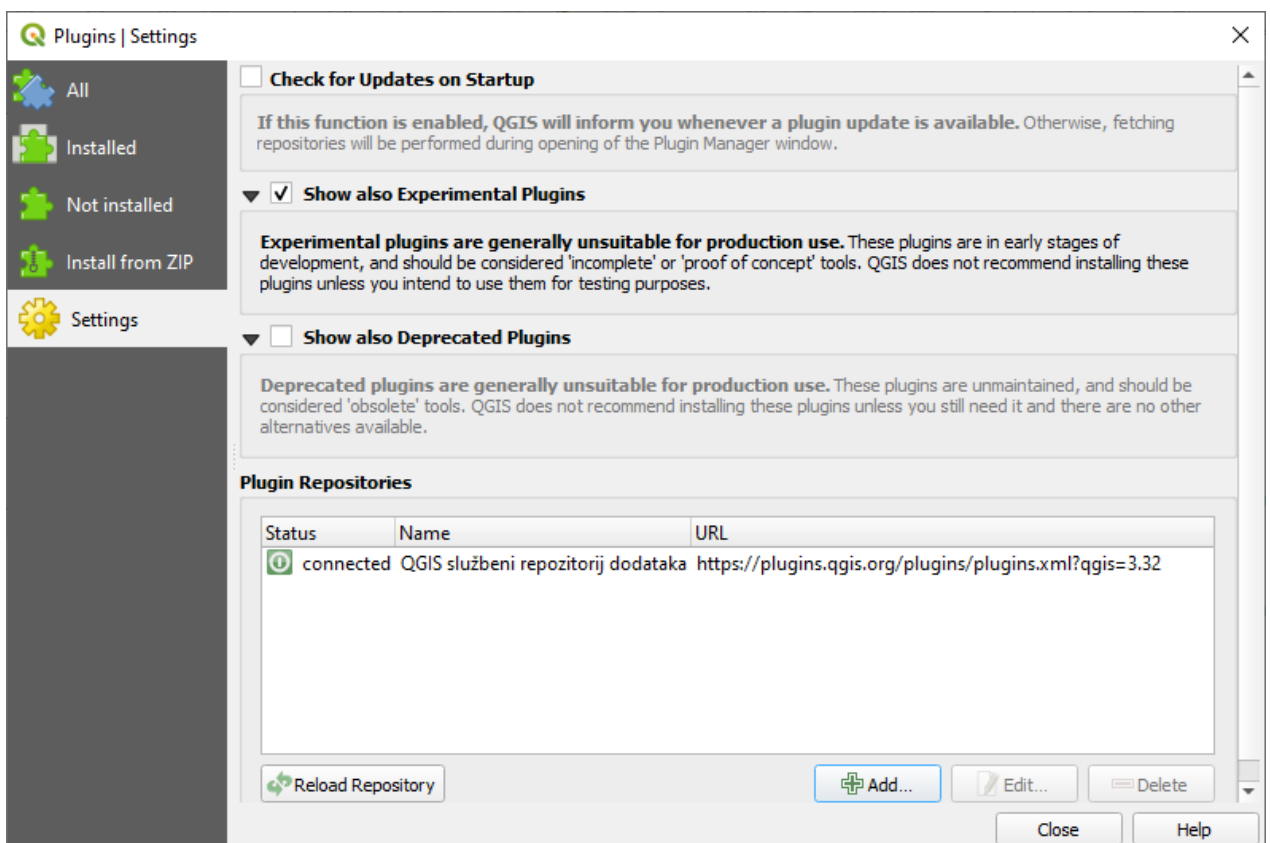


Рисунок 9.4 – Додавання нового зовнішнього репозиторію плагінів та увімкнення експериментальних модулів

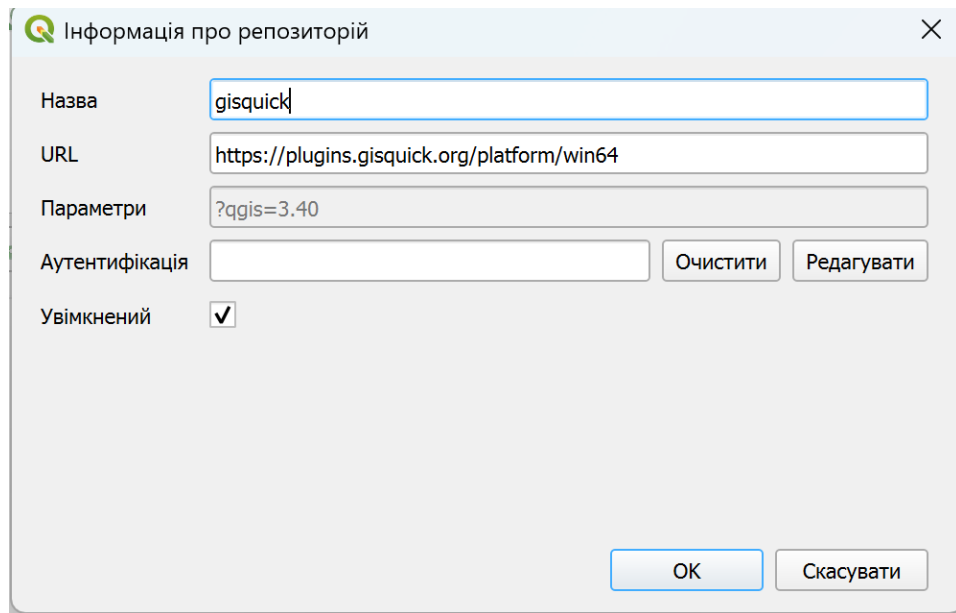


Рисунок 9.5 – Увімкнення експериментальних модулів для зовнішнього репозиторію плагінів

## 5. Використання плагіну QuickMapServices

5.1. Відкрийте новий проєкт і додайте шар roads із бази даних training\_data.gpkg.

5.2. Після встановлення QuickMapServices, відкрийте меню Web - QuickMapServices.

5.3. Виберіть один із сервісів (наприклад, OSM Standard) - на карту додасться базова підкладка.

5.4. Щоб розширити список джерел, відкрийте Web - QuickMapServices - Settings, вкладку More services.

5.5. Натисніть Get Contributed pack і Save.

5.6. Перевірте, що з'явилися додаткові провайдери (Google, ESRI, NASA тощо).

5.7. Відкрийте Web - QuickMapServices - Search QMS, увімкніть Filter by extent і додайте знайдену карту.

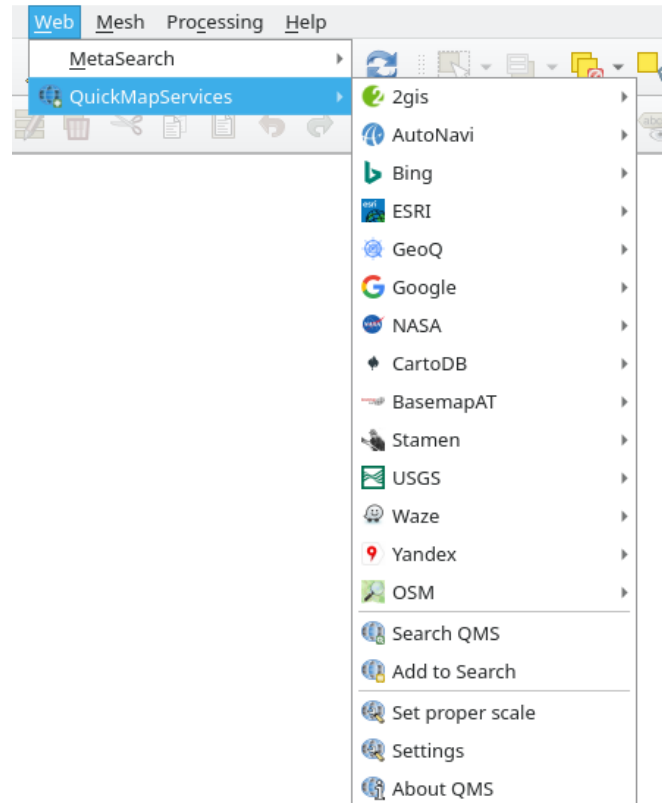


Рисунок 9.6 – Додавання базової картографічної підкладки за допомогою плагіну QuickMapServices

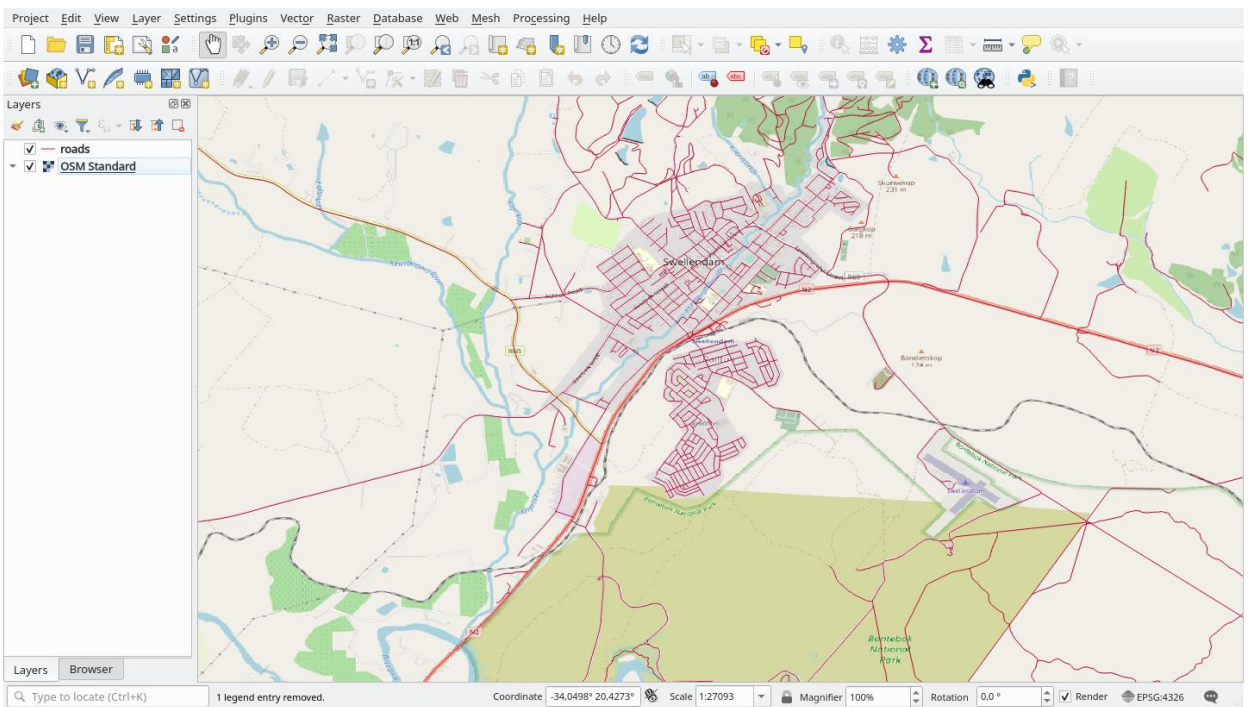


Рисунок 9.7 – Перегляд результатів додавання базової картографічної підкладки

## 6. Використання плагіну QuickOSM

6.1. Встановіть плагін QuickOSM.

6.2. Відкрийте Vector - QuickOSM - Quick Query.

6.3. У полі Key виберіть railway, залиште Value порожнім.

6.4. У полі In виберіть Layer Extent - roads.

6.5. Натисніть Run Query - на карту буде завантажено шари залізниць із OpenStreetMap.

6.6. Щоб зберегти результат, клацніть по іконці Memory layer indicator біля шару та оберіть Make Permanent, або вкажіть каталог для збереження у вкладці Advanced.

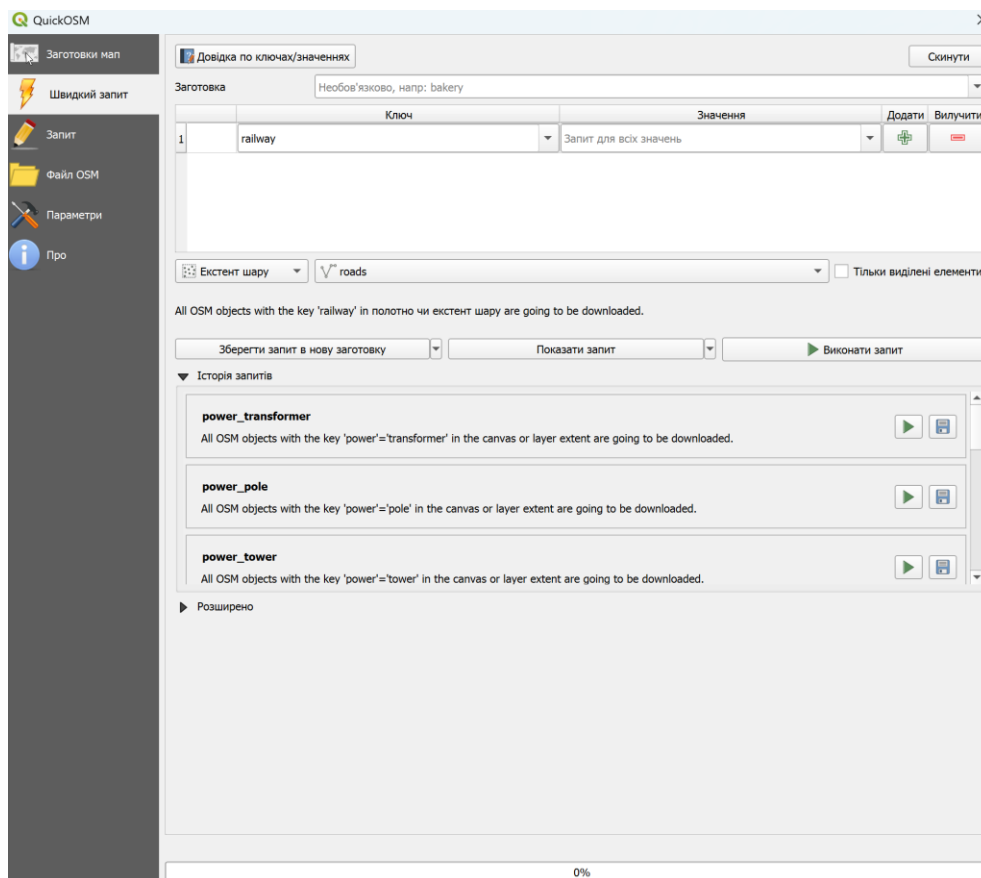


Рисунок 9.8 – Виконання простого запиту в плагіні QuickOSM для завантаження об'єктів із OpenStreetMap

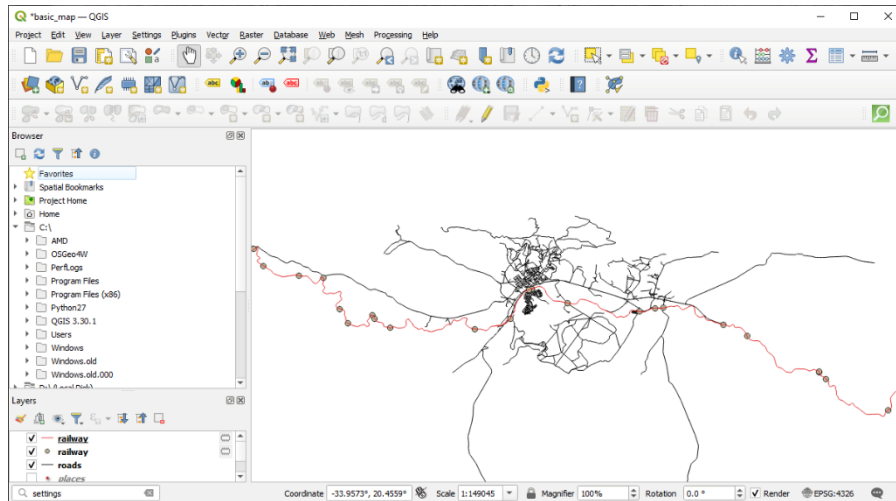


Рисунок 9.9 – Перегляд результатів завантаження об'єктів із OpenStreetMap

## 7. Розширене використання QuickOSM

7.1. Відкрийте вкладку Query у плагіні QuickOSM.

7.2. Скопіюйте приклад запиту:

```
[out:json][timeout:180];
{{geocodeArea:Lviv, Ukraine}}->.searchArea;

(
  relation
  ["boundary"="administrative"]
  ["admin_level"="7"]
  ["type"="boundary"]
  (area.searchArea);

  nwr["power"="substation"](area.searchArea);
  way["power"="line"](area.searchArea);
);

(._>);
out body;
```

7.3. Натисніть Run Query - дані будуть отримані через Overpass API.

7.4. Перегляньте завантажений шар вершин і полігон меж області.

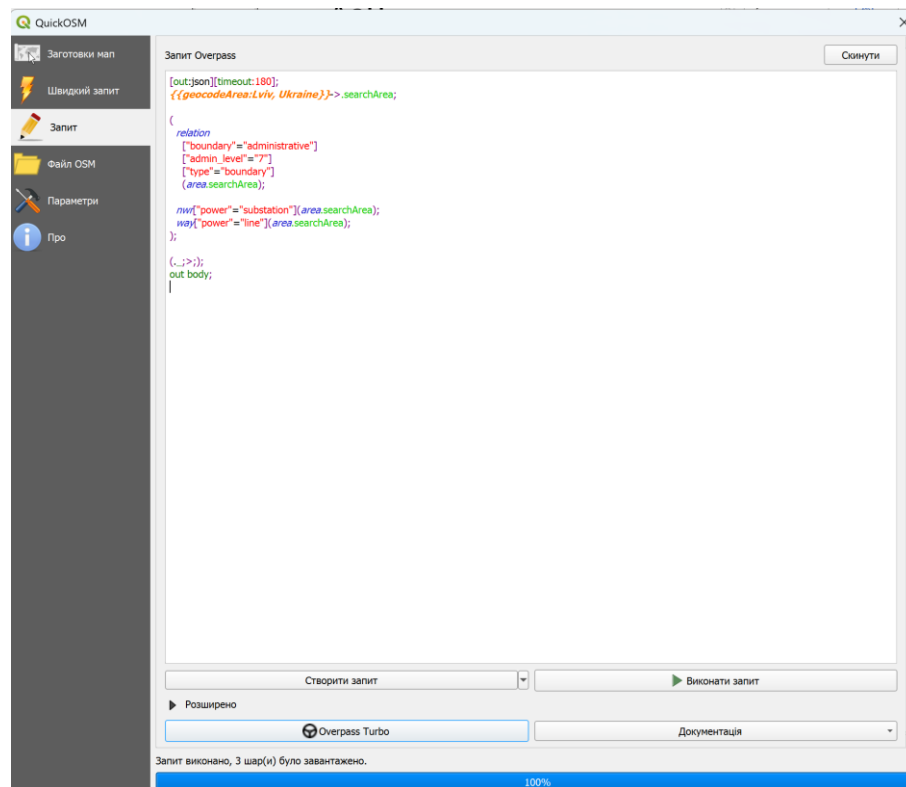


Рисунок 9.10 – Вікно редагування запиту для отримання даних через Overpass API

## 8. Використання плагіну DataPlotly

8.1. Встановіть плагін DataPlotly.

8.2. Додайте шар `sample_points` із каталогу `exercise_data/plugins`.

8.3. Відкрийте панель плагіну через Вид - Панелі - DataPlotly.

8.4. У полі Layer оберіть `sample_points`, у X Field - `cl`, у Y Field - `mg`.

8.5. Натисніть Create Plot - побудується графік розсіювання (Scatter Plot).

8.6. Експортуйте результат у формат PNG або HTML.

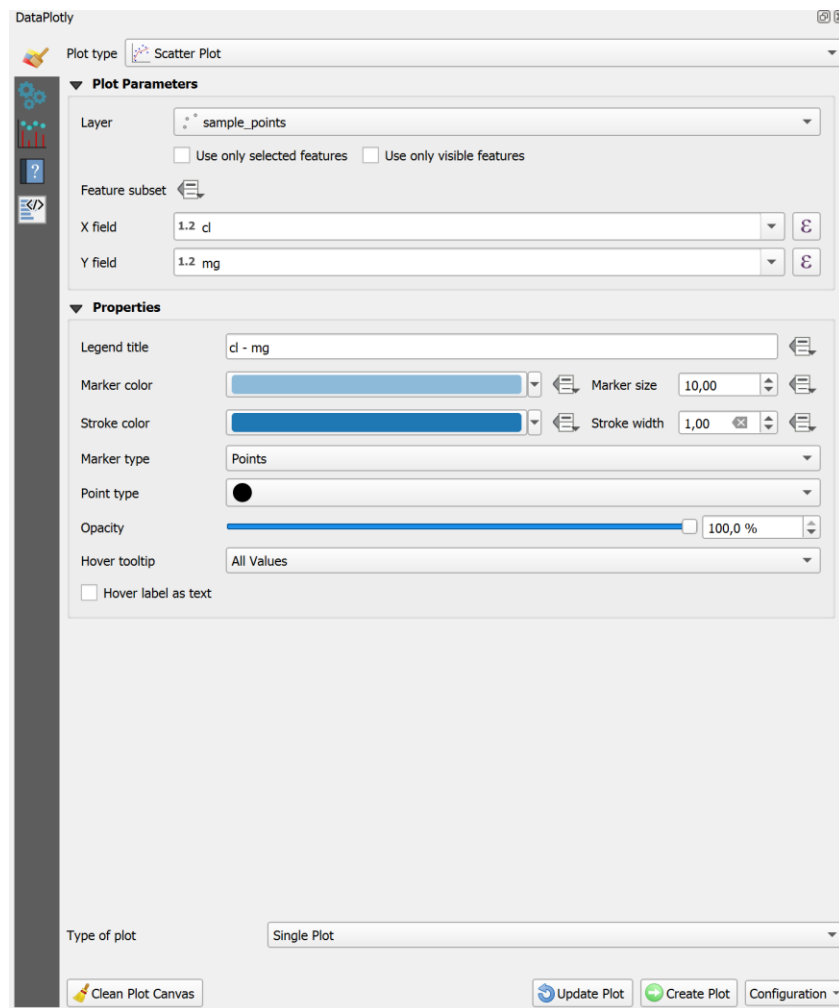


Рисунок 9.11 – Побудова графіка розсіювання у плагіні DataPlotly на основі атрибутивних даних

## 9. Індивідуальне завдання

9.1. Встановіть будь-який інший плагін із репозиторію (наприклад, qgis2web або TimeManager) і протестуйте його функції.

9.2. Створіть короткий опис (2–3 речення) для трьох плагінів, які, на вашу думку, найбільш корисні у вашій сфері.

9.3. Використайте DataPlotly для побудови іншого типу графіка - наприклад, гістограми розподілу одного з полів.

### 9.4. Контрольні питання

1. Що таке плагіни у QGIS і яку роль вони відіграють у розширенні функціоналу програми?

2. Які основні типи плагінів постачаються з QGIS, а які потребують встановлення з репозиторію?
3. Якими мовами програмування зазвичай створюються плагіни для QGIS?
4. Як відкрити менеджер плагінів у QGIS і які вкладки він містить?
5. Як можна встановити новий плагін із офіційного репозиторію QGIS?
6. Що означає «експериментальні плагіни» і як увімкнути їх відображення у менеджері?
7. Як додати новий (неофіційний) репозиторій плагінів у QGIS?
8. Для чого використовується плагін QuickMapServices і як із його допомогою додати базову підкладку карт?
9. Яке призначення має плагін QuickOSM, через який сервіс він отримує дані і які типи об'єктів можна завантажити?
10. Які можливості надає плагін DataPlotly і які типи графіків можна створювати з його допомогою?

## **Практичне заняття № 10. Картографування ліній електропередач та підстанцій за даними OSM**

### **10.1. Теоретичні відомості**

Геоінформаційні системи в електроенергетиці є класом інформаційно-аналітичних систем, призначених для збирання, зберігання, обробки, аналізу та візуалізації просторово-координованих даних, що описують об'єкти, процеси та явища електроенергетичної галузі. До таких об'єктів належать лінії електропередач, підстанції, розподільні мережі, генерувальні потужності, споживачі електричної енергії, а також елементи природного та антропогенного середовища, що впливають на функціонування енергосистем [4].

Ключовою особливістю ГІС є поєднання геометричного опису об'єктів (їх просторового положення, форми та взаємного розташування) з атрибутивною інформацією технічного, експлуатаційного, економічного та часового характеру. Саме інтеграція цих двох складових створює передумови для переходу від статичного картографічного відображення до аналітичного моделювання та підтримки прийняття інженерних і управлінських рішень.

У ГІС електроенергетики просторові дані подаються у вигляді впорядкованих наборів геометричних об'єктів, що мають координатну прив'язку до поверхні Землі [5]. За характером представлення розрізняють дискретні об'єкти (точкові, лінійні, полігональні) та безперервні поля. Точкові об'єкти зазвичай використовуються для подання підстанцій, трансформаторних пунктів або опор; лінійні - для трас ліній електропередач і кабельних ліній; полігональні - для зон електропостачання, охоронних зон або територій обслуговування.

Атрибутивна складова просторових даних містить технічні характеристики (номінальна напруга, пропускна здатність, тип провідника), експлуатаційні параметри (рік введення в експлуатацію, технічний стан, балансова належність), а також довідкові й аналітичні показники. Важливою вимогою є узгодженість геометричних та атрибутивних даних, оскільки помилки

у просторовій структурі безпосередньо впливають на коректність подальших розрахунків і висновків [6].

Геоінформаційна модель електроенергетичної системи ґрунтується на ієрархічному та пошаровому принципах організації даних. Кожен тематичний шар відповідає окремому класу об'єктів або явищ, що дозволяє виконувати вибірковий аналіз, накладання шарів та виявлення просторових взаємозв'язків. Така структура забезпечує масштабованість моделі - від локального рівня окремого району до регіональних і національних енергосистем.

Особливе значення в електроенергетиці має топологічна коректність просторових даних. Топологічні відношення (зв'язність, суміжність, перетин, вкладеність) визначають можливість адекватного моделювання потоків електричної енергії, аналізу резервування, пошуку ізольованих ділянок та оцінки наслідків аварійних відключень. Порушення топології призводить до спотворення результатів мережевого аналізу і зниження достовірності прийнятих рішень [7].

Для прикладних завдань енергетики існує можливість інтеграції гетерогенних джерел (дані інженерної інвентаризації, публічні реєстри, відкриті геопортали на кшталт OpenStreetMap) в єдиному робочому просторі, а також побудову повного ланцюжка обробки даних без переходу між різними програмними середовищами.

OpenStreetMap (OSM) містить велику кількість енергетичних об'єктів, зокрема лінії електропередач (`power=line`, `power=minor_line`), підстанції (`power=substation`), опори (`power=tower`, `power=pole`), трансформатори (`power=transformer`) тощо. Дані збираються спільнотою, тому їх повнота та якість відрізняються між регіонами; однак для навчальних і аналітичних задач вони дають хороший стартовий набір. У QGIS ці дані зручно отримувати через розширення QuickOSM (Overpass API) та приводити до уніфікованої структури полів.

Під час імпорту об'єктів з OSM варто зберігати ключові атрибути: power, name, operator, voltage, cables, circuits, ref. Багато тегів мають розділення «;» (наприклад, voltage="330000;110000"), тому для розрахунків доцільно виділити перше числове значення та привести його до кіловольт.

Символіка енергетичної мережі має чітко відрізняти напругові рівні та типи об'єктів: товщина та колір ліній для різних діапазонів напруг, умовні знаки для підстанцій і опор, підписи для підстанцій та, за потреби, для магістральних ліній (ref або name). Для забезпечення коректної топології корисно задавати правила на рівні проєкту: лінії без «висячих» кінців (крім термінальних точок у підстанціях), відсутність накладень сегментів, узгоджені перетини в місцях переходів.

## **10.2. Мета та завдання роботи**

1. Навчитися отримувати з OSM межі території дослідження та об'єкти електроенергетичної інфраструктури з використанням інструментів QGIS.
2. Сформувати єдину геоінформаційну базу даних електроенергетичних об'єктів у форматі GeoPackage.
3. Виконати підготовку та нормалізацію атрибутивних даних енергетичних шарів, зокрема полів імен і рівнів напруги.
4. Побудувати тематичну символіку електроенергетичної мережі з урахуванням типів об'єктів і діапазонів напруг.
5. Підготувати картографічне представлення електроенергетичної інфраструктури обраної території.

## **10.3. Методика виконання**

1. Підготовка проєкту та бази даних
  - 1.1. Створіть новий проєкт QGIS і збережіть його у робочій теці.
  - 1.2. Створіть контейнер GeoPackage для всіх шарів та теки styles/, outputs/.
  - 1.3. Додайте в проєкт базову підкладку з відображенням карти території (XYZ Tiles) для візуального контексту.

## 2. Отримання вихідних даних з OpenStreetMap

2.1. Завантажте межу території дослідження для обраного міста та збережіть її як boundary.

```
[out:json][timeout:120];
relation(3678531);
(._;>);
out geom;
```

де 3678531 - OSM Relation ID міста згідно варіанту.

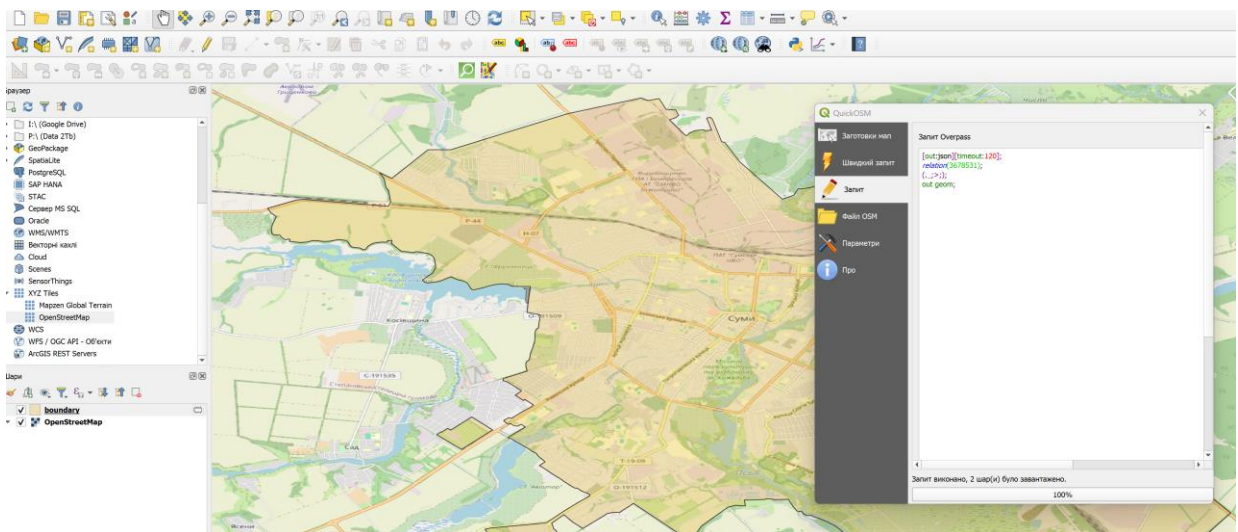


Рисунок 10.1 – Додавання базової картографічної підкладки (XYZ Tiles) та підготовка проєкту QGIS

2.2. Отримайте дані щодо електроенергетичних об'єктів на обраній території:

```
power=substation,
power=line,
power=minor_line,
building=*;
```

та збережіть шари в GeoPackage з осмисленими назвами.

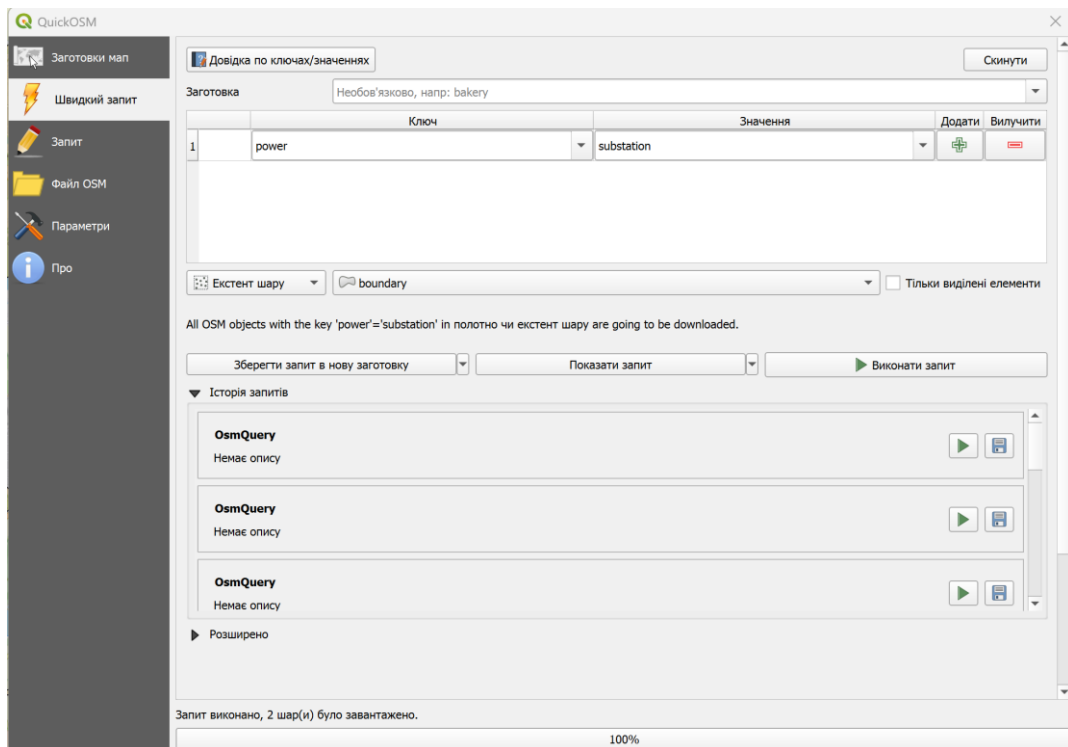


Рисунок 10.2 – Отримання даних електроенергетичних об'єктів з OpenStreetMap через плагін QuickOSM

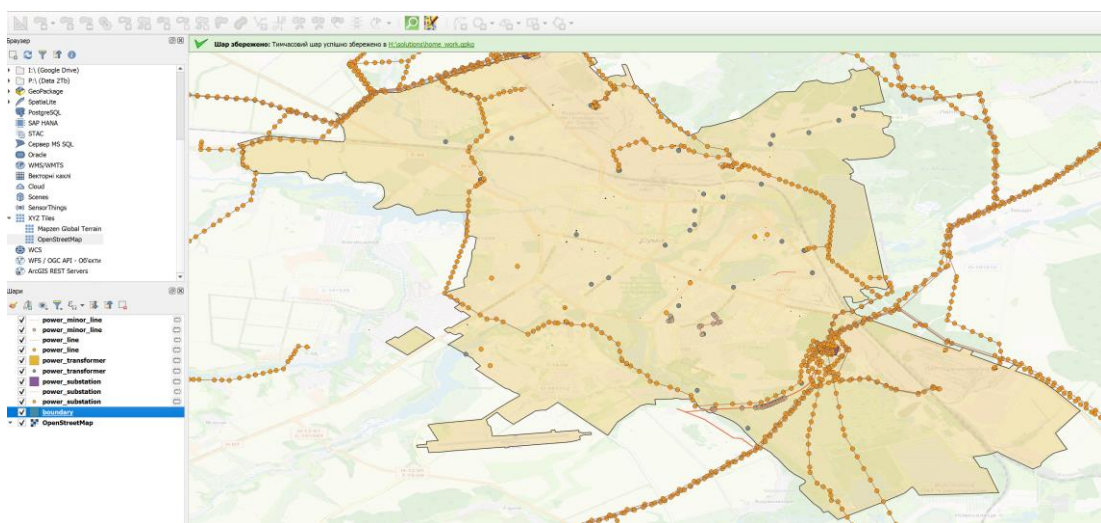


Рисунок 10.3 – Перегляд результатів завантаження даних електроенергетичних об'єктів

2.3. Для шарів підстанції що подані полігонами, сформуєте центроїди в новому шарі за допомогою інструменту Processing - Toolbox - Centroids.

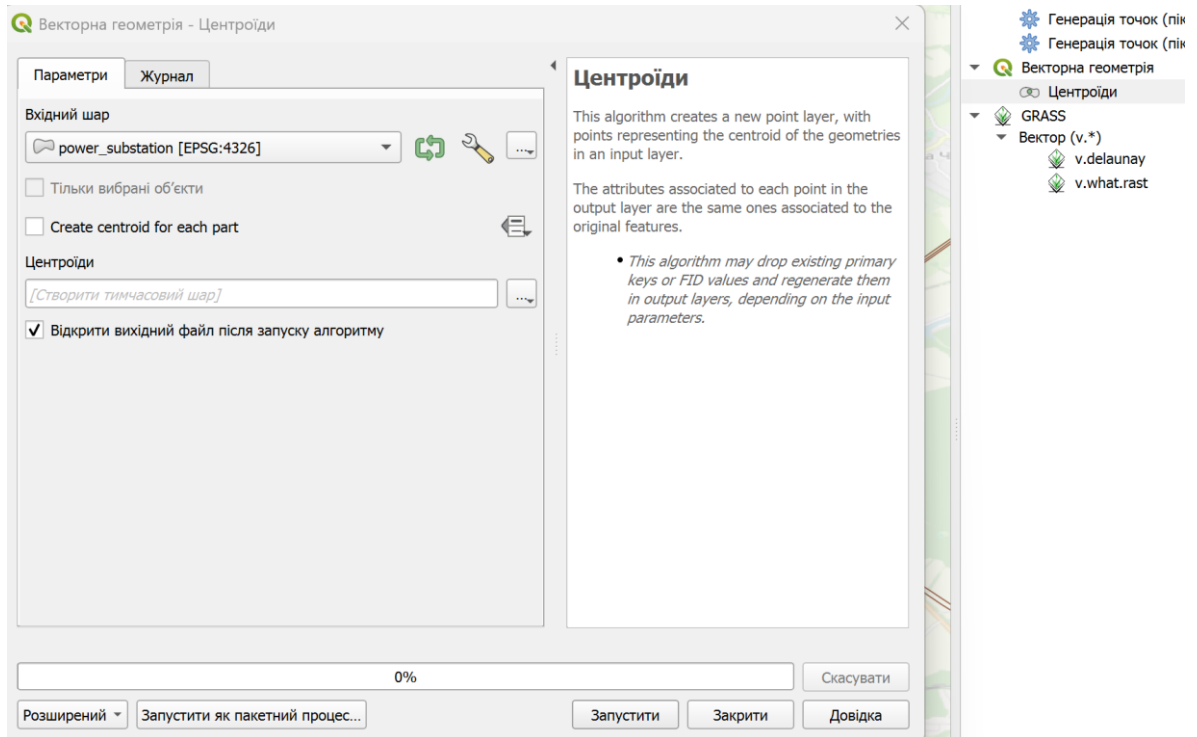


Рисунок 10.4 – Формування центроїдів полігональних об’єктів підстанцій за допомогою інструмента Centroids

## 2.4. Об’єднати шари з підстанціями за допомогою інструменту Processing - Toolbox - Merge Vector Layers.

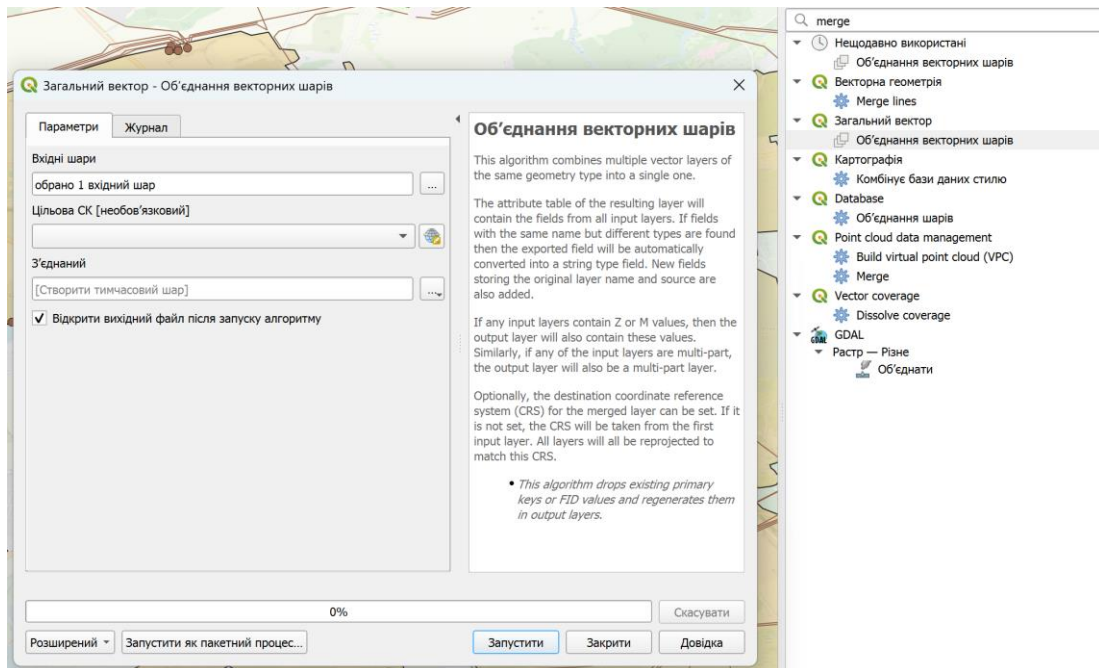


Рисунок 10.5 – Об’єднання шарів підстанцій та нормалізація атрибутивних даних енергетичної інфраструктури

### 3. Нормалізація атрибутів енергетичних шарів

3.1. Перевірте і за потреби скоректуйте систему координат проєкту й шарів для того щоб забезпечити єдину систему координат для всіх даних.

3.2. Перевірте і за потреби скоректуйте поля з іменем name та напругою voltage.

3.3. Переконайтесь у валідності геометрій і відсутності очевидних дублікатів.

#### **10.4. Контрольні питання**

1. У чому полягає перевага відкритої архітектури QGIS для задач електроенергетики?
2. Які основні джерела просторових даних можуть бути інтегровані у QGIS для аналізу енергетичної інфраструктури?
3. Які типи енергетичних об'єктів містить OpenStreetMap і які теги їх описують (наприклад, power=line, power=substation)?
4. Який інструмент або плагін у QGIS використовується для завантаження даних із OpenStreetMap через Overpass API?
5. Які ключові атрибути необхідно зберігати при імпорті енергетичних об'єктів з OSM?

## **Практичне заняття № 11. Візуалізація зон обслуговування трансформаторних підстанцій**

### **11.1. Теоретичні відомості**

Сервісні або зони обслуговування трансформаторних підстанцій є важливим аналітичним інструментом для оцінки ефективності роботи системи електропостачання. Вони відображають території, які належать до певної підстанції за принципом найменшої відстані. Такий підхід дає змогу виявляти перевантажені ділянки мережі, визначати потенційні зони для будівництва нових підстанцій та оцінювати рівномірність розподілу навантаження.

У геоінформаційних системах формування зон обслуговування здійснюється за допомогою діаграм Вороного, де площа поділяється так, що кожна зона містить усі точки, ближчі до однієї підстанції, ніж до будь-якої іншої. Результатом є просторовий поділ міста або району за ознакою «найближчої підстанції». Для отриманих полігонів можна проводити подальший аналіз - підрахунок будівель, споживачів, довжину ліній електропередач тощо.

Для підвищення наочності створені зони оформлюються за допомогою градуйованої символіки - наприклад, за кількістю будівель у зоні. Додатково використовуються rule-based правила візуалізації для елементів електромереж, що дозволяє одночасно показати лінії різних рівнів напруги.

### **11.2. Мета та завдання роботи**

1. Сформувані зони обслуговування трансформаторних підстанцій методом Вороного.
2. Провести просторове обмеження зон межами міста.
3. Виконати просторове приєднання будівель до найближчих підстанцій.
4. Підрахувати кількість будівель у межах кожної зони.
5. Застосувати правило- та градуйовану символіку, створити макет карти та експортувати його у формат PDF.

### 11.3. Методика виконання

#### 1. Підготовка проєкту та бази даних

1.1. Для виконання завдання робота продовжується з проєктом підготованим під час практичного заняття №10.

#### 2. Формування сервісних зон підстанцій

2.1. Побудуйте зони обслуговування методом Вороного для шару підстанцій Processing - Toolbox – Voronoi polygons.

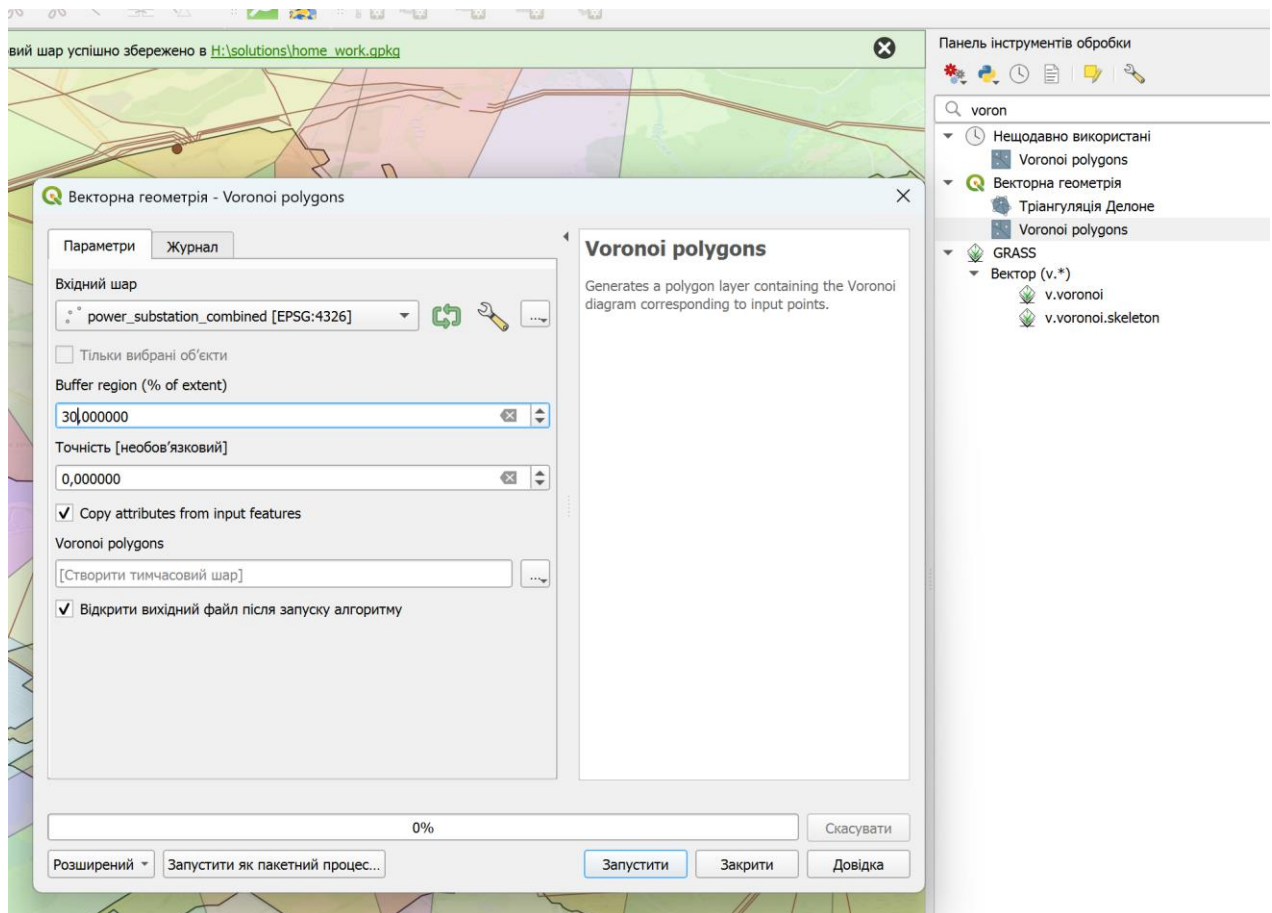


Рисунок 11.1 – Побудова зон обслуговування трансформаторних підстанцій

2.2. Обріжте шар з зонами обслуговування межами адміністративних границь міста (шар boundary).

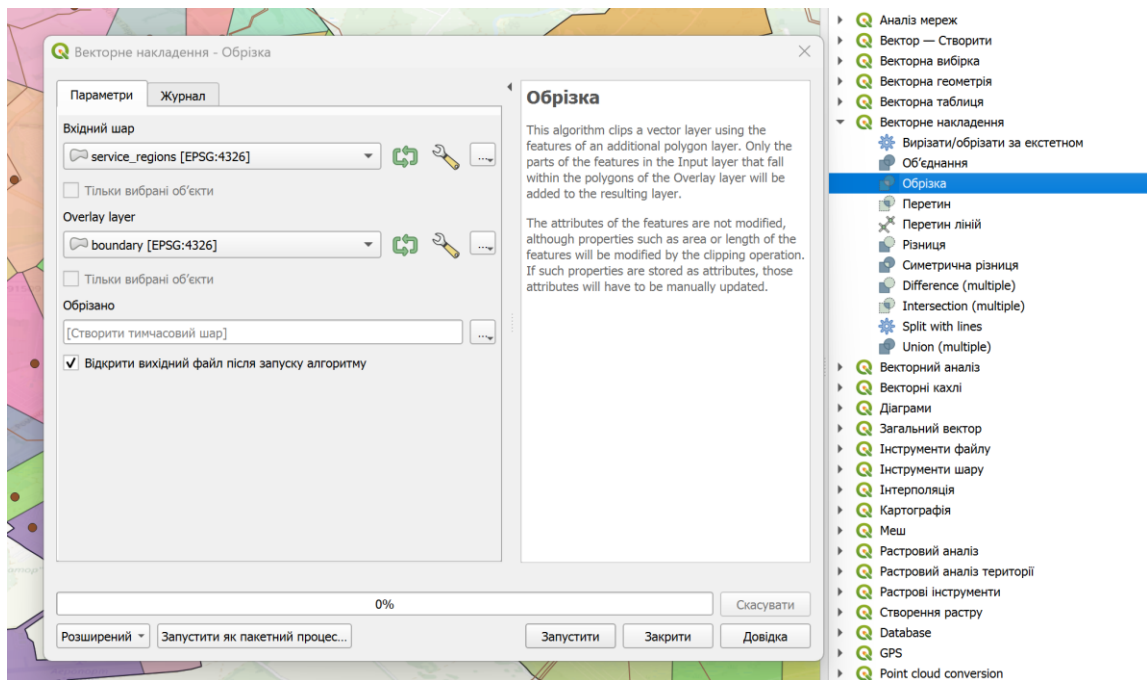


Рисунок 11.2 – Обрізання зон обслуговування межами адміністративної території міста

### 2.3. «Закріпіть» будівлі за найближчою підстанцією Processing - Toolbox - Join attributes by nearest.

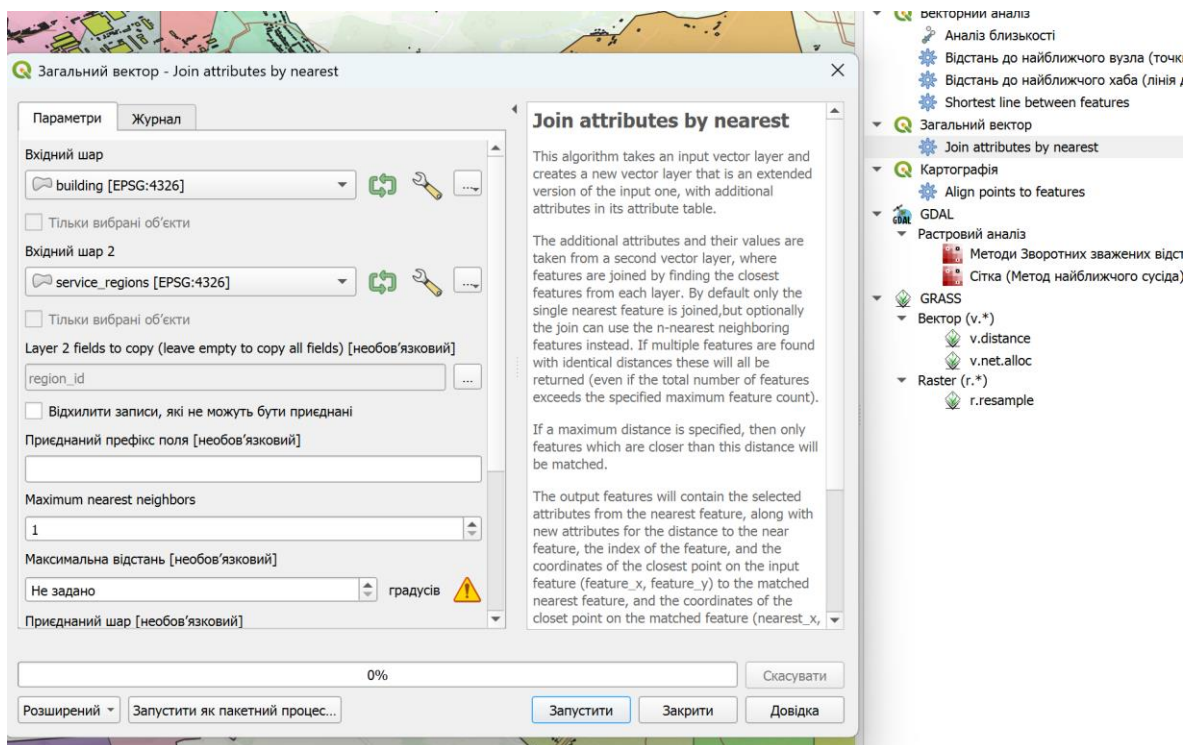


Рисунок 11.3 – Просторове приєднання будівель до найближчої трансформаторної підстанції

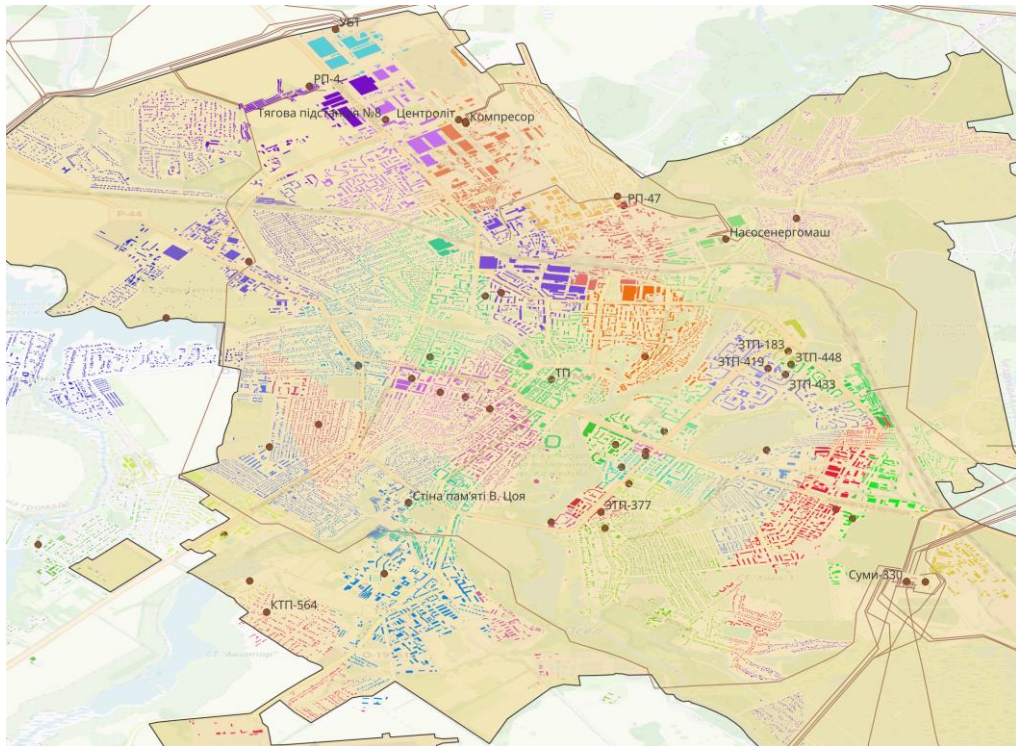


Рисунок 11.4 – Результат приєднання будівель до найближчої трансформаторної підстанції

## 2.4. Підрахуйте кількість будівель у кожній зоні Processing – Toolbox - Count points in polygon.

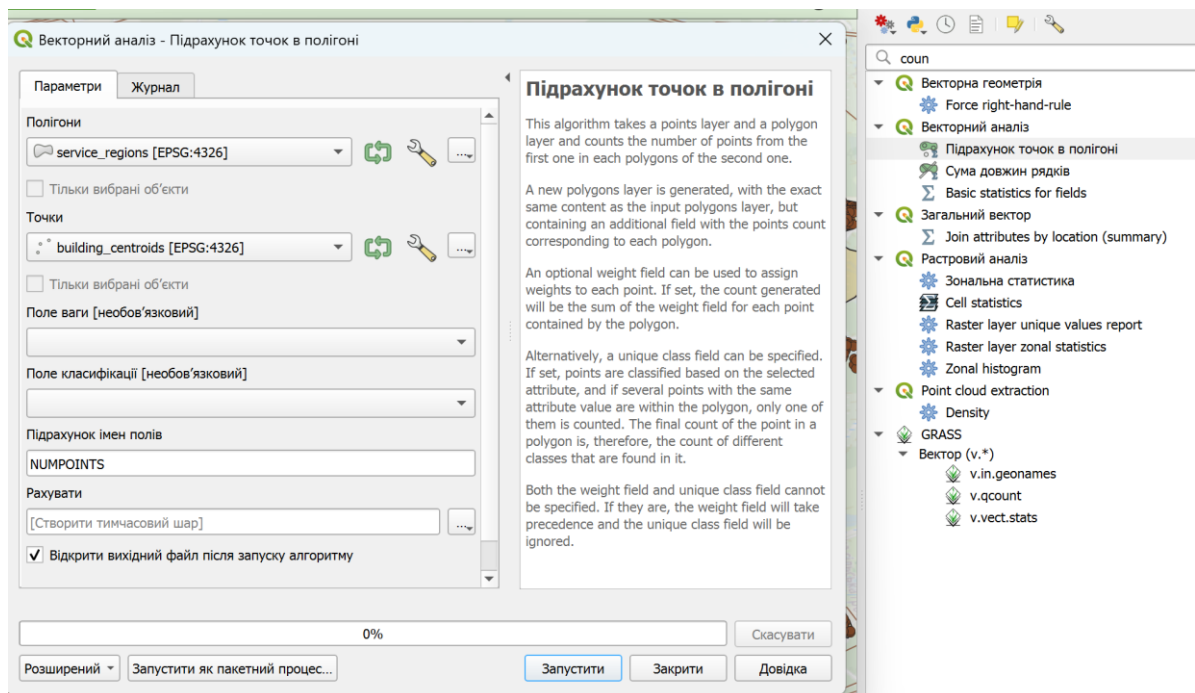


Рисунок 11.5 – Підрахунок кількості будівель у межах кожної зони обслуговування

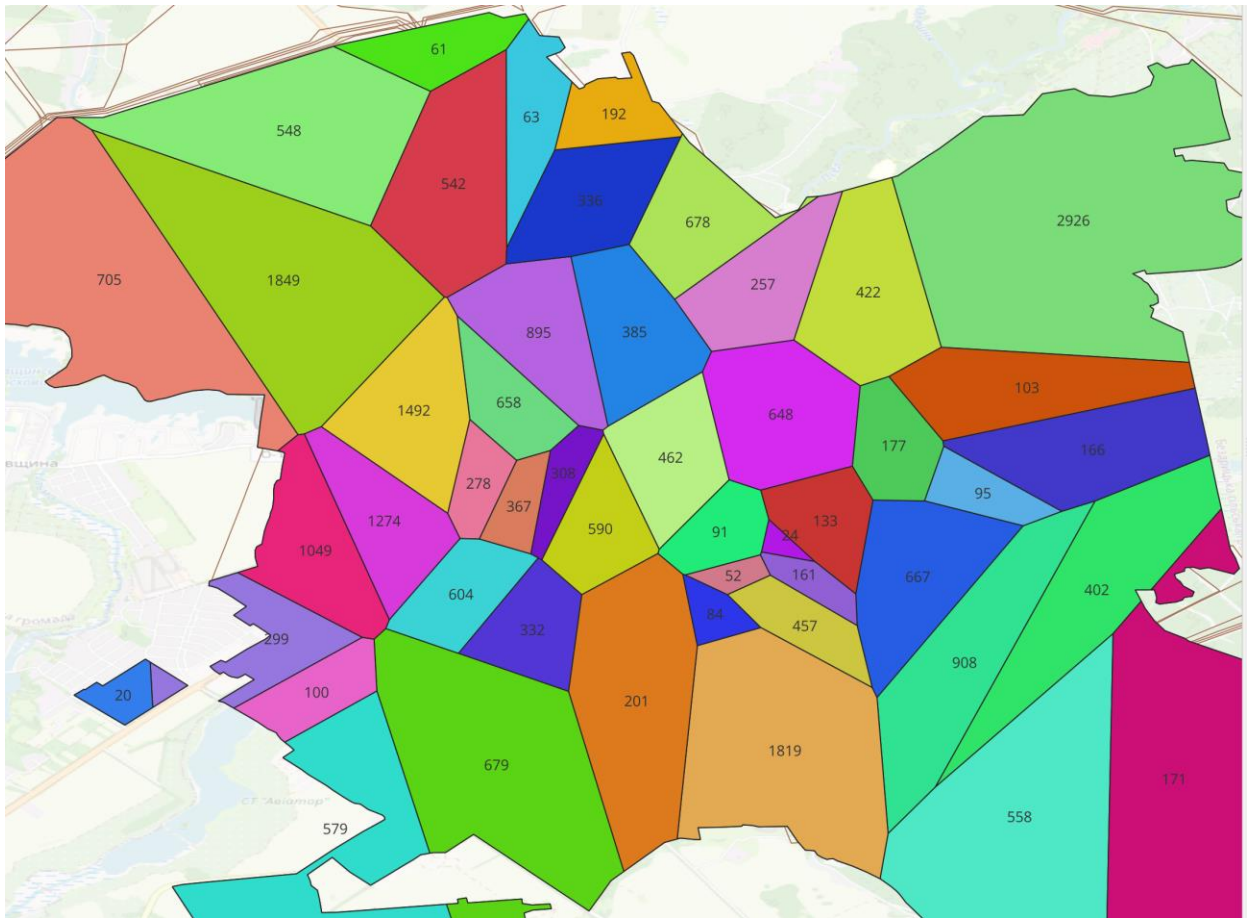


Рисунок 11.6 – Застосування rule-based символіки для ліній електропередач та градуйованої символіки для зон обслуговування

### 3. Символіка та підписи

3.1. Застосуйте rule-based символіку для ЛЕП за діапазонами напруг (<30 кВ; 30–200 кВ;  $\geq 200$  кВ).

3.2. Задайте градуйовану символіку для зон (заливка за кількістю будівель).

3.3. Увімкніть підписи: для підстанцій - назва; для основних ЛЕП – назва і рівень напруги; застосуйте масштабозалежну видимість.

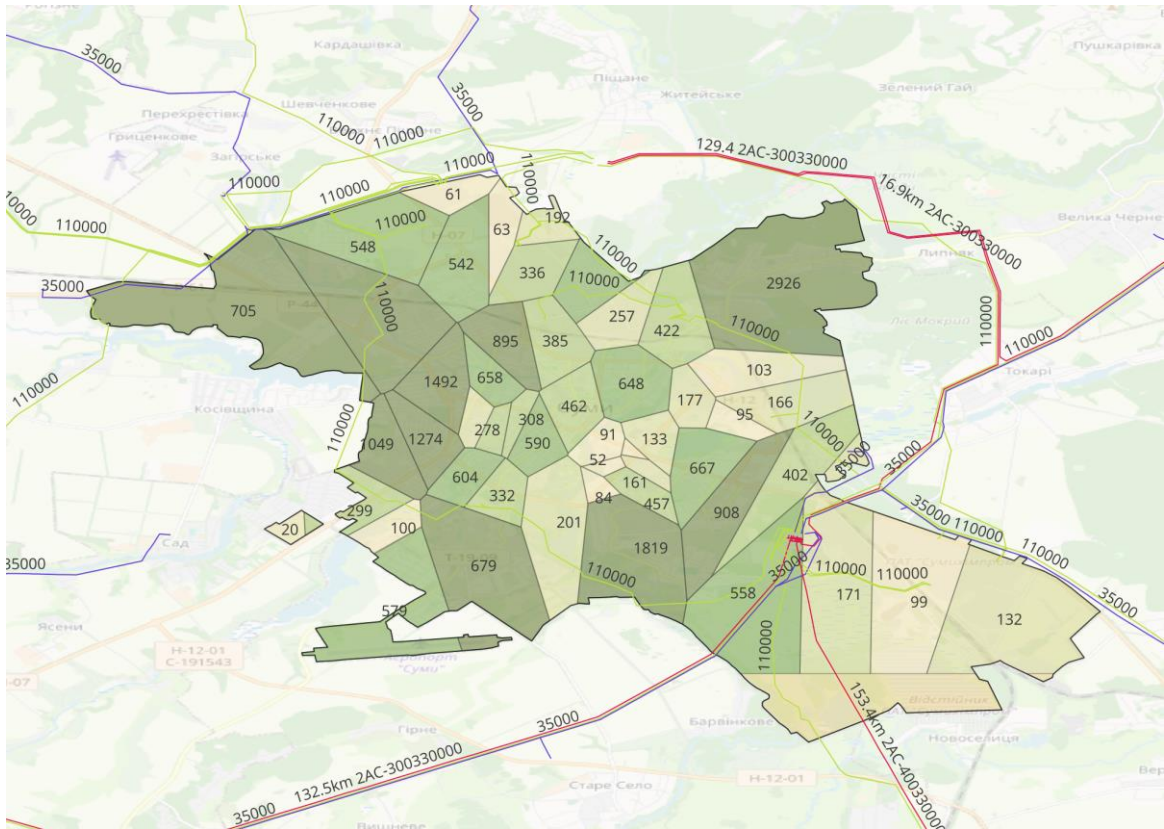


Рисунок 11.7 – Підготовка картографічного макета з зонами обслуговування трансформаторних підстанцій у Print Layout

#### 4. Підготовка макета та експорт

4.1. Створіть макет у Print Layout (A4) який буде містити такі елементи: карта, легенда з назвами класів, масштабна лінійка, стрілка північ.

4.2. Додайте оглядову карту.

4.3. Екпоруйте макет у формат PDF.

#### 11.4. Контрольні питання

1. Яким методом у геоінформаційних системах визначають території, що належать до певної підстанції за принципом найменшої відстані?
2. Який інструмент у QGIS використовується для побудови діаграм Вороного?
3. Як здійснюється просторове «приєднання» будівель до найближчих підстанцій у QGIS?

4. Який інструмент використовується для підрахунку кількості будівель у межах кожної зони обслуговування?
5. Яка відмінність між rule-based та градуйованою символікою і в яких випадках доцільно використовувати кожен з них?
6. Як налаштувати градуйовану символіку для зон за кількістю будівель і який тип кольорової шкали доцільно застосувати?

## Практичне заняття № 12. Робота з онлайн ресурсами через сервіси WMS та WFS для інтеграції зовнішніх даних

### 12.1. Теоретичні відомості

Сучасні геоінформаційні системи дедалі частіше використовуються не лише як автономні програмні середовища, а як частина глобальної мережевої інфраструктури, де дані постійно оновлюються і поширюються через інтернет. Основу такої взаємодії становлять веб-сервіси OGC (Open Geospatial Consortium) - стандартизовані протоколи обміну геопросторовою інформацією між клієнтами (наприклад, QGIS) та віддаленими серверами.

Завдяки використанню веб-сервісів користувачі можуть підключатися до офіційних національних або міжнародних геопорталів, отримуючи найактуальніші карти, супутникові знімки, кадастрові дані чи тематичні шари без необхідності локального зберігання великих обсягів інформації. У цьому контексті WMS (Web Map Service) і WFS (Web Feature Service) стали основними механізмами інтеграції картографічних ресурсів у робочі проекти ГІС.

WMS - це сервіс, який надає зображення карти (растр), сформоване на сервері. При кожному масштабуванні або пересуванні карти QGIS автоматично надсилає запит на сервер і отримує оновлене зображення, що відображає найсвіжіші дані. Такий підхід дозволяє використовувати офіційні базові карти (наприклад, OpenStreetMap або кадастрові плани) як фоновий шар, не зберігаючи файли локально. Однак користувач не має змоги змінювати стиль або редагувати ці дані - вони залишаються у вигляді «знімка» карти, підготовленого сервером.

На відміну від WMS, WFS забезпечує повноцінний доступ до векторних об'єктів разом з їх атрибутами. Це означає, що користувач може виконувати аналіз, фільтрувати дані, створювати запити, змінювати символіку, тобто працювати з ними так само, як із локальними шарами. Проте обмін даними за WFS більш ресурсомісткий: обсяги переданих даних значно більші, що впливає на швидкість роботи та вимагає стабільного інтернет-з'єднання.

В енергетичних і інфраструктурних проєктах використання WMS/WFS особливо актуальне - вони дозволяють інтегрувати зовнішні джерела (карти рельєфу, межі населених пунктів, дорожню мережу, екологічні зони тощо) із внутрішніми галузевими даними. Це створює єдиний інформаційний простір для аналізу, планування та моніторингу стану об'єктів електроенергетики.

## **12.2. Мета та завдання роботи**

1. Ознайомитися з принципами роботи сервісів WMS та WFS.
2. Навчитись додавати до проєкту карти з онлайн-джерел.
3. Встановити з'єднання з віддаленими серверами та завантажити шари.
4. Застосувати параметри проєкції та перевірити узгодженість шарів.
5. Виконати запит до WFS-сервісу з попереднім фільтруванням даних.

## **12.3. Методика виконання**

1. Створити новий проєкт
  - 1.1. Відкрийте Project - New.
  - 1.2. Збережіть його як P12\_online\_services.qgz у папці solutions.
2. Підключення до сервісу WMS
  - 2.1. Відкрийте Data Source Manager - WMS/WMTS.
  - 2.2. Натисніть New і створіть нове з'єднання:  
Name: terrestris\_OSM;  
URL: <https://ows.terrestris.de/osm/service>
  - 2.3. Натисніть ОК, а потім Connect.
  - 2.4. У списку шарів виберіть OSM-WMS.
  - 2.5. Натисніть Set CRS та виберіть  
EPSG:3857 - WGS 84 / Pseudo-Mercator.
  - 2.6. Додайте шар у проєкт (Add).
  - 2.7. У Project - Properties - CRS переконайтеся, що активована проєкція EPSG:3857.

2.8. Розташуйте WMS-шар у нижній частині списку шарів, щоб він слугував фоновою підкладкою.

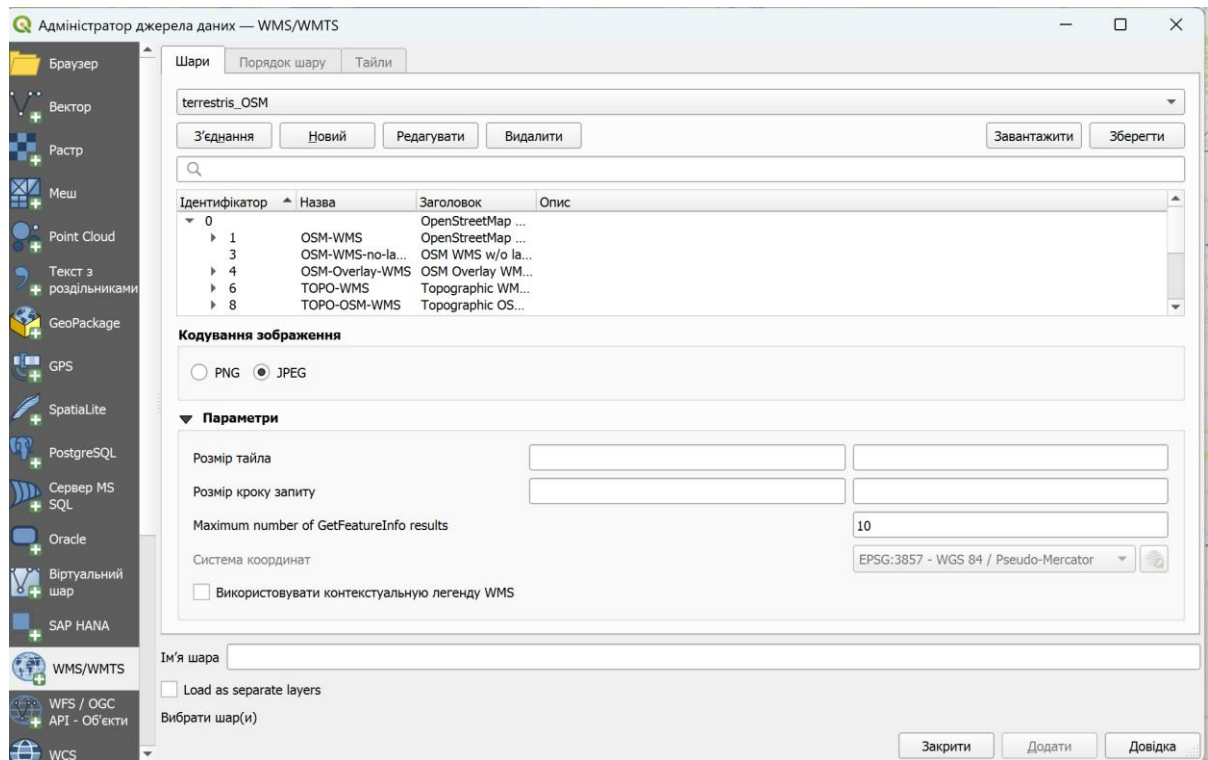


Рисунок 12.1 – Налаштування підключення до WMS-сервісу terrestris\_OSM у вікні Data Source Manager

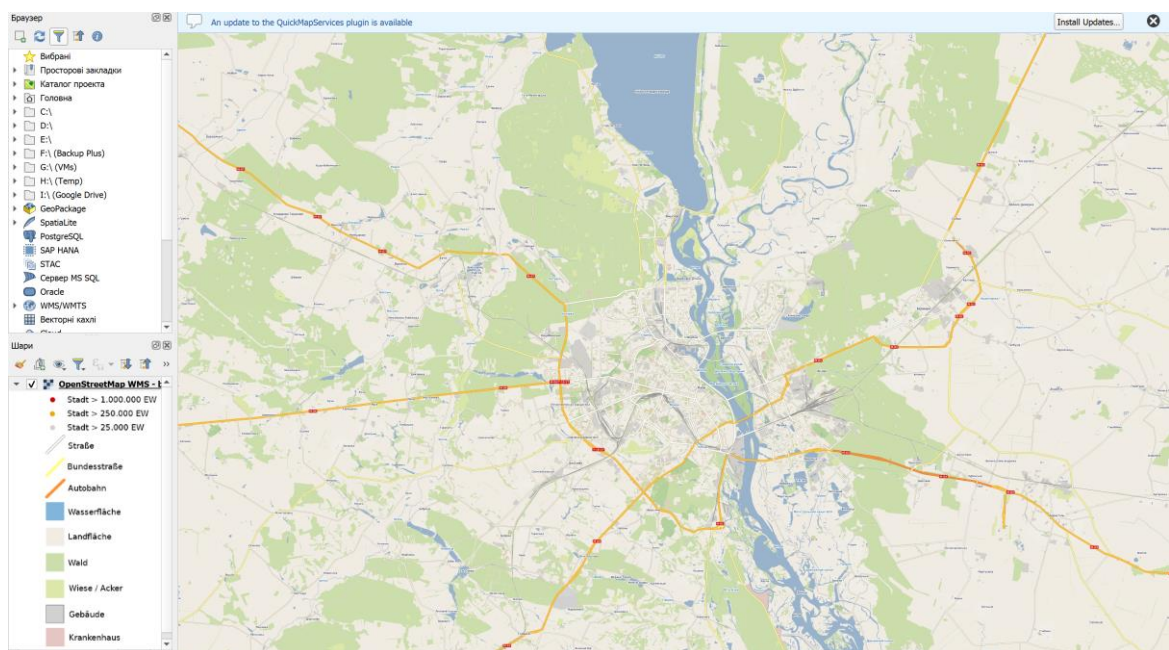


Рисунок 12.2 – Додавання WMS-шару OpenStreetMap та перевірка системи координат проєкту

### 3. Підключення другого WMS-сервісу

3.1. У тому ж розділі WMS/WMTS, натисніть New.

3.2. Вкажіть параметри:

Name: eAtlas\_WMS;

URL: <https://maps.eatlas.org.au/maps/wms>

3.3. Натисніть ОК, потім Connect.

3.4. Виберіть шар World: Hillshading.

3.5. У параметрах шару змініть Encoding на *JPEG* та Tile size на  $200 \times 200$ .

3.6. Натисніть Add і застосуйте часткову прозорість 40–60%, щоб поєднати з іншими шарами.

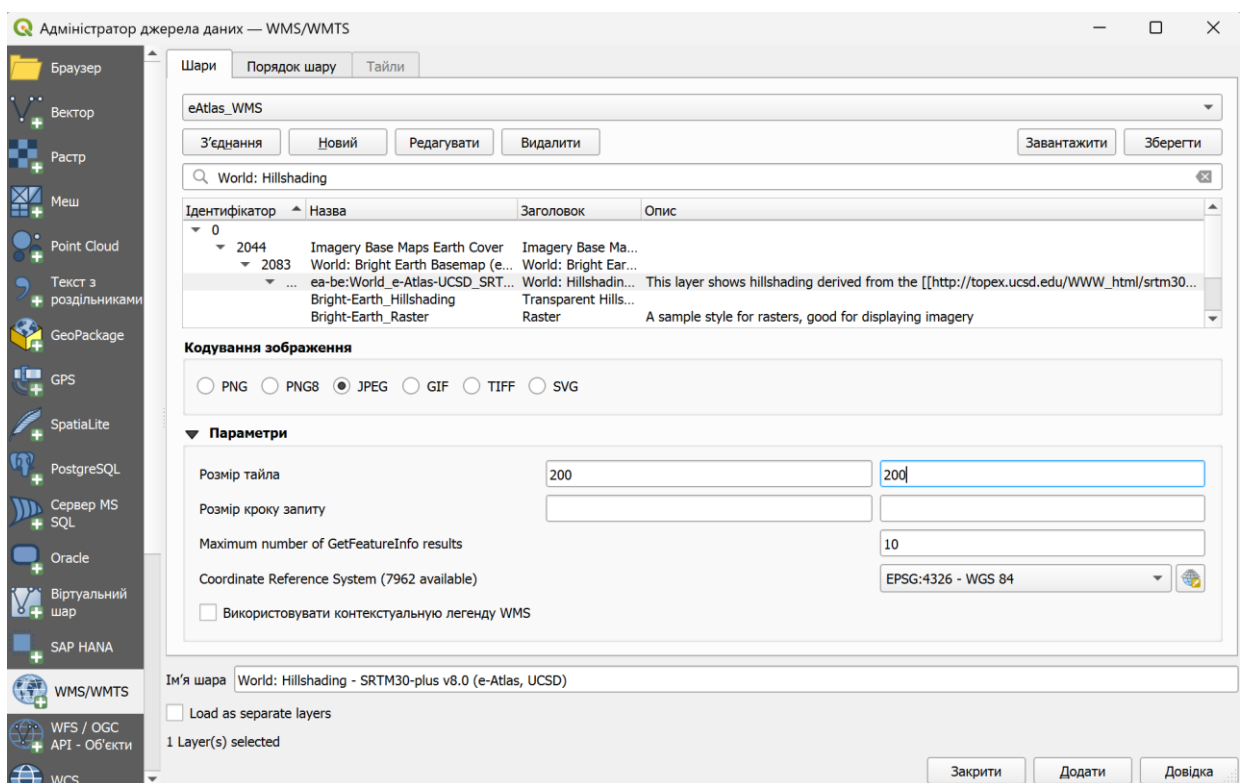


Рисунок 12.3 – Підключення другого WMS-сервісу  
та вибір шару World: Hillshading

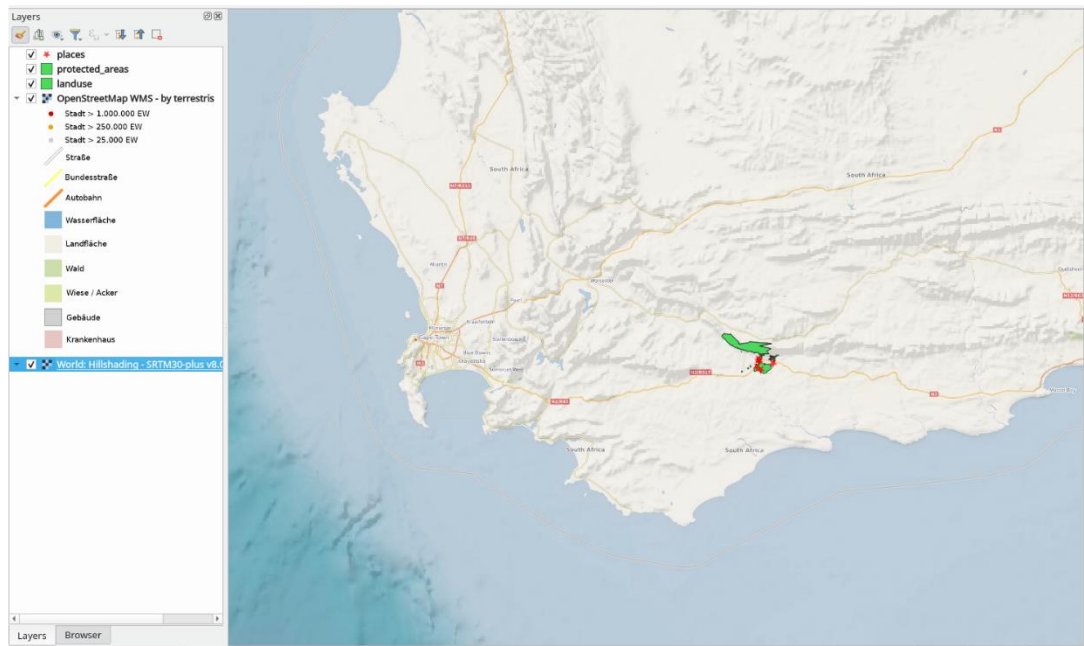


Рисунок 12.4 – Результати підключення шару World: Hillshading

#### 4. Пошук додаткових WMS-ресурсів

4.1. Відкрийте у браузері сайт <https://directory.spatineo.com>.

4.2. Знайдіть відкритий WMS із покриттям території України або  
вашого \_\_\_\_\_ регіону.

4.3. Скопіюйте його URL і додайте до QGIS через WMS/WMTS - New connection.

4.4. Під'єднайте та додайте один із шарів до проєкту.

#### 5. Підключення до сервісу WFS

5.1. У Data Source Manager перейдіть до вкладки WFS / OGC API - Features.

5.2. Натисніть New і заповніть параметри:

Name: NSIDC;

URL: [https://nsidc.org/cgi-bin/atlas\\_south?version=1.1.0](https://nsidc.org/cgi-bin/atlas_south?version=1.1.0)

5.3. Натисніть Connect - з'явиться перелік шарів.

5.4. Зніміть позначку Only request features overlapping the view extent.

5.5. Виберіть шари antarctica\_country\_border та south\_poles\_wfs.

5.6. Натисніть Add - шари завантажуться на карту.

5.7. Відкрийте таблицю атрибутів шару south\_poles\_wfs і перевірте наявність полів.

5.8. Увімкніть підписи за полем name і змініть символіку точок.

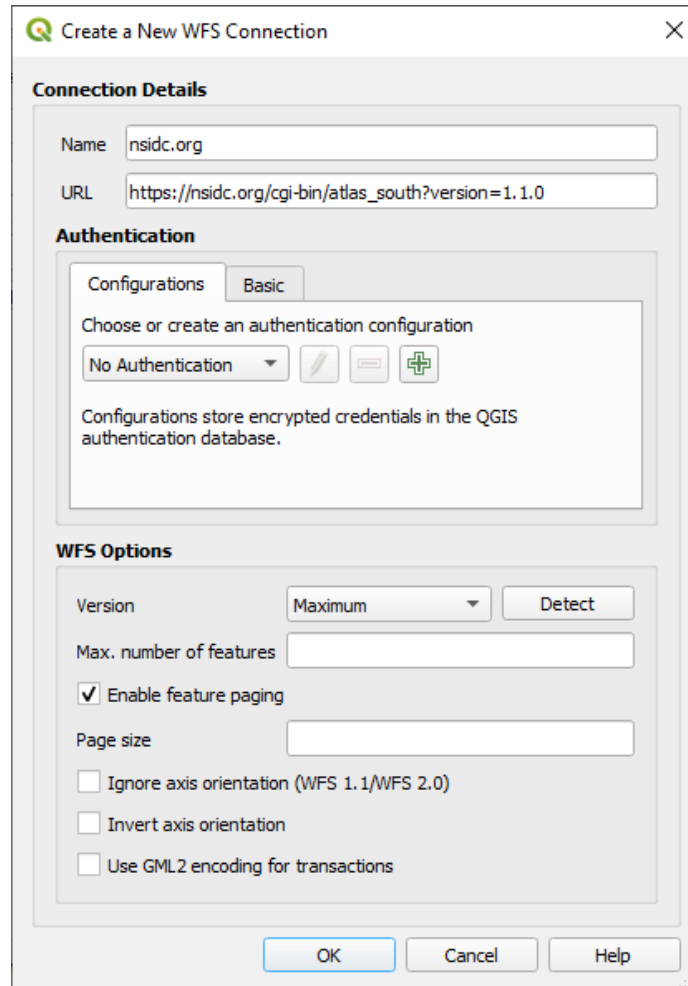


Рисунок 12.5 – Створення з'єднання з WFS-сервісом NSIDC

## 6. Виконання запиту до WFS-сервісу

6.1. У Data Source Manager - WFS знову під'єднайтеся до сервера NSIDC.

6.2. Знайдіть шар country\_borders\_excluding\_antarctica.

6.3. Натисніть Build Query.

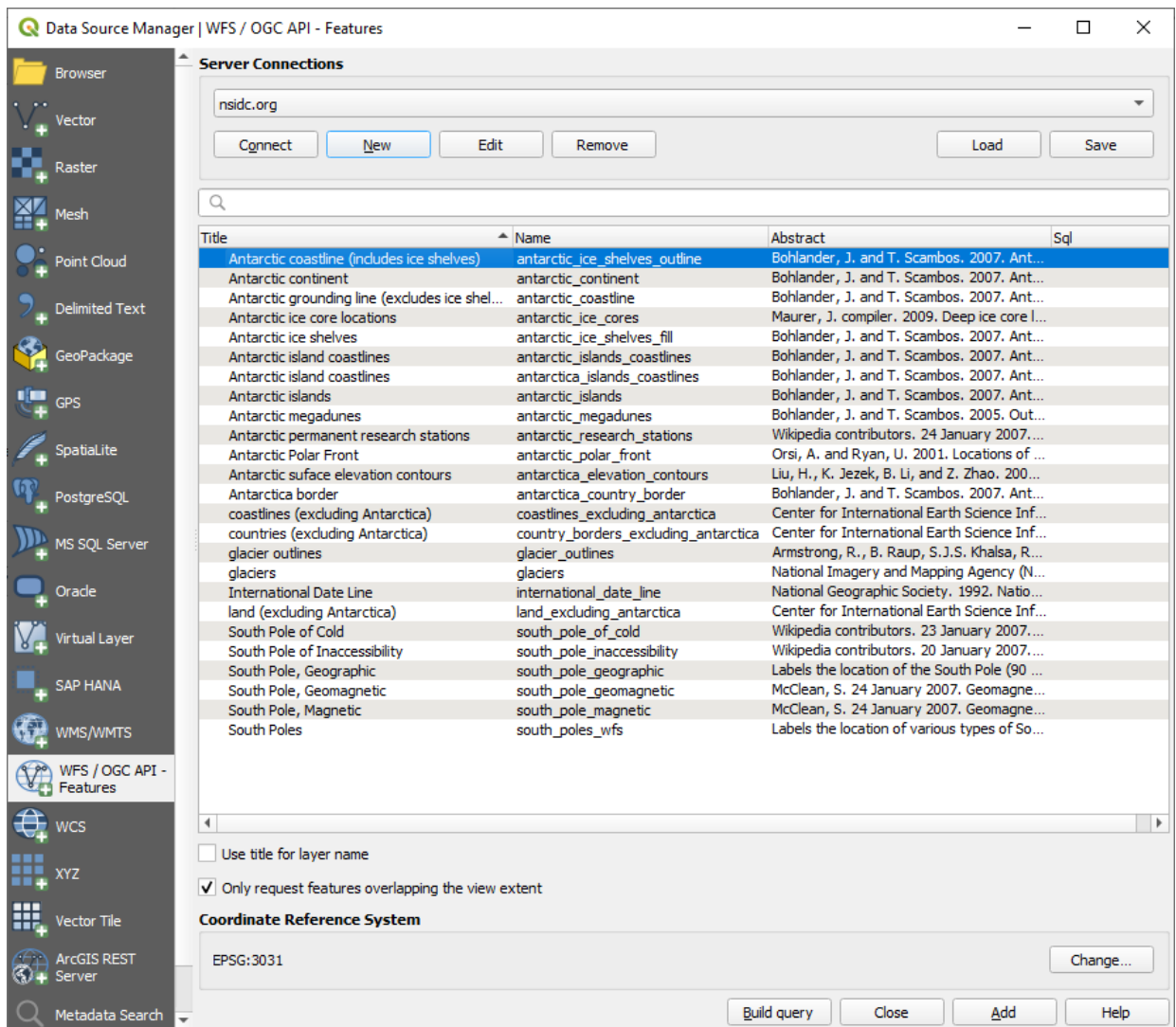


Рисунок 12.6 – Створення з'єднання з WFS-сервісом NSIDC та вибір доступних векторних шарів

6.4. У вікні SQL-запиту введіть:

```
SELECT * FROM country_borders_excluding_antarctica
WHERE "Countryeng" = 'Ukraine'
```

6.5. Натисніть ОК, потім Add.

6.6. Зверніть увагу на іконку фільтра біля шару - вона свідчить, що завантажено лише частину об'єктів.

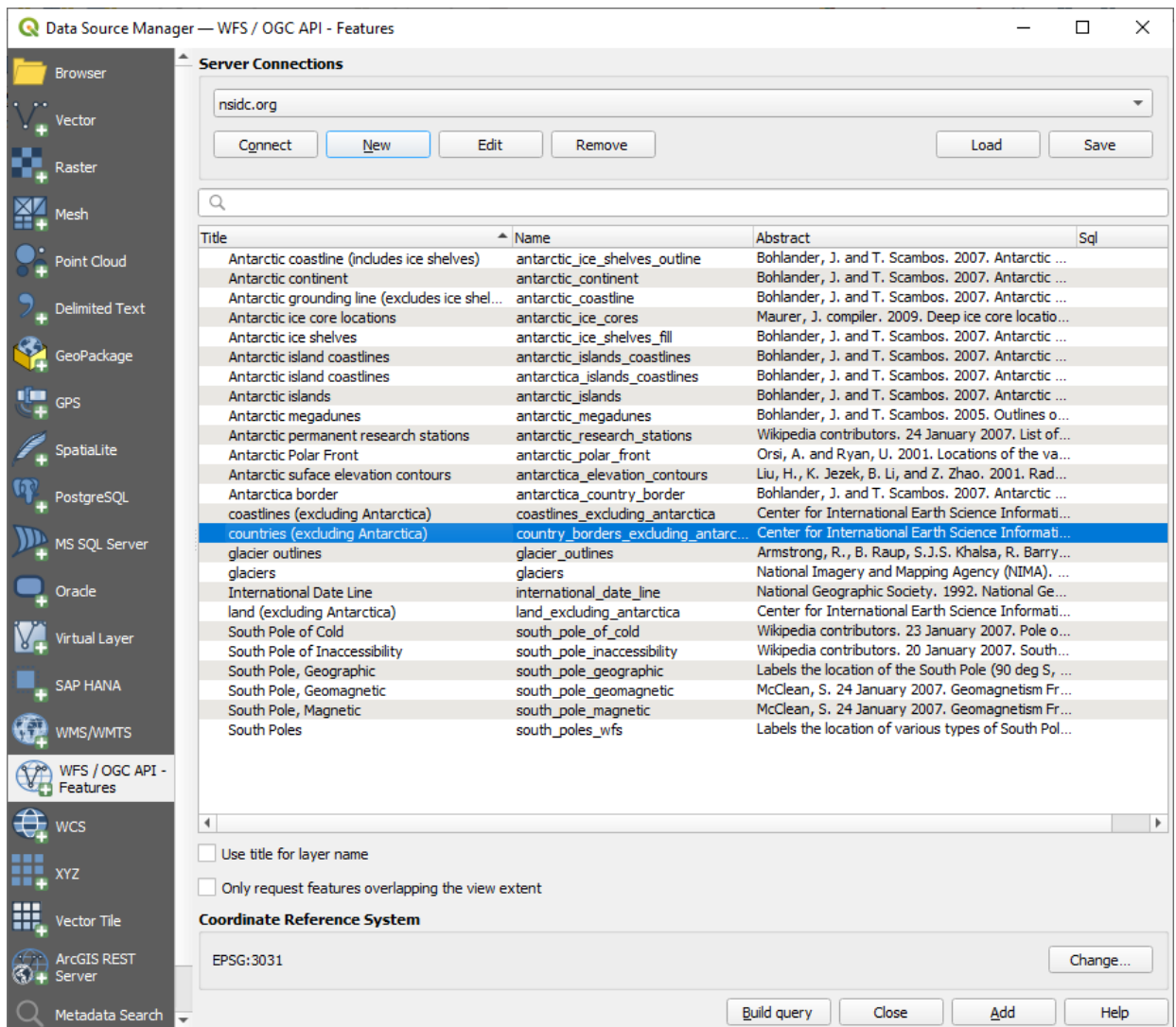


Рисунок 12.7 – Виконання SQL-запиту до WFS-сервісу для вибірки території України та порівняння WMS і WFS

## 7. Порівняння WMS і WFS

- 7.1. Для WMS-шару спробуйте відкрити властивості та змінити символіку - функція буде недоступна.
- 7.2. Для WFS-шару змініть колір ліній або точок - зміни застосуються одразу.
- 7.3. Відкрийте атрибутивну таблицю для WFS - дані доступні для запитів і аналізу.
- 7.4. Зробіть висновок про відмінності між типами сервісів.

#### 12.4. Контрольні питання

1. Що таке веб-сервіси OGC і яку роль вони відіграють у сучасних геоінформаційних системах?
2. У чому полягає різниця між автономною роботою ГІС та підключенням до онлайн-ресурсів через мережу?
3. Що таке WMS (Web Map Service) і який тип даних він надає користувачеві?
4. Як працює механізм оновлення зображення при масштабуванні карти у WMS-шарі?
5. Чому дані, отримані через WMS, не можна редагувати або змінювати їхню символіку?
6. Що таке WFS (Web Feature Service) і чим він принципово відрізняється від WMS?
7. Які переваги має використання WFS-шарів у порівнянні з WMS для аналітичних задач?
8. Які недоліки або обмеження має WFS у порівнянні з WMS?
9. Як у QGIS створюється нове підключення до WMS-сервісу (вказіть основні кроки)?
10. Як підключитися до WFS-сервісу та виконати SQL-запит для вибірки певної території?
11. Як відрізняється взаємодія з атрибутивною таблицею для WMS- і WFS-шарів?

### Список рекомендованої літератури

1. Пакет QGIS. URL: <https://qgis.org/> (дата звернення 15.01.2026).
2. Посібник користувача QGIS. URL: [https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/index.html) (дата звернення 15.01.2026).
3. Картографічний сервіс OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата звернення 15.01.2026).
4. Павленко Л.А. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2020. – 260 с.
5. Зубик А. І. ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні: навч. посібн. / А. І. Зубик. – Львів: Львівський національний університет імені І. Франка, 2021. – 580 с.
6. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2019. – 492 с.
7. Іщук О. О. Просторовий аналіз в ГІС : навч. посіб. / О. О. Іщук, М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков; за ред. акад. Д. М. Гродзинського. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2003. – 195 с.

## Додаток 1

Приклад титульного аркушу результатів практичної роботи

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
Кафедра електропостачання

Практична робота №1  
з дисципліни  
«ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ»

Виконав:

Студент гр. ГЕ-99

Іваненко І. І.

Перевірив:

Петренко П. П.