

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет
кафедра геодезії, картографії та управління територіями**

**ВПРОВАДЖЕННЯ ОФЛАЙН-ОРІЄНТОВАНОЇ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ
МОНІТОРИНГУ ОБ'ЄКТІВ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ
ФІЛІЇ ТОВ «ГАЗОРОЗПОДІЛЬНІ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ»)**

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

Виконала:

студентка 2 курсу, 208-М групи
спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій"
ОПП "Геодезія"
Марина МОРОЗЮК

Керівник :

к.геогр.н., доц. кафедри геодезії,
картографії та управління територіями
Антон МЕЛЬНИК

*До захисту допущено
на засіданні кафедри*

протокол № 3 від 18 листопада 2025 р.

Зав. кафедрою _____ доц. Дарчук К.В.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: - студентки 2 курсу, 208-М групи, спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій" другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: "Впровадження офлайн-орієнтованої геоінформаційної системи для моніторингу об'єктів газорозподільної інфраструктури (на прикладі Чернівецької філії ТОВ «Газорозподільні мережі України»)».

Основна мета дослідження полягає у розробленні та впровадженні офлайн-орієнтованої геоінформаційної системи для оперативного моніторингу, аналізу та оновлення просторових даних об'єктів газорозподільної інфраструктури Чернівецької філії ТОВ «Газорозподільні мережі України». У роботі визначено основні теоретичні засади створення офлайн-ГІС, а також проведено аналіз сучасних технологій, що забезпечують доступ до геоданих у польових умовах без підключення до мережі. Запропонована модель ГІС покликана підвищити ефективність польових інженерно-геодезичних робіт, забезпечивши оперативний доступ до актуальної інформації та можливість її оновлення напряму під час обслуговування газорозподільної інфраструктури.

Ключові слова: QGIS, QField, Mergin Maps.

ABSTRACT

Qualification work: - student of the 2nd year, group 208-M, specialty 193 "Geodesy and Land Management" of the second (master's) level of higher education on the topic: "Implementation of an offline-oriented geographic information system for monitoring gas distribution infrastructure objects (on the example of the Chernivtsi branch of LLC 'Gas Distribution Networks of Ukraine').".

The main purpose of the research is the development and implementation of an offline-oriented geographic information system for operational monitoring, analysis, and updating of spatial data of gas distribution infrastructure objects of the Chernivtsi branch of LLC "Gas Distribution Networks of Ukraine." The work defines the fundamental theoretical principles of creating an offline GIS and analyzes modern technologies that provide access to geodata in the field without network connection. The proposed GIS model aims to improve the efficiency of field engineering and geodetic work by ensuring prompt access to up-to-date information and enabling its direct updating during the maintenance of the gas distribution infrastructure.

Keywords: QGIS, QField, Mergin Maps.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Заява

Студентка Морозюк Марина Юріївна

Номер студентської книжки:

Я заявляю, що наукова робота:

Впровадження офлайн-орієнтованої геоінформаційної системи для моніторингу об'єктів газорозподільної інфраструктури (на прикладі Чернівецької філії ТОВ «Газорозподільні мережі України»)

1) Була підготовлена виключно мною, * і:

А. Не порушує авторські права третіх осіб у відповідність із законом про авторське право.

Б. Повністю або частково була використана в якості основи для отримання диплому про вищу освіту або наукового ступеня мною чи іншою особою.

2) Крім того, я заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи збігається з друкованою.

Даною заявою я підтверджую, що була проінформована про права та обов'язки студентки Університету, про правила, що стосуються перевірки оригінальності наукових робіт. Тому я заявляю, що я згодна на обробку моїх письмових робіт у відповідності з антиплагіатними процедурами Університету, а також на архівування цих робіт в базі даних інтернет системи Turnitin Similarity згідно з антиплагіатними правилами і процедурами Університету.

Я також свідома того, що у випадку, якщо робота написана мною, за рішенням Комісії університету буде містити факти, які суперечать умовам зазначеним у цій заяві, або, якщо коефіцієнти виходять за межі гранично допустимих норм (згідно **Додатку 2**), робота буде повернута на доопрацювання.

Дата

Підпис

***Беручи до уваги істотний внесок з боку керівника наукової роботи.**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	8
1.1 Системи транспортування та розподілу природного газу: структура, функціонування та регулювання	8
1.2. Геодезичний супровід системи газорозподільної інфраструктури.....	15
Висновки до розділу І.....	19
РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ГІС У СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ.....	21
2.1. Комплексне використання ГІС-технологій та платформи OPENSTREETMAP та JAVA OPENSTREETMAP EDITOR для оптимізації управління системами газопостачання	21
2.2 Застосування технологій OpenStreetMap та редактора JOSM для актуалізації просторових даних у сфері газопостачання.	25
2.3 Застосування QGIS для просторової обробки даних на підприємстві: функціональні основи та переваги для операційної діяльності.....	33
Висновки до розділу ІІ.....	38
РОЗДІЛ ІІІ Побудова незалежної від інтернет-підключення геоінформаційної платформи, призначеної для спостереження, фіксації стану та аналізу об'єктів газорозподільної системи	39
3.1 Формування офлайн-орієнтованої картографічної вебсторінки інтерфейсу з використанням геоданих, опрацьованих у QGIS.....	39
3.2 Організація офлайн-картографічного проєкту на базі QGIS для подальшого застосування в QField під час польових робіт	45
3.3 Розробка офлайн-картографічного рішення на основі QGIS із застосуванням платформи Mergin Maps	52
Висновки до розділу ІІІ.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

Вступ

Актуальність теми. Сфера розподілу природного газу є фундаментом енергетичної безпеки держави, гарантуючи стабільність роботи промисловості та комфорт побутових споживачів. Однак сучасний стан інфраструктури вимагає відходу від застарілих методів управління на користь цифровізації. У цьому контексті геоінформаційні системи (ГІС) та САПР стають не просто допоміжним інструментом, а критичною необхідністю. Ці технології дозволяють не лише фіксувати точне просторове розташування об'єктів, але й моделювати гідравлічні режими, аналізувати сценарії розвитку інфраструктури та прогнозувати вплив зовнішніх факторів -від демографічних змін до екологічних ризиків. Проте, ключовим фактором реальної ефективності ГІС є не просто наявність програмного забезпечення, а його адаптивність до організаційних та технічних змін на підприємстві.

Ключовим моментом для дослідження стали структурні трансформації в регіоні. З 1 березня 2024 року функції розподілу газу перейшли до Чернівецької філії ТОВ «Газорозподільні мережі України». Ця націоналізація та перетворення колишнього АТ «Чернівцігаз» на підрозділ державного оператора спричинили перегляд технічної політики підприємства, зокрема -відмову від пропрієтарного MapInfo Pro на користь відкритого та гнучкого QGIS. Саме цей технологічний зсув став каталізатором для оптимізації застосування ГІС.

Головним викликом експлуатації газових мереж є специфіка польових робіт. Інженерна інфраструктура часто розташована у важкодоступних місцях, підвальних приміщеннях або на віддалених територіях, де покриття мобільного інтернету є нестабільним або відсутнім. Використання онлайн-карт у таких умовах є ненадійним і сповільнює реагування на аварійні ситуації.

Впровадження офлайн-орієнтованої ГІС вирішує конкретну виробничу проблему: воно надає польовим інженерам доступ до всієї бази геоданих безпосередньо на місці виконання робіт (через планшети чи смартфони) та дозволяє вносити зміни, які синхронізуються пізніше. Це і є практичною реалізацією оптимізації ефективності функціонування систем газопостачання. Таким чином, дослідження фокусується на тому, як за допомогою сучасних

офлайн-технологій перетворити ГІС з «кабінетного» інструменту на надійного помічника в реальних польових умовах.

Метою дослідження є оптимізація застосування геоінформаційних систем, зокрема офлайн-ГІС на базі QGIS, для підвищення ефективності, надійності та оперативності функціонування систем газопостачання.

Об'єктом дослідження обрано село Білоусівка, що адміністративно належить до Сокирянської міської громади Дністровського району Чернівецької області.

Предметом виступають сучасні інструменти мобільного та веборієнтованого геоінформаційного забезпечення, їхнє практичне застосування, функціональні можливості та ефективність.

Під час написання дипломної роботи було поставлено та вирішено **завдання:**

- здійснити теоретичне узагальнення принципів роботи газової інфраструктури та специфіки виконання топографічних робіт на цих об'єктах;
- Провести дешифрування й аналіз даних засобами OSM, JOSM, MapInfo та QGIS для визначення найефективнішої системи у газовій сфері;
- обґрунтування вибору оптимального технологічного рішення щодо мобільного картографування та польової синхронізації даних.

Методи дослідження. Під час виконання роботи було застосовано комплекс методів, що забезпечив всебічний і обґрунтований аналіз. До загальнонаукових належали аналіз, синтез, моделювання, порівняння, аналогія та прогнозування, які допомогли систематизувати інформацію та виявити основні закономірності. Серед конкретно-наукових використано розрахунково-конструктивний та порівняльно-географічний методи, завдяки яким було оцінено просторові особливості об'єкта. Спеціальні методи забезпечили точність вимірювань і створення коректних картографічних матеріалів. Таке поєднання дозволило отримати надійні та змістовні результати.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримані результати полягають в удосконаленні методики геоінформаційного моніторингу

газорозподільних мереж шляхом інтеграції відкритих просторових даних та інструментарію QGIS у єдиний технологічний процес. Вперше для досліджуваної ділянки розроблено та апробовано алгоритм створення автономної мобільної ГІС, що дозволило вирішити проблему інвентаризації та актуалізації даних про об'єкти критичної інфраструктури в умовах відсутності стабільного інтернет-зв'язку, забезпечивши при цьому високу точність позиціонування та автоматизовану синхронізацію без використання вартісних комерційних рішень.

Практичне застосування отриманих результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості безпосереднього впровадження розробленої геоінформаційної технології у виробничі процеси Чернівецької філії ТОВ «Газорозподільні мережі України». Запропонована методика використання мобільних ГІС-рішень дозволяє експлуатаційним службам здійснювати моніторинг та інвентаризацію об'єктів у режимі реального часу, забезпечуючи безперервність роботи навіть за відсутності інтернет-з'єднання. Це суттєво підвищує оперативність реагування на аварійні ситуації та надає керівництву філії високоточну просторову інформацію, необхідну для прийняття обґрунтованих проектних рішень щодо реконструкції та перспективного розвитку газових мереж регіону.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 22 одиниць найменувань. Загальний обсяг роботи становить 63 сторінки друкованого тексту.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

1.1 Системи транспортування та розподілу природного газу: структура, функціонування та регулювання

Ефективність газопостачання країни залежить від складної інженерної інфраструктури, яка регулюється на законодавчому рівні. Згідно із Законом України «Про трубопровідний транспорт», уся газотранспортна мережа держави структурно поділяється на два рівні: магістральну та промислову.

Цікавим нюансом класифікації є те, що розподільні мережі, які забезпечують газом наші міста та села, юридично відносяться саме до промислового трубопровідного транспорту. Це підкреслює високий рівень небезпеки та відповідальності при їх експлуатації.

Оскільки газ є вибухонебезпечною речовиною, будь-яка діяльність у цій сфері - від проектування креслень до прокладання труб чи ремонту засувки - суворо контролюється державою. Роботи виконуються виключно за наявності ліцензії. Усе обладнання та об'єкти підлягають обов'язковій перевірці на відповідність стандартам. Порядок видачі ліцензій визначається Кабінетом Міністрів, а безпосередній нагляд здійснюють профільні центральні органи влади.

Хоча ми звикли говорити переважно про природний газ (метан), який є домінуючим паливом для промисловості та побуту в Україні, технічно системи газопостачання розраховані на роботу і з іншими видами палива:

1. Скраплені вуглеводневі гази (СВГ).
2. Суміші пропану-бутану з повітрям (використовуються рідше, переважно в автономних системах).

Тепер розглянемо детальніше етапи технологічних процесів системи газопостачання, щоб зрозуміти фізику транспортування.

Газ, що виходить зі свердловини, ще не готовий до використання. Спочатку він потрапляє на установки комплексної підготовки газу (УКПГ або ПГТ). Тут його осушують, очищають від механічних домішок (піску, пилу) та агресивних хімічних сполук (сірководню), щоб запобігти корозії труб.

Очищений газ потрапляє в "артерії" енергосистеми -магістральні газопроводи. Це інженерні споруди колосального масштабу. Труби мають великий діаметр (зазвичай 700–1400 мм), що дозволяє прокачувати величезні обсяги палива. Це не просто одна труба, а складна мережа, що включає паралельні нитки, перемички та лупінги (ділянки подвоєного трубопроводу для збільшення пропускної здатності). Газ не тече сам по собі на тисячі кілометрів - він втрачає енергію через тертя об стінки труб. Щоб підтримувати рух, використовуються компресорні станції (КС), які стоять на початку магістралі та створюють початковий високий тиск (до 7,5 МПа або 75 атмосфер). Проміжні КС розташовані по трасі газопроводу через певні інтервали, щоб "дотискати" газ, компенсуючи втрати тиску.

У точках, де газ потрібно передати споживачам (містам, заводам), магістраль закінчується, розташовані газорозподільні станції (ГРС). Їх будують поблизу населених пунктів, і вони виконують роль "понижувальних трансформаторів" для газу. Головною функцією ГРС є редукування, тобто зниження тиску з магістрального рівня до безпечного розподільного (0,3–1,2 МПа) та підтримання його стабільним незалежно від того, скільки газу споживає місто в даний момент. Також на ГРС газу надають специфічного запаху (одоризація), щоб споживачі могли відчувати витік.

Після проходження ГРС починається зона відповідальності місцевих газових господарств. Система газопостачання населеного пункту складається з

джерела надходження газу, розгалужена мережа розподільчих газопроводів та внутрішнього газового обладнання будівель.

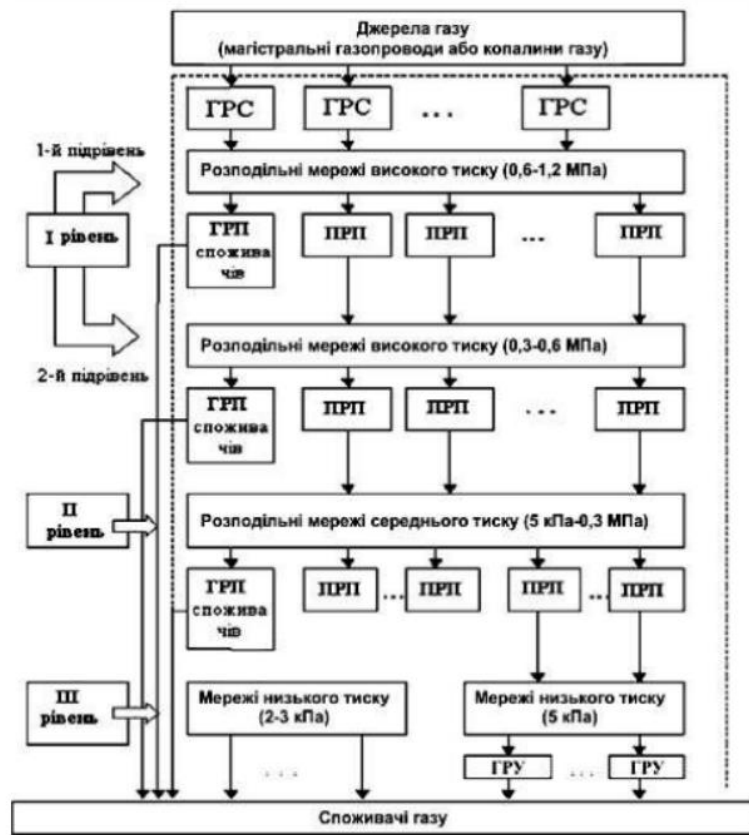


Рисунок 1.1. Узагальнена структурна схема системи розподілу газу з трирівневою подачею в межах населеного пункту

Системи газопостачання населених пунктів будуються з урахуванням робочого тиску в мережі, тому газопроводи традиційно поділяють на три основні категорії: високого, середнього та низького тиску. Кожен з цих рівнів виконує свою функцію в структурі газорозподілу, а їхня взаємодія забезпечується за допомогою газорегуляторних пунктів (ГРП), які стабілізують тиск і створюють необхідні умови для безпечної подачі газу споживачам.

Інженерна складність газопостачання полягає в дисбалансі між видобутком і споживанням. Свердловини працюють у відносно стабільному режимі, тоді як споживання газу - процес хаотичний. Воно коливається протягом доби (вдень більше, вночі менше), днів тижня, але найкритичнішою є сезонна

нерівномірність. Взимку попит на газ зростає в рази через опалення, і газотранспортна система не може перекрити цей пік лише поточним видобутком.

Для вирівнювання ("демпфування") цих коливань використовують підземні сховища газу (ПСГ). Це найбільш економічно виправданий метод акумуляції ресурсу. В Україні, завдяки геологічним особливостям, набули поширення пластові сховища. По суті, це гігантські природні резервуари - виснажені газові чи нафтові родовища, а також пористі водоносні горизонти, які тепер використовуються для циклічного зберігання палива.

Технологічний цикл PSG включає:

- пласт-колектор - геологічна структура на глибині сотень метрів, де накопичується газ;
- свердловинний фонд - нагнітально-експлуатаційні свердловини, що працюють у реверсному режимі (влітку закачують, взимку відбирають);
- наземна інфраструктура - установки для комплексної підготовки газу. Піднятий із пласта газ потрібно очистити від механічних домішок, осушити (видалити вологу) та за необхідності охолодити;
- компресорні цехи - забезпечують необхідний тиск для закачування або подачі в магістраль.

Кінцева подача газу зі сховища до споживачів відбувається через газорозподільні станції (ГРС).

Також важливо розуміти, що система газопостачання - це єдиний гідравлічний організм. Будь-які зміни параметрів в одній точці неминуче впливають на всю мережу. Зниження тиску на магістральному вході, зміна обсягів видобутку на родовищі чи аварійна зупинка компресора миттєво позначаються на режимах роботи інших елементів, аж до кінцевих мереж населених пунктів. Це вимагає складного диспетчерського керування потоками.

Система газопостачання населених пунктів, згідно з нормами ДБН В.2.5-20:2018, являє собою розгалужену інфраструктуру, призначену для доставки природного газу різним категоріям споживачів. Вона охоплює комплекс основних об'єктів транспортування, що включає міжселищні та розподільні газопроводи, деталізовані внутрішньоквартальні мережі та вводи до будівель. Сюди ж відносяться спеціалізовані лінії, що забезпечують паливом великих споживачів, таких як промислові підприємства, теплові електростанції, котельні та автомобільні газонаповнювальні компресорні станції. Невід'ємною частиною цієї мережі є численні газорегуляторні пристрої різного масштабу - від великих стаціонарних ГРП і блочних ГРПБ до компактних шафових та будинкових регуляторів тиску, які відповідають за підтримку необхідного робочого тиску.

Окрім інфраструктури природного газу, система інтегрує додаткові елементи, що дозволяють використовувати зріджені та стиснені гази, задовольняючи потреби побутових, комунальних та промислових споживачів. До цієї частини комплексу входять об'єкти для роботи з альтернативними видами палива, такі як газонаповнювальні станції та пункти, склади балонів та автомобільні газозаправні станції (АГЗС). Можливості автономного постачання реалізуються через резервуарні, групові та індивідуальні газобалонні установки. Такий широкий спектр обладнання забезпечує універсальність системи, можливість застосування різних видів газопалива та гарантує стабільність енергопостачання.

Проекти систем газопостачання повинні суворо відповідати комплексу нормативних документів, що регулюють безпеку експлуатації, пожежну безпеку, охорону праці та захист навколишнього середовища. Реалізація заходів безпеки є обов'язковою як на етапі будівництва, так і протягом усього періоду експлуатації об'єктів. Основними керівними документами є ДБН В.2.5-20:2018 та ДНАОП 0.00-1.20-98 для забезпечення загальної безпеки газопостачання; НАПБ А.01.001-95, СНиП 2.01.02-85* та ГОСТ 12.1.004-91 для дотримання норм пожежної безпеки; Закон України «Про охорону праці» для

захисту працівників; а також ДБН А.2.2-1-95 для оцінки впливу на навколишнє середовище.

Ключовою класифікацією в проектуванні є розподіл газопроводів за робочим тиском транспортованого газу, визначений у ДБН В.2.5-20:2018. Залежно від цього критерію, системи поділяються на чотири основні категорії:

- газопроводи високого тиску I категорії - тиск від 0,6 до 1,2 МПа (або до 1,6 МПа для ЗВГ);
- газопроводи високого тиску II категорії - тиск від 0,3 до 0,6 МПа;
- газопроводи середнього тиску - тиск від 0,005 до 0,3 МПа;
- газопроводи низького тиску - тиск до 0,005 МПа (5000 Па).

Важливо зазначити, що всі ці значення представляють надлишковий тиск (без урахування атмосферного). Однак аналітичні розрахунки, що використовуються для проектування, підбору обладнання ГРС та ГРП, вимагають застосування значень абсолютного тиску газу.

Вибір оптимальної конфігурації газової мережі - це не шаблонне рішення, а складний інженерний пошук балансу. При проектуванні неможливо просто обрати кількість ступенів редукування чи геометрію труб навантаження. Кінцева схема завжди спирається на глибоке техніко-економічне обґрунтування (ТЕО).

Інженер має проаналізувати цілий комплекс факторів: наскільки щільною є забудова, які обсяги палива реально потрібні споживачам зараз і в перспективі, наскільки складно буде експлуатувати мережу в конкретних місцевих умовах. Але пріоритетом завжди залишаються надійність та безпека.

Залежно від масштабу населеного пункту та потреб промисловості, архітектура мережі може суттєво відрізнятися за складністю ("ступінчастістю"):

- одноступеневі системи - це найпростіший варіант. Тут газ рухається від джерела до споживача під одним тиском. Це може бути або мережа виключно низького тиску (для невеликих селищ), або середнього (для певних промислових зон).

- двоступеневі системи - це більш універсальний підхід, де поєднуються два рівні тиску. Наприклад, магістраль середнього тиску живить розподільчі мережі низького тиску. Можливі комбінації: "середній + низький", "високий (II категорії) + низький" або "високий (I категорії) + середній".

- триступеневі системи - використовуються у великих містах. Тут газ проходить довгий шлях трансформації: від високого тиску (I або II категорії) через середній і до низького, який заходить у квартири.

- багатоступеневі системи - це найскладніші мережі для мегаполісів, де задіяні всі чотири діапазони тиску: обидві категорії високого, середній та низький. Це дозволяє гнучко керувати потоками величезних обсягів палива.

"Містком" між газопроводами з різним тиском слугують спеціальні інженерні споруди -газорегуляторні пункти різних типів (ГРП, ГРПБ) або шафові установки (ШРП, КБРТ). Саме вони відповідають за безпечне зниження тиску до потрібного рівня перед подачею газу далі по ланцюжку.

Конфігурація труб на плані місцевості (трасування) визначає надійність постачання. Глобально виділяють дві базові схеми та їх комбінації: тупикові (розгалужені) та кільцеві мережі.

Під час розроблення мереж газопостачання для будь-якого населеного пункту одним із ключових етапів є визначення оптимальної структури мережі, тобто вибір між переважним використанням кільцевих або розгалужених газопроводів. На практиці найчастіше застосовують змішану схему, коли основні кільцеві магістралі формують «каркас» системи, а від них відходять окремі тупикові відгалуження, які забезпечують газом окремі райони чи групи

споживачів. Така будова робить мережу більш стійкою до будь-яких непередбачених ситуацій, адже кільцеві лінії дають змогу перерозподіляти газові потоки у разі аварії, планових ремонтів або різких змін у споживанні, не припиняючи подачі газу до житлових будинків чи підприємств. Фактично, чим більша частина мережі виконана у вигляді замкнених контурів, тим вищою є її експлуатаційна надійність та здатність швидко адаптуватися до змін режиму роботи, що є особливо важливим для безпечного та стабільного газопостачання населення.

1.2 Геодезичний супровід системи газорозподільної інфраструктури

Якщо говорити простою мовою, геодезичне забезпечення - це міст між кресленнями проектувальника та реальною спорудою на місцевості. Це не просто «заміри», а ціла система організаційних та технічних рішень. Її головна мета - гарантувати, що кожен метр труби, кожен вузол чи споруда опиняться саме там, де це передбачено проектом і нормами безпеки, з точністю до міліметрів.

Сучасний комплекс геодезичних робіт вийшов далеко за межі простої роботи з нівеліром. Сьогодні це складний процес, що включає математичне та цифрове моделювання простору, аналітичну обробку даних, безпосередній перенос координат «з паперу» в натуру (на місцевість), суворий контроль геометричних параметрів під час будівництва.

Будівництво газопроводів та супутньої інфраструктури - це зона підвищеної небезпеки та відповідальності. Тому тут геодезичний процес має чіткий, законодавчо регламентований життєвий цикл. Його можна розділити на кілька ключових етапів, кожен з яких є критичним для кінцевого результату:

1.Фундамент точності (створення мережі). Перш ніж заїде перша техніка, геодезисти створюють так звану розбивочну основу. Це мережа опорних пунктів (як зовнішніх, так і внутрішніх), від яких будуть відштовхуватися всі

подальші вимірювання на майданчику. Без цієї "сітки" координат точне будівництво неможливе.

1. *Внесення в натуру (розбивка).* На цьому етапі проект переноситься на землю. Геодезисти маркують осі майбутніх газопроводів, межі котлованів, місця розташування тимчасових споруд.

2. *Монтажна геодезія.* Коли починається встановлення складного технологічного обладнання (наприклад, газорозподільних пунктів), потрібна окрема, високоточна розмічувальна мережа. Тут похибки неприпустимі, адже обладнання має ідеально стикуватися з комунікаціями.

3. *Контроль та виконавча документація.* Геодезисти перевіряють, чи відповідає збудований об'єкт проекту. На кожну трубу, кожен фундамент складається виконавча схема.

4. *Моніторинг стабільності.* Робота геодезиста не закінчується після монтажу. Критично важливо відстежувати, як поведуть себе ґрунти та конструкції під навантаженням. Цей моніторинг дозволяє попередити аварії ще до їх виникнення.

Для проектування та будівництва потрібна актуальна топографо-геодезична підоснова. Це не просто карти, а детальні плани великих масштабів та каталоги координат.

Вони мають адекватно відображати рельєф, забудову та інші елементи місцевості, що впливають на прокладання мереж. До таких матеріалів належать топографічні карти й плани відповідного масштабу, каталоги координат, а також допоміжні дані, за допомогою яких можна з високою точністю визначити положення елементів газорозподільної системи. Чим густіша забудова району, тим жорсткіші вимоги висуваються до точності геодезичних вимірювань та повноти відображення інформації на планах.

Робота з газовими мережами неможлива без якісної геодезії та картографії. Ці матеріали використовують на всіх етапах - від ідеї до експлуатації.

По-перше, це інструмент для проектування. Інженери спираються на них, коли розраховують, як провести газ до житлових будинків чи промислових об'єктів. По-друге, це основа для управлінців міста, які планують розвиток інфраструктури. Також ці дані критично важливі під час реконструкції мереж: вони дозволяють точно визначити довжину труб, обсяг земляних робіт і, відповідно, витрати. Крім технічної частини, плани потрібні для юридичного оформлення документів.

Фактично, планово-картографічні матеріали - це просторова основа, яка пов'язує всі дані в єдину систему координат. Інформацію фіксують або на папері (використовуючи умовні знаки), або в цифрових базах геоданих. Деталізація (масштаб) залежить від того, наскільки точні виміри потрібні в конкретній ситуації.

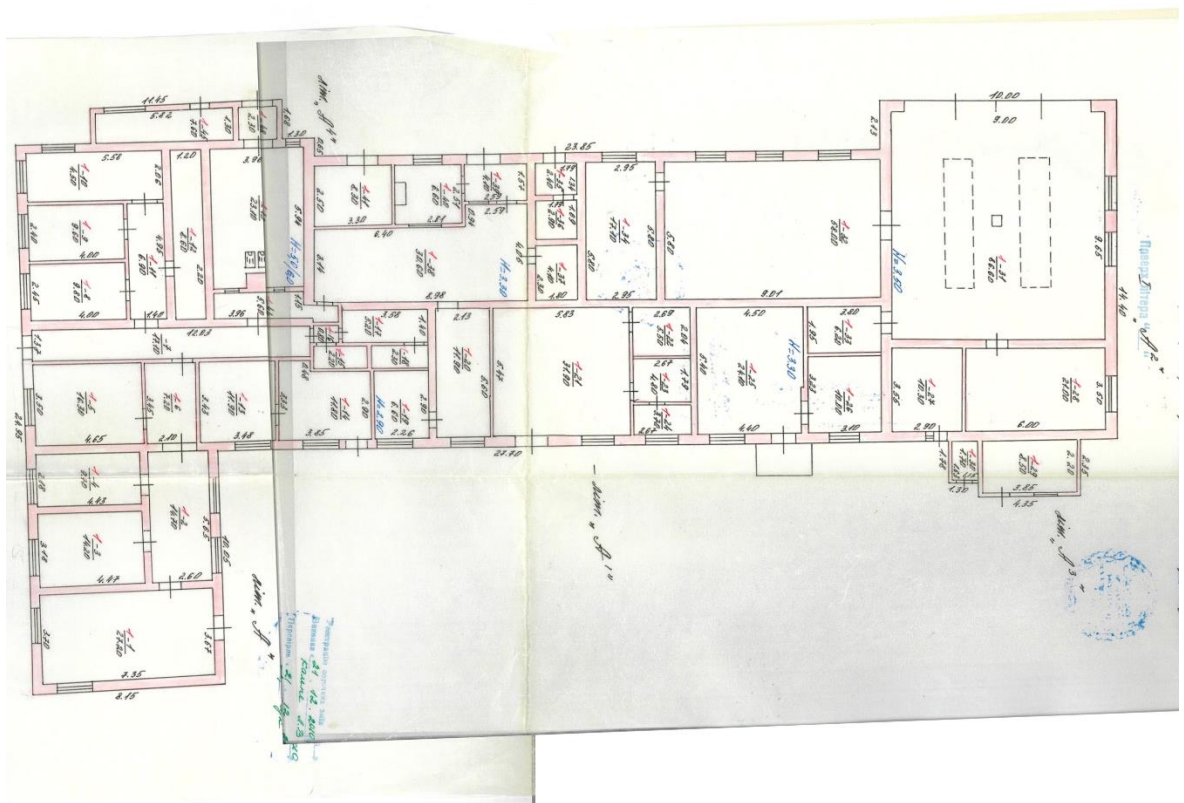


Рисунок 1.2. Зразок виконавчої схеми на будівлю

Якість проектування інженерних мереж напряму залежить від геодезичної підоснови. Головні вимоги до неї прості: дані мають бути точними, актуальними

та зручними в роботі. Якщо точність і деталізація диктуються насамперед масштабом зйомки, то легкість сприйняття креслення залежить від якості умовних знаків. Графічні матеріали мають бути читабельними та містити всі необхідні характеристики об'єктів, не будучи при цьому перевантаженими.

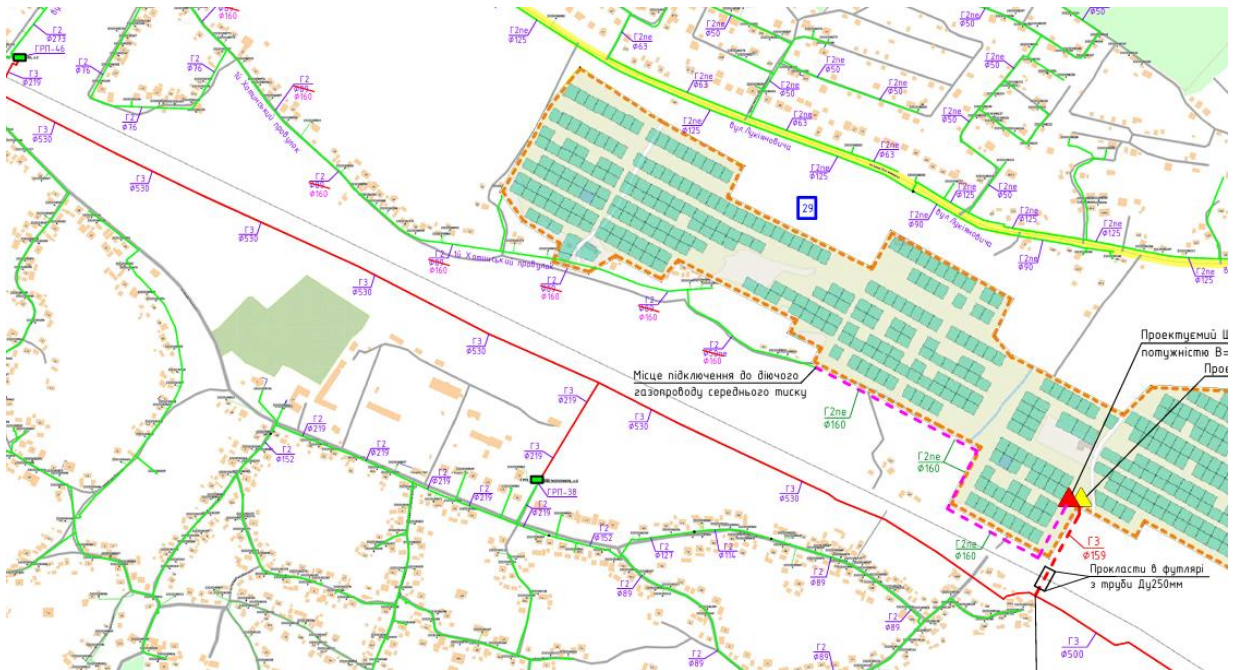


Рисунок 1.3. Фрагмент генплану забудови м.Чернівці

У роботі з просторовою інформацією ключовим критерієм якості є точність документації. Вона напряду залежить від того, наскільки коректно були проведені польові вимірювання (з урахуванням середніх квадратичних помилок) та чи не виникли похибки під час камеральної обробки, оцифрування паперових карт або дешифрування аерофотознімків.

Вибір масштабу для кадастрових робіт - це завжди пошук балансу. Від нього залежить не лише деталізація та читабельність планів, а й бюджет, час та трудомісткість проекту. Масштаб підбирають індивідуально для кожного населеного пункту, спираючись на декілька факторів, а саме: щільність забудови та насиченість інженерними комунікаціями, загальну площу території, наявність та актуальність старих геодезичних матеріалів.

Газові мережі мають свою специфічну географію. Це розгалужена система лінійних ділянок та вузлових точок. Саме ця територіальна розпорошеність та мережева структура диктують жорсткі вимоги до того, як ця інформація має зберігатися в базах даних.

Технічно мережа - це сукупність трубопроводів, що з'єднують джерела газу з кінцевими споживачами через пункти редукування та вузли обліку. Самі ж газопроводи класифікують за тиском, діаметром труб, матеріалом виготовлення та способом прокладання.

З точки зору моделювання, конфігурація газової мережі описується через топологію, геометрію та метрику. Головні топологічні характеристики, які важливо враховувати, - це зв'язність системи (що з чим з'єднано), наявність ізольованих ділянок, послідовність елементів, сусідство об'єктів, а також наявність циклів (кілець) та розгалужень.

Висновки до розділу I.

Варто відзначити, що у ході аналізу першого розділу ми детально розглянули специфіку роботи газотранспортних та газорозподільних мереж. Дослідження підтвердило, що система газопостачання - це не просто сукупність трубопроводів, а критично важливий, багаторівневий інженерний комплекс. Від його стабільності безпосередньо залежить енергетична безпека держави. У цьому контексті геодезичний супровід виступає не як допоміжна функція, а як фундаментальна основа на всіх етапах життєвого циклу об'єкта: від перших проєктних креслень до щоденної експлуатації та ремонту. Без точних просторових даних безпечне функціонування такої інфраструктури просто неможливе.

Окремий акцент у роботі зроблено на тому, що застарілі методи управління мережами вже не відповідають вимогам часу. Для підвищення ефективності експлуатації критично важливо впроваджувати інноваційні технології, створювати єдиний інформаційний простір, який об'єднує всі структурні

підрозділи підприємства, уніфікувати бази даних згідно з міжнародними стандартами.

Це дозволяє уникнути розрізненості інформації, коли геодезисти, проєктанти та аварійні служби користуються різними, часто несумісними даними.

Можна стверджувати, що сучасне геодезичне забезпечення газових мереж має еволюціонувати від класичних вимірювань до створення комплексних цифрових моделей. Це забезпечить прозорість процесів, швидкість прийняття управлінських рішень та, як наслідок, надійність газопостачання споживачів.

РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ГІС У СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

2.1 Комплексне використання ГІС-технологій та платформи OPENSTREETMAP та JAVA OPENSTREETMAP EDITOR для оптимізації управління системами газопостачання

Динамічний розвиток технологій та промисловості неминуче веде до стрімкого зростання енергоспоживання, адже ресурси необхідні як для підтримки комфорту в оселях, так і для безперебійної роботи підприємств. У цій новій реальності газорозподільна система припиняє бути лише набором інженерних комунікацій, трансформуючись у стратегічний актив, що визначає економічну стійкість та безпеку регіону. Саме тому фокус уваги зміщується з фізичного транспортування палива на інтелектуалізацію процесів: щоб впоратися із сучасними навантаженнями, галузь потребує впровадження новітніх інструментів управління, здатних гарантувати надійність мережі там, де старі підходи вже не працюють.

Функціонування будь-якого програмного комплексу, що працює з просторовими даними, нерозривно пов'язане з його фізичною основою - апаратним забезпеченням, яке виступає своєрідним фундаментом для всіх обчислювальних процесів. Без належної матеріальної бази навіть найдосконаліші алгоритми залишаються лише кодом, адже саме «залізо» бере на себе основне навантаження з обробки, архівації та візуалізації колосальних масивів геоінформації. Коли мова йде про технічне оснащення ГІС, некоректно розглядати лише центральний сервер чи робочу станцію оператора; це завжди комплексна екосистема взаємодіючих пристроїв. Вона охоплює повний цикл роботи з даними: від накопичувачів інформації різного типу до периферійних засобів введення, таких як дигітайзери та сканери, і, звісно, пристроїв візуалізації - плотерів, широкоформатних принтерів та дисплеїв високої роздільної здатності, що дозволяють детально аналізувати картографічні матеріали.

Особливу нішу в архітектурі сучасних геоінформаційних систем займає сегмент польового обладнання та інструментів точного позиціонування, що фактично стирає межі між офісною аналітикою та роботою на місцевості. Інтеграція з професійними геодезичними приладами, використання GNSS-приймачів для супутникової навігації та електронних вимірювальних систем дозволяє отримувати первинні дані з високою точністю безпосередньо в полі. Сукупність цих компонентів, що функціонують як єдиний налагоджений механізм, формує апаратну архітектуру системи. Від того, наскільки грамотно підібрана конфігурація та наскільки ефективно налаштована взаємодія між модулями, безпосередньо залежить стабільність роботи комплексу та швидкість обміну даними між його вузлами.

Масштабування технічної бази завжди диктується специфікою та обсягом завдань конкретного проекту. Для індивідуального дослідника чи невеликого відділу картографії цілком достатньо потужного персонального комп'ютера зі стандартним набором периферії, проте потреби великих промислових гравців вимагають зовсім іншого підходу. Корпоративні ГІС, що забезпечують життєдіяльність міських комунікацій або глобальних логістичних ланцюгів, потребують розгортання потужних серверних кластерів, організації захищених локальних мереж та облаштування десятків автоматизованих робочих місць. У таких випадках часто виникає необхідність інтеграції унікального, вузькоспеціалізованого обладнання, вартість якого може суттєво перевищувати бюджет стандартних ІТ-рішень, але ці витрати є виправданими з огляду на критичність виконуваних функцій.



Рисунок 2.1. Структура газотранспортної системи України

Саме на перетині потужної апаратної бази та програмних можливостей геоінформаційні системи стають незамінним інструментом для галузі газопостачання, дозволяючи кардинально оптимізувати процеси планування, поточного моніторингу та оперативного керування мережами. Впровадження таких технологій у газорозподільну сферу відкриває нові перспективи для бізнесу, проте водночас ставить перед інженерами та управлінцями серйозні виклики. Головним пріоритетом стає не просто автоматизація процесів, а гарантування безпеки інфраструктури та підвищення ефективності транспортування ресурсів, що можливо лише за умови надійної та безперебійної роботи всього апаратно-програмного комплексу.

Для глибокого розуміння процесів модернізації енергетичної галузі необхідно насамперед визначити сутність корпоративної геоінформаційної системи (ГІС). Це не просто програмне забезпечення, а багатофункціональне середовище, що об'єднує процеси збору, архівації, глибокого аналізу та візуалізації просторових даних. На практиці це виглядає як детальна цифрова модель усієї газопостачальної інфраструктури, що включає газопроводи, шафові

газорегуляторні пункти, станції катодного захисту та інші критичні вузли. Яскравим прикладом успішної імплементації такої технології є досвід АТ «Чернівцігаз», де система активно експлуатується з 2014 року, ставши фундаментом для оперативного планування, інженерних розрахунків та прийняття управлінських рішень.

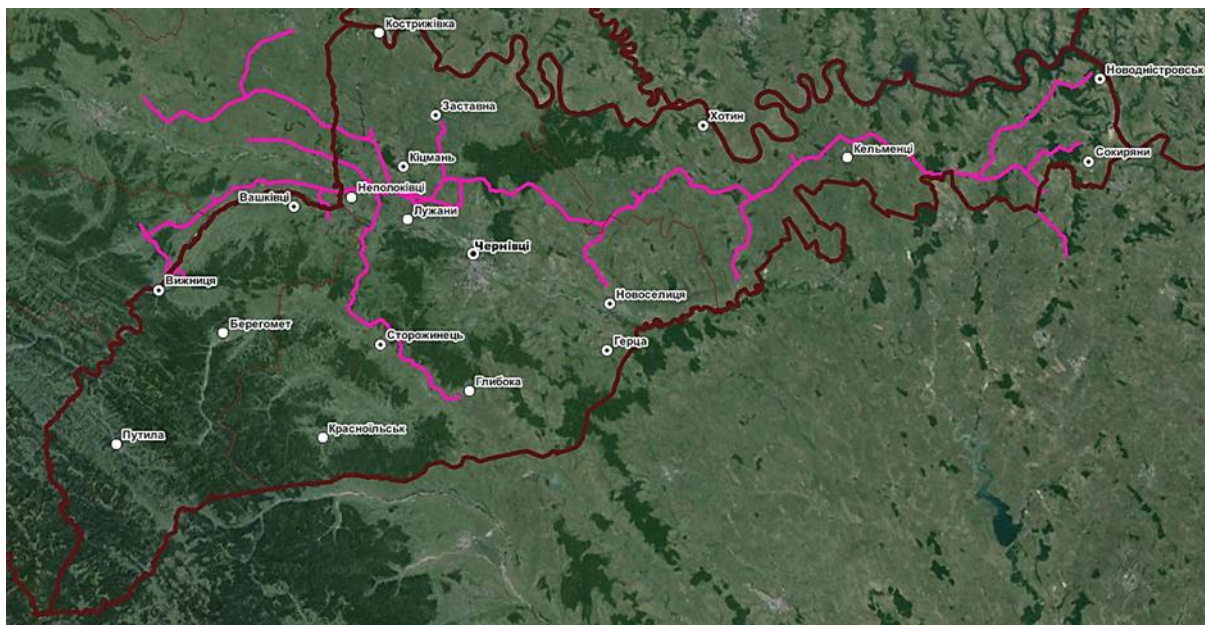


Рисунок 2.2. Схематичне відображення маршрутів магістральних газопроводів в Чернівецькій області

Впровадження ГІС-технологій докорінно змінює підходи до експлуатації мереж, дозволяючи переходити від реактивного реагування до превентивного менеджменту. Маючи перед очима цифрову карту, інженери можуть оптимізувати маршрути прокладання нових комунікацій та ремонтних бригад, що безпосередньо впливає на зниження операційних витрат. Більше того, можливість моніторингу в режимі реального часу перетворює систему на потужний інструмент безпеки: диспетчери отримують актуальну картину стану об'єктів, що дозволяє миттєво локалізувати потенційні загрози та гарантувати безперебійність постачання блакитного палива споживачам.

Однак цифровізація стратегічної інфраструктури неминує породжує нові виклики, серед яких на першому місці стоїть інформаційна безпека. Оскільки

ГІС оперує точними географічними координатами критичних об'єктів, захист цих даних від несанкціонованого доступу стає питанням національної безпеки. Паралельно виникає технічне завдання інтеграції: геоінформаційна платформа не повинна існувати у вакуумі, її необхідно синхронізувати з білінговими системами, SCADA та іншими управлінськими програмами. Лише створення єдиного інформаційного простору дозволить різним департаментам підприємства працювати злагоджено, оперуючи тотожними даними.

Дивлячись у майбутнє, стає зрозуміло, що функціонал ГІС буде лише розширюватися за рахунок новітніх технологій. Вже сьогодні галузь стоїть на порозі впровадження штучного інтелекту та машинного навчання, які здатні автоматизувати пошук аномалій у роботі мережі та прогнозувати аварійні ситуації ще до їх виникнення. Значний потенціал має також використання безпілотних літальних апаратів та супутникового моніторингу для дистанційної інвентаризації активів. Щоб ці інструменти працювали ефективно, розробники повинні постійно вдосконалювати інтерфейси програм, роблячи складну аналітику доступною та зрозумілою для кінцевого користувача.

Зрештою, жодна, навіть найдосконаліша технологія, не буде ефективною без кваліфікованого персоналу. Інвестиції в людський капітал є настільки ж важливими, як і інвестиції в сервери чи програмний код. Працівники газорозподільних компаній повинні володіти не лише базовими навичками роботи з картою, але й розуміти принципи управління даними та просторового аналізу. Системне навчання та постійна технічна підтримка фахівців є запорукою того, що цифрова модель газової мережі буде використовуватися на повну потужність, забезпечуючи надійність та стійкість енергопостачання регіону.

2.2. Застосування технологій OpenStreetMap та редактора JOSM для актуалізації просторових даних у сфері газопостачання

OpenStreetMap (OSM) сьогодні вийшов далеко за межі звичайної онлайн-карти, перетворившись у глобальну, динамічну базу геоданих. Завдяки принципу вільного редагування, спільнота волонтерів наповнює її детальною інформацією

про інфраструктуру: від дорожньої мережі та забудови до гідрографії та землекористування. Для фахівців ГІС цей ресурс є незамінним інструментом при вирішенні завдань логістики, територіального планування та урбаністики. Однак, специфіка краудсорсингу (колективна співпраця) має і зворотний бік: дані можуть бути фрагментарними, застарілими або містити неточності, внесені аматорами. Тому використання OSM у професійних інженерних системах завжди вимагає етапу верифікації та доопрацювання.

У контексті управління системами газопостачання критично важливим є не лише саме розташування об'єктів, а й їхні атрибутивні дані. OSM дозволяє фіксувати параметри, необхідні для прокладання та обслуговування труб: тип дорожнього покриття, ширину проїжджої частини, характеристики забудови тощо. Саме можливість оперативного оновлення мапи робить її пріоритетним джерелом для створення актуальної підоснови корпоративної ГІС, компенсуючи затримки в оновленні офіційної картографії.

В якості об'єкта для практичного відпрацювання методики було обрано село Білоусівка (Сокирянська міська громада, Дністровський район, Чернівецька область). Робота над оцифруванням місцевості розпочалася з налаштування робочого середовища редактора, де ключовим моментом є вибір та калібрування картографічної підкладки (супутникових знімків).

Однією з поширених проблем при роботі з дистанційним зондуванням є зміщення супутникових знімків відносно реальних координат. Без точної географічної прив'язки (ректифікації) всі нанесені об'єкти матимуть похибку.

Через меню «Тло» (Background) було проведено порівняльний аналіз доступних сервісів -Mapbox Satellite та Bing Aerial Imagery. Для території с. Білоусівка знімки від Mapbox Satellite виявилися більш якісними та деталізованими, що значно спростило процес дешифрування забудови та доріг.

Варто зазначити, що сервіс Bing, хоч і поступився деталізацією в межах населеного пункту, може бути корисним для векторизації лісових масивів або територій зі складним ландшафтом, де покриття Mapbox може бути менш чітким.

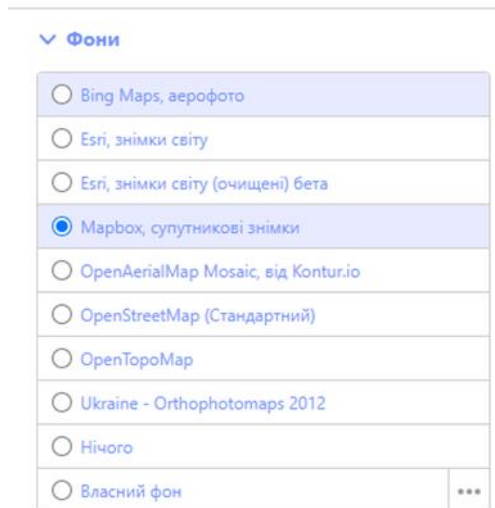


Рисунок 2.3. Доступні джерела супутникових знімків для дешифрування об'єктів

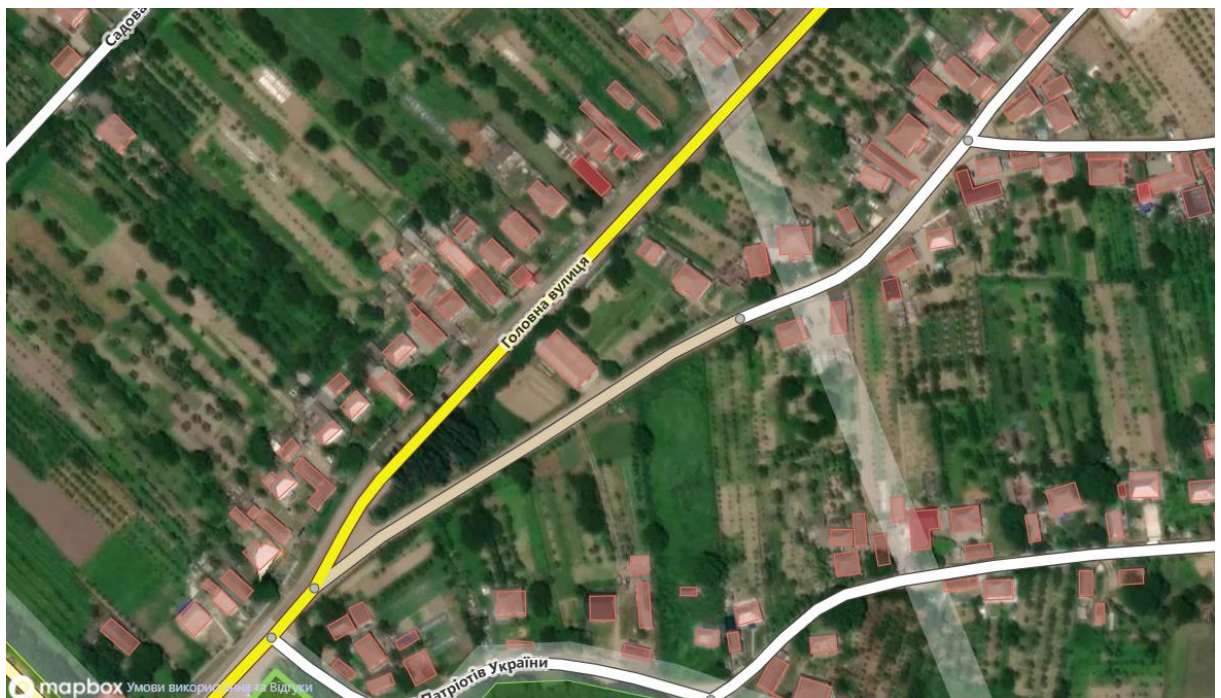


Рисунок 2.4. Фрагмент карти вулиці Головної в с. Білоусівка з використанням підкладки Mapbox Satellite

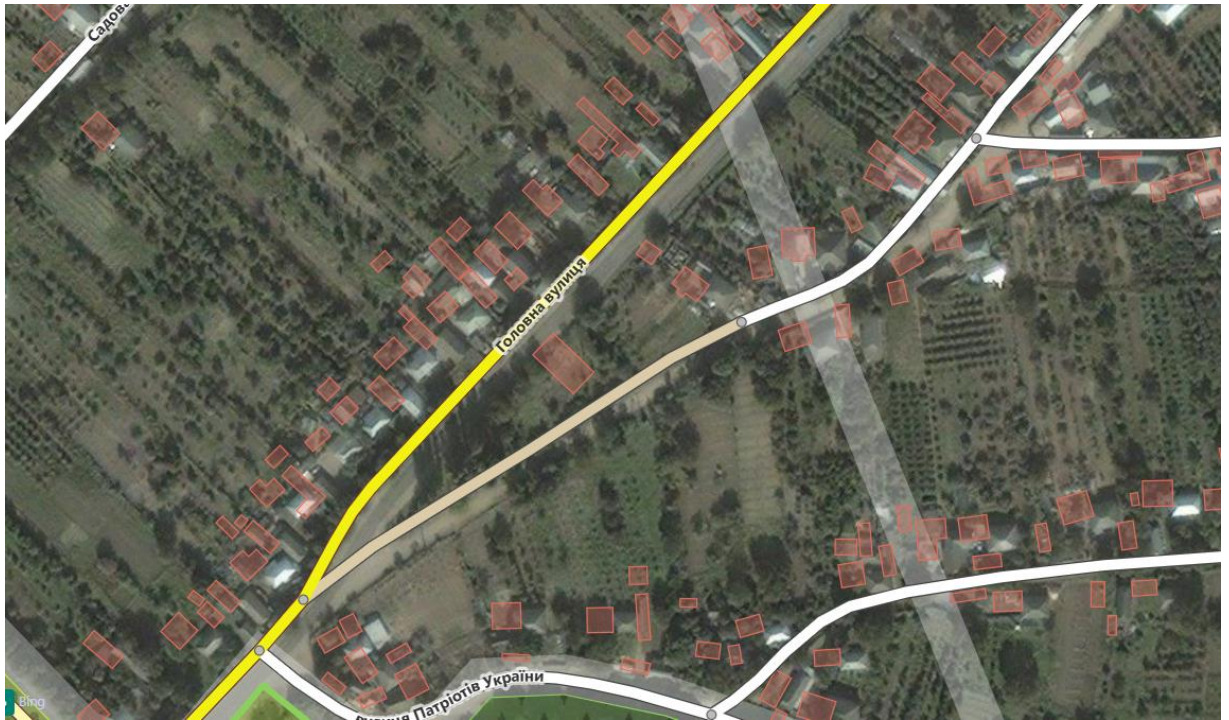
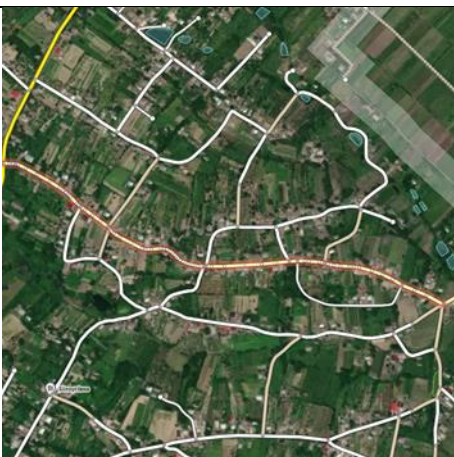
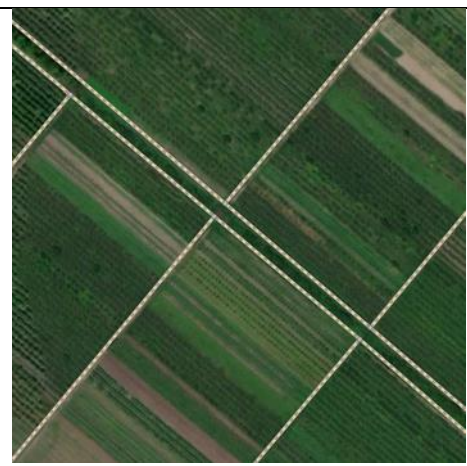


Рисунок 2.5 Відображення ділянки вул. Головної (с. Білоусівка) з використанням підкладки Bing

Проведений аналіз вулично-дорожньої мережі села Білоусівка дозволив виявити її структурну різноманітність. У ході дослідження всю сукупність шляхів населеного пункту було класифіковано за сімома основними типами:

Приклад	Опис
	Unclassified (Некласифіковані) - це звичайні дороги місцевого значення. Вони з'єднують невеликі населені пункти, але є менш важливими за третинні шляхи. Головне - не плутати їх із житловими вулицями чи польовими дорогами: це повноцінні шляхи, якими вільно проїде легковий автомобіль.

	Secondary (другорядна дорога) - це елемент загальної транспортної мережі, що поступається за значимістю головним трасам, але з'єднує менші населені пункти. Стандартно має розмітку та по одній смузі в кожен бік. У Білоусівці під ці критерії підпадає єдина вулиця - Головна.
	Residential (вулиця в житловій зоні) - дороги, уздовж яких розташовані переважно житлові будинки. Вони слугують для доступу мешканців до домівок. Транзитний рух на таких ділянках, як правило, не заборонений, проте є небажаним.
	Службовий проїзд (service) - це категорія доріг, призначених для під'їзду до конкретних об'єктів: житлових будинків, промзон, АЗС, кемпінгів чи пляжів. Цей тип також застосовують для позначення внутрішніх проїздів на парковках, заїздів у двори та глухих провулків.
	Tertiary (третинна дорога) - категорія доріг, що зв'язує периферію (села, віддалені населені пункти) з центрами громад. У міській смузі це транзитні вулиці, що об'єднують різні райони міста. Вони виконують роль проміжної ланки: збирають потік з місцевих проїздів і спрямовують його на основні траси.

	Track (путівець) - це польова або лісова дорога, призначена переважно для аграрної та лісової техніки. Як правило, такі шляхи не мають твердого покриття (ґрунтівки), проте зустрічаються і варіанти з насипом гравію чи старим твердим покриттям. Вони слугують сполучною ланкою між фермами, полями та лісовими масивами, дозволяючи проїзд двоколіїному транспорту.
	Стежка (path) - це універсальний маршрут, закритий для автомобілів (якщо немає спеціальних винятків). Вона призначена для пішоходів, велосипедистів, вершників, а взимку - для лижників чи снігоходів. Покриття такої дороги може бути будь-яким: від звичайної ґрунтівки до твердого настилу.

Після завершення векторизації дорожньої мережі наступним етапом стало дешифрування забудови. Це критично важливий крок для забезпечення повноти та інформативності карти. Основна робота з просторовими даними проводилася у середовищі Java OpenStreetMap Editor (JOSM). Цей інструмент було обрано через його розширені можливості для редагування складних об'єктів та виправлення топологічних помилок, що значно перевершує функціонал стандартних веб-редакторів.

Для оптимізації процесу нанесення будівель (контурів споруд) я застосував спеціалізований модуль `buildings_tools`. Його використання дозволяє автоматизувати рутинні дії: замість ручного вимальовування кожного кута плагін дає змогу наносити геометрію будинків у два кліки, автоматично вирівнюючи кути та додаючи відповідні теги. Це суттєво підвищило точність дешифрування та швидкість опрацювання супутникових знімків. Практична апробація цієї методики відбувалася на прикладі населеного пункту - села Білоусівка.

Щоб покращити видимість об'єктів після завантаження карти, ми підключили додаткові шари - підкладки. Використання знімків від Mapbox Satellite та Bing дало змогу перевіряти актуальність даних і краще орієнтуватися на місцевості.



Рисунок 2.6. Інтерфейс JOSM після виконання дешифрування вибраної території

По завершенні редагування в JOSM критично важливо зафіксувати внесені зміни, відправивши їх на сервер OpenStreetMap. Це робиться через кнопку завантаження (Upload) у меню. Саме після цього оновлені дані стають доступними для всієї спільноти користувачів мапи. Перед відправкою я завжди проводжу перевірку даних (валідацію), щоб уникнути технічних помилок чи неточностей.

Наступний крок - інтеграція цих даних у ГІС-середовище. Щоб отримати інформацію з OSM у форматі, придатному для геоінформаційних систем, я використовую сервіс HOT Export Tool. Він дозволяє швидко вивантажити потрібний фрагмент мапи, гнучко налаштувавши параметри експорту. Це значно спрощує подальший аналіз та обробку просторових даних у профільних програмах.

Спочатку заповнюємо вкладку «Опис»: вказуємо назву проекту та окреслюємо територію, яку потрібно зберегти. Це дозволяє чітко обмежити зону експорту та гарантує, що ми отримаємо коректні дані саме по потрібній ділянці.

Наступний крок -розділ «Формат». Тут необхідно визначити тип файлу для збереження. Обираємо Shapefile (.shp), оскільки цей формат є стандартним і найбільш зручним для подальшої обробки географічних об'єктів у спеціалізованому софті.

Далі переходимо на вкладку «Дані». Тут відмічаємо галочками конкретні шари, які нас цікавлять для експорту - в даному випадку це дорожня мережа та будівлі .

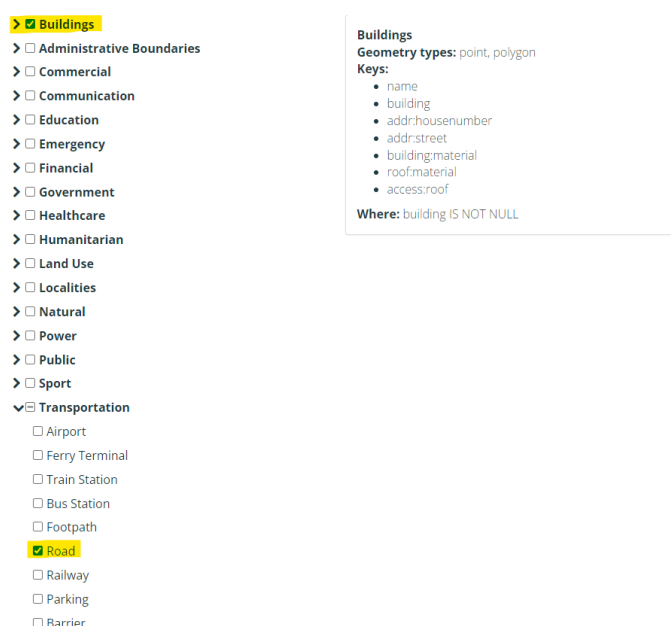


Рисунок 2.7. Відображення розділу "Дані"

Завершується процес завантаження архіву зі сформованими даними, які вже готові до використання або подальшого аналізу.

Використання OpenStreetMap та редактора JOSM є ключовим для якісної обробки просторових даних. Ці інструменти дозволяють актуалізувати карту: додавати нові об'єкти, виправляти геометрію та усувати помилки. Крім того, є можливість імпортувати зовнішні дані для збагачення картографічної основи. У результаті формується повноцінна база геоданих, яку можна використовувати для побудови логістичних маршрутів, створення тематичних карт та просторового аналізу зв'язків між об'єктами.

2.3 Застосування QGIS для просторової обробки даних на підприємстві: функціональні основи та переваги для операційної діяльності

Незважаючи на статус галузевого стандарту, тривала експлуатація MapInfo Pro виявила низку суттєвих технічних та економічних недоліків, що стають критичними в сучасних умовах.

При роботі з масивами даних, характерними для газорозподільних мереж, та одночасному доступі великої кількості користувачів, система демонструє нестабільність. Часті "зависання" інтерфейсу та аварійні закриття програми (crash) створюють ризик втрати незбережених правок, що неприпустимо при оперативному чергуванні.

Фахівці часто стикаються з незручністю внутрішньої логіки програми при класифікації об'єктів (адресація, кодування типів будівель). Це призводить до додаткових часових витрат на структурування баз даних.

Найбільш вагомим стримуючим фактором є фінансова модель пропрієтарного софту. Висока вартість ліцензування кожного робочого місця створює значне навантаження на бюджет підприємства, обмежуючи можливості масштабування відділів ГІС.



Рисунок 2.8. Відображення с. Білоусівка з використанням мапового фону з OpenStreetMap в MapInfo

Враховуючи вищезазначені фактори, перехід на QGIS розглядається не просто як заміна інструментарію, а як стратегічний крок для оптимізації виробничих процесів компанії. Відмова від дороговартісних ліцензій на користь вільного ПЗ дозволяє перенаправити ресурси на розвиток інфраструктури, при цьому значно підвищивши швидкість обробки просторових запитів та якість моніторингу мереж.

QGIS -це повнофункціональна кросплатформна система з відкритим вихідним кодом (Open Source), яка де-факто стає новим стандартом для комунальних підприємств. Її ключові переваги виходять за межі відсутності плати за використання. Платформа дозволяє вирішувати повний спектр завдань -від створення простих схем до складного просторового аналізу та моделювання територій. Архітектура програми побудована таким чином, що базовий функціонал можна нескінченно розширювати за допомогою плагінів. Це дозволяє "зібрати" ідеальне робоче середовище під конкретні потреби інженерів газової служби, не перевантажуючи інтерфейс зайвими кнопками.

Інструментарій та інтеграція даних (QuickMapServices) Яскравим прикладом ефективності модульної системи є плагін QuickMapServices. Він вирішує одну з найпоширеніших проблем ГІС-спеціалістів -пошук актуальної картографічної підоснови. Замість ручної прив'язки растрів, модуль надає миттєвий доступ до глобальних сервісів (Google Maps, OpenStreetMap, Bing, Esri Satellite) в один клік. Це дозволяє інженеру за лічені секунди отримати якісну підкладку для векторизації мереж або візуалізації проекту, минаючи складні етапи налаштування серверних з'єднань.

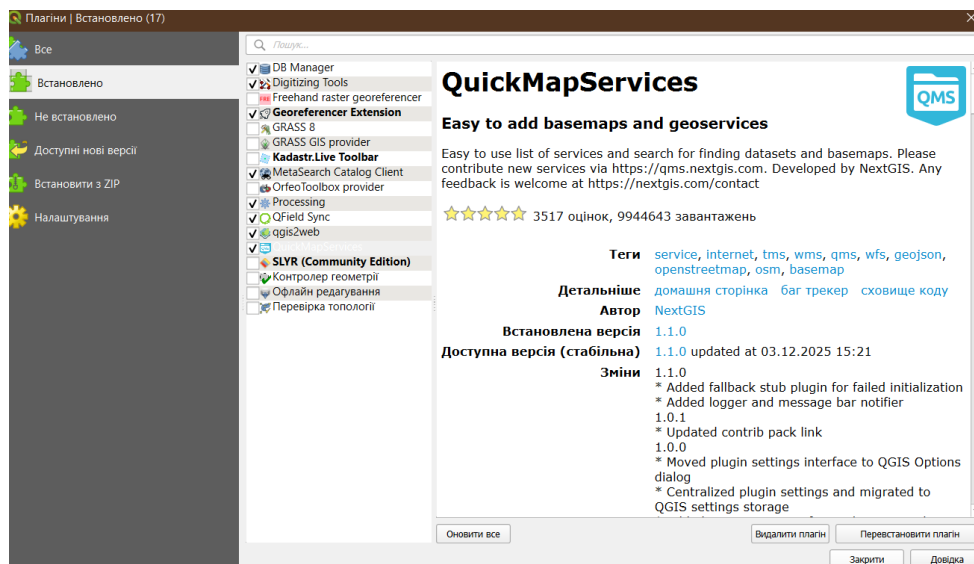


Рисунок 2.9. Пошук плагіну QuickMapServices в QGIS

Головною метою етапу є актуалізація даних у ГІС. Для цього ми завантажуюмо до проекту нові шари для їх подальшої інтеграції з наявною базою. Під час попереднього аналізу виявилось, що векторні дані забудови села Білоусівка були відсутні.

Перед тим як фізично об'єднувати шари, необхідно уніфікувати їх візуальне оформлення. Щоб зберегти єдиний стиль проекту, ми копіюємо налаштування символіки з основного робочого шару та застосовуємо їх до шару будівель. Це забезпечує стандартизований вигляд карти.

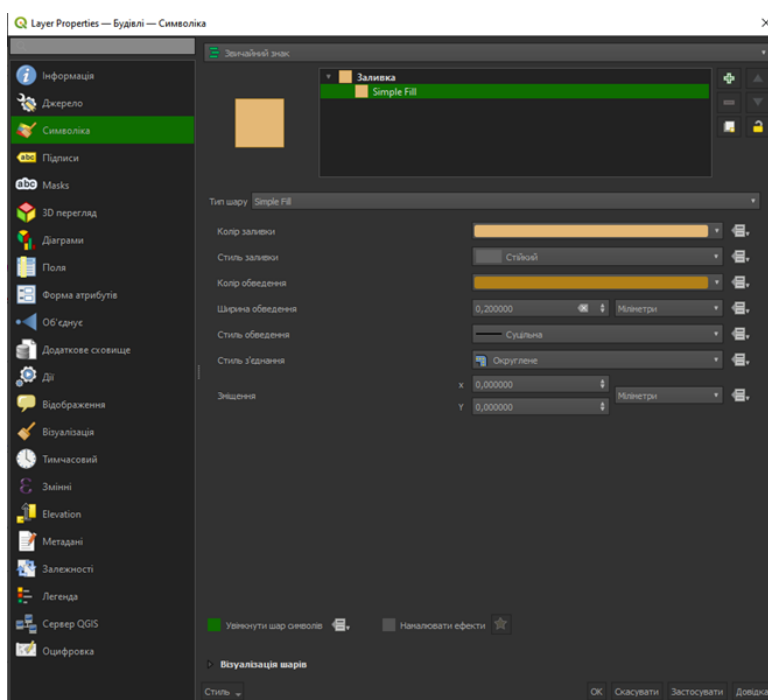


Рисунок 2.10. Застосування стилю до шару «Будівлі»

Наступний крок -наповнення об'єктів атрибутивною інформацією. Щоб не вводити параметри вручну для кожного елемента, ми виконали імпорт даних із задалегідь підготовлених звітів. Такий підхід дозволив автоматично та без помилок прив'язати технічні характеристики до відповідних об'єктів мережі.

id	id_pasp	NUMBER_GIS	NUMBER_ELE	MATERIAL	LENGTH	DIRECTION	LAYING	GOST	DIAMETER	WALL_THICK
220009633	220002455	23360299	1	Сталь	2,9000000000000000	>	Надземне	Невизначено	159,00000000000000	4,5000000000000000
220009634	220002455	23360299	2	Сталь	1,5000000000000000	>	Надземне	Невизначено	159,00000000000000	4,5000000000000000
220009635	220002455	23360299	4	Поліетилен	170,00000000000000	< >	Підземне	Невизначено	140,00000000000000	8,0000000000000000
220009636	220002455	23360299	5	Поліетилен	442,89999999999997	< >	Підземне	Невизначено	125,00000000000000	7,1000000000000000
220009637	220002455	23360299	6	Поліетилен	1,0000000000000000	< >	Підземне	Невизначено	90,00000000000000	6,3000000000000000
220009638	220002455	23360299	7	Поліетилен	364,69999999999999	< >	Підземне	Невизначено	75,00000000000000	4,3000000000000000
220009639	220002455	23360299	8	Поліетилен	214,90000000000000	< >	Підземне	Невизначено	63,00000000000000	3,6000000000000000
220009730	220002475	23360300	1	Поліетилен	672,89999999999997	< >	Підземне	Невизначено	110,00000000000000	10,0000000000000000
220009732	220002475	23360300	2	Сталь	2,2000000000000000	< >	Надземне	Невизначено	108,00000000000000	3,0000000000000000
220009733	220002475	23360300	3	Сталь	2,2000000000000000	< >	Надземне	Невизначено	108,00000000000000	3,0000000000000000
220009734	220002475	23360300	4	Поліетилен	929,79999999999995	< >	Підземне	Невизначено	110,00000000000000	10,0000000000000000
220009735	220002475	23360300	7	Поліетилен	157,59999999999999	<	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220009746	220002476	23360301	1	Поліетилен	719,10000000000002	<	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220009747	220002477	23360302	2	Поліетилен	216,40000000000000	<	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220009748	220002478	23360303	2	Поліетилен	112,50000000000000	<	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220009749	220002479	23360304	1	Поліетилен	521,10000000000002	< >	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220009895	220002524	23360305	1	Поліетилен	316,10000000000002	< >	Підземне	Невизначено	63,00000000000000	3,6000000000000000
220009896	220002524	23360305	3	Поліетилен	244,50000000000000	<	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220009897	220002525	23360306	2	Поліетилен	117,00000000000000	>	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000
220010221	220002635	23360307	1	Поліетилен	1065,5999999999999	< >	Підземне	Невизначено	50,00000000000000	2,9000000000000000

Рисунок 2.11. Атрибутивна інформація до газопроводів

id	id_pasp	NUMBER_GIS	NUMBER_FUL	MI_PRINX
220000079	220000064	23360018	ШГРП №23360018, л.1	78
220000080	220000064	23360018	ШГРП №23360018, л.2	79
220000418	220000241	23360062	ШГРП №23360062	413
220000424	220000245	23360063	ШГРП №23360063	419

Рисунок 2.12. Атрибутивна інформація до шафових газорегуляторних пунктів

Область	Район	ОТГ	Населений пункт	Назва вулиці	Будинок №	Літера
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	1	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	10	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	11	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	12	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	13	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	14	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	15	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	16	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	17	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	18	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	19	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	2	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	20	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	21	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	22	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	23	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	24	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	25	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	26	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	27	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	28	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	29	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	3	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	30	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	31	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	32	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	33	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	34	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	35	
Чернівецька область	Дністровський район	Сокирянська міська територіальна громада	село Білоусівка	вулиця Б, Хмельницького	36	

Рисунок 2.13. Атрибутивні дані частини адресного класифікатора

id	NUMBER_GIS	ID_STREET	owner	MI_PRINX
220000904	23362100186	вул.Базарна,6-а	Інших підприємств/Приватна	880
220000905	23362100187	вул.Базарна,6	Інших підприємств/Приватна	881
220000906	23362100188	вул.Базарна,1	Інших підприємств/Приватна	882
220000907	23362100189	вул.Базарна,10	Інших підприємств/Приватна	883
220000908	23362100190	вул.Базарна,12	Інших підприємств/Приватна	884
220000909	23362100191	вул.Базарна,3	Інших підприємств/Приватна	885
220000910	23362100192	вул.Базарна,5	Інших підприємств/Приватна	886
220000911	23362100193	вул.Базарна,14	Інших підприємств/Приватна	887
220000912	23362100194	вул.Базарна,18	Інших підприємств/Приватна	888
220000914	23362100195	вул.Базарна,22	Інших підприємств/Приватна	890
220000926	23362100197	вул.Базарна,26	Інших підприємств/Приватна	902
220000927	23362100198	вул.Базарна,32	Інших підприємств/Приватна	903
220000928	23362100199	вул.Базарна, 32-а	Інших підприємств/Приватна	904
220000929	23362100200	вул.Базарна,34	Інших підприємств/Приватна	905
220000930	23362100201	вул.Базарна,36	Інших підприємств/Приватна	906
220000931	23362100202	вул.Базарна,40	Інших підприємств/Приватна	907
220000932	23362100203	вул.Базарна,11	Інших підприємств/Приватна	908
220000933	23362100204	вул.Базарна,13	Інших підприємств/Приватна	909
220000942	23362100205	вул.3.Космодем'янської, 28/30	Інших підприємств/Приватна	918
220000943	23362100206	вул.3.Космодем'янської, 26	Інших підприємств/Приватна	919
220000944	23362100207	вул.3.Космодем'янської,20	Інших підприємств/Приватна	920
220000946	23362100209	вул.3.Космодем'янської,12	Інших підприємств/Приватна	921
220000947	23362100210	вул.3.Космодем'янської,10	Інших підприємств/Приватна	922
220000948	23362100211	пров.Базарний,8	Інших підприємств/Приватна	923
220000949	23362100212	вул.Горького,5	Інших підприємств/Приватна	924
220000950	23362100213	пров.Базарний, 10	Інших підприємств/Приватна	925
220000951	23362100214	вул.Горького,7	Інших підприємств/Приватна	926
220000952	23362100215	пров.Базарний,12	Інших підприємств/Приватна	927
220000953	23362100216	пров.Базарний,16	Інших підприємств/Приватна	928
220001016	23362100218	вул.3.Космодем'янської,7	Інших підприємств/Приватна	990

Рисунок 2.14. Атрибутивна інформація до комбінованих будинкових регуляторів тиску

На завершальному етапі ми впорядкували ієрархію шарів (порядок відображення), щоб лінійні та точкові об'єкти чітко читалися на фоні. Після цього перейшли до режиму макета (Print Composer) для створення оформленого плану. Розмістивши карту в межах аркуша, ми додали обов'язкові картографічні елементи: умовні позначення, масштабну лінійку та стрілку напрямку на північ. Готовий топографічний план було експортовано у зручний графічний формат для подальшої роботи.

Висновки до розділу II.

Підбиваючи підсумки, варто зазначити, що QGIS показав себе не просто як редактор карт, а як повноцінне середовище для автоматизації рутинних процесів. Завдяки широкому функціоналу програми нам вдалося звести до мінімуму ручну

роботу, що дозволило зосередитися на головному - аналізі точності даних та їх логічній структурі.

Ключову роль у роботі відіграв модуль QuickMapServices. Використання якісних супутникових підкладок від Google та Bing дало змогу детально верифікувати місцевість села Білоусівка. Ми змогли не просто накласти нові дані на карту, а й порівняти їх з наявною інформацією в OpenStreetMap, коректно інтегрувавши шари забудови та дорожньої мережі. Важливо, що перенесення атрибутів та налаштування візуального стилю (символіки) відбувалося автоматизовано -це гарантувало єдиний стандарт оформлення та виключило "людський фактор" і механічні помилки.

Головним результатом стала актуалізована цифрова карта газових мереж, яка базується на реальних дешифрованих знімках, а не застарілих схемах.

РОЗДІЛ III. Побудова незалежної від інтернет-підключення геоінформаційної платформи, призначеної для спостереження, фіксації стану та аналізу об'єктів газорозподільної системи

3.1 Формування офлайн-орієнтованої картографічної вебсторінки інтерфейсу з використанням геоданих, опрацьованих у QGIS.

Газорозподільні мережі України мають значну протяжність і часто проходять через території, де мобільний зв'язок нестабільний або зовсім відсутній (поля, лісові масиви, віддалені села). Саме тому впровадження автономної системи є необхідністю: робота інженерів та аварійних служб не повинна залежати від наявності сигналу мережі. Доступ до схем газопроводів, технічних характеристик труб та розташування запірної арматури має бути миттєвим, адже простій у роботі через відсутність інтернету в польових умовах є неприпустимим.

Функція роботи офлайн також вирішує проблему збереження зібраних даних. Під час обходів фахівець може без перешкод фіксувати порушення, робити фотознімки та оновлювати інформацію про об'єкти безпосередньо на планшеті. Система працює локально, накопичуючи дані, а їх синхронізація із сервером відбувається автоматично вже на базі, при підключенні до стабільного Wi-Fi. Це усуває ризик втрати важливих записів (наприклад, про корозію чи витоки) через розрив з'єднання під час спроби відправити звіт "з поля".

Крім того, незалежність від інтернету є критичною для оперативної безпеки, особливо під час аварій або перебоїв з електропостачанням. У кризових ситуаціях час на завантаження онлайн-карт може бути втрачено даремно. Наявність локальної бази геоданих дозволяє майстру миттєво оцінити обстановку, знайти підземні комунікації та прийняти рішення про локалізацію аварії. Така автономність перетворює ГІС на надійний інструмент, який гарантовано спрацює за будь-яких зовнішніх обставин.

Спираючись на попередні висновки щодо високої ефективності QGIS, ми обрали саме це середовище як базову платформу для підготовки та структурування геоданих. На першому етапі реалізації проєкту розробляється вебсторінка, який візуалізує картографічну інформацію, але функціонує виключно в режимі «читання». Такий підхід дозволяє організувати зручний моніторинг інфраструктури для працівників, які потребують оперативних даних, але не мають доступу до редагування бази. Це забезпечує необхідний баланс: персонал отримує актуальну інформацію для роботи, а система залишається захищеною від випадкових змін чи пошкодження даних некваліфікованими користувачами.

Для перенесення розробленої карти з настільного середовища у веб-простір було обрано модуль `qgis2web`. Це рішення дозволило нам трансформувати складний QGIS-проєкт у повноцінну інтерактивну карту без необхідності писати програмний код з нуля. Фактично, плагін виступає «перекладачем», який конвертує налаштовані шари, символіку та дані у зрозумілі для браузера формати HTML, CSS та JavaScript, використовуючи популярні бібліотеки Leaflet або OpenLayers.

Процес розробки розпочався з ретельної підготовки вихідних даних. Це критичний етап, адже веб-середовище має свої обмеження щодо продуктивності. Ми оптимізували структуру проєкту: спростили складну геометрію, відмовилися від «важких» растрових підкладок, які могли б гальмувати завантаження сторінки, та перевірили коректність відображення стилів. Особлива увага приділялася налаштуванню підписів та атрибутивної таблиці, щоб у веб-версії користувач бачив лише актуальну технічну інформацію, а не службові поля бази даних.

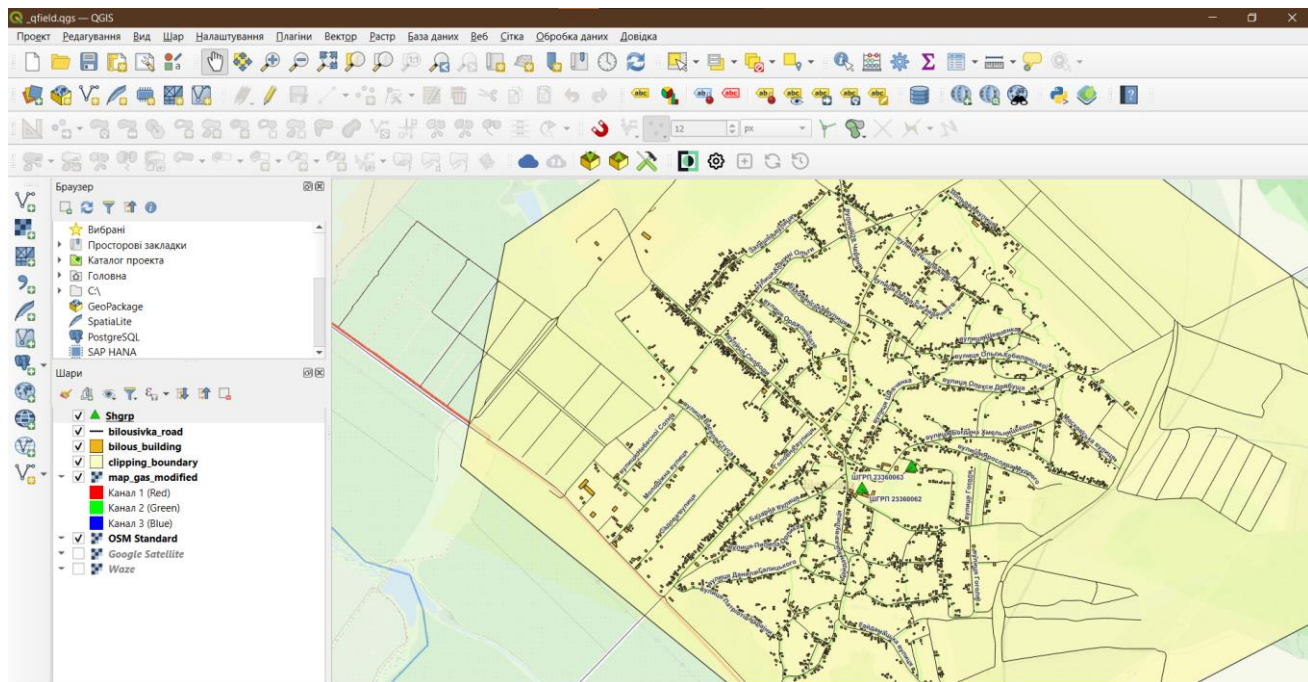


Рисунок 3.1.1. Інтерфейс QGIS з структурованими вихідними геопросторовими даними

Робота починається з інсталяції розширення qgis2web. Знайдіть його у стандартному менеджері модулів та натисніть «Встановити». Після цього на панелі інструментів QGIS стануть доступні нові іконки , за допомогою яких і відбувається генерація веб-карт.



Рисунок 3.1.2. Вікно менеджера модулів QGIS із інформацією про встановлений плагін qgis2web

На етапі налаштування експорту безпосередньо у вікні qgis2web ми отримали можливість змодельовати майбутній інтерфейс. Плагін пропонує попередній перегляд, що дозволяє «на льоту» оцінити зручність навігації. Ми налаштували поведінку спливаючих вікон (pop-ups), які з'являються при кліку на газопровід чи споруду, а також додали інтерактивні елементи: легенду, масштабну лінійку та поле пошуку за адресою чи назвою об'єкта. З-поміж доступних бібліотек (Leaflet та OpenLayers) вибір робиться залежно від потреб проєкту: Leaflet зазвичай легший і швидший для простих карт, тоді як OpenLayers надає більше інструментів для складних просторових операцій.

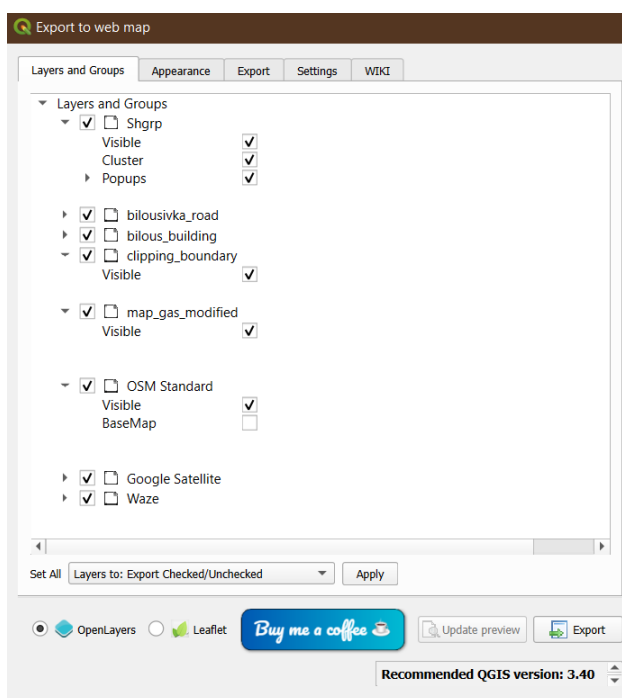


Рисунок 3.1.3. Робоче вікно модуля qgis2web: налаштування переліку шарів та параметрів візуалізації перед експортом

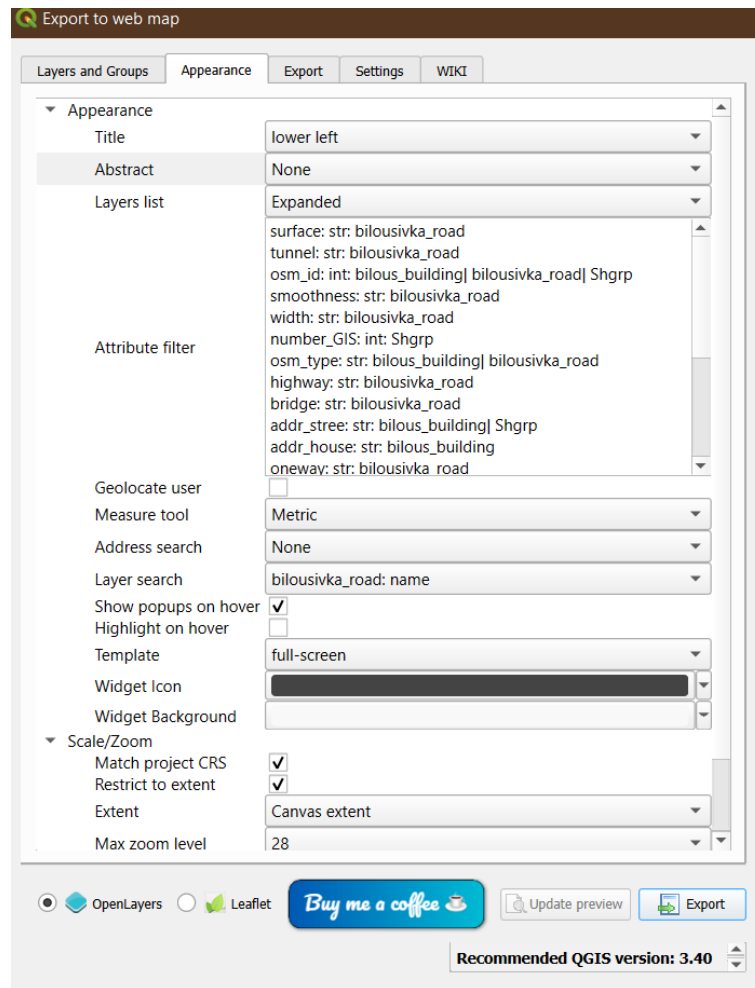


Рисунок 3.1.4. Вкладка «Appearance» модуля qgis2web (конфігурація атрибутивного фільтра та шаблону відображення карти)

Результатом роботи плагіна є згенерована локальна директорія з набором статичних файлів. Це має принципове значення для нашого завдання: таку веб-карту можна відкрити у будь-якому браузері безпосередньо з жорсткого диска, не маючи доступу до Інтернету.

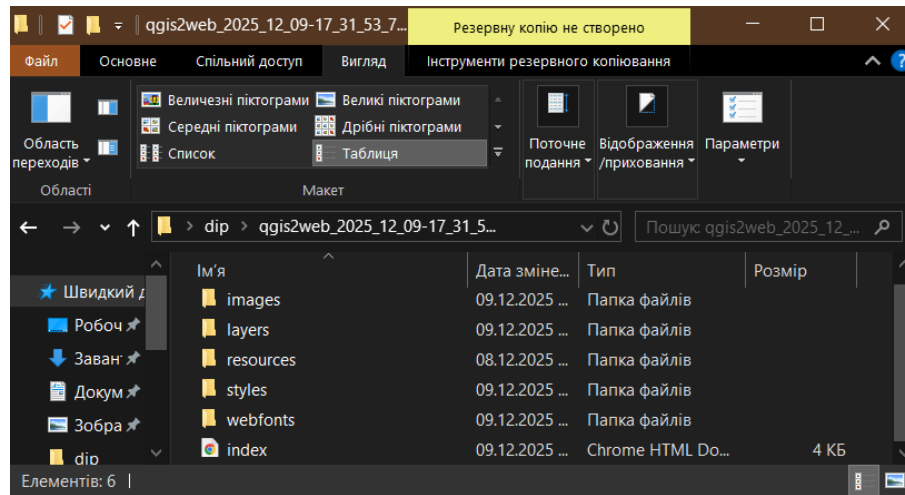


Рисунок 3.1.5. Файлова структура згенерованої веб-карти (основний файл запуску (index.html) та папки з ресурсами стилів і шарів)

Вона повністю автономна, оскільки всі скрипти та дані зберігаються в одній папці. Водночас, ця архітектура є універсальною: якщо виникне потреба публічного доступу, цю ж папку достатньо просто завантажити на будь-який хостинг без додаткових налаштувань серверної частини. Якщо ж у проєкт вносяться зміни, процес оновлення веб-версії займає лічені хвилини -достатньо повторного експорту, щоб отримати актуальну карту.

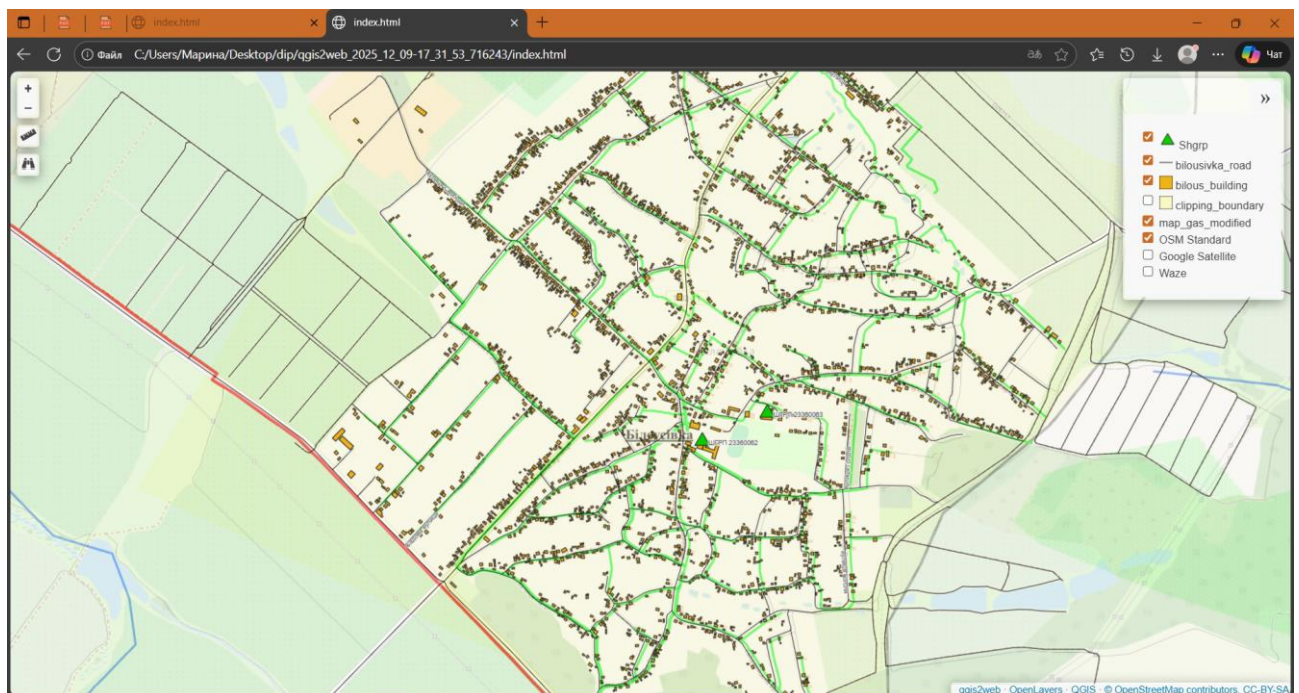


Рисунок 3.1.6. Загальний вигляд згенерованої веб-карти у вікні браузера з відображенням інфраструктури с. Білоусівка

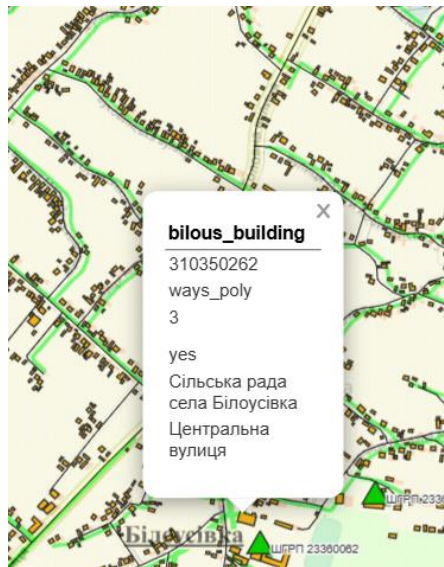


Рисунок 3.1.7. Перегляд характеристик про об'єкт у веб-середовищі

3.2 Організація офлайн-картографічного проєкту на базі QGIS для подальшого застосування в QField під час польових робіт.

Концепція та призначення QField фактично виступає мобільним продовженням настільної версії QGIS, переносючи робоче місце інженера чи геодезиста безпосередньо на об'єкт. Це не просто додаток для перегляду карт, а повноцінний інструмент для «польового» редагування, сумісний з Android та IOS. Його ключова перевага полягає в автономності: програма дозволяє повноцінно працювати з геометрією та атрибутами об'єктів навіть у глухих зонах без мобільного покриття, що критично важливо для інвентаризації газопроводів у сільській місцевості чи лісових масивах.

Перш ніж розпочати роботу з QField, потрібно встановити застосунок на мобільний пристрій. Його можна знайти в Google Play для Android або в App Store для iOS та створити власний акаунт.

Далі необхідно підготувати проєкт у QGIS. Для коректного відображення в полі важливо заздалегідь налаштувати стилі шарів, щоб об'єкти було легко розпізнати. Також необхідно вказати відповідну систему координат - наприклад, для Чернівецької області оптимальною є UTM Zone 35N (EPSG:32635) або УСК-2000 зона 6. Окрему увагу варто приділити створенню форм для введення атрибутів, де можна визначити потрібні поля та їх типи: текстові, числові,

фотографії чи списки. Це забезпечить зручність під час збору інформації в реальних умовах.

Після підготовки проєкту у QGIS потрібно перенести його на мобільний пристрій. Найзручнішим способом є використання QField Cloud, який автоматично синхронізує дані між комп'ютером і телефоном.

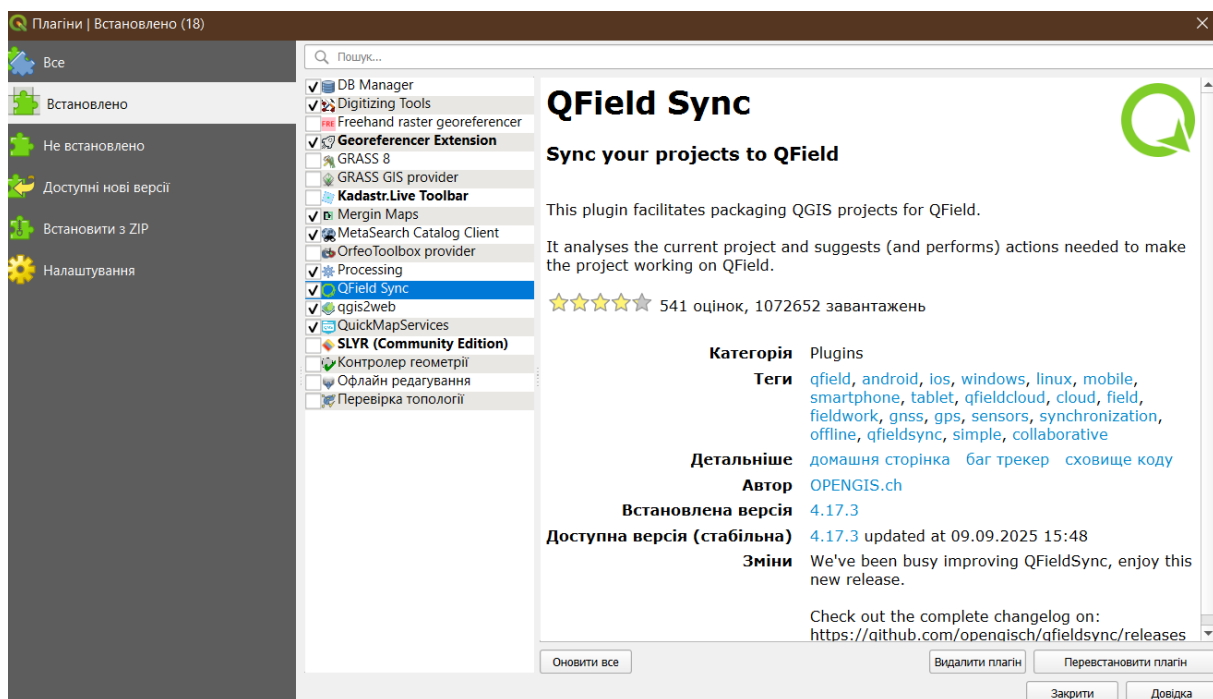


Рисунок 3.2.1. Встановлення плагіна QField Sync

Для цього в QGIS відкривають плагін QField Sync, входять у свій акаунт та запускають синхронізацію. Інший варіант -запакувати проєкт у ZIP-файл за допомогою того ж плагіна і передати його на телефон через кабель, месенджер або хмарне сховище. Також можна просто скопіювати всю папку проєкту зі всіма файлами на смартфон і відкрити його напряму в QField. Особисто для мене найзручніше це робити через QField Cloud.

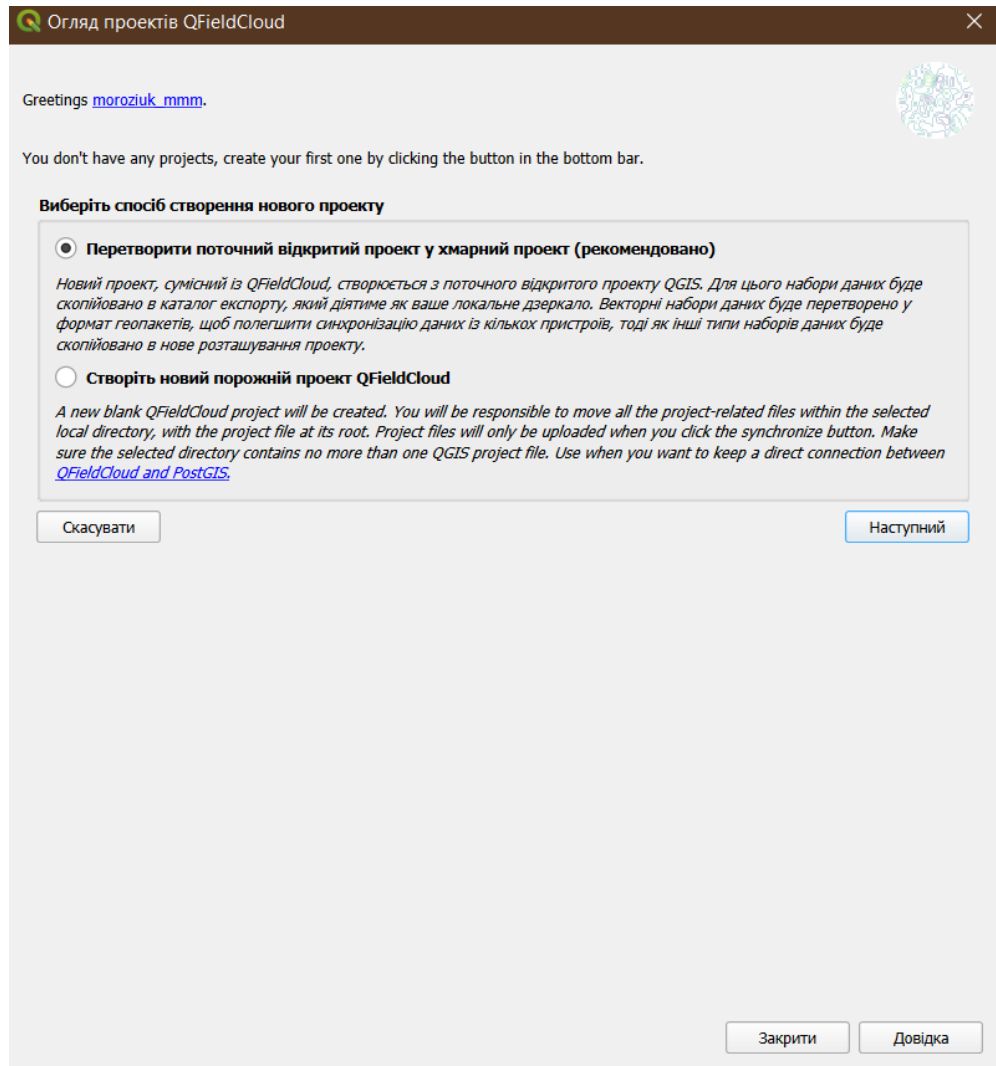


Рисунок 3.2.2. Діалогове вікно налаштування синхронізації проекту з QFieldCloud

У польових умовах інтерфейс QField побудований максимально просто та інтуїтивно. Користувач бачить карту, на якій може орієнтуватися завдяки GPS. Кнопка визначення місцеположення допомагає швидко знайти себе на місцевості.

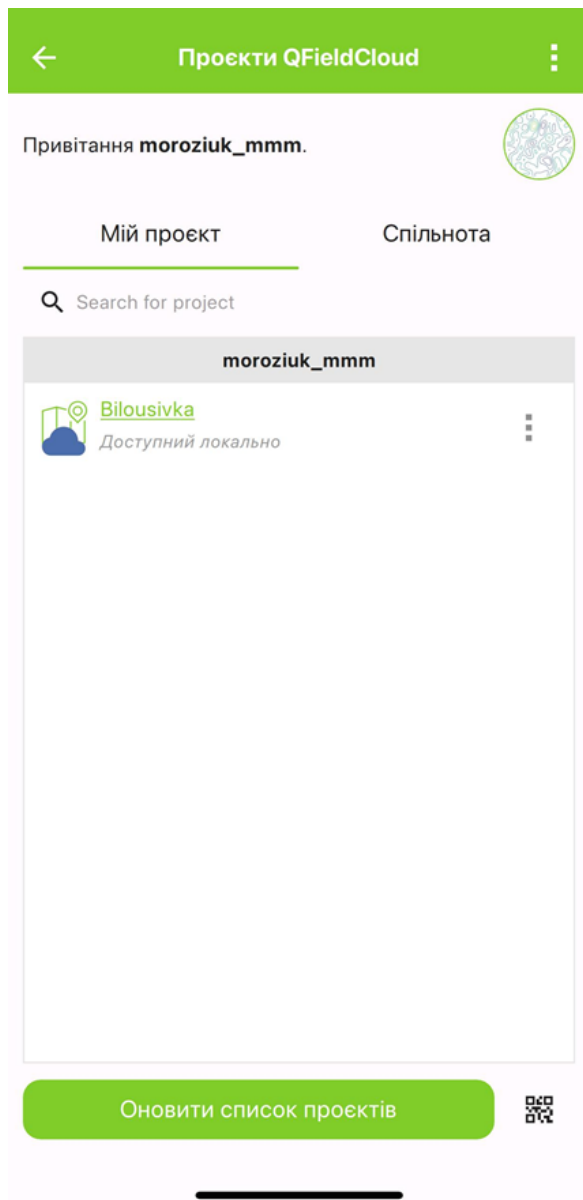


Рисунок 3.2.3. Відображення синхронізованого геоінформаційного проекту на мобільному пристрої

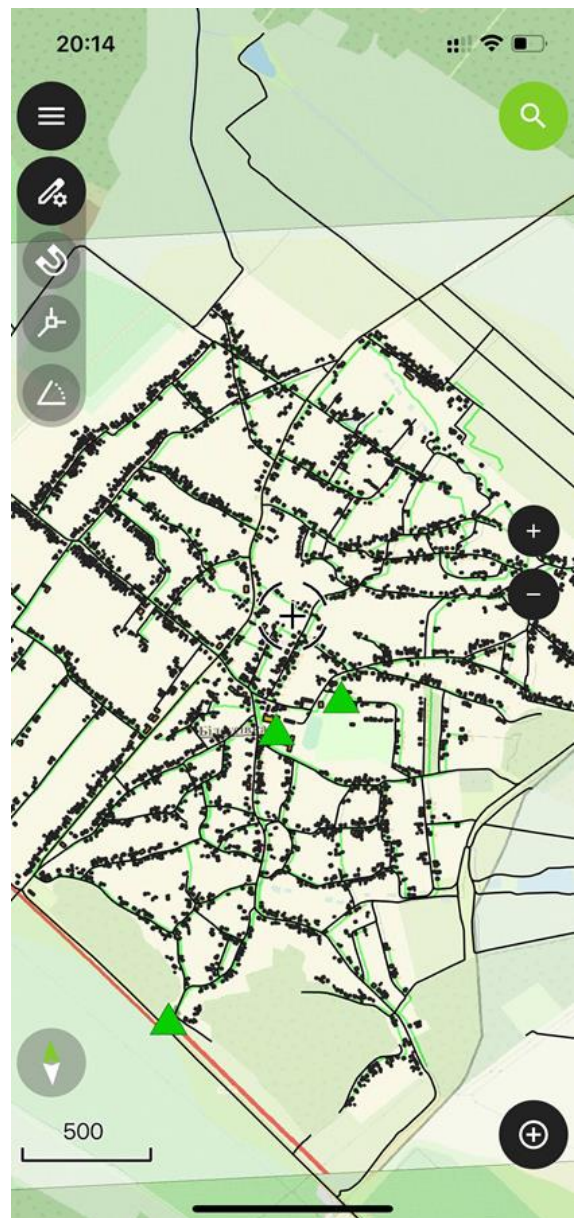


Рисунок 3.2.4. Загальний вигляд картографічного проекту в середовищі QField

За допомогою функції додавання об'єктів можна створювати точки, лінії та полігони. Це дозволяє збирати координати газопроводів, колодязів, будівель, траси трубопроводів чи будь-яких інших елементів. Форма редагування атрибутів дає змогу додавати коментарі, класифікацію, фотографії та інші дані. Також доступні інструменти вимірювання довжини та площі, а панель керування шарами дозволяє вмикати або вимикати їх відображення.

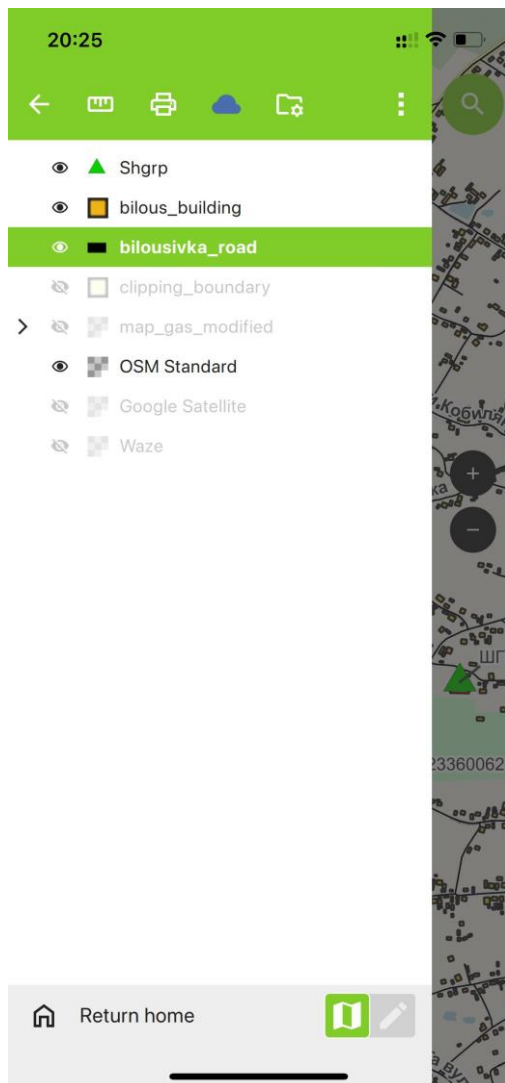


Рисунок 3.2.5. Панель керування шарами та легенда проекту в середовищі QField

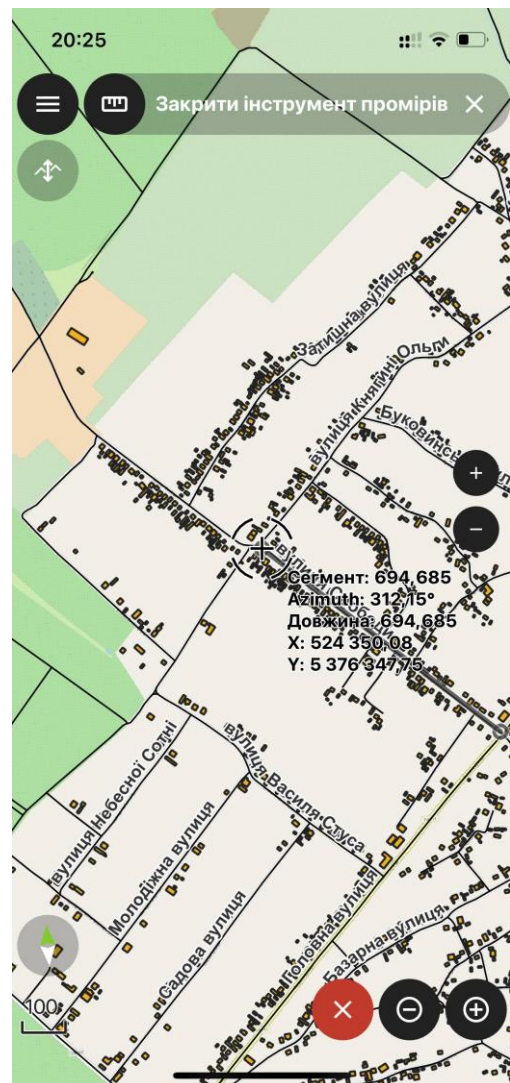


Рисунок 3.2.6. Вимірювання довжини відрізка вулиці в режимі реального часу

Процес додавання об'єктів у QField побудований на простій послідовності дій. Щоб створити точковий об'єкт, достатньо натиснути кнопку додавання точки, дочекатися стабільного GPS-сигналу та заповнити атрибути. Для створення лінії користувач рухається вздовж маршруту та фіксує ключові точки, а після завершення вводить атрибутивну інформацію. Полігон створюється шляхом обведення потрібної ділянки по периметру. Після завершення кожен об'єкт зберігається у відповідному шарі проекту.

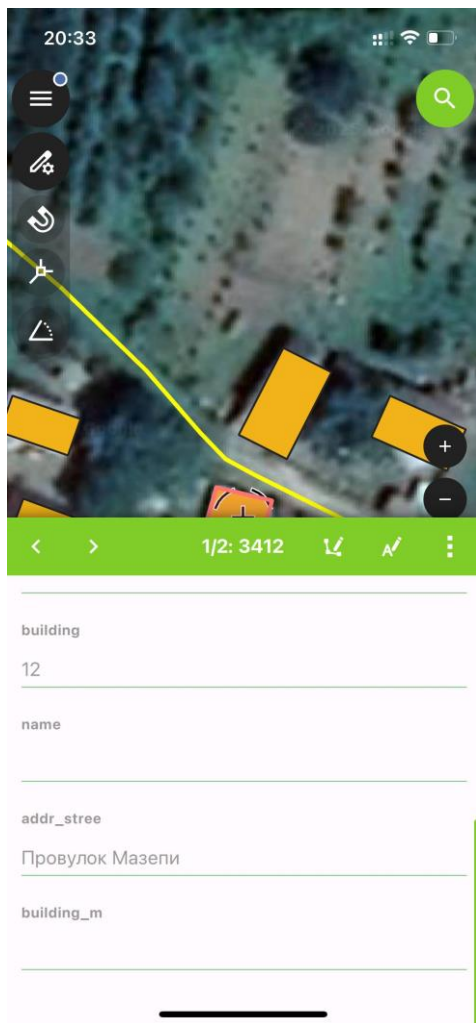


Рисунок 3.2.7. Форма редагування атрибутів після створення геометрії нового об'єкта

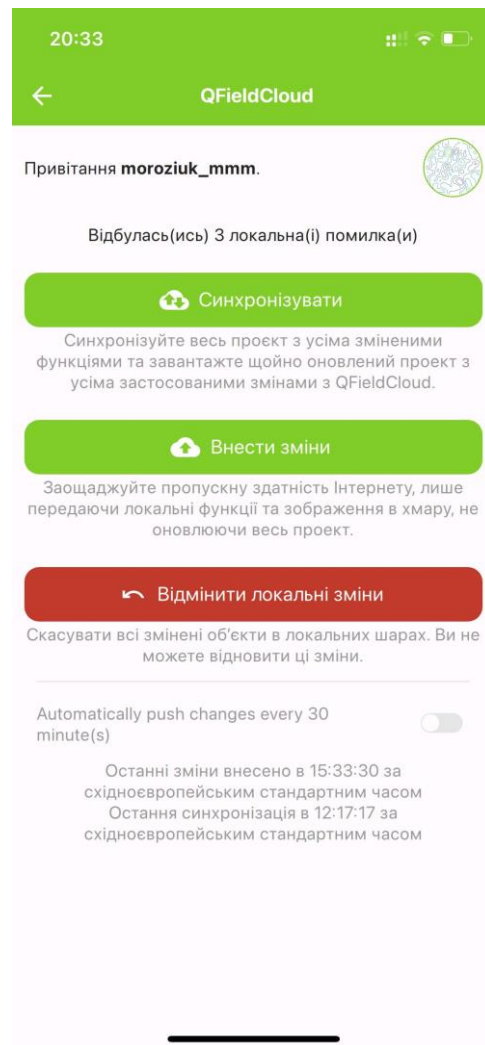


Рисунок 3.2.8. Меню керування обміном даних та завантаження оновлень на сервер

Після виконання польових робіт зібрані дані потрібно синхронізувати з QGIS. Якщо використовується QField Cloud, цей процес займає лише кілька секунд: зміни завантажуються у хмару, а потім відкриваються у настільній версії QGIS. За офлайн-методу користувач переносить папку проекту на комп'ютер вручну і відкриває її у QGIS для подальшої обробки.

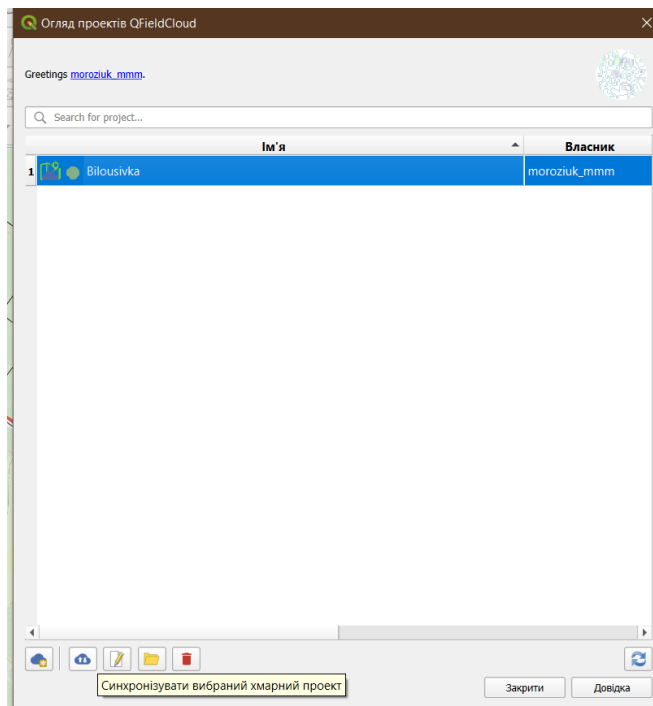


Рисунок 3.2.9. Запуск процесу синхронізації вибраного проекту з мобільного пристрою до локального комп'ютера

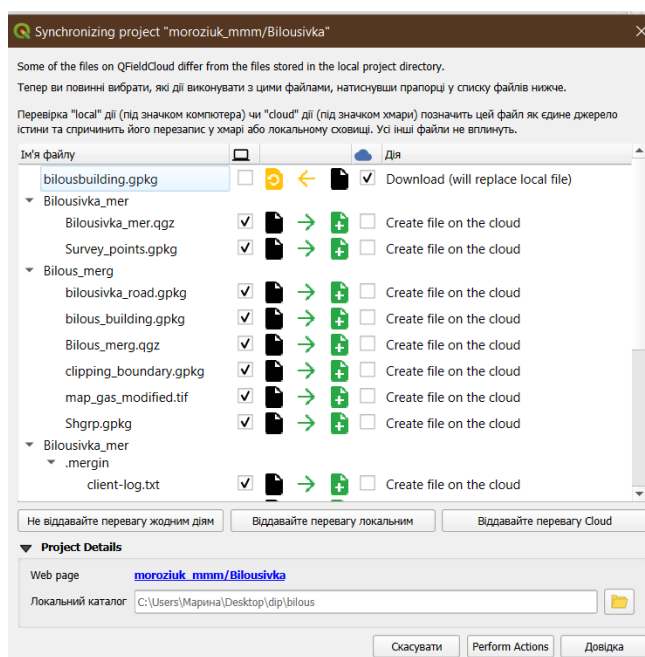


Рисунок 3.2.10. Діалогове вікно керування версіями файлів під час синхронізації проекту

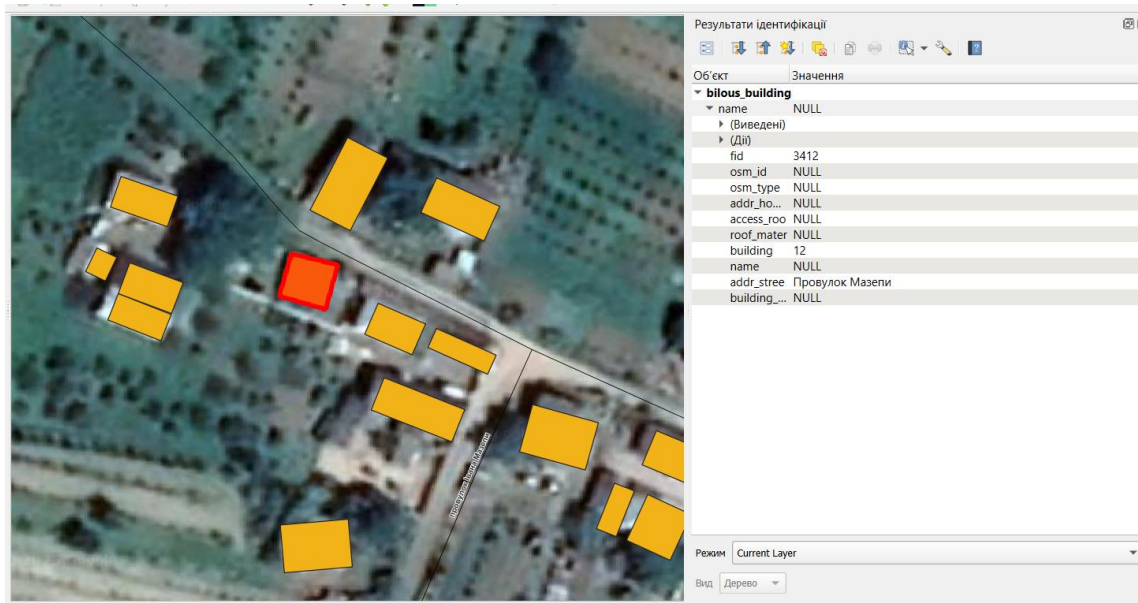


Рисунок 3.2.11. Відображення нового будинку в проекті QGIS після синхронізації

QField значно розширює можливості збору та оновлення геопросторових даних. Він дає змогу працювати з GPS-координатами, вести облік об'єктів із обов'язковими полями, фіксувати фотодокази, оновлювати існуючі точки чи лінії та працювати з будь-якими шарами, підготовленими у QGIS. Завдяки роботі офлайн його можна використовувати у лісових масивах, на сільській місцевості, у горах або в умовах відсутності мобільного зв'язку. Також застосунок зручний для побудови маршрутів, треків та для повноцінного картографічного супроводу польових робіт.

3.3 Розробка офлайн-картографічного рішення на основі QGIS із застосуванням платформи Mergin Maps

Також для порівняння, я виконала створення карти в Mergin Maps, працюючи через QGIS, і детально опишу всі кроки цього процесу. Спершу я встановила необхідні інструменти: для роботи з Mergin Maps потрібна версія QGIS не нижча за 3.22 та плагін Mergin Maps Plugin. Потрібно відкрити менеджер плагінів через Plugins → Manage and Install Plugins, знайшла там плагін Mergin Maps і встановила його. Це був перший важливий крок, щоб мати змогу синхронізувати проекти з хмарою Mergin.

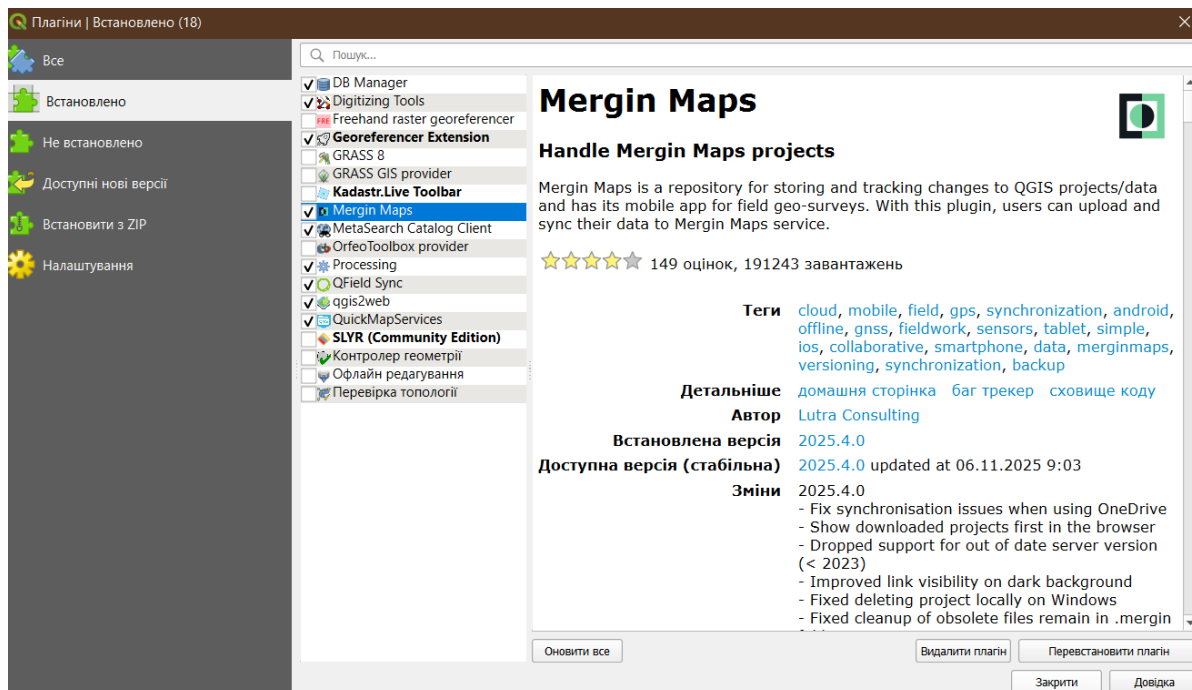


Рисунок 3.3.1. Встановлення модуля Mergin Maps у середовищі QGIS

Після цього я створила (або відкрила) свій проєкт у QGIS. Це може бути будь-який ГІС-проєкт, який містив шари різного типу - точки, лінії, полігони, при цьому я подбала про оформлення: налаштувала стилі, кольори, товщину ліній та підписи, а також додала необхідну підкладку, наприклад, через XYZ або WMS сервіси. Дуже важливо було заздалегідь підготувати шари так, щоб вони виглядали саме так, як я хочу бачити їх під час роботи в полі на телефоні.

Наступним етапом я переконалася, що всі шари в моєму проєкті є локальними, оскільки Mergin Maps краще працює з локальними файлами. Найоптимальнішим форматом для синхронізації виявився GeoPackage (.gpkg), тож я створила один GeoPackage, у якому зберігала всі шари. Формати GeoJSON також підтримуються, а от shapefile, хоч і працює, але синхронізується гірше, тому його намагалася не використовувати. Цей підхід значно полегшив подальшу роботу.

Я зберегла свій проєкт у спеціальній папці на комп'ютері, створивши для цього окрему директорію (C:\GIS\Mergin\Bilousivka). Сам файл проєкту QGIS (.qgz) розмістила саме там, щоб Mergin міг працювати з цією папкою під час синхронізації.

Далі я скористалася плагіном Mergin Maps у QGIS, вибравши там команду "Create new project". Плагін попросив мене ввести назву проекту, вибрати локальну папку, де лежить мій проект, після чого я натиснула кнопку створення.

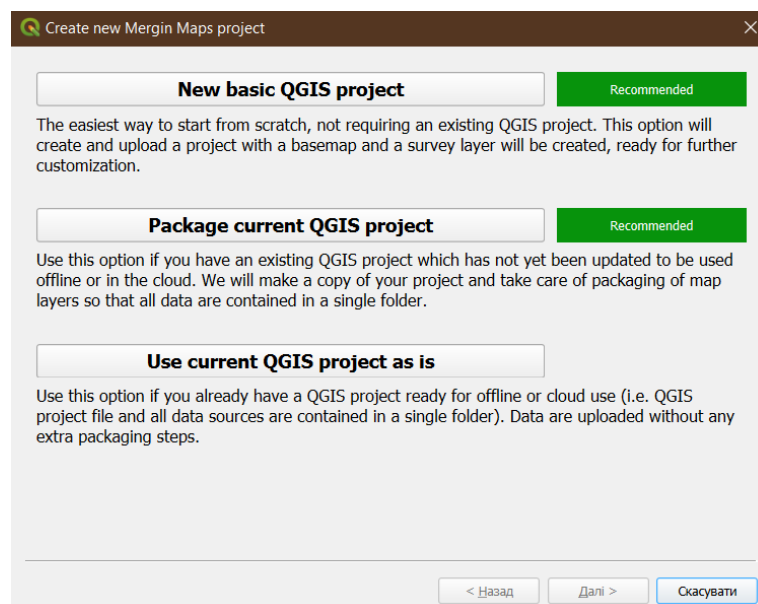


Рисунок 3.3.2. Діалогове вікно створення нового проекту в модулі Mergin Maps

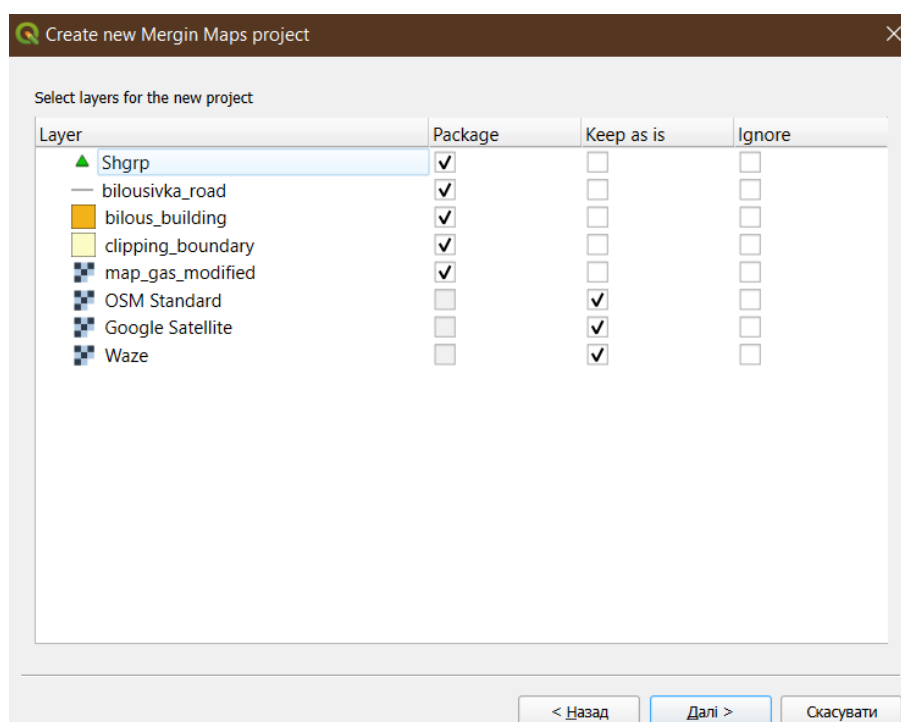


Рисунок 3.3.3. Діалогове вікно вибору шарів для синхронізації з хмарним сховищем

Після цього QGIS автоматично завантажив мій проєкт у хмару Mergin Cloud, і я отримала можливість працювати з ним на мобільному пристрої.

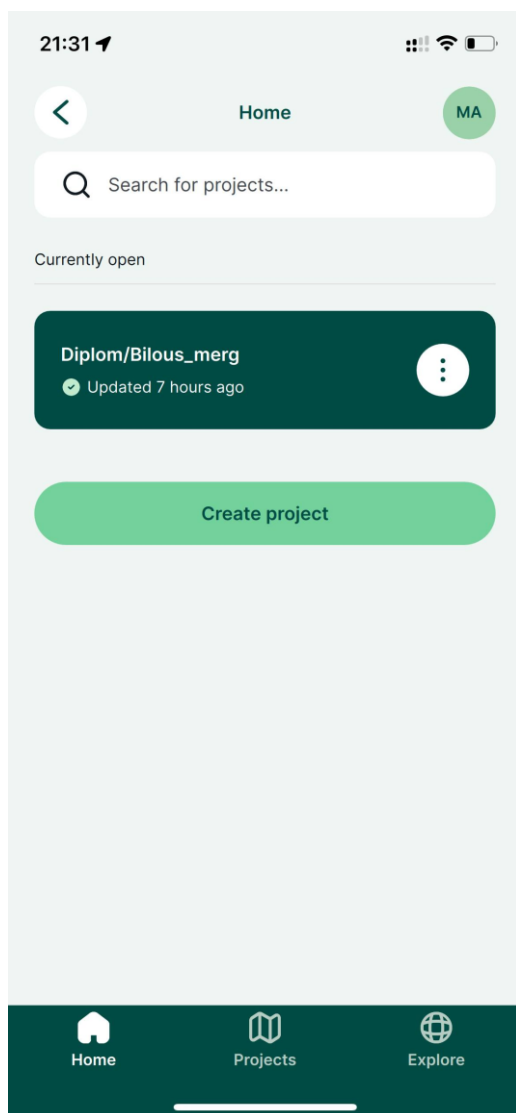


Рисунок 3.3.4. Інтерфейс мобільного додатку Mergin Maps із переліком доступних проєктів

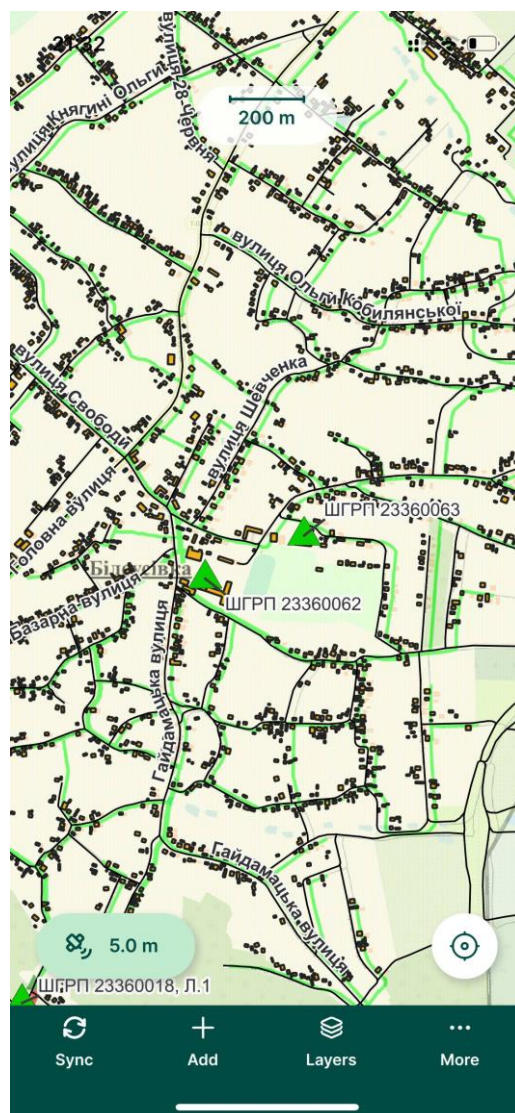


Рисунок 3.3.5. Робоче вікно режиму «Карта» в Mergin Maps

Для контролю синхронізації я спостерігала за іконкою в правому нижньому куті QGIS. Коли вона була зеленою, це означало, що всі зміни повністю синхронізовані. Синя іконка сигналізувала про процес завантаження, жовта -про наявність локальних змін, а червона -про конфлікти чи помилки. Цей візуальний індикатор допомагав мені слідкувати за станом проєкту.

Після цього я встановила на свій телефон додаток Mergin Maps, доступний для Android та iOS. Увійшовши у свій акаунт, я перейшла у вкладку “Projects”, знайшла свій проєкт і натиснула “Download”. Карта миттєво стала доступною для використання офлайн. Тепер я могла збирати та редагувати дані в полі, створювати нові точки, лінії, полігони, а також додавати фотознімки до атрибутів.

Під час роботи з Mergin Maps я відзначила, наскільки його інтерфейс спрощує орієнтування на місцевості. Він не перевантажений зайвими деталями, а кнопка геолокації дозволяє миттєво визначити своє положення, що критично важливо для точної прив’язки об’єктів у полі. Також це дає змогу мати доступ до всіх необхідних шарів та атрибутивних даних навіть у тих зонах, де повністю відсутнє інтернет-покриття, що забезпечило безперервність робочого процесу.

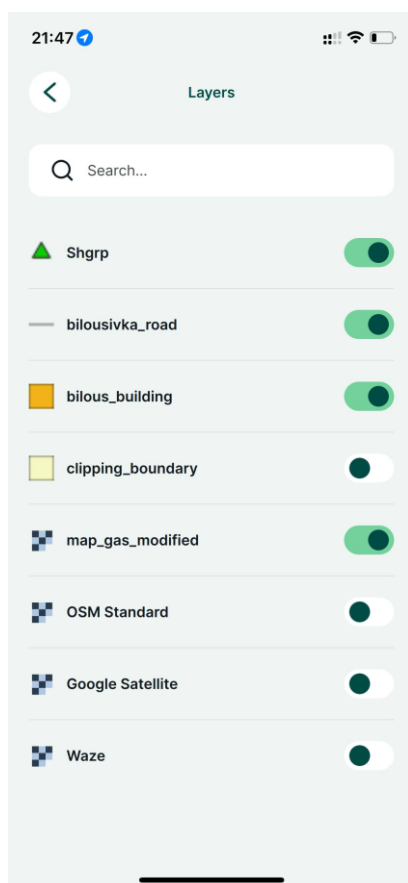


Рисунок 3.3.6. Панель керування шарами (Layers) у мобільному додатку

Сам процес нанесення нових об’єктів виявився інтуїтивно зрозумілим і подібним до роботи у QField. Я мала можливість створювати точки, лінії та

полігони, фіксуючи реальне розташування об'єктів. Для кожного елемента інфраструктури можна відразу заповнювати картку атрибутів, додавати технічні коментарі. Також у пригоді стали вбудовані інструменти вимірювання відстаней та зручна панель керування шарами, яка дозволяла приховувати зайву інформацію і фокусуватися лише на актуальних комунікаціях.

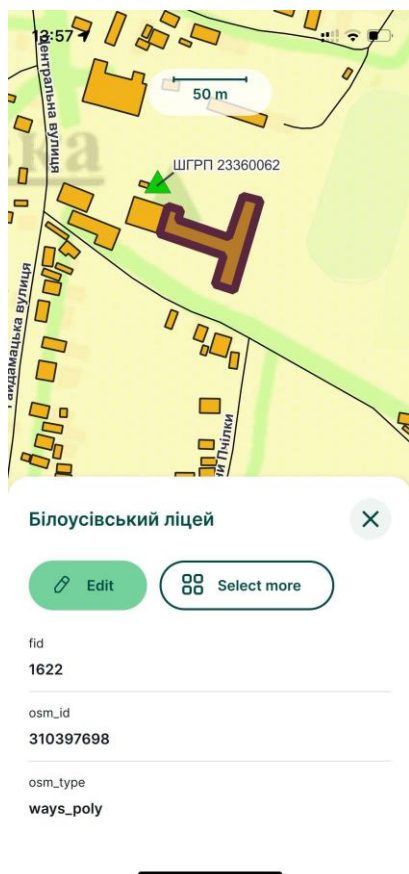


Рисунок 3.3.7. Перегляд атрибутивної інформації обраного об'єкта в середовищі Mergin Maps

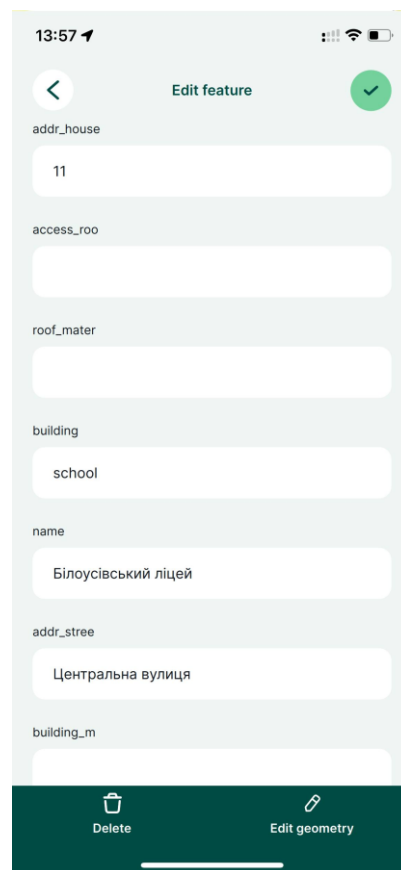


Рисунок 3.3.8. Форма введення атрибутивних даних для об'єкта інфраструктури (на прикладі Білоусівського ліцею)

Окремою перевагою для мене стала безшовна інтеграція з Mergin Cloud, яка значно автоматизувала обмін даними. Якщо у випадку з QField часто доводиться вручну копіювати файли між пристроями, то тут після завершення зйомки достатньо було натиснути кнопку синхронізації, щоб усі зміни, геометрія та фотографії відправилися у хмару. Повернувшись до стаціонарного комп'ютера, я просто оновлювала проєкт у QGIS, миттєво отримуючи всі зібрані

дані. Такий підхід виявився набагато надійнішим і швидшим, мінімізуючи ризик втрати інформації та помилок при перенесенні файлів.

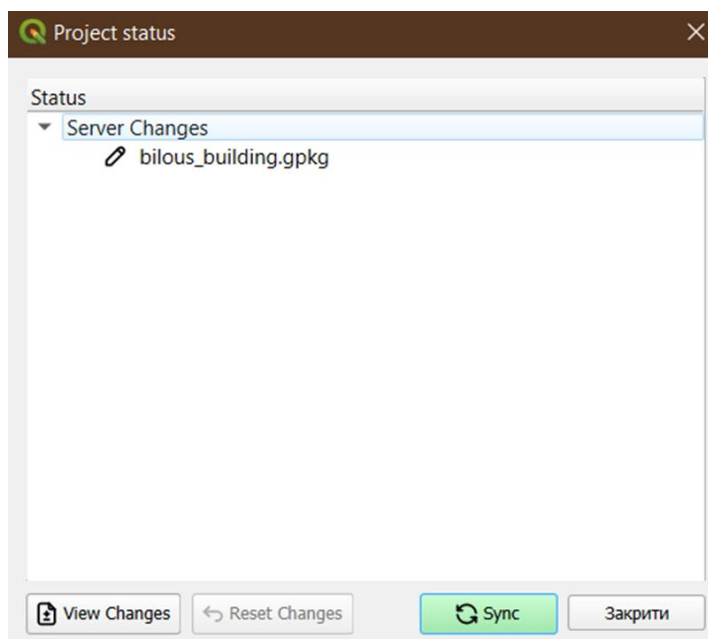


Рисунок 3.3.9. Перевірка змін на сервері перед синхронізацією (вікно Project Status)

Після виконання польових робіт зібрані дані потрібно синхронізувати з QGIS. Якщо використовується Mergin Cloud, цей процес займає лише кілька секунд: зміни завантажуються у хмару, а потім відкриваються у настільній версії QGIS. За офлайн-методу користувач переносить папку проекту на комп'ютер вручну і відкриває її у QGIS для подальшої обробки.

Після завершення польових робіт я синхронізувала зміни назад у QGIS. У додатку Mergin Maps натиснула кнопку синхронізації ("Sync"), а у QGIS у відповідному меню обрала "Pull changes". Всі додані та відредаговані дані автоматично оновилися, що дозволило мені одразу бачити результати роботи у настільній версії програми.

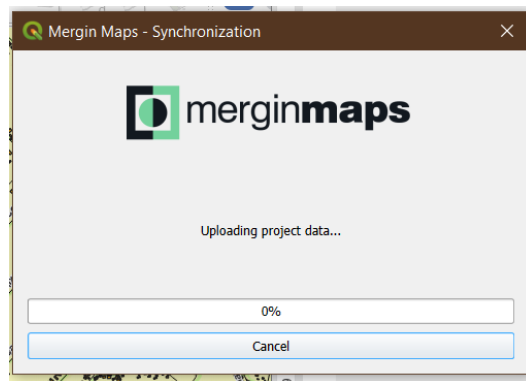


Рисунок 3.3.10. Стартовий екран із відображенням статусу синхронізації проекту

Під час роботи я стикалася з деякими поширеними проблемами, які вчасно вирішувала. Якщо синхронізація не проходила, я перевіряла, чи збережений проект у правильну локальну папку, чи закриті усі відкриті GeoPackage, а також чи є стабільне інтернет-з'єднання. Якщо на телефоні деякі шари не відображалися, я впевнювалася, що вони включені у видимість, що використовувався формат GeoPackage, а стилі були збережені у проєкті. Також якщо дані не записувалися, я перевіряла, чи ввімкнено у Mergin Maps можливість редагування шару (“Layer is editable”).

Загалом, робота з Mergin Maps через QGIS виявилася інтуїтивною і зручною, а синхронізація даних між настільним і мобільним додатком значно спростила процес збору і обробки геопросторової інформації.

Висновки до розділу III.

У ході роботи я проаналізував сучасні інструменти для мобільного картографування та веб-публікації, порівнявши QField, Mergin Maps та плагін qgis2web. Головною метою був вибір рішення, яке дозволяє не лише візуалізувати інфраструктуру, а й зручно оновлювати дані безпосередньо на місцевості.

Порівнюючи QField та Mergin Maps, я дійшов висновку, що кращим вибором є Mergin Maps. Попри потужний функціонал QField, Mergin Maps виграє завдяки простішій та надійнішій синхронізації. Це дозволило налагодити

безперебійний двосторонній обмін даними, що критично важливо для уникнення конфліктів та втрати інформації під час польових робіт.

Плагін qgis2web розглядається мною не як альтернатива мобільним додаткам, а як їх вдале доповнення. Він ідеально підходить для створення веб-карт без серверного налаштування, проте через відсутність GPS-позиціювання та інструментів редагування не придатний для збору даних.

Отже, оптимальним технологічним ланцюжком стало поєднання QGIS як базового середовища, Mergin Maps для польової інвентаризації. Такий підхід забезпечив повний цикл роботи з геоінформацією: від створення до публікації.

ВИСНОВКИ

Варто відзначити, що аналіз специфіки роботи газотранспортних та газорозподільних мереж підтвердив, що вони є критично важливими багаторівневими інженерними комплексами, від стабільності яких залежить енергетична безпека держави. У цьому контексті геодезичний супровід виступає не допоміжною функцією, а фундаментальною основою на всіх етапах життєвого циклу об'єкта — від проектування до експлуатації. Без точних просторових даних безпечне функціонування такої інфраструктури неможливе, проте застарілі методи управління вже не відповідають сучасним вимогам, часто призводячи до розрізненості інформації між підрозділами.

Впровадження інноваційних технологій та уніфікація баз даних згідно з міжнародними стандартами дозволять об'єднати роботу геодезистів, проєктантів та аварійних служб. Це забезпечить прозорість процесів, оперативність прийняття управлінських рішень та, як наслідок, надійність і безперебійність газопостачання споживачів.

Програмний комплекс QGIS зарекомендував себе як ефективне середовище для автоматизації картографічних процесів, дозволивши мінімізувати ручну працю та зосередитися на аналізі точності даних. Завдяки модулю QuickMapServices та використанню супутникових підкладок Google і Bing було здійснено детальну верифікацію території села Білоусівка, проведено порівняння з даними OpenStreetMap та коректно інтегровано шари забудови й дорожньої мережі.

Головним практичним результатом роботи стало створення актуалізованої цифрової карти газових мереж, що базується на реальних результатах дешифрування, а не на застарілих схемах. Автоматизація процесів перенесення атрибутів та налаштування символіки гарантувала дотримання єдиного стандарту оформлення, виключивши вплив «людського фактора» та забезпечивши високу достовірність кінцевого геоінформаційного продукту.

У ході роботи здійснено порівняльний аналіз сучасних інструментів мобільного картографування та веб-публікації — QField, Mergin Maps та qgis2web. За результатами дослідження оптимальним рішенням для польових робіт обрано Mergin Maps, який, попри потужний функціонал конкурента QField, продемонстрував значно стабільніший механізм синхронізації. Це дозволило налагодити надійний двосторонній обмін даними, що є критично важливим фактором для уникнення конфліктів версій та втрати інформації під час оновлення інфраструктурних даних безпосередньо на місцевості.

Плагін qgis2web визначено не як альтернативу, а як ефективне доповнення до мобільного інструментарію, призначене для швидкої візуалізації результатів у веб-середовищі без складного серверного налаштування. Таким чином, сформований технологічний ланцюжок, що поєднує можливості QGIS, Mergin Maps та qgis2web, забезпечив реалізацію повного циклу роботи з геоінформацією: від створення та редагування цифрових моделей до їхньої презентації широкому загалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анисенко О. В. ГІС як метод інженерно-геодезичних робіт у будівництві. АГРОСВІТ. 2018. С. 49–50
2. Балінський І. С., Шпак Г. І., Савченко О.О. Проектування систем газопостачання : навч. посіб. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012. 136 с.
3. Білокриницький С.М. Геодезія : навч. посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. 576 с.
4. Гончарук М. І., Середюк М.Д., Шелудченко. В.І. Довідник з газопостачання населених пунктів України. Івано-Франківськ: Сімик, 2006. 1313 с.
5. ДБН В.2.5.-20. Газопостачання. Київ.: Мінрегіонбуд України, 2018. 4 с.
6. Законодавство України. 2020. Про забезпечення надійної експлуатації з впровадження технічної інвентаризації та паспортизації Об'єктів Благоустрою Населених Пунктів. [онлайн] Доступно за адресою: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1937-12> [Доступ 15 квітня 2020 року].
7. Основи геоінформаційних систем та баз даних : конспект лекцій. Київ, 2010.
8. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000. Київ : Головне управління геодезії, картографії та кадастру України, 1998. 18 с.
9. Островський А. Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. Геодезія. Частина перша. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2008. 564 с.
10. Про затвердження Кодексу газорозподільних систем [Електронний ресурс]. Офіційний вісник України. 2015. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1379-15#Text>.
11. Про затвердження Правил безпеки систем газопостачання [Електронний ресурс]. Офіційний вісник України. 2015. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0674-15#Text>.

12. Ранський М.П. Інженерна геодезія: Конспект лекцій. Чернівці: Рута, 2006. 84-85 с.
13. Решетняк М. П. Інженерна геодезія. Київ: Урожай, 1996. 224 с.
14. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики : навч. посібник; за заг. ред. О. О Світличного. Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. 296 с.
15. Сонько С. П., Косенко Ю.Ю. Геоінформаційні системи в охороні довкілля, сільському та лісовому господарстві. 2013
16. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посібник; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків: ХНАМГ, 2010. 315 с.
17. GeoServerDocumentation [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://docs.geoserver.org>.
18. MeehanBill. EmpoweringElectricandGasUtilitieswith GIS/BillMeehan.. EsriPress. 2007. 225 p.
19. OpenStreetMap [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://openstreetmap.org>.
20. OpenStreetMap – Вікіпедія [Електронний ресурс]. Вікіпедія ; Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>.