

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту (роботи)
(тип кваліфікаційної роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему «Методика створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій»

ХАІ.407.462м.24О193.1804074 ПЗ

Виконав: студент(ка) 2 курсу групи № 462м

Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
(код та найменування)

Освітня програма Геоінформаційні системи та технології

(найменування)

Сохоневич І.О.

(прізвище та ініціали студента (ки))

Керівник: Нечаусов А.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Полупан А.В.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно – космічної техніки
 Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі
 Рівень вищої освіти магістр
 Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»
(код та найменування)
 Освітня програма Геоінформаційних систем та технологій
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Станіслав ГОРЕЛИК
(підпис) (ініціали та прізвище)
 «23» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сохоневич Ірина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема випускної роботи Методика створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій

керівник кваліфікаційної роботи Нечаусов А.С., к. т. н, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету №2001-уч від «15» листопада 2023 року

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 11.01.2024

3. Вихідні дані до роботи

1) Текстова інформація щодо зарядних станцій на платформі PlugShare

2) Геоінформаційне програмне забезпечення (QGIS, ArcGIS Online)

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)

Дослідження ринку електромобілів в Україні. Аналіз зарядних станцій, типи конекторів. Аналіз існуючих сервісів для інфраструктури зарядних станцій. Методи відображення географічних даних. Вибір програмного забезпечення для реалізації методики розробки WEB-додатку.

Розробка методики для створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів. Отримання даних із БД PlugShare. Створення програми за допомогою програмної мови Python для структурування отриманих даних у формат txt. Пошук технічних даних електрокарів. Створення БД на основі вхідних даних. Злиття двох отриманих БД для візуалізації результатів. Обробка векторного шару, поділ за атрибутами. Створення теплової карти для візуалізації розподілу зарядних станцій. Створення інтерактивної карти. Створення WEB-додатку на основі отриманих даних. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу

Структурна схема основних етапів роботи. Структурна схема методики розробки WEB-додатку для аналізу покриття станціями заряджання електромобілів

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Нечаусов А.С.	23.10.2023	11.01.2024
	Доцент		

Нормоконтроль Красовська І.Г. « 16 » 01 2024 р.

7. Дата видачі завдання 23.10.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи
1	Дослідження ринку електромобілів в Україні.	23.10.23-31.10.23
2	Аналіз зарядних станцій, типи конекторів.	01.11.23-08.11.23
3	Аналіз існуючих сервісів для інфраструктури зарядних станцій. Методи відображення географічних даних	09.11.23-24.11.23
4	Вибір програмного забезпечення для реалізації методики розробки WEB-додатку.	27.11.22-08.12.23
5	Розробка методики для створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій	11.12.23-22.12.23
6	Написання пояснювальної записки	25.12.23-11.01.24

Студентка

Керівник дипломної
(кваліфікаційної) роботи

_____ Ірина СОХОНЕВИЧ
(підпис) (ініціали та прізвище)

_____ Артем НЕЧАУСОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної магістерської роботи містить: 69 сторінок, 43 малюнки, 2 таблиці, 6 лістингів, 22 посилання на використану літературу.

Об'єкт дослідження: створення інтерактивних WEB-додатків із застосуванням географічної інформації.

Предмет дослідження: методи та засоби для створення інтерактивних WEB-додатків з використанням геоінформаційних технологій

Мета роботи: підвищення інформативності сервісу електромобілів шляхом створення інтерактивних WEB-додатків.

Методи дослідження: програмно-аналітичні методи дослідження інфраструктури зарядних станцій для електромобілів. Картографічні методи відображення інфраструктури зарядних станцій.

У результаті роботи було отримано методику розробки WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів у програмному продукті ArcGIS Online. В результаті застосування методики було досягнуто збільшення інформативності за рахунок перетворення текстової довідкової інформації в графічне відтворення на картографічній основі.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, WEB-ДОДАТОК, СТАНЦІЯ ЗАРЯДЖАННЯ, ТЕПЛОВА КАРТА, КОНЕКТОР, ПЛАГІН, ІНТЕРАКТИВНА КАРТА, ІНФРАСТРУКТУРА ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ, ШЕЙП-ФАЙЛ, БАЗА ДАНИХ, PLUGSHARE, ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ.

ABSTRACT

The master's work contains: 69 pages, 48 figures, 2 tables, 6 listings 22 references.

Object of research: creation of interactive WEB applications using geographic information.

Subject of research: methods and tools for creating interactive WEB applications using geoinformation technologies.

Objective: increasing the informativeness of the electric car service by creating interactive WEB applications.

Research methods: software and analytical methods of researching the infrastructure of charging stations for electric vehicles. Cartographic methods of displaying the infrastructure of charging stations.

As a result of the work, the method of developing a WEB application for the analysis of the coverage of the territory of Ukraine with charging stations for electric cars in the ArcGIS Online software product was obtained. As a result of the application of the method, an increase in informativeness was achieved due to the transformation of textual reference information into a graphical reproduction on a cartographic basis.

Keywords: ELECTRIC CAR, WEB APPLICATION, CHARGING STATION, HEAT MAP, CONNECTOR, CONNECTOR, INTERACTIVE MAP, CHARGING STATION INFRASTRUCTURE, SHAPEFILE, DATABASE, PLUGSHARE, CHARGING STATION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ЧАСТИНИ.....	10
1.1. Дослідження ринку електромобілів в Україні.....	10
1.2. Аналіз зарядних станцій, типи конекторів.....	15
1.3. Аналіз існуючих сервісів для інфраструктури зарядних станцій.....	18
1.4. Методи відображення географічних даних.....	22
1.5. Вибір програмного забезпечення для реалізації методики розробки WEB- додатку.....	23
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОКРИТТЯ СТАНЦІЯМИ ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	26
2.1. Вхідні дані	27
2.2. Створення БД на основі вхідних даних.....	35
2.3. Обробка та злиття створених БД.....	40
2.4. Створення теплової карти для візуалізації розподілу зарядних станцій ...	42
2.5. Створення інтерактивної карти.....	44
2.6. Створення WEB-додатку на основі отриманих даних.....	46
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	57
ДОДАТОК А – Плакат за темою кваліфікаційної роботи ...	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Б – Презентація за темою кваліфікаційної роботи ..	Error! Bookmark not defined.

ВСТУП

Сучасний світ стикається із гострою проблемою зміни клімату, яка загрожує екосистемам та життю на планеті. Однією з ключових причин цієї зміни є використання викопного палива промисловістю та транспортним сектором. На даний момент транспортний сектор є одним із найбільших джерел викидів парникових газів. Прогнози стверджують, що до 2050 року понад половина світових викидів вуглецю у повітря буде спричинена саме ним. Це створює необхідність негайного переходу до більш екологічної альтернативи з меншим впливом на клімат, такої як електричний транспорт.

У контексті зростаючих екологічних проблем набуває особливого значення необхідність формування сталої екологічної парадигми та посилення уваги до сталого споживання. Електромобілі, завдяки їхньому потенціалу, привертають значну увагу у всьому світі як засіб досягнення екологічної та енергетичної стійкості. Завдяки значно меншим викидам парникових газів та відсутності використання викопного палива, електромобілі сприяють розвитку сталої мобільності. Поєднання цих факторів може призвести до підвищення ефективності використання палива на 40–60% та суттєвого скорочення вуглецевого сліду на рівні 30–50%. Крім того, слід відзначити, що електромобілі є безпечними для навколишнього середовища, майже не виділяючи шкідливих газів, зокрема CO₂.

У різних країнах уряди активно спрямовують свої зусилля на досягнення цілей сталого розвитку, включаючи забезпечення доступною та чистою енергією. Саме у цьому контексті електромобілі можуть відігравати важливу роль у реалізації цих цілей. Окрім цього, соціальний тиск і зростаюче усвідомлення суспільством важливості ефективного управління природними ресурсами роблять це питання ще актуальнішим.

Таким чином, разом із 195-а країнами Світу, Україна 22 квітня 2016 року в Нью-Йорку підписала Паризьку угоду з метою впровадження різноманітних

заходів з обмеження глобального потепління, не допускаючи перевищення двох градусів в порівнянні з доіндустріальним рівнем [1].

На рис. 1 представлена структурна схема основних етапів роботи.

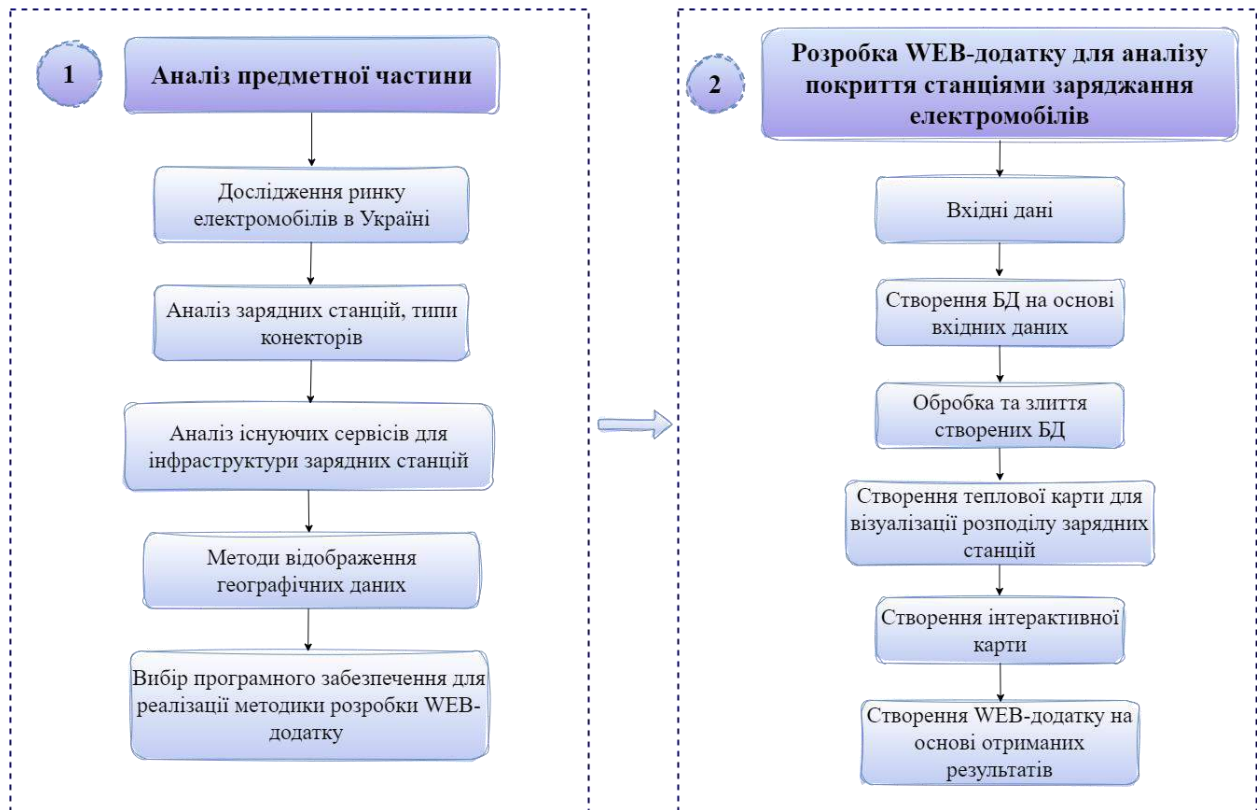


Рисунок 1 Структурна схема основних етапів роботи

Метою дипломної роботи є дослідження та аналіз доступності інфраструктури зарядних станцій для електромобілів в Україні з метою визначення географічної доступності та розподілу таких станцій у містах та на території України. Робота спрямована на вивчення сучасного стану мережі зарядних станцій, аналіз тенденцій їх розвитку, а також оцінку їх впливу на розвиток електромобільної транспортної системи та зменшення викидів парникових газів. В рамках дипломної роботи також планується розробка картографічних панелей dashboards для візуалізації географічної доступності зарядних станцій та забезпечення користувачів актуальною інформацією про їх розташування та технічні характеристики.

В ході виконання роботи необхідно виконати наступні задачі:

1. Зібрати та систематизувати дані щодо розташування зарядних станцій для електромобілів в Україні, класифікувати їх за типами наявних портів;
2. Класифікувати за технічними характеристиками найпопулярніші моделі електрокарів в Україні;
3. Спираючись на дорожню інфраструктуру України оцінити доступність зарядних станцій для окремих марок електрокарів;
4. Використовуючи інструменти мережевого аналізу в ArcGIS Online зробити зони покриття для автомобілів;
5. Відтворити результати за допомогою програмного продукту ArcGIS Online використовуючи інформаційну панель Dashboard.

В Україні транспортний сектор спільно з енергетичним сектором відповідає за 28% викидів CO₂. Великі обсяги парникових викидів, що виникають внаслідок використання двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), несуть в собі серйозні загрози глобальній зміні клімату та забрудненню повітря. Саме це створює обґрунтовану необхідність впровадження електричного транспорту на різних рівнях організації перевезень. В першу чергу це стосується приватного використання електромобілів та пасажирського електротранспорту в містах [2].

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ЧАСТИНИ

1.1. Дослідження ринку електромобілів в Україні

Глобальна декарбонізація є стратегічною відповіддю на глобальні зміни клімату, що виникають внаслідок антропогенних викидів парникових газів у повітря. Головною метою цього процесу є зменшення та, в перспективі, повна ліквідація викидів для забезпечення стримування кліматичних змін та мінімізації завданих ними збитків. Понад 110 країн вже зобов'язалися досягти вуглецевої нейтральності до 2050 року. З огляду на те, що транспортний сектор відповідає за 23% світових викидів парникових газів, акцент на зменшенні цих викидів через розвиток електромобільності стає актуальним завданням реалізації Європейського Зеленого курсу та сталого економіко-екологічного розвитку суспільства.

Згідно з планами, до 2030 року в ЄС має бути введено 30 млн. транспортних засобів з нульовими викидами, а до 2050 року більшість транспорту, включаючи вантажний та автобусний, має стати повністю екологічно чистим.

Україна та низка світових держав у 2016 році підписали Паризьку кліматичну угоду. Головна мета Паризької угоди – не допустити зростання глобальної середньої температури більше 2°C (по можливості – не більше 1,5°C) у порівнянні з показниками XIX століття. 1800-ті роки є точкою відліку не просто так – саме тоді людство почало спалювати величезну кількість викопного палива, що спричинило надмірні викиди парникових газів в атмосферу, глобальне потепління та зміну клімату.

Крім цього, Угода декларує необхідність адаптуватися до наслідків зміни клімату, при цьому забезпечуючи зниження викидів парникових газів, а також достатнє фінансування та об'єднання зусиль країн для протидії зміні клімату.

Утримання глобального потепління на рівні 1,5 – 2°C потребує невідкладного скорочення антропогенних викидів CO₂ та інших парникових газів в атмосферу та повного їх усунення до другої до 2050 року [3].

Негативний вплив автомобілів на навколишнє середовище визнається як суттєвий. Окрім всіх позитивних аспектів використання транспорту із двигунами внутрішнього згорання, існують численні негативні фактори, зокрема, негативний вплив на екологію. Ця актуальна проблема обумовлена постійним зростанням кількості автомобілів.

Електротранспорт представляє собою вид транспорту, що використовує електрику як джерело енергії та тяговий електродвигун в приводі. Його основними перевагами порівняно з транспортом із двигунами внутрішнього чи зовнішнього згорання є вища ефективність та дружелюбність до навколишнього середовища [4].

Україна входить в десятку лідерів за темпами приросту електромобілів.

На початку 2019 року в Україні було 12 333 електрокарів, лише у 2018 році українці придбали 5,3 тисячі електромобілів, що майже вдвічі більше, ніж роком раніше. Український ринок електромобілів протягом 2018 року продемонстрував безперервне зростання у даній сфері, цьому сприяв пільговий період на імпорт електричних автомобілів без мит і ПДВ, термін дії якого був розрахований на 12 місяців. Завдяки зазначеним пільгам ринок активізувався і продажі електромобілів збільшувалися щомісяця.

Попит на електромобілі в Україні зростає швидкими темпами. Станом на 1 січня 2024 року в Україні зареєстровано 84 127 електромобілів. Найпопулярнішим електромобілем довгі роки залишається Nissan Leaf. Одна з перших моделей електромобілів, що з'явилася на українському авторинку, не втрачає популярності через доступну ціну та непогані технічні характеристики. На другому місці — найдешевша та водночас найпопулярніша модель Tesla — Model 3. Третє місце — за компактним Renault Zoe, одному з перших масових європейських електромобілів.

До прикладу, на рис. 1.1 наведено інфографіка привезених машин з-за кордону у січні-червні 2022 року [5].

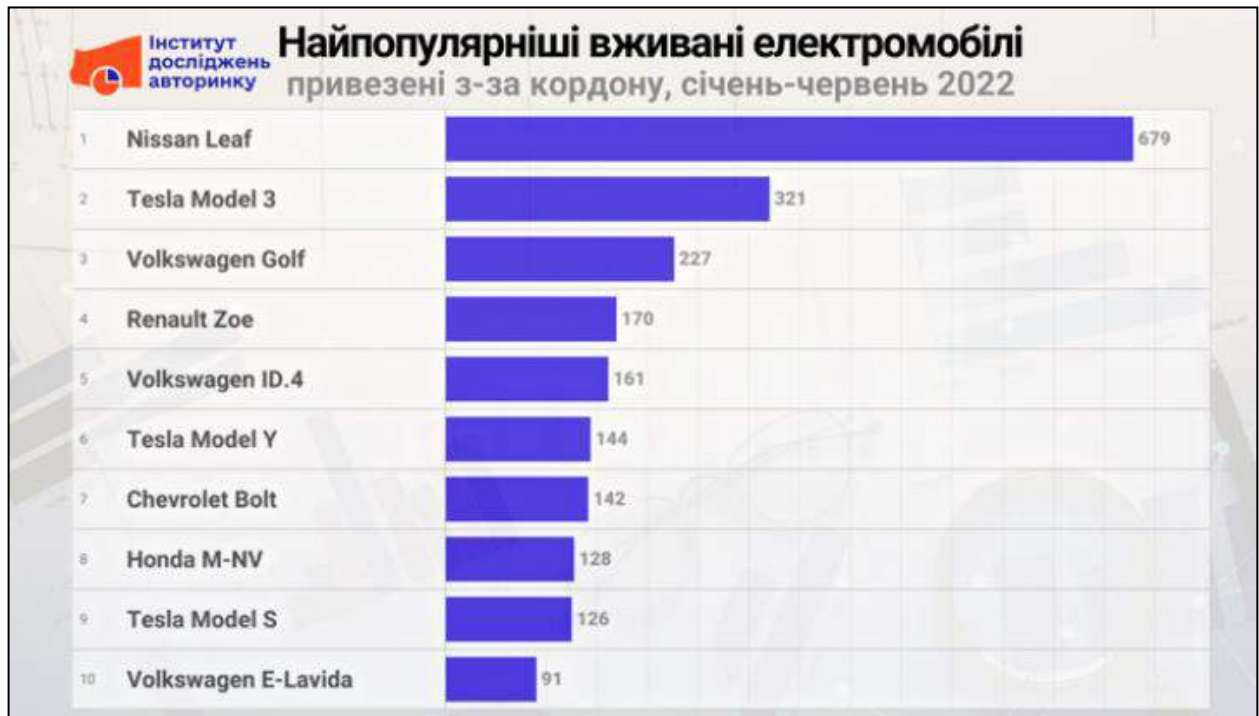


Рисунок 1.1 Найпопулярніші моделі вживаних імпортованих електромобілів, січень-червень 2022 року

Електромобільний транспорт стимулюється з боку держави, адже діють пільги зі сплати ПДВ та акцизу, а нові будівельні норми передбачають виділення не менш як 5% паркомісць під облаштування зарядними пристроями [6].

Як один із кроків розвитку ринку в Україні було звільнення під оподаткування податком на додану вартість і акцизним податком з 1 січня 2018 року імпорту електромобілів. У 2019 році відповідно до норм Закону України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких інших законодавчих актів України щодо покращення адміністрування та перегляду ставок окремих податків і зборів» №2628-VIII від 23.11.2018р. продовжено податкову пільгу щодо податку на додану вартість, але скасовано по акцизу. З 1 січня 2019р. електромобілі при розмитненні обкладаються акцизним податком, ставка якого буде залежати від місткості акумулятора - 1 євро за 1 кіловат[7].

Також однією із суттєвих переваг придбання електротранспорту є економність. У табл. 1.1 наведена порівняльна таблиця витрат на обслуговування

для електромобіля Volkswagen ID.4, авто на газу Hyundai Tucson із ГБО та авто із ДВЗ Toyota RAV4 [8].

Таблиця 1.1 Порівняльна таблиця витрат на обслуговування електромобіля, авто на газу та авто із ДВЗ

Авто	Volkswagen ID.4			Hyundai Tucson	Toyota RAV4	
	Домашня мережа	Звичайна зарядка (AC)	Швидка зарядка (DC)	Газ	Дизель	Бензин
Ціна станом на 11.08.2023	2.64 грн/кВт год	10 грн/кВт год	13 грн/кВт год	23.62 грн/л	50.72 грн/л	51.4 грн/л
Допоміжні величини	Ємність акумулятора 84.8 кВт год			11 л на 100 км	6.7 л на 100 км	8.5 л на 100 км
Розрахунок вартості	84.8×2.64	84.8×10	84.8×13	23.62×11	50.72×6.7	51.4×8.5
Вартість 100 км, грн	37.3	141.33	187.73	259.82	339.82	436.9
Витрати на місяць (≈50 км/день), грн	560	2120	2816	3897	5097	6554
Витрати на рік, грн	6720	25440	33792	46764	61164	78648

За таблицею наочно видно різницю у вартості. У електрокарі немає паливної системи, масла, свічок і безлічі інших деталей, які присутні в класичних автомобілях і ускладнюють експлуатацію. Надійність і довговічність експлуатації, виходячи з того, що ламатися просто нема чому. Обслуговування

таких автомобілів обходиться в меншу суму, ніж витрати на експлуатацію та підтримку справного стану бензинових або дизельних машин. Електрика коштує дешевше інших видів палива, а відсутність складних механізмів, витратних матеріалів та запчастин виключає часті поломки і необхідність в заміні. Конструктивна простота зводить до мінімуму кількість коштів, необхідних на обслуговування електромобіля. Звичайно, для кожного електрокара необхідна різна кількість електроенергії, але в будь-якому випадку його використання буде більш вигідним, ніж використання автомобіля з ДВЗ [9].

Враховуючи усі вищенаведені аргументи на користь використання електромобілів, їх кількість в Україні стрімко зростає та буде зростати у майбутньому (рис. 1.2).

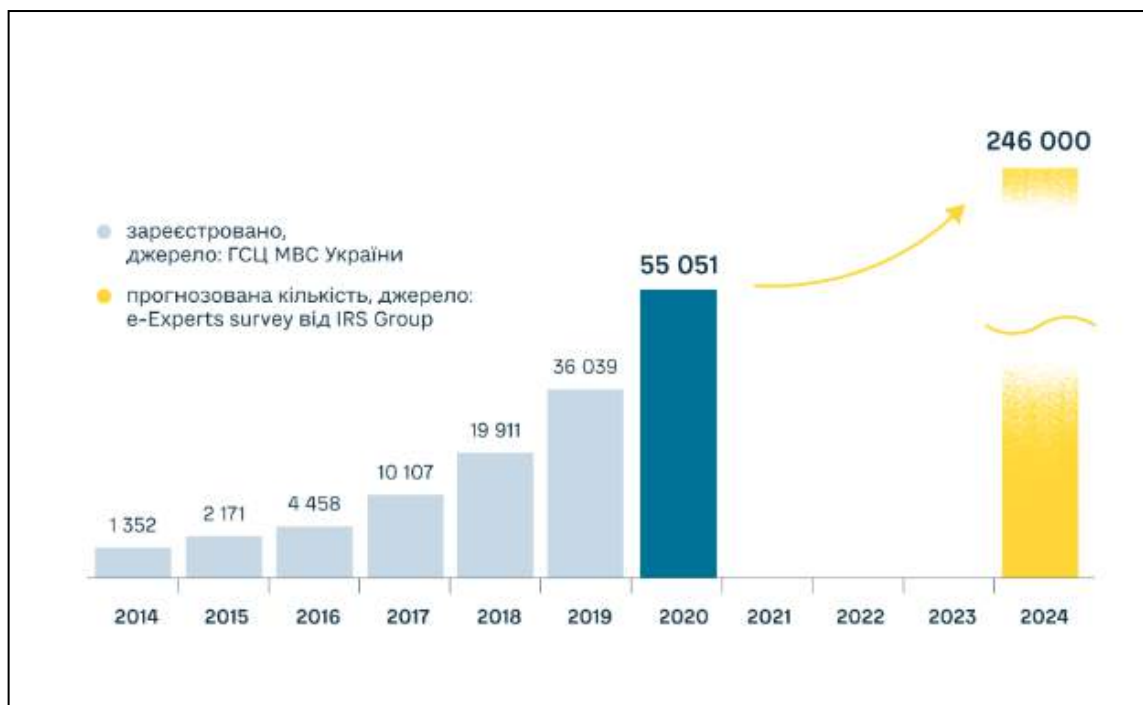


Рисунок 1.2 Графік збільшення кількості електрокарів в Україні

1.2. Аналіз зарядних станцій, типи конекторів

Оскільки ринок електромобілів швидко розвивається, то це сприяє аналогічному розвитку інфраструктури для зарядки авто.

Загалом зарядні станції в Україні представлені в 3 категоріях:

1. побутові (для домашнього використання);
2. публічні (для суспільно доступу);
3. з обмеженим доступом (для корпоративного сектора).

Публічні зарядні станції, у свою чергу можуть класифікуватися за режимом зарядки:

1. Mode 1 слабопотужна і застаріла модифікація. Заряджає від звичайної розетки, залежно від авто, від 10 годин до доби без використання спеціального обладнання, але з адаптером змінного струму.

2. Mode 2 застосовується як для побутового, так і для комерційного використання. Час підзарядки становить 6-8 год.

3. Mode 3 більш потужні зарядки, які використовують змінний струм і за 3-4 години повністю поповнюють запас батареї. Сумісні з роз'ємами Type 1 і Type 2.

4. Mode 4 це швидкісний режим зарядки постійним струмом, яка здатна за півгодини зарядити батарею до 80%. Їх установка вимагає окремої лінії електропостачання.

5. Tesla Supercharger це окремий тип зарядок, які здатні за 20 хвилин зарядити батареї до 50%. Відповідають найпотужнішим американським електричним заправкам Level 3 (135 кВт).

Для зарядки електрокара всі ЗП використовують змінний або постійний струм. Залежно від особливостей електричної мережі та потужності станції, можна виділити три основні види зарядки:

- зарядка від домашніх електромереж зі змінним струмом і такими характеристиками - 220 Вольт, 16 Ампер, 3,7 кВт. Найчастіше їх називають кабелем, через невеликий корпус.

- прискорена зарядка від електричної мережі зі змінним струмом і такими характеристиками - 220 - 380 Вольт, 16 - 40 Ампер, 3,7 - 30 кВт.

- Fast charger або "Суперчарджер" - швидке зарядження постійним струмом. Це обладнання великих габаритів потужністю до 400 кВт [10].

Також для комфортного користування електромобілем необхідно і знати типи роз'ємів підключення конектора (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 Типи роз'ємів підключення конектора

Тип роз'єму конектора Type 1 J1772 5-ти контактний стандартний роз'єм електромобільного конектора, характерний для більшості електромобілів американського та азіатського виробництва. Роз'єм Type 1 підходить для підзарядки електромобіля від зарядних комплексів, що працюють за стандартами Mode 2, Mode 3. Підзарядка відбувається за допомогою однофазної мережі змінного струму з максимальною напругою 230 В, силою струму 32 А і граничною потужністю в 7,4 кВт.

Type 2 (Mennekes) 6-ти контактний роз'єм характерний в основному для європейських електромобілів, а також для низки китайських авто, які пройшли адаптацію. Особливість роз'єму полягає в можливості використовувати однофазну і трифазну мережу, з максимальною напругою 400 В, силою струму 63 А, і потужністю 43 кВт. Зазвичай 400 В 32 А ~ 22 кВт при трифазному підключенні і 230 В 32 А ~ 7,4 кВт при однофазному підключенні. Роз'єм допускає використання зарядних станцій з режимами роботи Mode 2, Mode 3.

CHAdeMO 2-контактний конектор постійного струму, розроблений у співпраці найбільших японських автовиробників з компанією TEPSCO. Може використовуватися для зарядки більшості японських, американських і низки європейських електромобілів. Розрахований для використання на потужних зарядних станціях, що працюють від постійного струму в режимі Mode 4, що дають змогу заряджати батарею електромобіля до 80% протягом 30 хвилин (на потужності 50 кВт). Розрахований на максимальну напругу 500 В і силу струму 125 А з потужністю до 62,5 кВт.

CCS Combo (Type 1/Type 2) комбінований тип конектора, який дає змогу використовувати як повільні, так і швидкі точки заряджання. Робота роз'єму можлива завдяки інверторній технології, що перетворює постійний струм у змінний. Транспортні засоби з таким типом з'єднання можуть приймати зарядну швидкість аж до максимально швидкого заряджання. Роз'єми CCS Combo не однакові для Європи та США і Японії: для Європи пропонують роз'єм Combo 2 сумісний з Mennekes, а для США і Японії Combo 1, що пов'язаний з J1772. Зарядка за допомогою CCS Combo розрахована на 200-500 В при 200 А і потужності 100 кВт. CCS Combo 2 наразі найпоширеніший тип роз'єму на швидких зарядних станціях у Європі разом із CHAdeMO.

GB/T цей стандарт характерний для автомобілів тільки китайського виробництва і часто його називають просто GBТ. Візуально він майже повністю нагадує європейський Mennekes, але технічно з ним не можна порівняти. Існує два типи роз'ємів для цього стандарту – один для повільного, другий для швидкого заряджання [10].

Станом на 1 серпня 2023 року в Україні налічується 4,8 тис. У розрахунку, це майже 17 електромобілів на 1 зарядну станцію. Для порівняння, в країнах ЄС – 11,5, а відповідно до довгострокової стратегії, яка прийнята до 2030 року, їх кількість має зменшитись до 7,3 електромобілів на 1 публічну зарядну станцію. Таким чином, якщо прийняти для України цільовий орієнтир 2030 року ЄС, кількість зарядних станцій має зрости до 40 тисяч або збільшитись майже в 10 разів від існуючої кількості.

А от швидкісних зарядних станцій потужністю від 80 кВт, які є більш популярними серед користувачів, станом на 1 вересня 2023 року, всього 100 штук в Україні, що надзвичайно мало вже навіть для існуючої кількості електроавтомобілів [11].

Щороку український ринок зарядних пристроїв для електрокарів зростає в середньому на 15%. Динамічний розвиток інфраструктури для електричних автомобілів можливий лише за умови, що це буде вигідно як бізнесу, так і споживачам-власникам електрокарів. Адже зрозуміло, що безкоштовні зарядні станції не можуть бути масовим явищем – за електроенергію треба платити. Нове програмне рішення дозволить це зробити у зручний спосіб для користувачів електромобілів та допоможе бізнесу оптимізувати облік електроенергії, аби вчасно виставляти рахунки та отримувати плату. Доступність і зручність зарядних станцій – ключовий елемент, що впливає на кількість електрокарів в країні. Для розвитку необхідної інфраструктури Україна, як й інші країни, має пройти довгий шлях, однак перші значні кроки вже зроблено [12].

1.3. Аналіз існуючих сервісів для інфраструктури зарядних станцій

Динаміка розвитку сервісів відслідковування та знаходження зарядних станцій в Україні відбувається дуже швидко. На це безпосередньо впливає збільшення популярності електрокарів.

Одним з популярних сервісів в Україні який надає інформацію про зарядні станції у всьому світі є платформа PlugShare. Цей застосунок надає широкий

спектр можливостей для власників електромобілів. PlugShare надає інтерактивну карту, на якій можна переглядати розташування зарядних станцій, детальну інформацію про них (тип, доступність, швидкість зарядки). Також даний застосунок надає можливість планувати маршрути з урахуванням доступності до зарядних станцій (рис. 1.4). PlugShare має мобільний додаток, який підтримує карточну систему, що дозволяє зручно оплачувати зарядку безпосередньо через додаток [13].

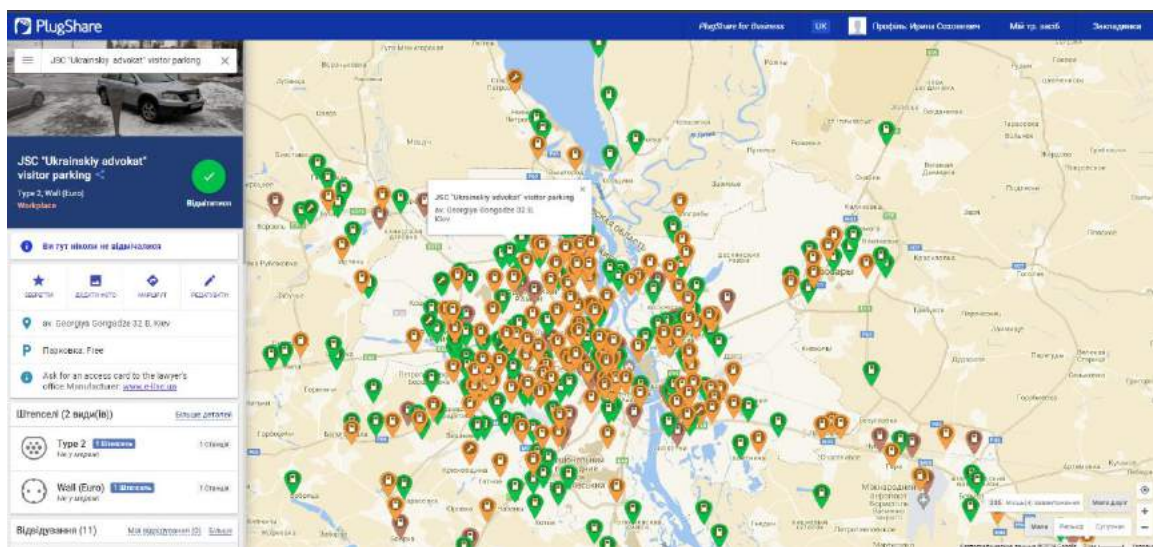


Рисунок 1.4 Інтерфейс платформи PlugShare

Зростання інфраструктури зарядних станцій сприяє появі нових мереж електрозаправок. Одна з них мережа ТОКА. Це інноваційна компанія, що є одним із найкрупніших гравців на українському ринку зарядної інфраструктури для електромобілів. З 2015 року ТОКА розвиває першу національну мережу публічних зарядних комплексів (ЕЗК). Тоді все починалося з 20 станцій, а сьогодні ТОКА об'єднує більше 200 станцій ЕЗК, на яких можуть одночасно заряджатися понад 450 електрокарів. Послугами мережі ТОКА користуються понад 14000 клієнтів по всій Україні. Окрім Києва, станції ТОКА є в Одесі, Ужгороді, Мукачеві, Львові, Дніпрі, Тернополі, Ірпені, Краматорську та багатьох інших містах України [14] (рис. 1.5).

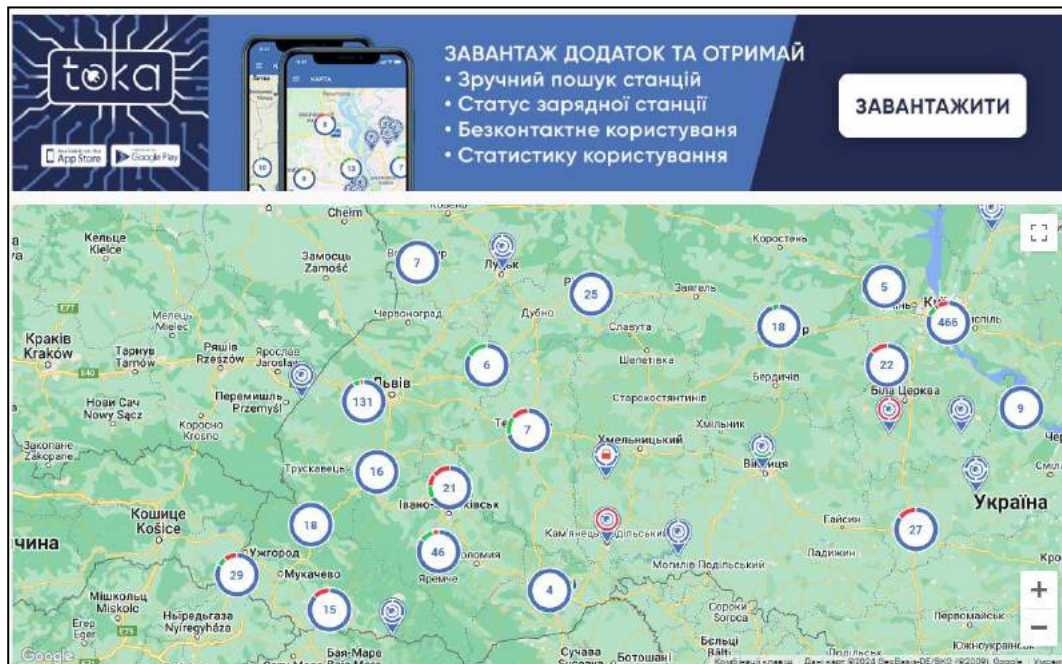


Рисунок 1.5 Інтерфейс платформи мережі електрозаправок ТОКА

Ще одним зручним сервісом для власників електрокарів є Go To-U. Ця компанія була заснована у 2017 році для того, аби користування та зарядка електромобілів ставали простішими, доступними та зручними. У 2021 році платформу GO TO-U було включено до рейтингу соціального впливу компаній від Всесвітнього форуму молодих лідерів One Young World глобальної ініціативи, що сприяє досягненню цілей ООН в галузі сталого розвитку.

Рейтинг соціального впливу бере до уваги не лише рентабельність (ROI), але й соціальну віддачу інвестицій (SROI). Коефіцієнт соціальної віддачі інвестицій GO TO-U становить \$1:35. Це співвідношення свідчить про те, що інвестиція в розмірі 1 долара США дозволила створити суспільні, економічні та екологічні блага на суму 35 доларів США. Зрештою, справжній успіх - це чисте повітря, стале і надійне майбутнє [15].

Додаток GO TO-U налічує кілька сотень точок заряджання по всій Україні – на Заході, Сході, Півночі, Півдні. Однак якщо ви вирушите своїм авто за кордон, то також навряд чи залишитеся без підтримки нашої програми. Річ у тім, що GO TO-U представлений у 47 країнах, серед них: Бельгія, Велика Британія, Німеччина, Франція, Фінляндія, Чехія, Іспанія, Швейцарія, Польща, Латвія,

Таїланд та багато інших. Станом на початок 2021 року до GO TO-U підключено понад 300 000 зарядок на 17 000 локаціях від найкращих операторів мереж Європи, Північної Америки та Азії [16].

GO TO-U це міжнародна платформа, яка об'єднує зарядні станції для електромобілів та користувачів електротранспорту. Організація намагається спростити процес пошуку, доступу та користування зарядними станціями, а також створити сприятливе середовище для розвитку зеленої мобільності. Додаток GO TO-U включає в себе інтерактивну карту, можливість бронювати час на зарядній станції, зручний спосіб оплати, тощо (рис. 1.6).

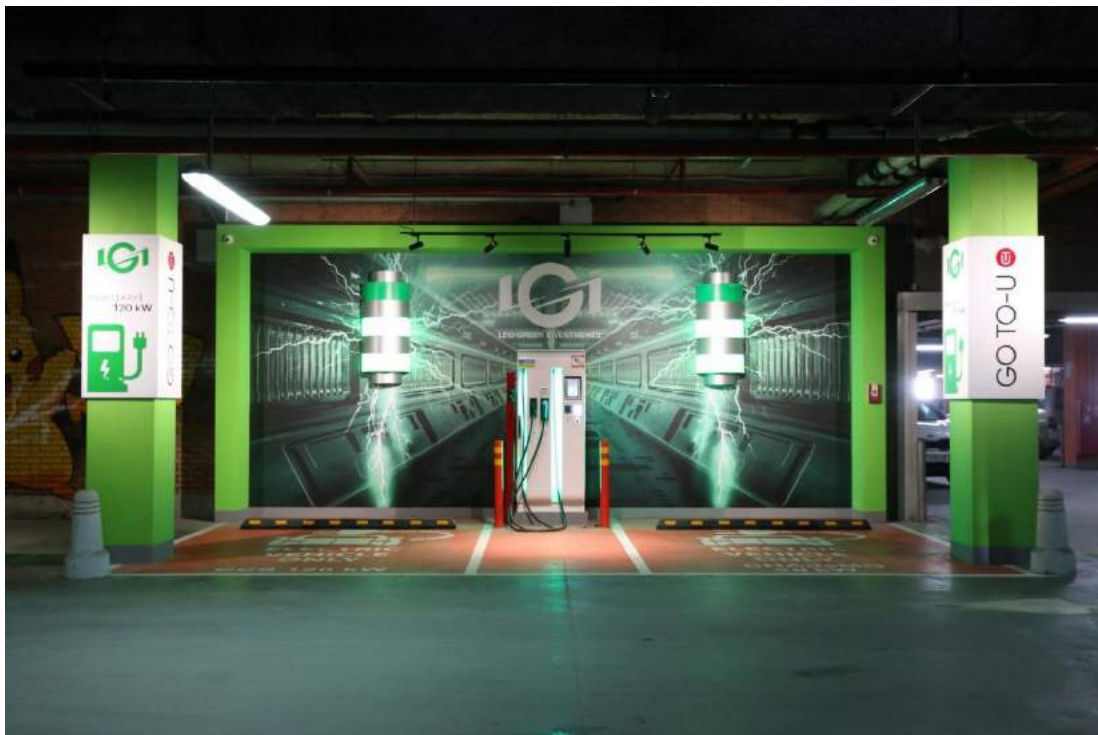


Рисунок 1.6 Заправка мережі Go To-U

AutoEnterprise українська компанія, яка спеціалізується на електромобілях та зарядних станціях. Компанія була заснована в 2014 році та має штаб-квартиру в Харкові. Вона надає широкий спектр послуг, зокрема:

- продаж та сервіс електромобілів;
- розробка та встановлення зарядних станцій;
- розвиток мережі зарядних станцій.

Компанія AutoEnterprise активно розвиває мережу зарядних станцій в Україні. Станом на 2023 рік компанія має понад 1000 зарядних станцій, розташованих в усіх регіонах країни [17].

Ринок мереж автозаправок для електрокарів в Україні постійно розширюється. З'являються не тільки нові мережі, а й вже існуючі додають до свого сервісу електрозаправки. Так, наприклад, на заправках мережі «ОККО» вже на 57 пунктах можна підзарядити електромобіль, а мережа автозаправок «WOG» у 2023 році відкрила найбільший в Україні автозаправний комплекс на території якого реалізований унікальний електрохаб для власників електромобілів. FLASH HUB розрахований на одночасну зарядку 14 електромобілів з найпоширенішими в Україні конекторами, а саме 8 швидкісних (DC) та 6 стандартних (AC) [18].

1.4. Методи відображення географічних даних

Існує декілька методів відображення географічної інформації які можна застосовувати відповідно під час конкретної задачі:

1. карти:

- паперові карти традиційні картографічні продукти, які можуть бути надруковані на папері та використовувані для ознайомлення з географічною областю;

- інтерактивні карти електронні карти, які можна переглядати та взаємодіяти з ними онлайн або за допомогою спеціального програмного забезпечення;

2. глобуси:

- фізичні глобуси тривимірні моделі Землі, які дозволяють спостерігати її тривимірну структуру;

- віртуальні глобуси інтерактивні програми, які дозволяють користувачам досліджувати та аналізувати географічні дані на віртуальному глобусі, такі як Google Earth;

3. географічні інформаційні системи (ГІС):

- геоінформаційні карти створення карт за допомогою ГІС для відображення різних географічних даних та їх аналізу;
 - тематичні карти карти, які фокусуються на конкретній темі або типі даних (наприклад, карти зарядних станцій для електромобілів);
4. супутникові та аерофотознімки:
- супутникові зображення зображення, отримані з супутників, що надають велику покритість та дозволяють аналізувати рельєф і зміни в масштабі земної поверхні;
 - аерофотознімки зображення, зняті з літака, зазвичай використовуються для отримання деталізованої інформації про певні області;
5. діаграми та графіки:
- географічні діаграми використовуються для відображення статистичної інформації на карті;
 - графіки, що використовують географічні координати для відображення даних;
6. топографічні моделі та рельєфні карти:
- цифрові моделі висот тривимірні представлення рельєфу з використанням цифрових технологій;
 - топографічні карти карти, які включають деталізовану інформацію про ландшафт, водойми, дороги тощо.

Для розробки методики WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій було обрано декілька методів відображення географічних даних: інтерактивні карти, діаграми та графіки, тематичні карти.

1.5. Вибір програмного забезпечення для реалізації методики розробки WEB-додатку

Робота над проектом поділяється на 2 етапи: пошук та обробка вхідних даних та створенні WEB-додатку на їх основі.

До програмного продукту було висунута низка вимог: можливість працювати з таблицями та шейп-файлами, широкий функціонал, можливість злиття декількох БД, робота з csv-файлами. Для обробки вхідних даних було проаналізовано 3 програмних продукти: QGIS, ArcGIS Desktop та GRASS GIS.

Кожна з цих програм може виконувати перелічений список завдань. QGIS підтримує широкий спектр форматів даних, включаючи таблиці та шейп-файли, що дозволяє ефективно взаємодіяти з геопросторовими та табличними даними. Також даний програмний продукт має великий функціонал для аналізу, візуалізації та обробки геоданих, дозволяє об'єднувати дані з різних джерел, включаючи різні бази даних та формати, що робить його потужним інструментом для об'єднання різноманітних даних. Також QGIS легко працює з CSV-файлами, дозволяючи імпортувати, візуалізувати та аналізувати дані в цьому форматі.

ArcGIS Desktop повністю підтримує таблиці та формат шейп-файлів, надаючи можливість виконувати операції з ними та взаємодіяти, має розширений функціонал для геопросторового аналізу, картографії, візуалізації та обробки геоданих. Також має можливість імпорту та обробки CSV-файлів, співпрацює з різними форматами даних та забезпечує можливість об'єднання даних з різних джерел. Основним недоліком в ArcGIS Desktop є те, що це комерційний продукт, який вимагає ліцензійної плати, а безкоштовна пробна версія має обмежений функціонал.

GRASS GIS безкоштовний та відкритий, доступний для використання на всіх основних платформах. З його допомогою також можна обробляти таблиці та шейп-файли та працювати із csv-файлами. Але його сильна сторона аналіз геопросторових даних.

Хоча програми, такі як ArcGIS Desktop та GRASS GIS, також можуть виконувати деякі з поставлених завдань, QGIS є відкритим та безкоштовним інструментом, який має потужність та гнучкість для вирішення різних завдань у сфері геопросторового аналізу та візуалізації даних.

Основним критерієм у виборі програмного продукту для створення інтерактивного WEB-додатку була простота та легкість використання. Якщо

розглядати дане завдання з точки програмування, то один з можливих варіантів це Visual Studio Code. З його допомогою можна з легкістю розробити WEB-сайт за допомогою будь-якої мови програмування для розміщення картографічного матеріалу.

Так як основна задача полягає в тому, аби візуалізувати дані легким та зрозумілим способом, було обрано ArcGIS Online Dashboards (рис. 1.7). Це спеціалізований інструмент для створення інтерактивних та оглядових панелей для візуалізації геопросторових даних. З його допомогою можна з легкістю створити інтерфейс інтерактивного дашборду не прописуючи для цього великі програмні коди.



Рисунок 1.7 Можливий вигляд дашборду створеного у ArcGIS Online Dashboards

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОКРИТТЯ СТАНЦІЯМИ ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

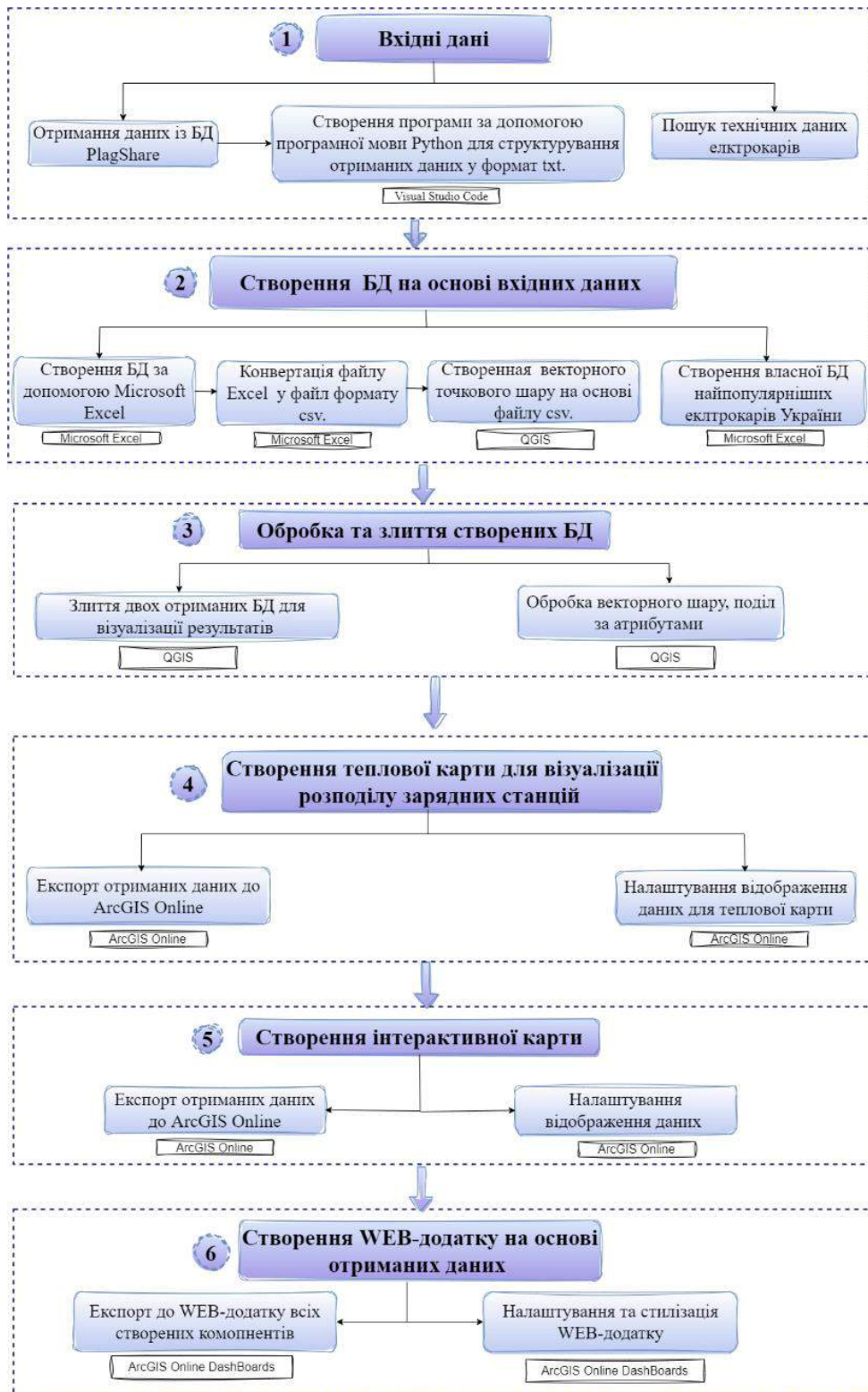


Рисунок 2.1 Структурна схема методики розробки WEB-додатку для аналізу покриття станціями заряджання електромобілів

На рис. 2.1 відображена методика розробки WEB-додатку для аналізу покриття станціями заряджання електромобілів. Вона складається з 6 основних етапів: вхідні дані, створення БД на основі вхідних даних, обробка та злиття створених БД, створення теплової карти для візуалізації розподілу зарядних станцій, створення інтерактивної карти, створення WEB-додатку на основі отриманих даних.

2.1. Вхідні дані

Оскільки світ безперервно рухається в напрямку використання екологічно чистого транспорту, то варто звернути увагу і на те, що використання електромобілів неможливе без якісної розвиненої інфраструктури електрозаправок. Оскільки ця галузь тільки набирає обертів, існує не багато сервісів для моніторингу електрозаправок. Один з таких ресурсів PlugShare (рис. 2.2).

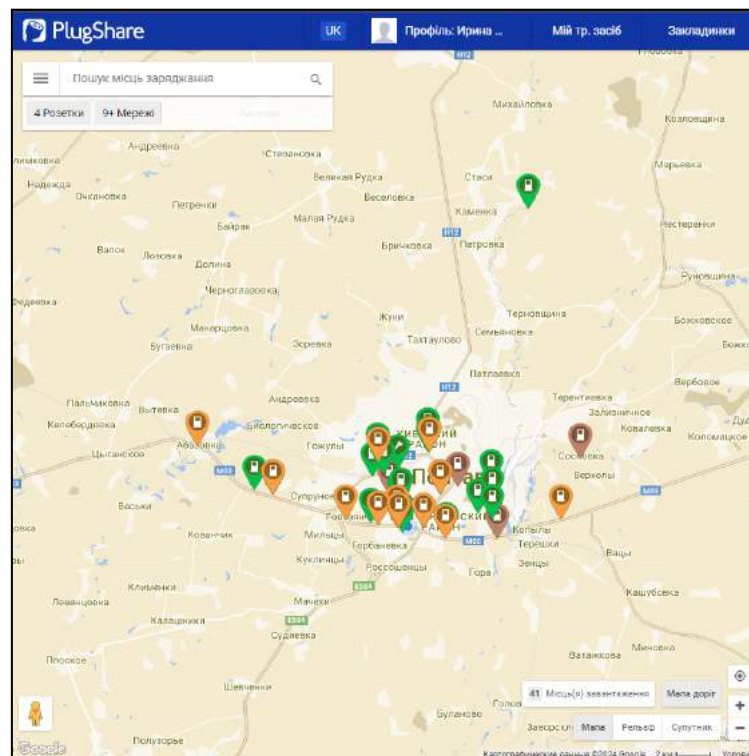


Рисунок 2.2 Екстент карти, за яким формується запит

Проаналізувавши інтерфейс та інструменти розробника сайту було виявлено обмеження стосовно автоматизованого вилучення інформації. Розглянувши консоль сайту, було знайдено спосіб обмеженого вилучення даних. Відповідно до екстену карти (рис. 2.2), сайт посилає запит до закритої БД і виводить його як на карту так і в консоль (рис. 2.3).

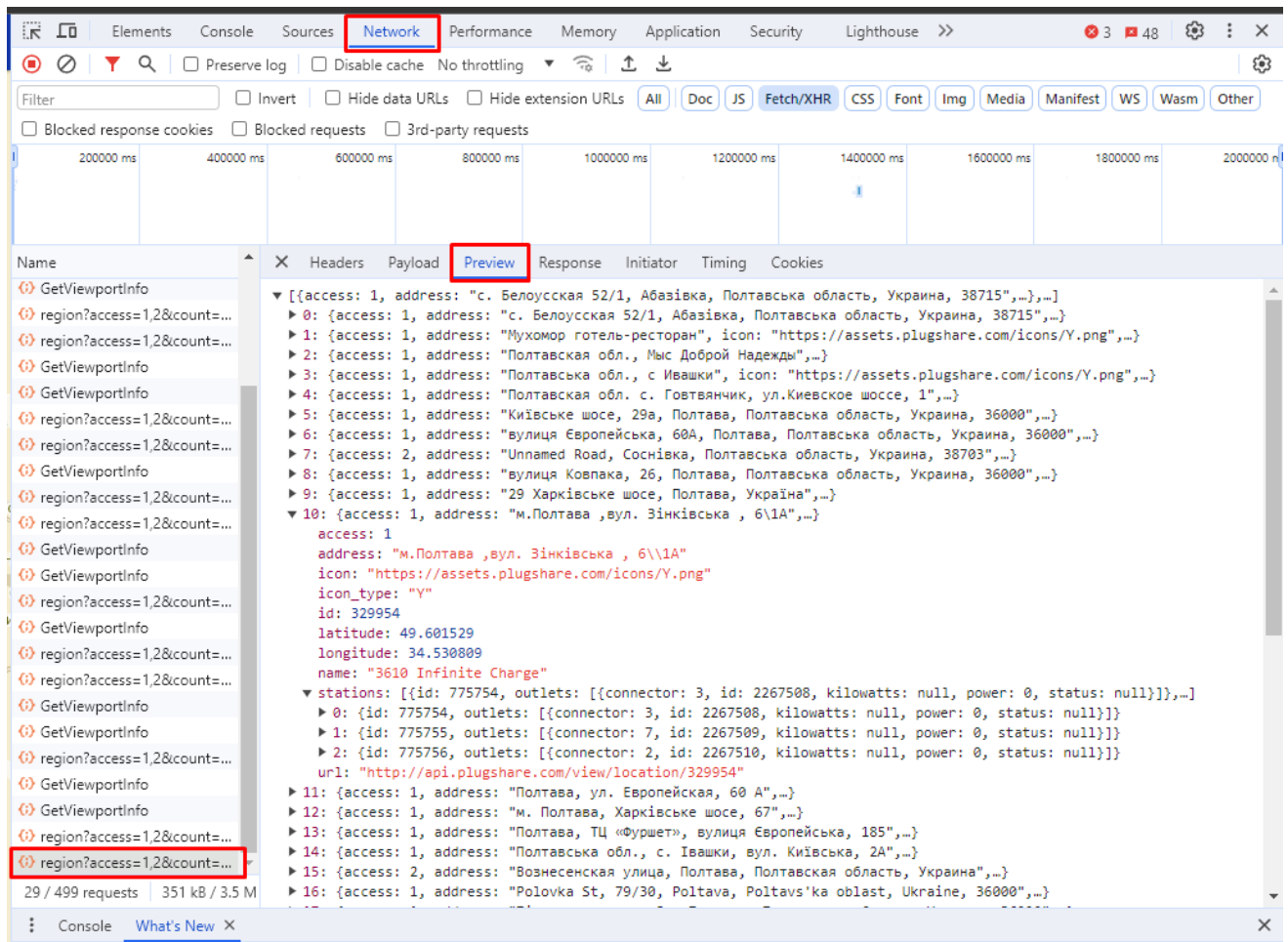


Рисунок 2.3 Інтерфейс розробника сайту

Інформація про кожну станцію сформована в блок, який розкривається. Також в цих блоках є інформація про кожен з портів заряджання. Враховуючи складність та часові обмеження, було отримано список доступних зарядних станцій для електрокарів у вигляді масиву даних json.

Для форматування цього об'єкту у текстову таблицю було обрано мову програмування Python, з огляду на його простоту та зручність з роботою у текстових файлах.

На першому етапі json-об'єкт зі списком зарядних станцій було збережено у змінну `list_objects`. Вона призначена для створення списку об'єктів найрізноманітнішого типу: числа, рядки, об'єкти класів, тощо (лістинг 2.1).

Лістинг 2.1 Створення списку об'єктів

```
list_objects = [
    {
        "access": 1,
        "address": "Гастелло улица, Харьков, Харьковская область, Украина",
        "icon": "https://assets.plugshare.com/icons/Y.png",
        "icon_type": "Y",
        "id": 215466,
        "latitude": 50.001653,
        "longitude": 36.267829,
        "name": "улица Шевченко 157",
        "stations": [
            {
                "id": 464344,
                "outlets": [
                    {
                        "connector": 13,
                        "id": 1010938,
                        "kilowatts": "",
                        "power": 0,
                        "status": ""
                    }
                ]
            }
        ]
    },
    {
        "url": "http://api.plugshare.com/view/location/215466"
    }
],
```

Наступним кроком необхідно створити змінні для зберігання інформації про зарядні станції у зручному для подальшого форматування вигляді `pandas dataframe` (лістинг 2.2). `Pandas DataFrame` це структура даних в мові програмування Python, яка надає потужні та гнучкі засоби для маніпулювання табличними даними. Вона є частиною бібліотеки `Pandas`, яка широко використовується для аналізу та обробки даних в Python.

Лістинг 2.2 Створення змінних для зберігання інформації

```
list_dataframes = []
list_stations = []
list_outlets = []
```

у лістингу 2.3 наведено код оголошення функції, яка створює DataFrame для розеток зарядної станції. Тобто дана функція із json-об'єкту формує двовимірну табличну структуру.

Лістинг 2.3 Формування даних за допомогою функції DataFrame

```
def create_outlets_dataframe(station_id, outlets_df):
    list_df = []#pd.DataFrame(columns=['id', 'connector', 'station_id'])

    for list_outlet in outlets_df:
        connector = list_outlet["connector"]
        id = list_outlet["id"]

        new_row = {"id": [id], "connector": [connector], "station_id":
[station_id]}

        main_df = pd.DataFrame(new_row)#main_df.append(new_row,
ignor_index=True)
        list_df.append(main_df)

    return pd.concat(list_df, ignore_index=True)
```

Далі необхідно пройти по кожному об'єкту з `list_objects` і заповнити списки `list_dataframes`, `list_stations` та `list_outlets` (лістинг 2.4).

Лістинг 2.4 Заповнення списків

```
for d in list_objects:
    df = pd.DataFrame.from_dict(d)

    for station in df.stations:
        df_station = pd.DataFrame.from_dict(station)
        df_station["parent_id"] = int(df["id"].iloc[0])
        station_id = int(df_station["id"].iloc[0])

        #outlets_df = create_outlets_dataframe(station_id, df_station.outlets)
        #print(create_outlets_dataframe(station_id, df_station.outlets).tail(3))

        list_outlets.append(create_outlets_dataframe(station_id,
df_station.outlets))
        list_stations.append(df_station)

    list_dataframes.append(df)
```

У лістингу 2.5 наведено фрагмент коду, завдяки якому відбувається об'єднання `list_dataframes`, `list_stations` і `list_outlets` відповідно у `df`, `df_stations`, `df_outlets`.

Лістинг 2.5 Формування списків

```
df = pd.concat(list_dataframes, ignore_index=True)

df_stations = pd.concat(list_stations, ignore_index=True)
df_outlets = pd.concat(list_outlets, ignore_index=True)
```

У лістингу 2.6 показано код, який формує фінальний список `main_df`, прибирає дублікати, зберігає цей список в csv файл та виводить результат в консоль.

Лістинг 2.6 Формування фінального списку

```
main_columns = ["id_x", "name", "latitude", "longitude", "id", "connector",
                "station_id"]
merge_station_df = df.merge(df_stations, how='inner', left_on="id",
                             right_on="parent_id")

main_df = merge_station_df.merge(df_outlets, how='inner', left_on='id_y',
                                 right_on="station_id")[main_columns]
main_df = main_df.drop_duplicates()
main_df.to_csv("stations_0_99", sep="|", index=False)
#print(main_df[main_df.id_x == 427281].to_csv(sep="|", index=False))
```

В результаті застосування даного програмного коду було отримано файл текстового формату із структурованим списком зарядних електростанцій для електроавтомобілів (рис. 2.4).

id_x	name	latitude	longitude	id	connector	station_id
215466	улица Шевченко 157	50.001653	36.267829	1010938	13	464344
186854	Черкасоке (Coming Soon)	49.444433	32.059767	687661	13	389223
538184	Pyryatyns'kyi Syrzavod	50.22007242742929	32.520852237939835	3206550	3	1391645
538184	Pyryatyns'kyi Syrzavod	50.22007242742929	32.520852237939835	3209457	17	1391645
538184	Pyryatyns'kyi Syrzavod	50.22007242742929	32.520852237939835	3209458	16	1391645
452304	Гостиница Лиана (1)	48.512479564427025	32.159867472946644	2749300	3	1088675
452304	Гостиница Лиана (1)	48.512479564427025	32.159867472946644	3114217	7	1088675
452304	Гостиница Лиана (1)	48.512479564427025	32.159867472946644	3106348	17	1329540
495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.034681339210564	36.219117902219296	3159878	13	1361769
495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.034681339210564	36.219117902219296	3159879	17	1361769
495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.034681339210564	36.219117902219296	3159880	7	1361769
495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.034681339210564	36.219117902219296	3159881	2	1361769
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3138275	13	1348844
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3150024	2	1348844
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3150025	7	1348844
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3150026	3	1348844
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3138277	17	1348846
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3175155	2	1373025
523249	Чудомаркет	49.37560996214654	35.44577334076166	3175156	7	1373025
243782	Infinite Charge 2634	48.935444	38.510207	1407727	3	528617
243782	Infinite Charge 2634	48.935444	38.510207	1407728	7	528618
243782	Infinite Charge 2634	48.935444	38.510207	1407729	2	528619
327224	Курахово	47.984655	37.287285	2257633	2	768232
327224	Курахово	47.984655	37.287285	2257634	2	768233
327224	Курахово	47.984655	37.287285	2257635	13	768234

Рисунок 2.4 Список зарядних електростанцій для електроавтомобілів










Враховуючи те, що даний список був сформований за власним запитом, тому тут наявні не всі дані, які містяться в БД PlugShare, а тільки ті, які потрібні для аналізу та розробки методики. Відповідно до рис. 2.4, кожен стовпець відповідає власному значенню:

- id_x – ідентифікатор електрозаправки;
- name – назва або адреса станції;
- latitude – географічна широта ;
- longitude – географічна довгота;
- id – ідентифікатор зарядної станції;
- connector – порядковий номер роз'єму для зарядки відповідно до БД PlugShare;
- station_id – ідентифікатор точкового об'єкту.










Оскільки в БД PlugShare кожен порт зарядки (конектор) має свій власний номер, то для розуміння даної таблиці необхідно розшифрувати дані види

конекторів. У табл. 2.1 наведено повний список конекторів, наявних у БД PlugShare [19].

Таблиця 2.1 Типи конекторів

№	Назва	Вигляд
1	US Wall Outlet	
2	J-1772	
3	CHAdeMO	
4	Tesla Roadster	
5	NEMA 14-50	
6	Tesla Supercharger	
7	Type 2 (Mennekes)	
8	Type 3	
9	BS1363	

Продовження таблиці 2.1 Типи конекторів

№	Назва	Вигляд
10	Europlug	
11	UK Commando	
12	AS3112	
13	SAE Combo DC CCS	
14	Three Phase (EU) (currently same ID)	
15	Caravan Mains Socket	
16	GB/T	
17	GB/T 2	
25	NEMA TT-30	

Відповідно до цієї таблиці буде розроблено базу даних популярних електроавтомобілів в Україні, враховуючи порядковий номер їх конектору для зарядки.

2.2. Створення БД на основі вхідних даних

На основі отриманих даних в текстовому форматі необхідно створити таблицю в Excel. Для цього потрібно спочатку скопіювати вміст текстового документу в пустий аркуш Excel. Далі необхідно виділити стовпець, в який було скопійовано дані та розділити текст по колонкам за допомогою інструменту в Excel «Text to Columns». У вікні, яке з'явилося, спочатку обрати вхідний тип даних, тобто Delimited (рис. 2.5).

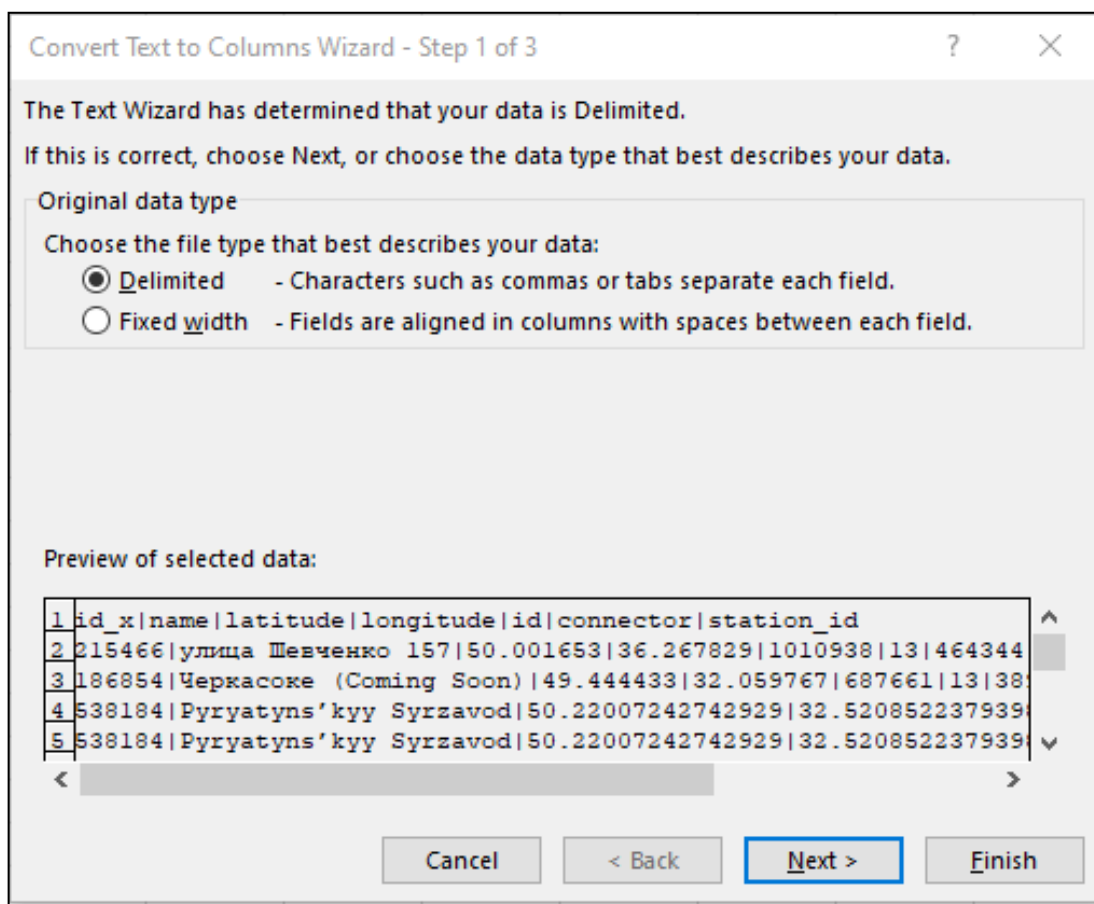


Рисунок 2.5 Вибір вхідного типу даних

В наступному вікні потрібно вказати символ, який розмежовує рядки в текстовому документі, щоб відповідно до цього символу текстовий вміст розподілився по комірках Excel (рис. 2.6).

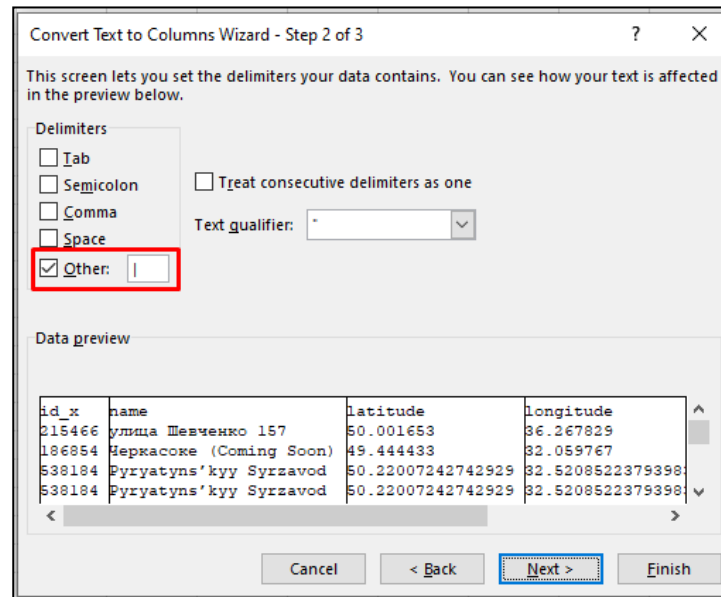


Рисунок 2.6 Вікно вибору символу розподілу даних

В результаті було отримано набір даних, розподілений по стовпцях (рис. 2.7).

	A	B	C	E	F	G	H	I
1	id	id_x	name2	latitude	longitude	id	connector	station_id
2	1	215466	улиця Шевченко 157	50.00165	36.26783	1010938	13	464344
3	2	186854	Черкасоке (Coming Soon)	49.44443	32.05977	687661	13	389223
4	3	538184	Pyryatyns'kyu Syrzhavod	50.22007	32.52085	3206550	3	1391645
5	4	538184	Pyryatyns'kyu Syrzhavod	50.22007	32.52085	3209457	17	1391645
6	5	538184	Pyryatyns'kyu Syrzhavod	50.22007	32.52085	3209458	16	1391645
7	6	452304	Гостиница Лиана (1)	48.51248	32.15987	2749300	3	1088675
8	7	452304	Гостиница Лиана (1)	48.51248	32.15987	3114217	7	1088675
9	8	452304	Гостиница Лиана (1)	48.51248	32.15987	3106348	17	1329540
10	9	495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.03468	36.21912	3159878	13	1361769
11	10	495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.03468	36.21912	3159879	17	1361769
12	11	495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.03468	36.21912	3159880	7	1361769
13	12	495066	Супермаркет КЛАСС (2)	50.03468	36.21912	3159881	2	1361769
14	13	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3138275	13	1348844
15	14	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3150024	2	1348844
16	15	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3150025	7	1348844
17	16	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3150026	3	1348844
18	17	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3138277	17	1348846
19	18	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3175155	2	1373025
20	19	523249	Чудомаркет	49.37561	35.44577	3175156	7	1373025
21	20	243782	Infinite Charge 2634	48.93544	38.51021	1407727	3	528617
22	21	243782	Infinite Charge 2634	48.93544	38.51021	1407728	7	528618
23	22	243782	Infinite Charge 2634	48.93544	38.51021	1407729	2	528619
24	23	327224	Курахово	47.98466	37.28729	2257633	2	768232
25	24	327224	Курахово	47.98466	37.28729	2257634	2	768233
26	25	327224	Курахово	47.98466	37.28729	2257635	13	768234
27	26	87620	Мотель Бегемот	48.46451	32.29587	449682	7	135431
28	27	306628	A3C WOG	49.38972	35.44161	411631	2	172580

Рисунок 2.7 Отримана таблиця даних

Для подальшої роботи даний файл із зарядними станціями було збережено у форматі csv. Це текстовий файл, який використовується для представлення табличних даних у простому текстовому форматі, де кожен рядок представляє собою рядок таблиці, а значення, розділені комою чи іншим роздільником, визначають стовпці [20]. З даним форматом легко працювати використовуючи програмні продукти ГІС.

Далі переходимо до обробки файлу у форматі csv в програмному продукті QGIS. Для цього відкриваємо вікно Data Source Manager. В цьому вікні обираємо потрібний нам файл, вказуємо його формат, зазначаємо з яких стовпців брати координати X та Y а також вказуємо проекцію майбутнього шейп-файлу (рис. 2.10).

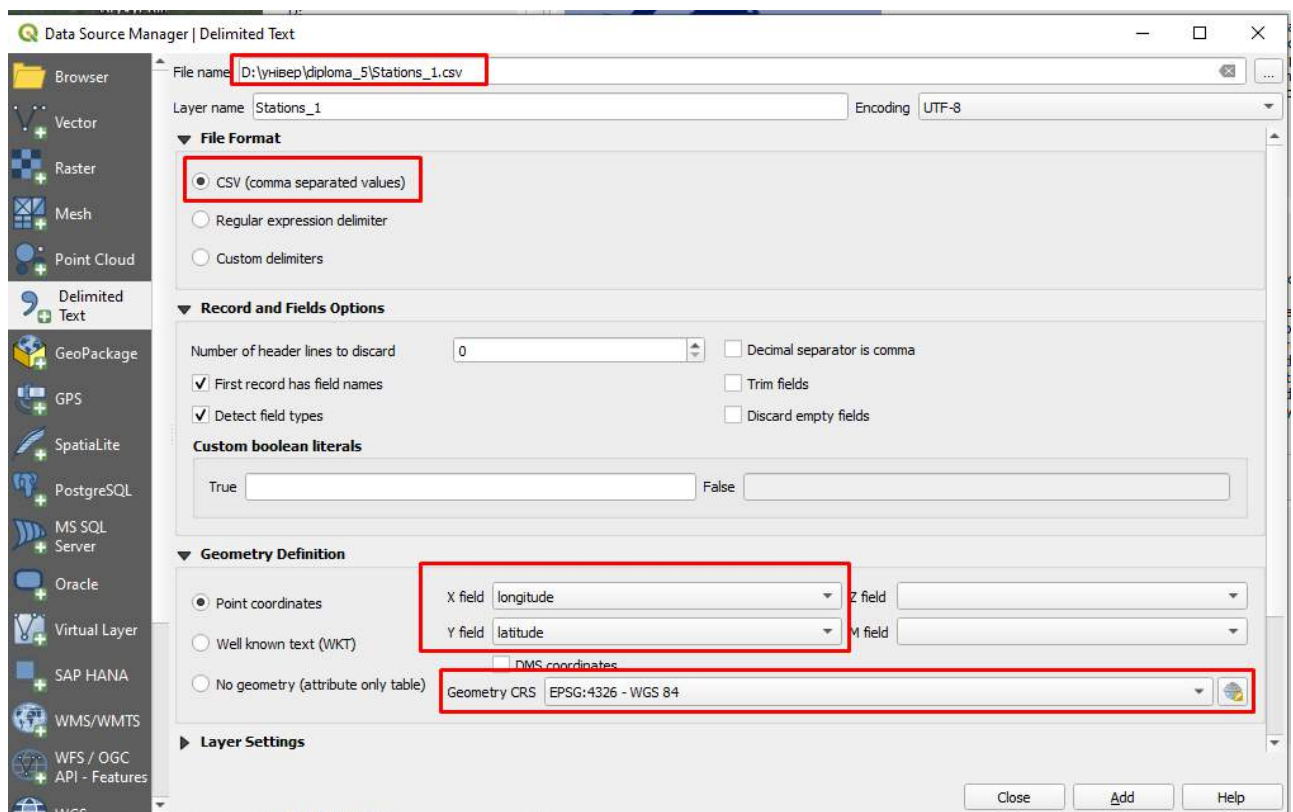


Рисунок 2.10 Вікно налаштувань імпорту csv-файлу

У результаті було отримано точковий шейп-файл покриття східного регіону України станціями заряджання електромобілів (рис. 2.11).

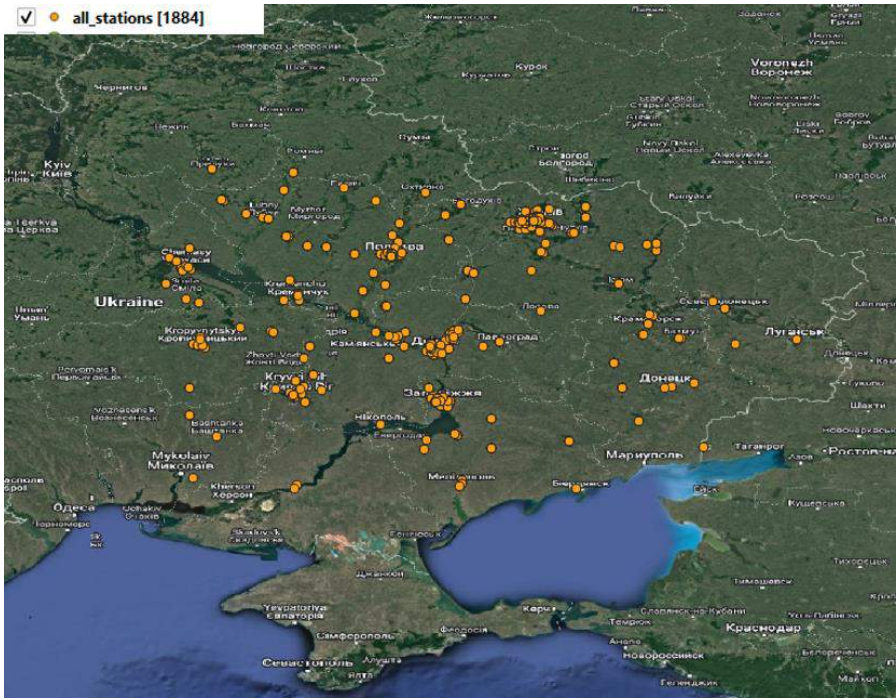


Рисунок 2.11 Шейп-файл покриття східного регіону України станціями заряджання електромобілів

Даний файл має атрибутивну таблицю відповідно до раніше створеного файлу Excel (рис. 2.12).

all_stations — Features Total: 1884, Filtered: 1884, Selected: 0

id	id_x	name2	name	latitude	longitude	id_1	connector	station_id
1	1	улиця Шевчен...	ulitsa Shevchenko 157	50.00165299999...	36.26782899999...	1010938	13	464344
2	2	Черкасоке (Со...	Cherkasoke (Coming Soon)	49.44443299999...	32.05976700000...	687661	13	389223
3	3	Ругуатинс'кyy S...	Pyryatyns'kyy Syrzhovod	50.22007243000...	32.52085224000...	3206550	3	1391645
4	4	Ругуатинс'кyy S...	Pyryatyns'kyy Syrzhovod	50.22007243000...	32.52085224000...	3209457	17	1391645
5	5	Ругуатинс'кyy S...	Pyryatyns'kyy Syrzhovod	50.22007243000...	32.52085224000...	3209458	16	1391645
6	6	Гостиница Лиа...	Gostinitsa Liana (1)	48.51247956000...	32.15986747000...	2749300	3	1088675
7	7	Гостиница Лиа...	Gostinitsa Liana (1)	48.51247956000...	32.15986747000...	3114217	7	1088675
8	8	Гостиница Лиа...	Gostinitsa Liana (1)	48.51247956000...	32.15986747000...	3106348	17	1329540
9	9	Супермаркет К...	Supermarket KLASS (2)	50.03468133999...	36.21911790000...	3159878	13	1361769
10	10	Супермаркет К...	Supermarket KLASS (2)	50.03468133999...	36.21911790000...	3159879	17	1361769
11	11	Супермаркет К...	Supermarket KLASS (2)	50.03468133999...	36.21911790000...	3159880	7	1361769
12	12	Супермаркет К...	Supermarket KLASS (2)	50.03468133999...	36.21911790000...	3159881	2	1361769
13	13	Чудомаркет	Chudomarket	49.37560995999...	35.44577334000...	3138275	13	1348844
14	14	Чудомаркет	Chudomarket	49.37560995999...	35.44577334000...	3150024	2	1348844
15	15	Чудомаркет	Chudomarket	49.37560995999...	35.44577334000...	3150025	7	1348844
16	16	Чудомаркет	Chudomarket	49.37560995999...	35.44577334000...	3150026	3	1348844
17	17	Чудомаркет	Chudomarket	49.37560995999...	35.44577334000...	3138277	17	1348846
18	18	Чудомаркет	Chudomarket	49.37560995999...	35.44577334000...	3175155	2	1373025

Рисунок 2.12 Атрибутивна таблиця точкового шару зарядних станцій

Наступним етапом необхідно створити базу даних електромобілів для того, щоб поєднати її із БД станцій заряджання. Елемент за яким необхідно поєднати дані БД це конектор тип зарядки автомобіля, який закодований цифрою. Таким чином у базі даних автомобілів необхідно створити колонку із номером конектору. Розроблена база даних в Excel представлена на рис. 2.13.

№	Connector	Car_brand1	Car_brand2	Car_brand3	Car_brand4	Car_brand5	Car_brand6
1	2	Renault Kangoo ZE (300км)	Mercedes-Benz B-Class (690км)	Fiat 500e (160км)	Mitsubishi i-Miev (120км)	Peugeot e-208 (340 км)	NIO ET Preview (500км)
2	3	Nissan Leaf (230км)	Xpeng G3 (460км)	GAC Aion S (500км)			
3	7	Tesla Model 3 (600км)	Tesla Model S (630км)	Tesla Model Y (480км)	BMW і3 (310км)	Tesla Model X (634км)	Honda M-NV (500км)
4	13	Volkswagen e-Golf (270км)	Volkswagen ID.4 (554км)	Audi E-Tron (446км)	Chevrolet Bolt (300км)	Hyundai Kona (770км)	Porsche Taycan (462 км)
5	16	Renault ZOE (300км)	NIO ES6 (510км)	Geely Geometry A (300км)	JAC IEV7 (250км)		

Рисунок 2.13 розроблена база даних автомобілів

В даній базі даних представлено 45 електромобілів наявних в Україні. Також прописано їх запас ходу на одній повній зарядці.

2.3. Обробка та злиття створених БД

На етапі обробки базу даних автомобілів слід завантажити до QGIS. Цей програмний продукт добре працює із таблицями.

Наступним кроком необхідно об'єднати дані БД і один шар для того, щоб в подальшому розподілити машини по типу конекторів в окремі шари. Для цього у вікні Processing Toolbox потрібно знайти інструмент «Join attributes by field value». Цей інструмент поєднає дані із створеного шейп-файлу та таблиці в один шар. Для цього необхідно вказати вхідний шар (All stations), поле таблиці за яким буде відбуватися об'єднання (connector) а також вказати ті ж самі параметри для другого вхідного шару (New cars, Connector) (рис. 2.14).

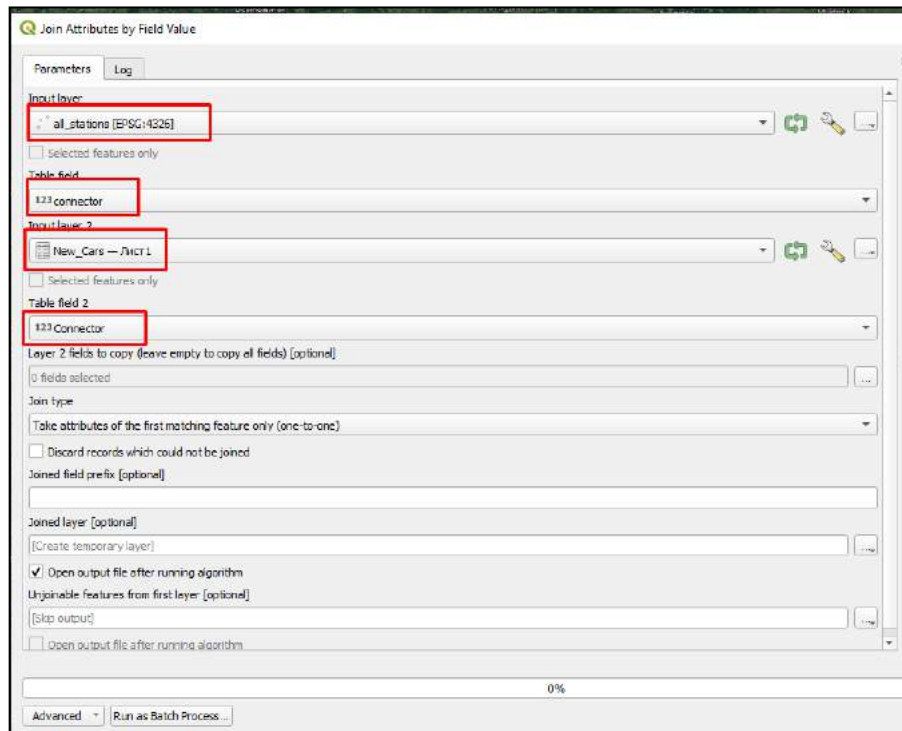


Рисунок 2.14 Вікно інструменту «Join attributes by field value»

У результаті застосування інструменту «Join attributes by field value» було отримано шар (all stations with cars), де до кожної точки було приєднано марки машин відповідно до конекторів (рис. 2.15).

all_stations_with_cars — Features Total: 1884, Filtered: 1884, Selected: 0

	connector	station_id	№	Connector_	Car_brand1	Car_brand2	Car_brand3	Car_brand4	Car_brand5
1	13	464344	4	13	Volkswagen e-...	Volkswagen ID...	Audi E-Tron (44...	Chevrolet Bolt (...	Hyundai Kona (...
2	13	389223	4	13	Volkswagen e-...	Volkswagen ID...	Audi E-Tron (44...	Chevrolet Bolt (...	Hyundai Kona (...
3	3	1391645	2	3	Nissan Leaf (23...	Xpeng G3 (460к...	GAC Aion S (50...	NULL	NULL
4	17	1391645	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
5	16	1391645	5	16	Renault ZOE (3...	NIO ES6 (510км)	Geely Geometr...	JAC iEV7 (250км)	NULL
6	3	1088675	2	3	Nissan Leaf (23...	Xpeng G3 (460к...	GAC Aion S (50...	NULL	NULL
7	7	1088675	3	7	Tesla Model 3 (...	Tesla Model S (...	Tesla Model Y (...	BMW i3 (310км)	Tesla Model X (...
8	17	1329540	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
9	13	1361769	4	13	Volkswagen e-...	Volkswagen ID...	Audi E-Tron (44...	Chevrolet Bolt (...	Hyundai Kona (...
10	17	1361769	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
11	7	1361769	3	7	Tesla Model 3 (...	Tesla Model S (...	Tesla Model Y (...	BMW i3 (310км)	Tesla Model X (...
12	2	1361769	1	2	Renault Kango...	.Mercedes-Ben...	Fiat 500e (160км)	Mitsubishi i-Mi...	. Peugeot e-208...
13	13	1348844	4	13	Volkswagen e-...	Volkswagen ID...	Audi E-Tron (44...	Chevrolet Bolt (...	Hyundai Kona (...

Рисунок 2.15 Результуючий шар «all stations with cars»

Після отримання загального шару його було поділено на окремі шари відповідно до марок електромобілів. Тобто в результаті було отримано 45 точкових шарів. Кожен з цих шарів має певну кількість точок, які відображають точки заправок саме для цієї марки автомобіля. Приклад атрибутивної таблиці одного з шарів наведено на рис. 2.16.

	id	id_x	name2	name	latitude	longitude	id_1	connector	station_id	Car brand	distance
1	565	353582	Infinite Charge ...	Infinite Charge ...	50.02804600000...	36.30231100000...	2363679	7	842377	BMW i3	310
2	518	177424	Infinite Charge ...	Infinite Charge ...	47.86727700000...	35.01065100000...	655369	7	364425	BMW i3	310
3	1606	327291	Kazanok Hotel	Kazanok Hotel	48.34279699999...	34.50317100000...	2311948	7	768510	BMW i3	310
4	1095	246284	2726 Infinite Ch...	2726 Infinite Ch...	49.95582499999...	36.20968200000...	1447683	7	534599	BMW i3	310
5	1097	145049	ТОКА #138 ОКК...	ТОКА #138 ОКК...	49.96762900000...	36.01054599999...	545607	7	276735	BMW i3	310
6	1091	507105	Faeton Museu...	Faeton Museu...	47.87685730999...	35.12744369000...	3069730	7	1306734	BMW i3	310
7	1599	218960	2291 Infinite Ch...	2291 Infinite Ch...	49.57846299999...	34.40209200000...	1635961	7	535971	BMW i3	310
8	515	254585	2800 Infinite Ch...	2800 Infinite Ch...	49.96262699999...	36.09085799999...	2099727	7	558902	BMW i3	310
9	1043	555200	1101 IONITY AC...	1101 IONITY AC...	49.59585940000...	34.48887049999...	3299777	7	1437810	BMW i3	310
10	512	286785	FLASH Comple...	FLASH Comple...	48.41355399999...	35.06929900000...	1980576	7	626522	BMW i3	310
11	1046	574426	АЗК Партнер 2...	AZK Partner 2000	49.02890719999...	33.42185510000...	3383232	7	1489411	BMW i3	310
12	506	265692	3035 Infinite Ch...	3035 Infinite Ch...	50.00778799999...	36.17911099999...	1610590	7	583441	BMW i3	310
13	1623	341450	sun ray	sun ray	48.55488100000...	35.17260300000...	2308501	7	807365	BMW i3	310

Рисунок 2.16 Атрибутивна таблиця шару «BMW i3 (310км)»

2.4. Створення теплової карти для візуалізації розподілу зарядних станцій

Для початку створення карти необхідно експортувати отримані шейп-файли до ArcGIS Online. Кожен шейп-файл потрібно розподілити в папки і заархівувати їх, так як ArcGIS Online працює саме з таким форматом шейп-файлу. Потім створюємо WEB-карту до якої додаємо шар «All stations» (рис. 2.17).

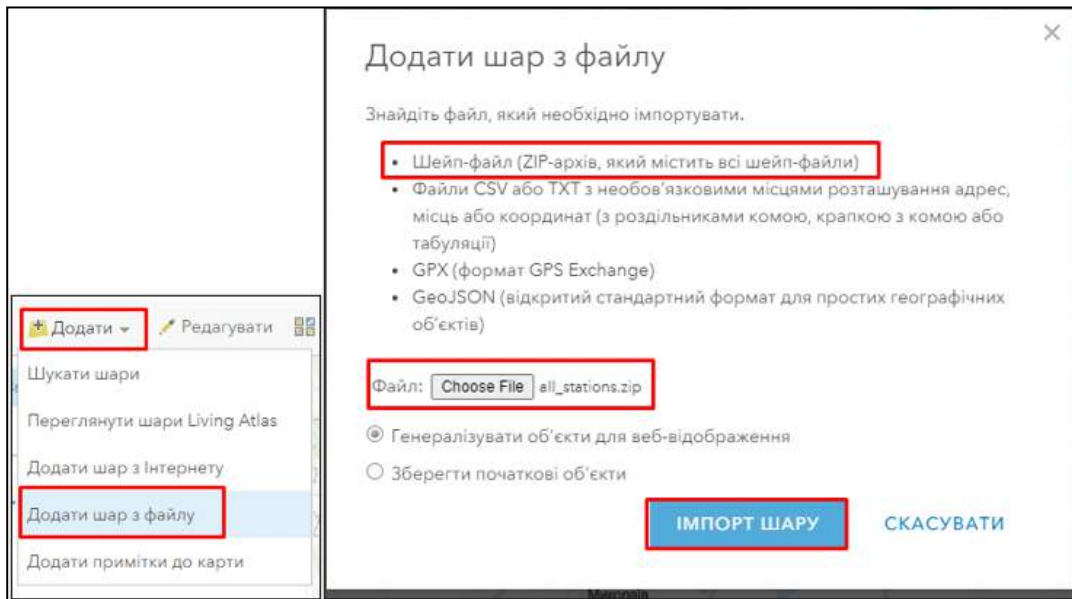


Рисунок 2.17 Вікно експорту шейп-файлу в ArcGIS Online

Для того, аби зробити із даного набору точок теплову карту, необхідно налаштувати відображення. Спочатку потрібно задати атрибут для відображення. В даному випадку було обрано атрибут «Показати тільки місце розташування». Після цього потрібно обрати стиль відображення «Теплова карта». Розгорнувши дану опцію налаштувати кольори теплової карти та застосувати налаштоване відображення до експортованого шару (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 Налаштування відображення теплової карти

В результаті було отримано теплову карту покриття станціями заряджання електромобілів східної частини України (рис. 2.19). На даній карті чітко видно щільність розташування даних станцій і можна зробити висновки, що більшість з них зосереджені в обласних центрах, таких як Харків, Дніпро, Полтава, Запоріжжя. Це свідчить про те, що інфраструктура зарядних станцій тільки почала своє формування, бо як правило стратегія розвитку починається саме із великих міст, а потім розширюється до менших населених пунктів.

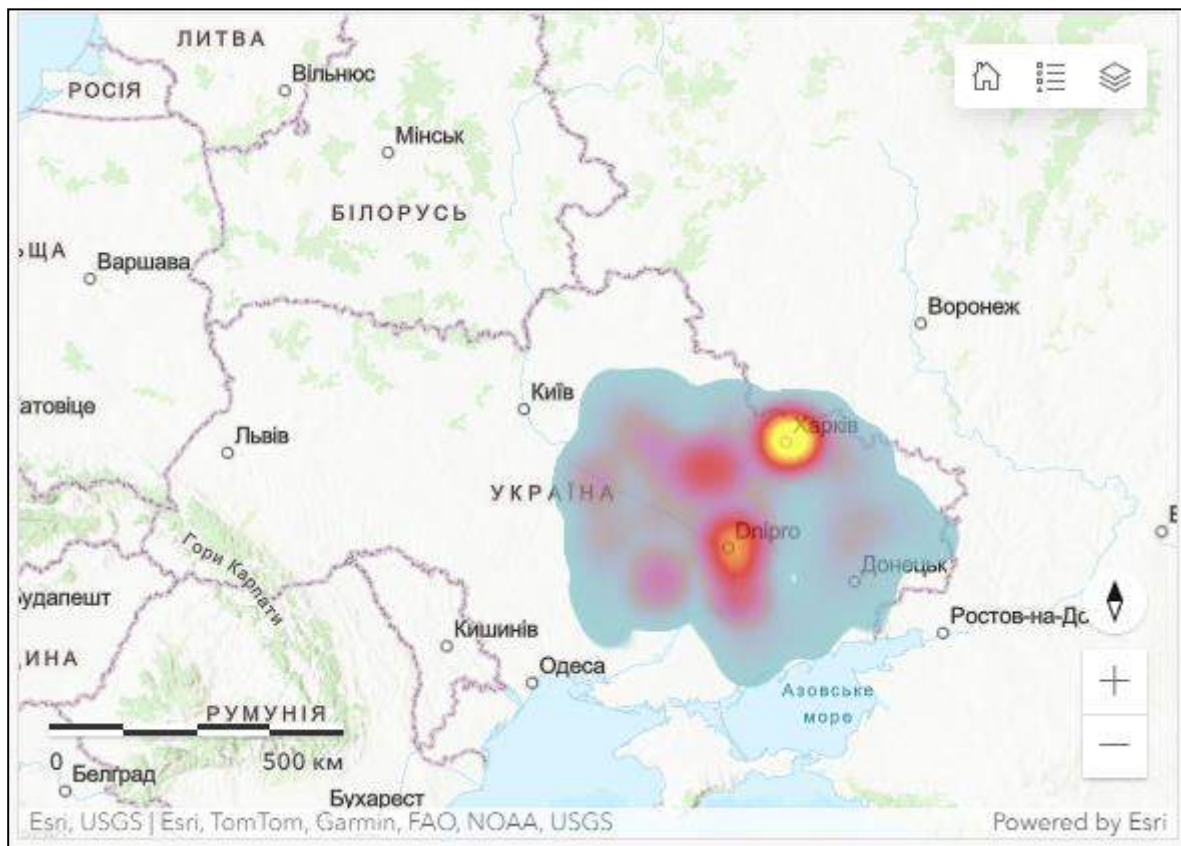


Рисунок 2.19 WEB-карта щільності покриття східної території України станціями заряджання для електромобілів

2.5. Створення інтерактивної карти

На наступному етапі потрібно створити інтерактивну карту по марках електромобілів для візуалізації де може заряджатися той чи інший електрокар. Для цього необхідно створити WEB-карту та додати до неї шейп-файли всіх

марок машин (рис. 2.17). Далі для зручного відображення потрібно до кожного автомобіля підібрати емблему. Для цього потрібно змінити стиль кожному з шарів відповідно марки авто. ArcGIS Online дозволяє використовувати власні символи за допомогою svg-посилання. Це формат векторної графіки, який дозволяє представляти графічні об'єкти за допомогою векторів, а не пікселів[21]. На рис. 2.20 зображено вікно завантаження власних зображень до ArcGIS Online.

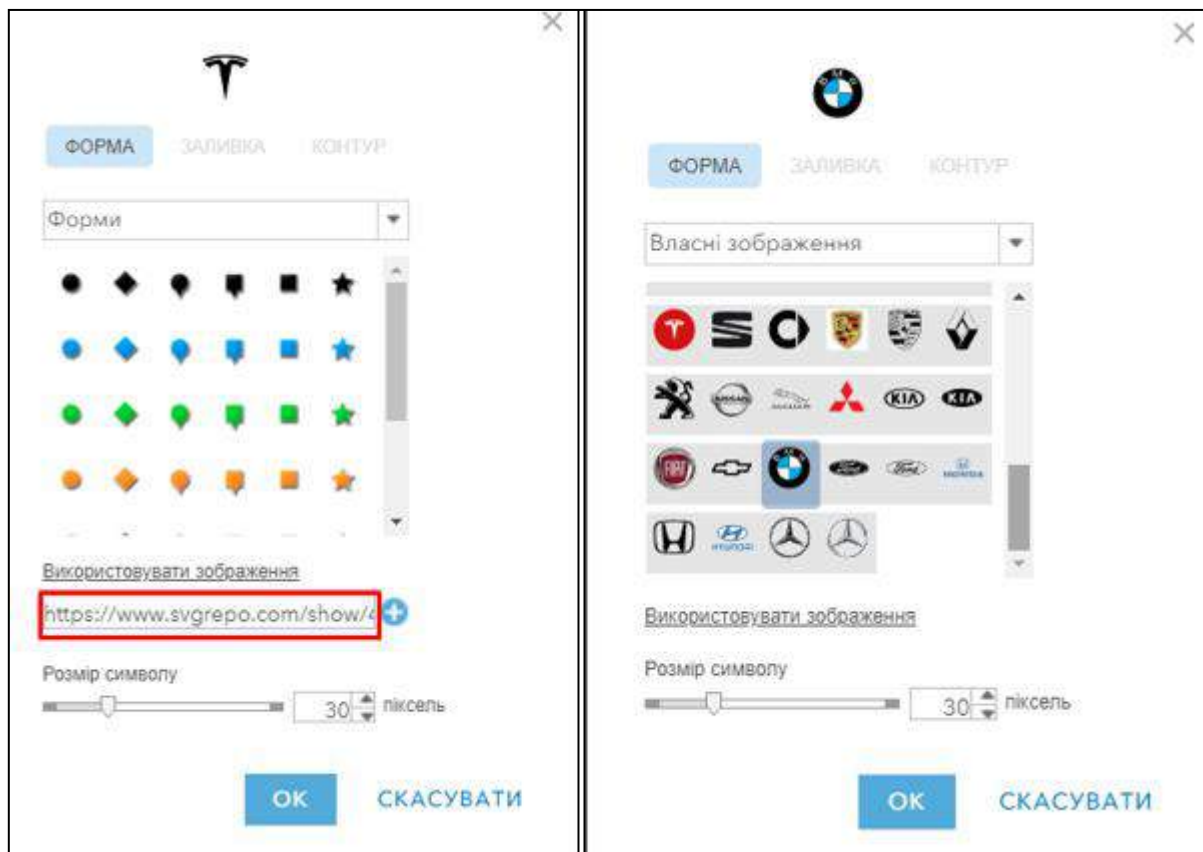


Рисунок 2.20 Вікно зміни стилю шару

Результатом даного налаштування є набір шейп-файлів машин із емблемами для зрозумілого використання. При натисканні на кожну з емблем з'являється інформаційне вікно, в якому вказана мінімальна інформація стосовно зарядної станції, така як: назва, координати, конектор. На рис. 2.21 показано вигляд інтерактивної карти.

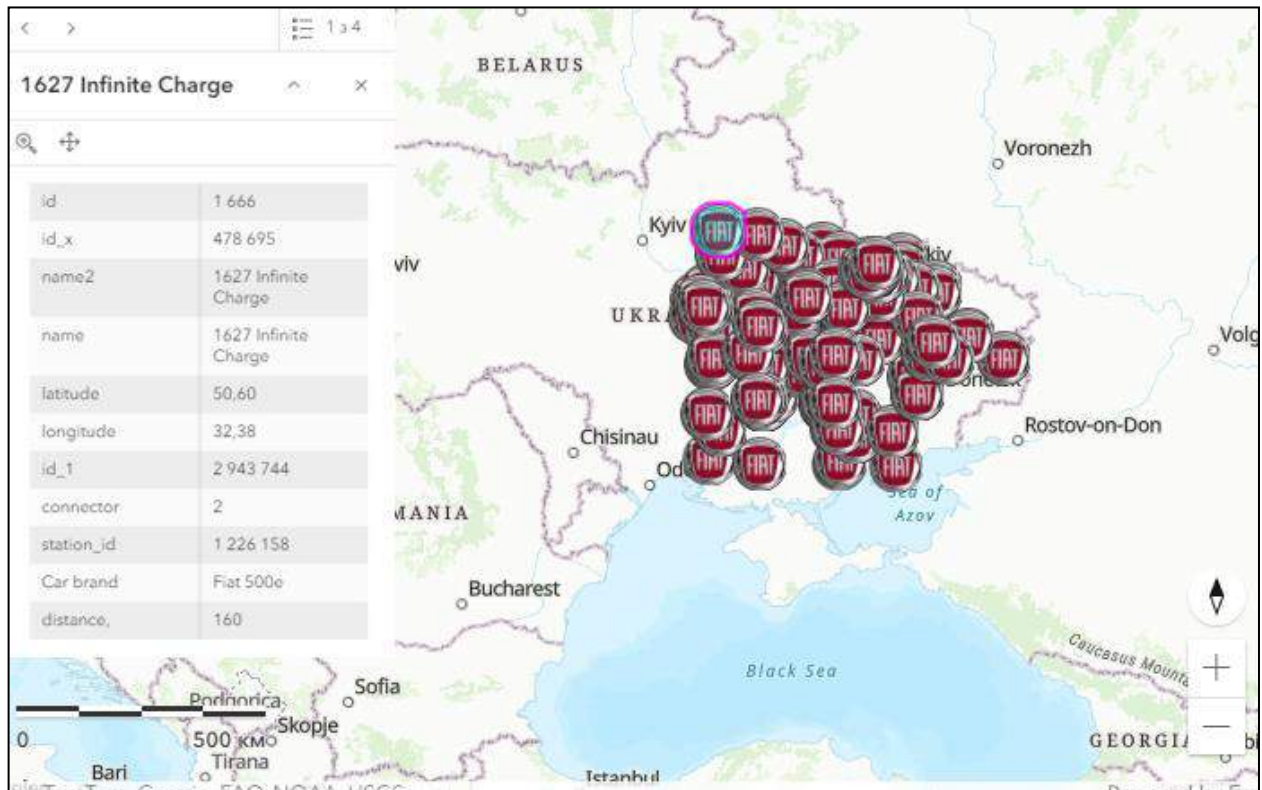


Рисунок 2.21 WEB-карта покриття зарядними станціями для автомобіля Fiat 500e (160км)

2.6. Створення WEB-додатку на основі отриманих даних

Для того, аби створити інтерактивний WEB-додаток на основі ArcGIS Online треба для початку створити новий додаток обравши у спадному меню «Dashboards» (рис. 2.22). ArcGIS Online Dashboards розроблені для того, щоб швидко та ефективно демонструвати великі обсяги географічних даних та їх зв'язки через різноманітні графічні елементи [22].

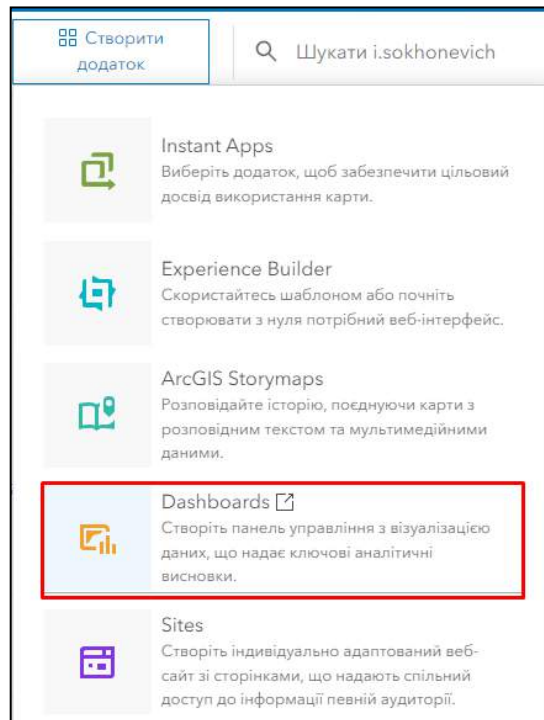


Рисунок 2.22 Вікно створення ArcGIS Online Dashboards

Після цього необхідно обрати та розмістити усі елементи, які потрібні для візуалізації даних (рис. 2.23).

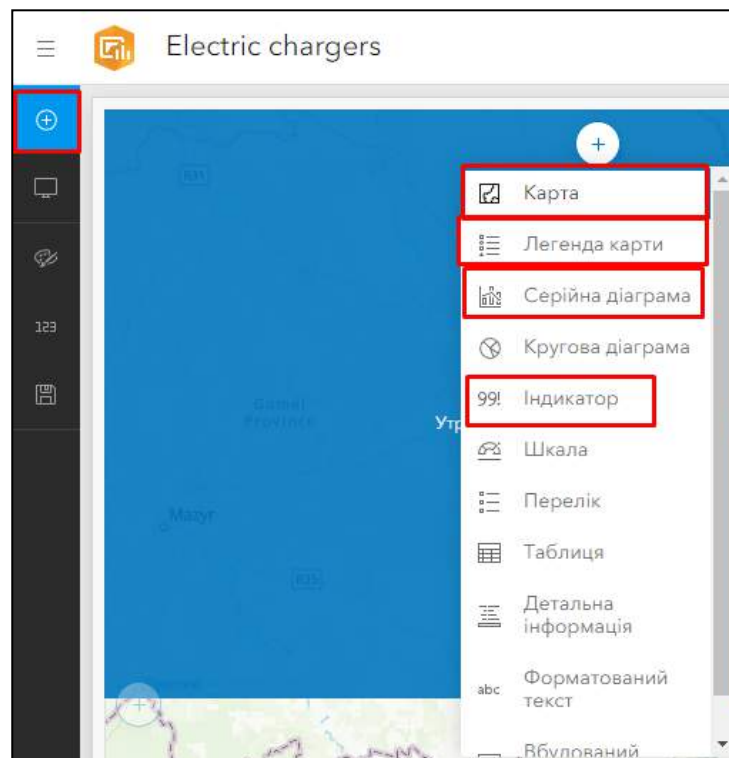


Рисунок 2.23 Вікно вибору елементів Dashboards

Спочатку потрібно розмістити основну карту. Для цього потрібно обрати елемент «Карта» із списку (рис. 2.23) та обрати створену до цього WEB-карту. Далі з'явиться вікно налаштувань даної карти (рис. 2.24). Додаємо до карти масштабну лінійку, компас та ще активуємо деякі параметри.

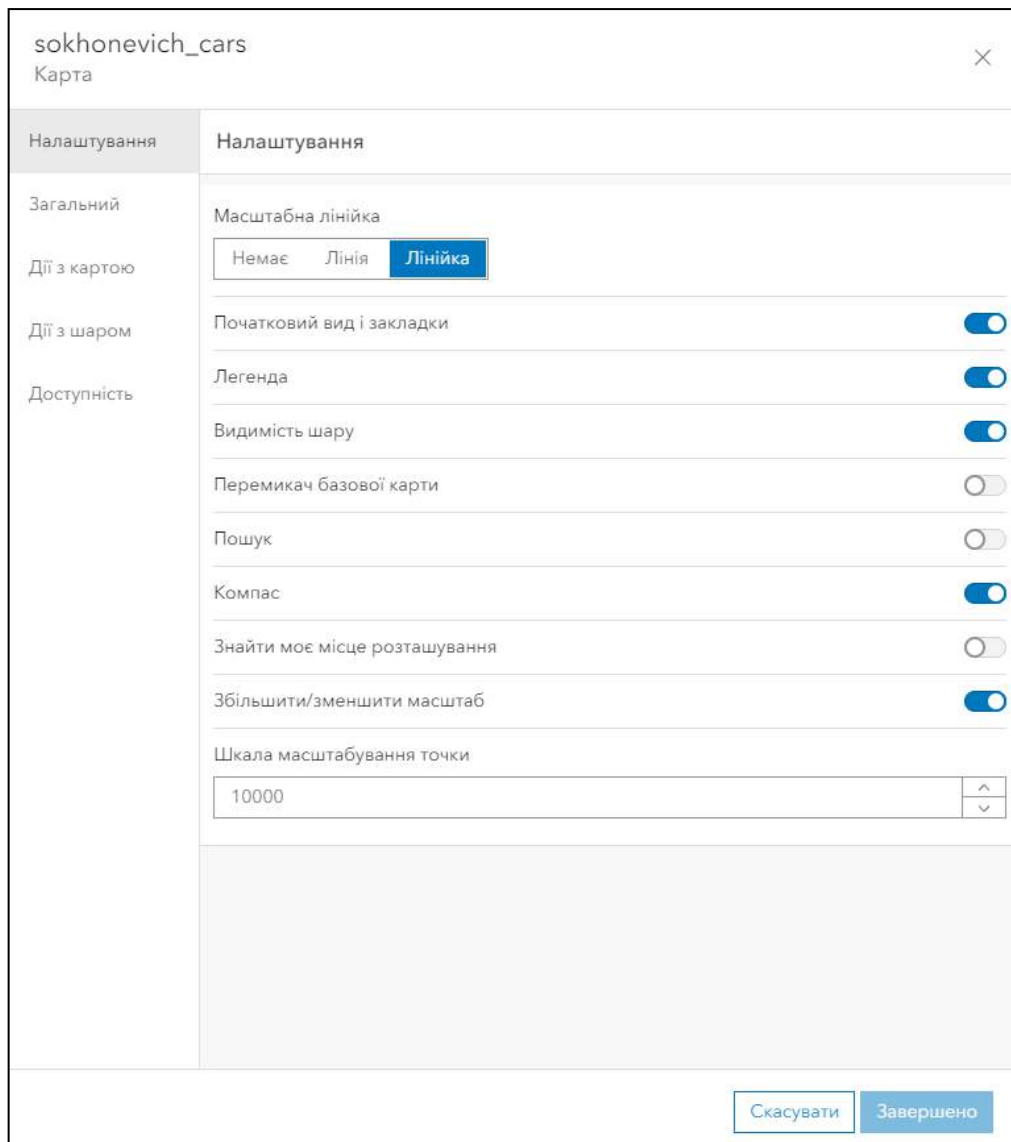


Рисунок 2.24 Вікно налаштування параметрів WEB-карти

У даної WEB-карти є можливість управління шарами, тобто для всіх шарів можна вимикати\вмикати відображення для кращої наглядності (рис. 2.25). Також при натисканні на точку відкривається інформаційне вікно із мінімальним набором інформації (рис. 2.210)

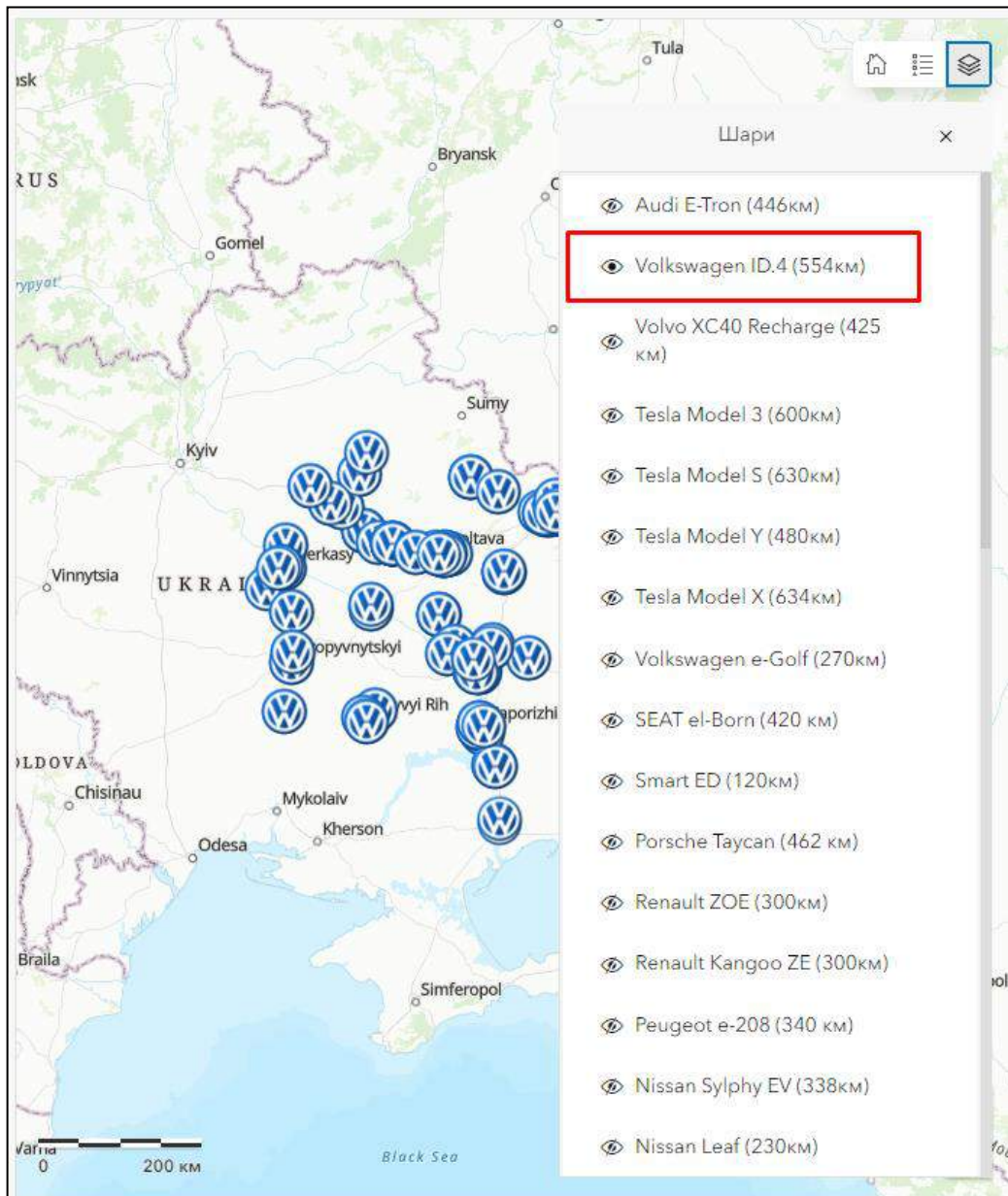


Рисунок 2.25 Видяд інтерактивної карти

До цієї карти було також додано легенду окремим блоком (рис. 2.23). З її допомогою можна відслідкувати кількість зарядних станцій, на який може здійснити зарядку автомобіль певної марки (рис. 2.26). Вона змінює свій зміст відповідно до того, які шари увімкнені для відображення на карті.



Рисунок 2.26 Легенда інтерактивної карти

На наступному етапі необхідно додати інтерактивну теплову карту таким же способом, як показано на рис. 2.23 та задати такі ж параметри налаштування як на рис. 2.24. Також до карти окремим блоком слід додати легенду (рис. 2.27).

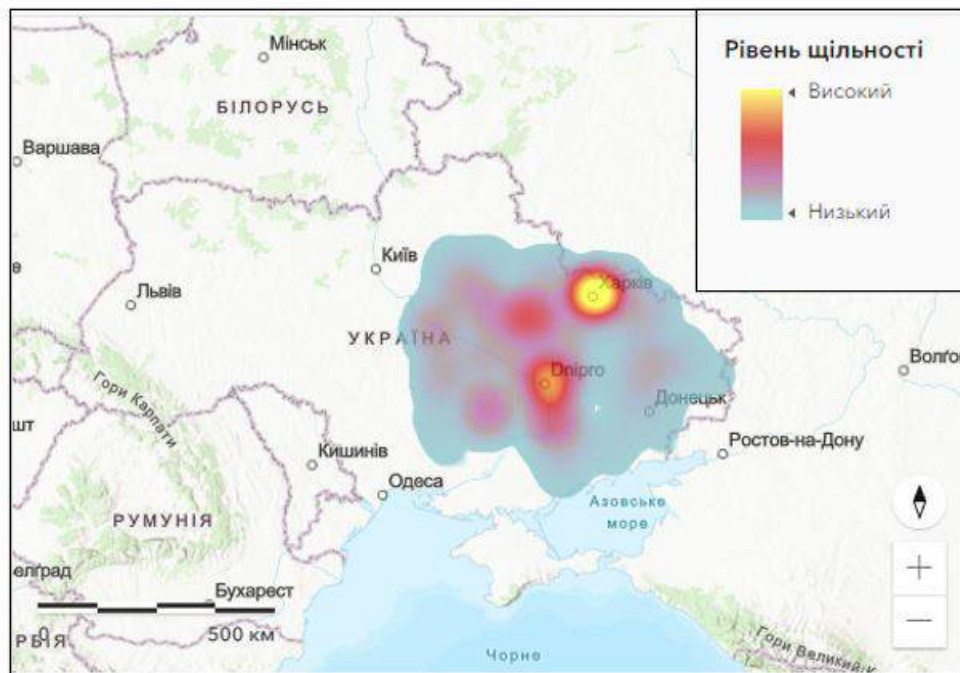


Рисунок 2.27 Інтерактивна теплова

На теплову карту також було додано шар усіх наявних станцій для побудови інтерактивної діаграми. Також додано даний шар до легенди карти (рис. 2.28).

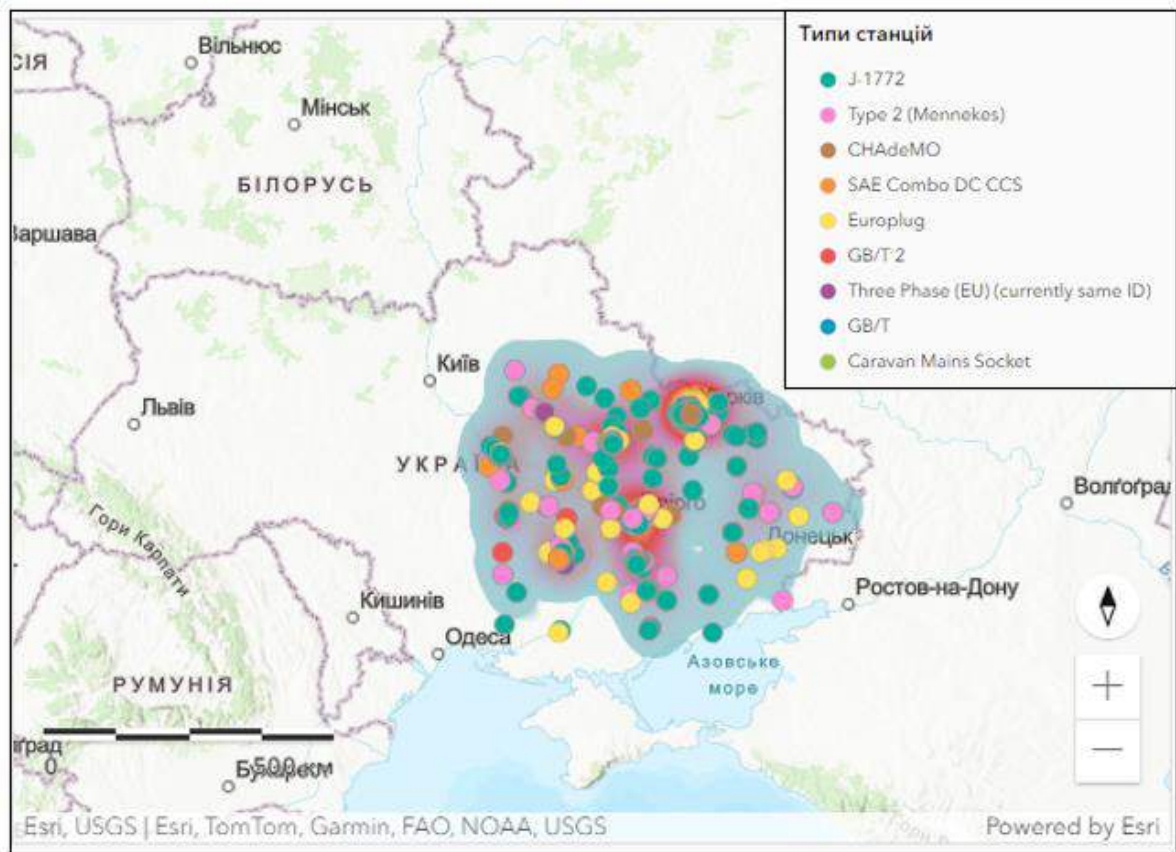


Рисунок 2.28 Теплова інтерактивна карта із додаванням точкових об'єктів станцій заряджання

Задля того, щоб побудувати за даним шаром інтерактивну діаграму потрібно обрати її із списку можливих об'єктів (рис. 2.23). Далі провести налаштування: вказати поле категорії за яким буде побудована діаграма (конектор) (рис. 2.29), кожній категорії конектору прописати назви для розуміння змісту діаграми (рис. 2.30), вказати тип діаграми (стовпчаста), налаштувати колір стовпців відповідно до кольору точок на карті (рис. 2.31) а також увімкнути написи кількості точок для кожного типу конектору. Також необхідно застосувати усі можливі дії з діаграмою, щоб вона була якомога біль інтерактивною.

Серійна діаграма

Дані	Опції даних
Діаграма	Шар: Типи станцій Змінити
Вісь категорії	Фільтр + Фільтр
Вісь значення	Категорії з
Показчики	Згруповані значення Об'єкти Поля
Серія	Поле категорії
Загальний	connector ▼
Дії	Аналізувати дати <input type="checkbox"/>
Доступність	Розділити за полем ▼

Рисунок 2.29 Налаштування діаграми: вибір поля категорії

Дані	Вісь категорії
Діаграма	Розмір (піксель) За замовчуванням ▲ ▼
Вісь категорії	Розташування Перенесений ▼
Вісь значення	
Показчики	Категорія
Серія	Напис
Загальний	17 GB/T 2 🗑️
Дії	16 GB/T 🗑️
Доступність	15 Caravan Mains Socket 🗑️
	14 Three Phase (EU) (currently sa 🗑️
	13 SAE Combo DC CCS 🗑️
	10 Europlug 🗑️
	7 Type 2 (Mennekes) 🗑️
	3 CHAdeMO 🗑️
	2 J-1772 🗑️
	Нуль null
	Порожньо blank
	+ Заміщення Завантажити категорії

Рисунок 2.30 Налаштування діаграми: вісь категорії

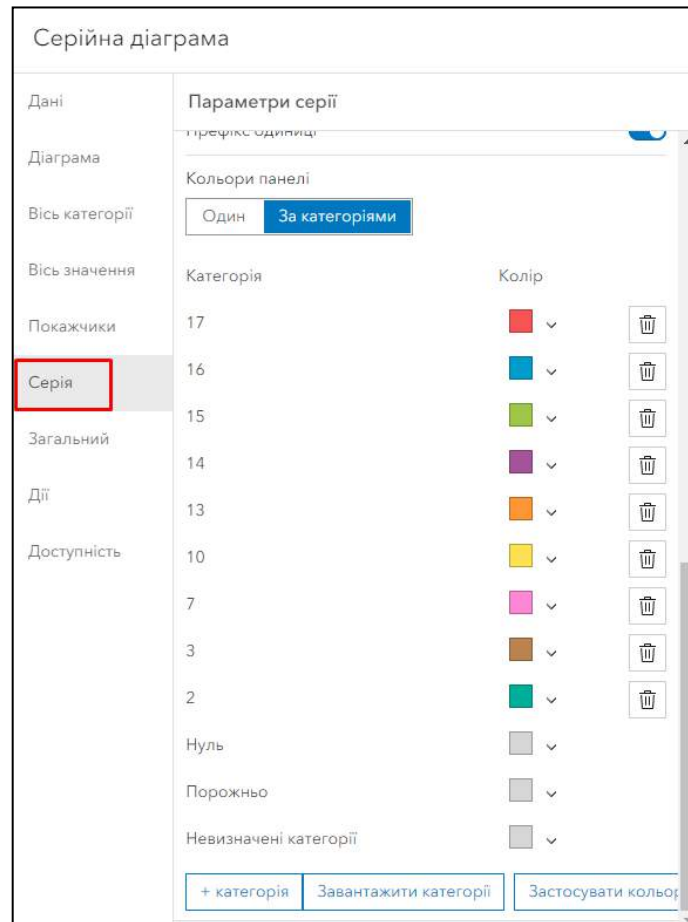


Рисунок 2.31 Налаштування діаграми: колір стовпців

У результаті виконаних налаштувань було отримано інтерактивну серійну діаграму (рис. 2.32).

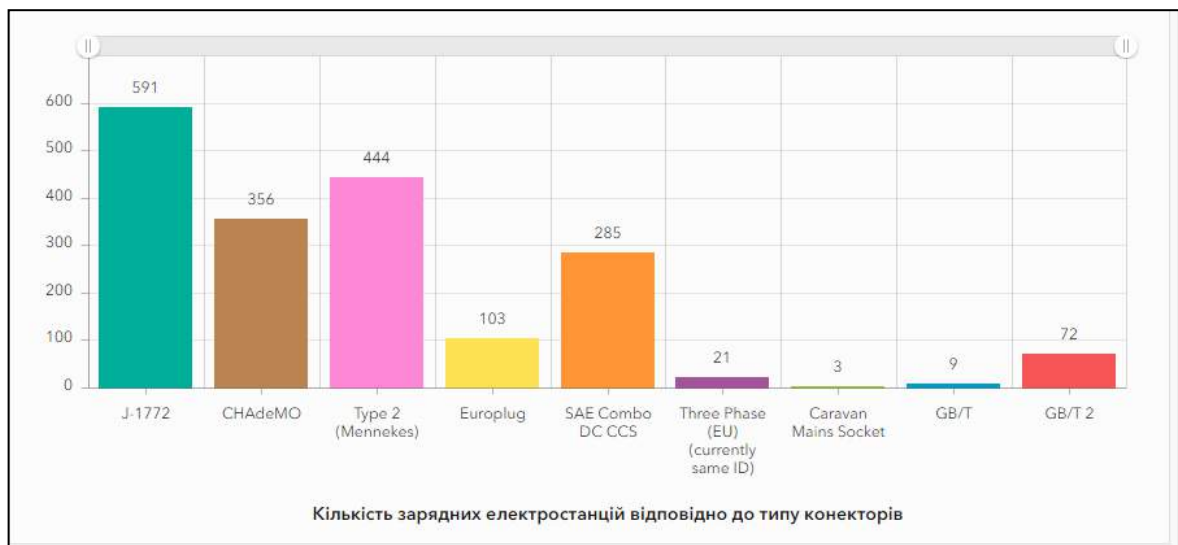


Рисунок 2. 32 Інтерактивна діаграма

Наприклад, якщо необхідно дізнатися розміщення зарядок із типом конектору J-1772, то потрібно натиснути на стовпчик, який відповідає за даний тип конектору, і на карті буде відображено лише точки цього типу конектору (рис. 2.33).

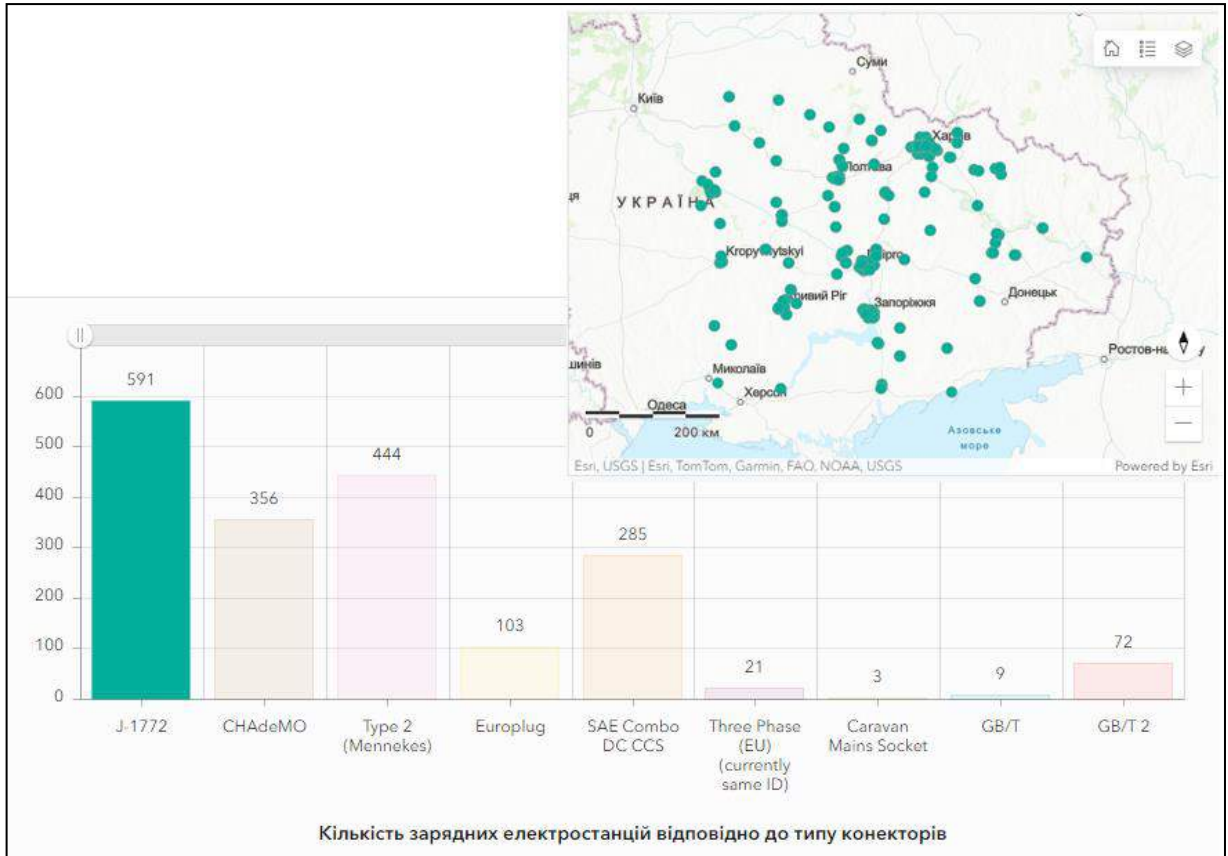


Рисунок 2.33 Приклад роботи інтерактивної карти

Також до карти було додано шкалу із загальною кількістю зарядних станцій (рис. 2.34).



Рисунок 2.34 Шкала загальної кількості зарядних станцій

Таким чином було розроблено інтерактивний WEB-додаток із можливістю відслідковувати наявну кількість станцій заряджання на платформі ArcGIS Online (рис. 2.35).

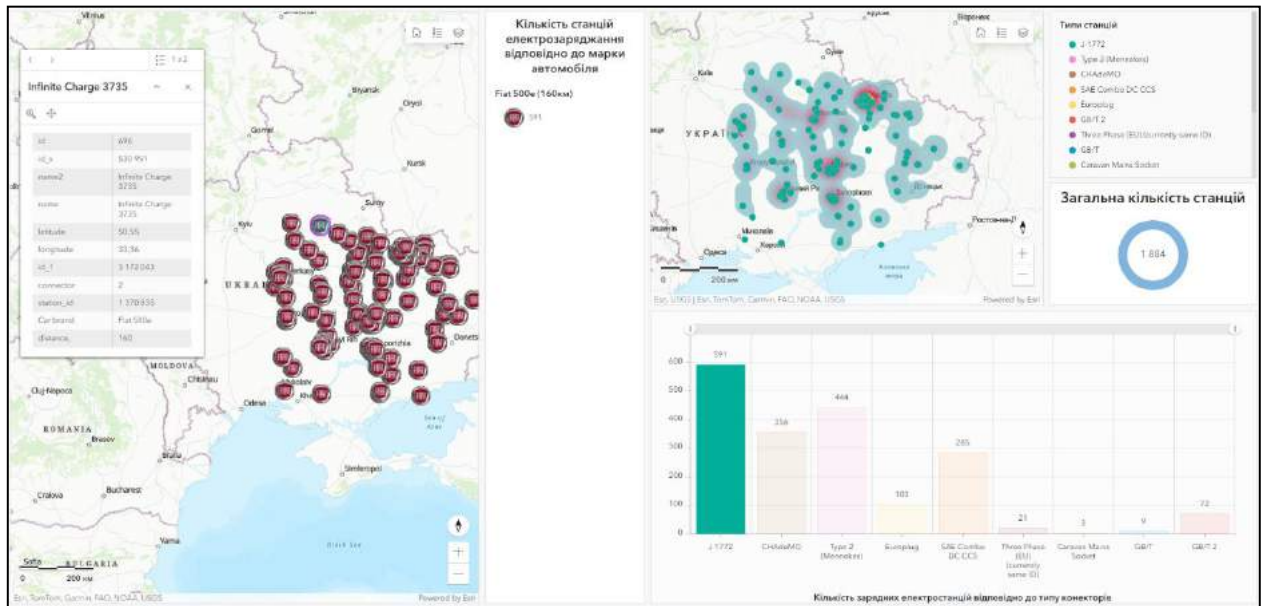


Рисунок 2.35 WEB-додаток

За даною методикою можна розробляти WEB-додатки як для кожної області України так і досліджувати детальніше покриття станціями, так і для всієї території країни. Оскільки наразі існує не так багато додатків, які можуть демонструвати схожі можливості, тому дана методика є корисною у поширенні та дослідженні галузі інфраструктури станцій заряджання електромобілів а також може бути розширена іншими інтерактивними функціями.

ВИСНОВКИ

За оцінками фахівців, у глобальному масштабі частка ринку електромобілів до 2025 року досягне 17%, а до 2030 року на електромобілі має припадати вже 40% світових продажів.

Розроблена методика дозволяє підвищити інформативність сервісів для зручного доступу до даних щодо зарядних станцій за рахунок створення інтерактивних web-додатків, що будуть працювати із big data географічної та аналітичної спрямованості, що в свою чергу дозволить збільшити зручність, інтерес та попит українців на користування екологічним транспортом та збільшить загальний рівень надання послуг для людей, які почнуть переходити на електрокари.

Методика запропонована в роботі була опробована на практиці, збільшення інформативності досягнуто за рахунок перетворення текстової довідкової інформації в графічне відтворення на картографічній основі. Створено 1884 точкових об'єктів, 2 карти, 45 унікальних позначок та 2 діаграми, опрацьовано та логічно розподілено 1968 рядків метаданих.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Does electric vehicle adoption (EVA) contribute to clean energy? Bibliometric insights and future research agenda [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666784322000535> 23.10.2023.
2. Г. П. Костенко. МІЖГАЛУЗЕВІ ПРОБЛЕМИ І СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ПАЛИВНОЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ, 2023.
3. Третя річниця Паризької кліматичної угоди: що має зробити Україна? [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://rubryka.com/blog/richnytsya-paryzka-klimatychna-ugoda/> 25.10.2023.
4. Газібар Семен Іванович Економіко-екологічні аспекти функціонування електротранспорту. Одеса 2021.
5. В Україні росте ринок електромобілів. Топ-10 моделей жовтня. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://eauto.org.ua/news/61-zafiksuvali-pik-prodazhiv-elektromobiliv-v-ukrajini-naypopulyarnishi-modeli-zhovtnya> 27.10.2023.
6. Електромобільна революція. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://yasno.com.ua/e-mobility-revolution> 29.10.2023.
7. Грома Я.В., Глущенко Я. І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РИНКУ ЕЛЕКТРОМІБІЛІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2019.
8. ЩО ВИГІДНІШЕ: ЕЛЕКТРО, ДИЗЕЛЬ, БЕНЗИН ЧИ ГАЗ? [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ncars.com.ua/media/shcho-vygidnishe-elektro-dyzel-benzyn-chy-avto-na-gazi-perevagy-ta-nedoliky-elektromobilia/> 29.10.2023.
9. Електромобіль vs авто з ДВЗ. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://chi-new-energy.com.ua/%D0%B5lektromobil-vs-dvz/> 30.10.2023.

10. Яких типів зарядних станцій потребує наявний парк електромобілів в Україні. Куди ринок буде рухатись далі? Частина 1. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://autoconsulting.ua/article.php?sid=53861> 03.11.2023.
11. Мережа зарядних станцій. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://yasno.com.ua/charge-stations> 04.11.2023.
12. Як розвинути інфраструктуру для електрокарів в Україні. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mind.ua/openmind/20187428-yak-rozvinuti-infrastrukturu-dlya-elektrokariv-v-ukrayini> 04.11.2023.
13. Plugshare. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.plugshare.com/> 09.11.2023.
14. ТОКА. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://toka.energy/uk/> - 11.11.2023.
15. GOTOU. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://go-tou.com/ua/about-us> 15.11.2023.
16. МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК GO TO-U: ЯК ЗАРЯДЖАТИ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ З МАКСИМАЛЬНИМ КОМФОРТОМ. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://tesla-club.com.ua/news/us/mobilniy-dodatok-go-to-u-yak-zaryadzhati-elektromobil-z-maksimalnim-komfortom> 15.11.2023.
17. AutoEnterprise. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://autoenterprise.ua/> 17.11.2023.
18. WOG. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://wog.ua/ua/news-detail/wog-vidkryv-najbilshyj-v-ukrayini/> 21.11.2023.
19. PlugShare API DOCUMENTATION. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://developer.plugshare.com/docs/#core-data-entities> 13.12.2023.
20. CSV. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/CSV> 14.12.2023.
21. Файли SVG. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.adobe.com/ua/creativecloud/file-types/image/vector/svg-file.html> 18.12.2023.

22. Знайомство з операційними панелями. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://doc.arcgis.com/ru/dashboards/latest/get-started/what-is-a-dashboard.htm> 20.12.2023.

ДОДАТОК А – Плакат за темою кваліфікаційної роботи

Плакат на тему «Методика створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій».



Методика створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій

Спеціальність: 193 - Геодезія та землеустрій
Освітня програма: Геоінформаційні системи та технології

Виконавець:
Сохоневич І.О., 462м гр.

Керівник:
к.т.н., доцент, Нечасов А.С.

Актуальність:

Сучасний світ стикається із гострою проблемою зміни клімату, яка загрожує екосистемам та життю на планеті. На даний момент транспортний сектор є одним із найбільших джерел викидів парникових газів. Електромобілі, завдяки їхньому потенціалу, привертають значну увагу у всьому світі як засіб досягнення екологічної та енергетичної стійкості. Робота спрямована на вивчення сучасного стану мережі зарядних станцій, аналіз тенденцій їх розвитку, а також оцінку їх впливу на розвиток електромобільної транспортної системи та зменшення викидів парникових газів.

Мета:

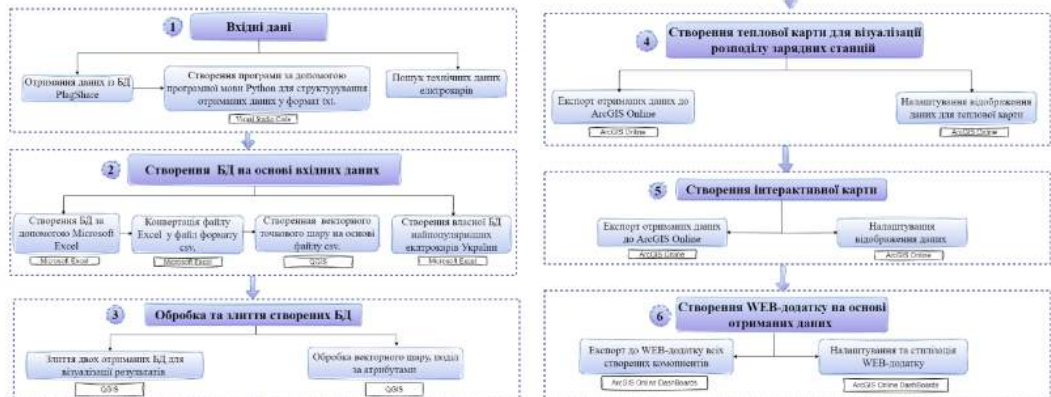
Підвищення інформативності сервісу електромобілів шляхом створення інтерактивних Web - додатків.

Задачі роботи:

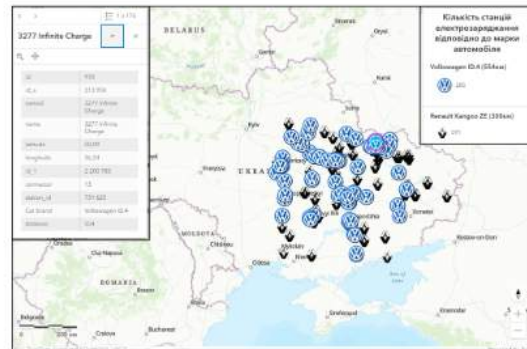
1) Зібрати та систематизувати дані щодо розташування зарядних станцій для електромобілів в Україні, Класифікувати їх за типами наявних портів; 2) Класифікувати за технічними характеристиками найпопулярніші моделі електрокарів в Україні; 3) Спираючись на дорожню інфраструктуру України оцінити доступність зарядних станцій для окремих марок електрокарів; 4) Відтворити результати за допомогою програмного продукту ArcGIS Online використовуючи інформаційну панель Dashboard.

Отримані результати:

Структурна схема методики розробки WEB-додатку для аналізу покриття станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій



Теплова WEB-карта покриття електрозаправок у східній частині України



Інтерактивна карта електрозаправок з можливістю вибору марки автомобіля

ДОДАТОК Б – Презентація за темою кваліфікаційної роботи

Презентація на тему: «Методика створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій»



Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
«Харківський Авіаційний Інститут»

факультет ракетно-космічної техніки

кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

кваліфікаційна робота магістра
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»
Освітня програма «Геоінформаційні системи та технології»

Методика створення інтерактивного WEB-додатку для аналізу покриття території України станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій

Виконала: студентка групи 462 м
Сохонович І. О.
Керівник: к.т.н., доцент
Нечаусов А. С.

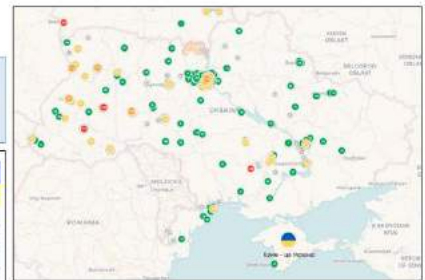
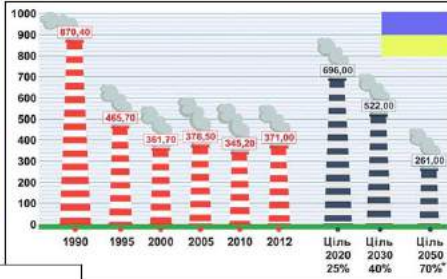
Харків 2024



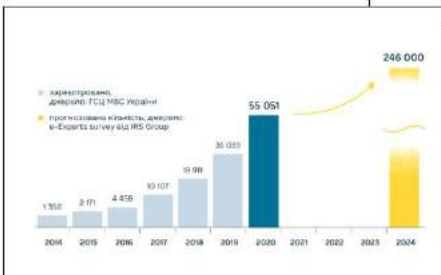
22 квітня 2016 року Україна та ще 174 країни світу підписали Паризьку кліматичну угоду

Актуальність

Видики парникових газів у 1990-2012 роках, підлі України у 2020-2030 роках та пропонується ціль на 2050 рік



Вихлопні гази, що потрапляють у атмосферу з автомобілів, становлять 70%. Альтернативне рішення – електромобілі.

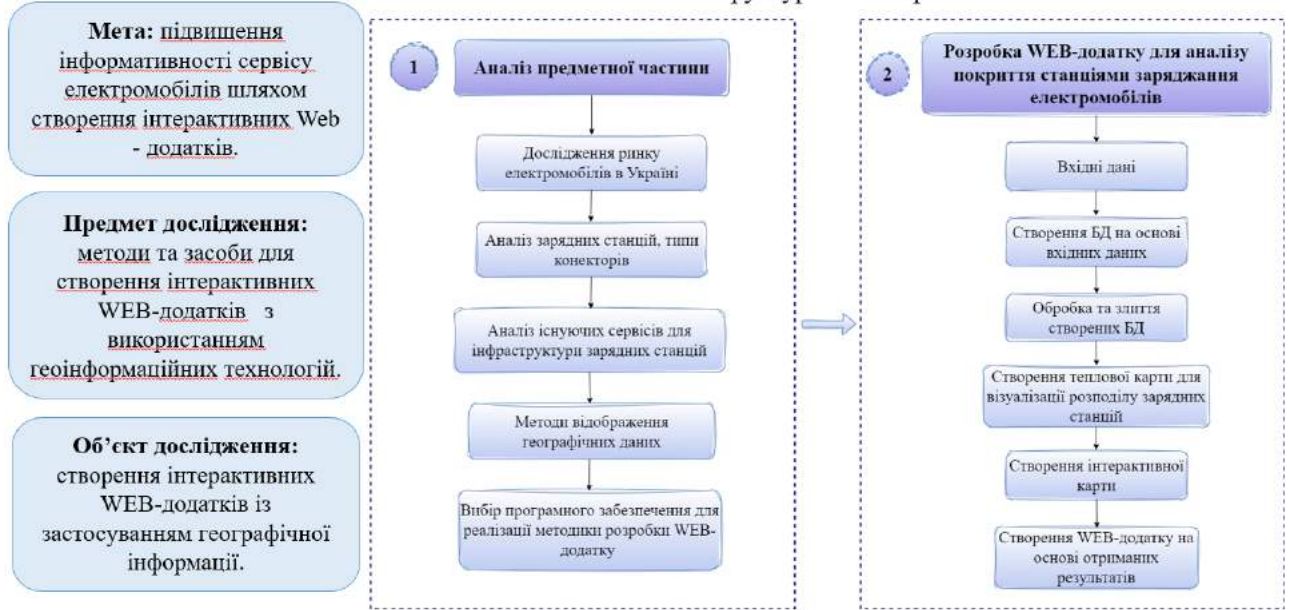


Станом на 1 січня 2024 року в Україні зареєстровано 84 127 електроавтомобілів



17 машин на одну зарядну станцію

Структурна схема роботи



Дослідження ринку електромобілів в Україні

Електромобілі VS Бензинові автомобілі

Замість бензину електромобілі використовують електричні батареї для заповнення одного або декількох джерелів. У наслідок джерела внутрішнього згорання, виготовної системи. Коли потрібно зарядити батарею, Ви просто підключаєтеся до електромережі.

Електромобілі	Бензинові авто
Відсутність вишкочених газів	Забруднення атмо сфери
Місцевий постач. палива	ОПЕК
Запас ходу +/- 100 км	Запас ходу +/- 300 км
Зарядка до декількох годин ≈ Від 50 грн./місяць	Заправка декілька хвилин ≈ Від 28 грн./літр

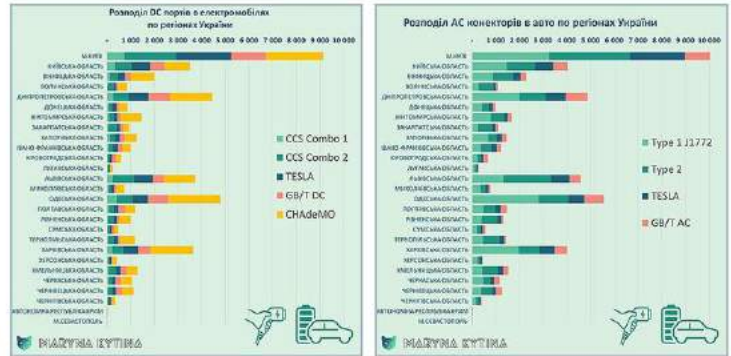
ГІБРИДНІ АВТОМОБІЛІ
Гібридні автомобілі поєднують в собі найкраще від електро та бензинових авто, але через вартість вони не надто популярні

Фактори, які впливають на розвиток ринку електромобілів в Україні

1. Розширення інфраструктури зарядних станцій
2. Державні пільги та підтримка для покупців електромобілів
3. Зростання інтересу від бізнесу через ефективність та екологічність електромобілів
4. Зниження вартості літій-іонних батарей
5. Розширення вибору електромобілів для покупців за рахунок створення нових моделей від світових автовиробників



Аналіз зарядних станцій, типи конекторів



Основні типи зарядних станцій

1. Станція для домашнього використання (Home Wallbox) – від 3 до 22 кВт. Час заряджання: 8-12 годин
2. Публічна зарядна станція Змінного струму (AC) – від 7 до 22 кВт. Час заряджання: 2-3 години
3. Публічна зарядна станція постійного струму (DC Fast Charger) – від 50 до 350 кВт. Час заряджання: 30-60 хвилин



Аналіз існуючих сервісів для інфраструктури зарядних станцій



PlugShare - це основний веб-додаток, який надає інформацію про розташування та деталі зарядних станцій для електромобілів у всьому світі. Додаток був розроблений і продовжує підтримуватися компанією Recargo, Inc., яка є частиною EVgo Inc. з середини 2021 року.



Методи відображення географічних даних



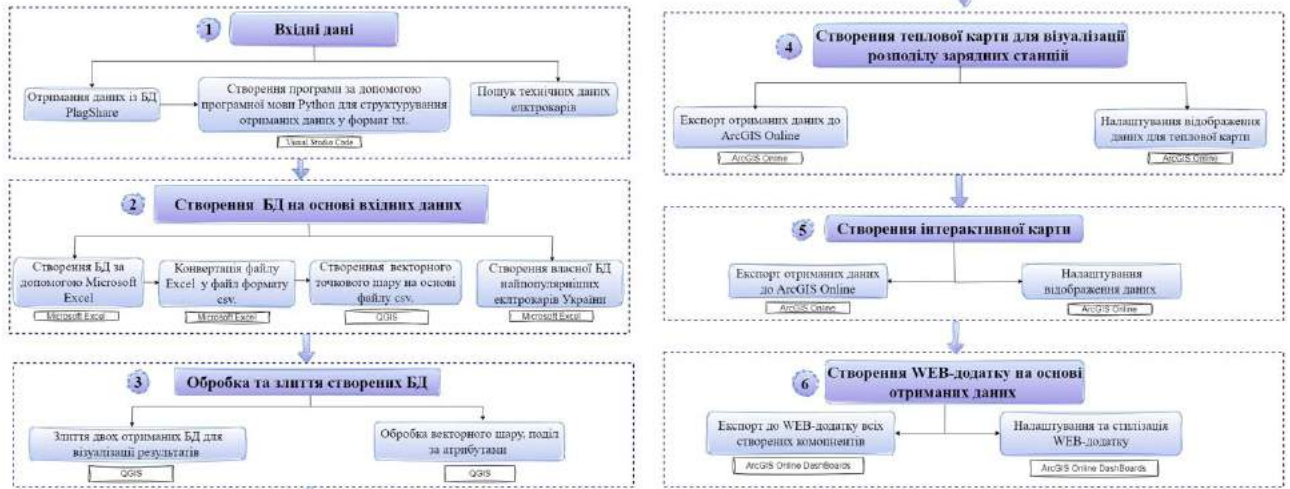
7

Вибір програмного забезпечення для реалізації методики розробки WEB-додатку



8

Структурна схема методики розробки WEB-додатку для аналізу покриття станціями заряджання електромобілів засобами сучасних геоінформаційних технологій



Вхідні дані

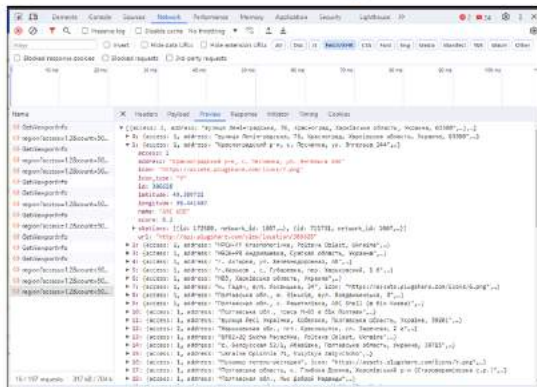
Початковий вид даних

```

{
  "access": 1,
  "address": "м.Обошній Азовського р-на ул Горького 43/1",
  "id": 296416,
  "name": "Гостевой дом Амстердам",
  "stations": [
    {
      "connector": 14,
      "id": 2066777,
      "kilowatts": null,
      "power": 0,
      "status": null
    }
  ],
  "url": "http://api.plugshare.com/view/location/296416"
}
    
```

id_x|name|latitude|longitude|id|connector|station_id
 296416|гостевой дом Амстердам|47.106749|39.647174|2066777|14|653862

Id_x – ідентифікатор електрозаправки
 Name – назва або адреса станції
 Latitude – географічна широта
 Longitude – географічна довгота
 Id – ідентифікатор зарядної станції
 Connector – порядковий номер роз'єму для зарядки відповідно до БД PlugShare
 Station_id – ідентифікатор точкового об'єкту



Вкладка інструментів розробника



Створення БД на основі отриманих даних

453141	Ругулятул'яку	Ругулятул'яку	50.22007242762929	132.5208522779296	31	3200945	127	1391445
453142	Ругулятул'яку	Ругулятул'яку	50.22007242762929	132.5208522779296	31	3200946	128	1391446
453143	Ругулятул'яку	Ругулятул'яку	50.22007242762929	132.5208522779296	31	3200947	129	1391447
453144	Ругулятул'яку	Ругулятул'яку	50.22007242762929	132.5208522779296	31	3200948	130	1391448
453145	Ругулятул'яку	Ругулятул'яку	50.22007242762929	132.5208522779296	31	3200949	131	1391449



id	id_x	id_y	name	latitude	longitude	id	connector	station_id
1	215665	улиця Шварченка 157	ulitsa Shvarchenko 157	50.001853	36.265729	1010938	18	455444
2	188850	Черкаський (Старий Скот)	Cherkaskiy (Staryi Skot)	49.464613	32.059707	687601	13	399123
3	138181	Ругулятул'яку	Rugulyatulyaku	50.2200724	32.52085226	3200945	8	1391445
4	138181	Ругулятул'яку	Rugulyatulyaku	50.2200724	32.52085226	3200946	17	1391445
5	138181	Ругулятул'яку	Rugulyatulyaku	50.2200724	32.52085226	3200947	16	1391445
6	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294370	8	1008875
7	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294371	7	1008875
8	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294372	17	1391445
9	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294373	16	1391445
10	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294374	15	1391445
11	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294375	14	1391445
12	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294376	13	1391445
13	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294377	12	1391445
14	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294378	11	1391445
15	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294379	10	1391445
16	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294380	9	1391445
17	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294381	8	1391445
18	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294382	7	1391445
19	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294383	6	1391445
20	452000	Полтавський Ріанка (1)	Poltavskiy Rianka (1)	48.5126796	32.1986707	3294384	5	1391445
21	243782	Infiniti Charge 2014	Infiniti Charge 2014	48.935444	38.583207	1607728	7	528818
22	243782	Infiniti Charge 2014	Infiniti Charge 2014	48.935444	38.583207	1607729	2	528819
23	243782	Infiniti Charge 2014	Infiniti Charge 2014	48.935444	38.583207	1607730	2	528820

Свч-файл для трансформації даних у shp-файл

Початковий вид даних

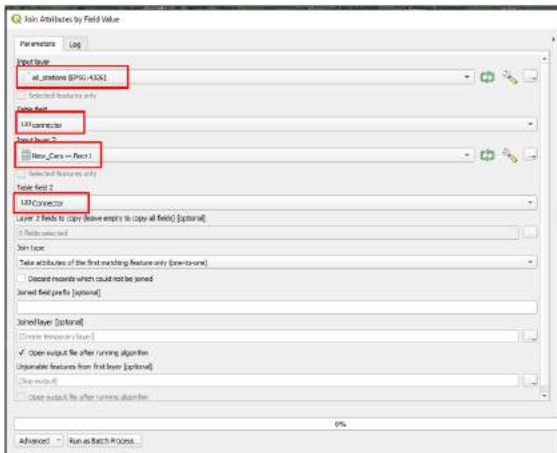
Трансформація даних в Excel

No	Connector	Car_brand1	Car_brand2	Car_brand3	Car_brand4	Car_brand5	Car_brand6
1	2	Renault Kangoo ZE (300km)	Mercedes-Benz B-Class (690km)	Fiat 500e (160km)	Mitsubishi i-Miev (120km)	Peugeot e-208 (340 km)	NIO ET Preview (500km)
2	3	Nissan Leaf (230km)	Xpeng G3 (460km)	GAC Aion S (500km)			
3	7	Tesla Model 3 (600km)	Tesla Model S (630km)	Tesla Model Y (480km)	BMW i3 (310km)	Tesla Model X (634km)	Honda M-NV (500km)
4	13	Volkswagen e-Golf (270km)	Volkswagen ID.4 (554km)	Audi E-Tron (446km)	Chevrolet Bolt (300km)	Hyundai Kona (770km)	Porsche Taycan (462 km)
5	16	Renault ZOE (300km)	NIO ES6 (510km)	Geely Geometry A (300km)	JAC IEV7 (250km)		

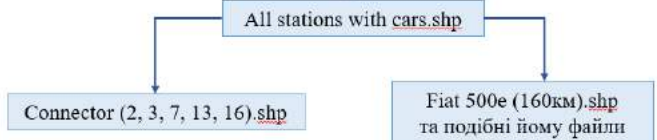
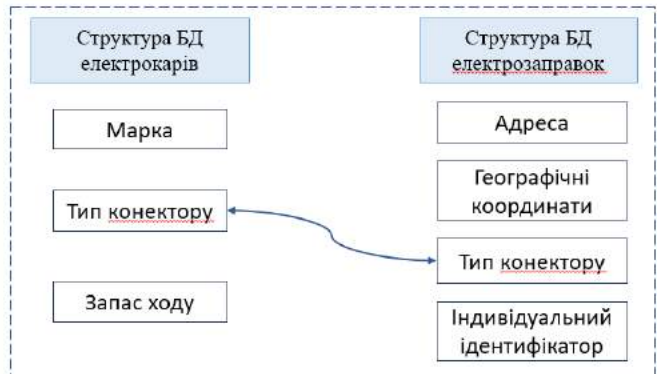
Створена база даних електрокарів в Excel

11

Обробка та злиття створених БД

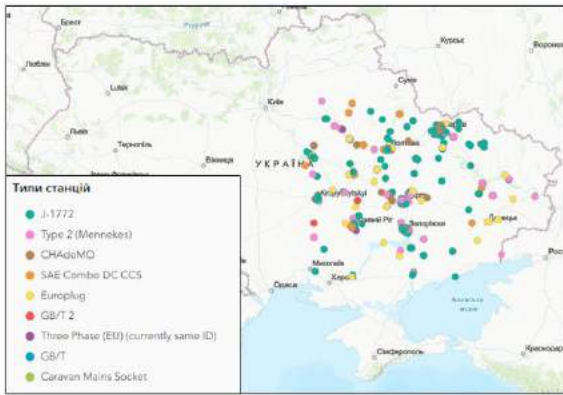


Вікно алгоритму «Join attributes by field value»

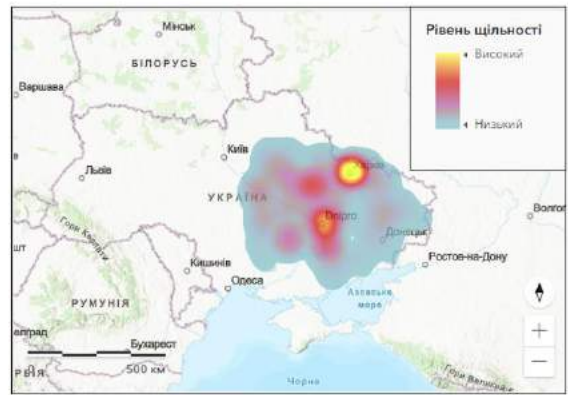


12

Створення теплової карти для візуалізації розподілу зарядних станцій



До ArcGIS Online було додано один з шейп-файлів (all stations). Налаштовано відображення відповідно до типу конекторів



Теплова WEB-карта

Створення інтерактивної карти

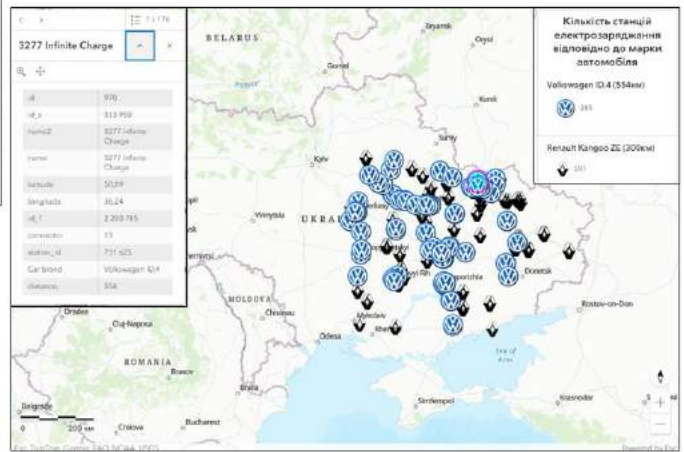
ID	Make	Model	Year	Latitude	Longitude	Charging Power (kW)	Charging Type	Distance (km)
1	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
2	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
3	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
4	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
5	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
6	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
7	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
8	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
9	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
10	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
11	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
12	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
13	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
14	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
15	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
16	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
17	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
18	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
19	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300
20	VW	Volkswagen ID.4	2020	48.1764219999	14.8770200000	111.3847	DC	300

Атрибутивна таблиця шару Volkswagen e-Golf (270km).shp

Кількість станцій електрозарядання відповідно до марки автомобіля

- Volkswagen ID.4 (554km) 285
- Renault Kangoo ZE (300km) 191
- Jaguar I-Pace (470 km) 444
- Kia Soul (200km) 438
- Fiat 500e (160km) 591
- BMW i3 (310km) 444
- Ford Mustang Mach E (600 km) 285

Легенда карти



Створення інтерактивної карти

Створення WEB-додатку на основі отриманих результатів

Вікно для створення нового WEB-додатку

Серійна діаграма

Загальна кількість станцій

Індикатор загальної кількості зарядних станцій

Легенда карти

Тип конектора	Кількість
J-1772	591
CHAdeMO	356
Тип 2 (Mennekes)	444
Europlug	103
SAE Combo DC CCS	285
Three Phase (EU) (currently same ID)	21
Caravan Mains Socket	3
GB/T	9
GB/T 2	22

Демонстрація можливостей створеного web-додатку

Демонстрація можливостей створеного web-додатку

Загальна кількість станцій

Легенда карти

Тип конектора	Кількість
J-1772	591
CHAdeMO	356
Тип 2 (Mennekes)	444
Europlug	103
SAE Combo DC CCS	285
Three Phase (EU) (currently same ID)	21
Caravan Mains Socket	3
GB/T	9
GB/T 2	22

Висновки

- За оцінками фахівців, у глобальному масштабі частка ринку електромобілів до 2025 року досягне 17%, а до 2030 року на електромобілі має припадати вже 40% світових продажів.
- Розроблена методика дозволяє підвищити інформативність сервісів для зручного доступу до даних щодо зарядних станцій за рахунок створення інтерактивних web-додатків, що будуть працювати із big data географічної та аналітичної спрямованості, що в свою чергу дозволить збільшити зручність, інтерес та попит українців на користування екологічним транспортом та збільшить загальний рівень надання послуг для людей, які почнуть переходити на електрокари.

Результат роботи

- Методика запропонована в роботі була опробована на практиці, збільшення інформативності досягнуто за рахунок перетворення текстової довідкової інформації в графічне відтворення на картографічній основі. Створено 1884 точкових об'єктів, 2 карти, 45 унікальних позначок та 2 діаграми, опрацьовано та логічно розподілено 1968 рядків метаданих.