

Rozwój statystyk infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych

Magdalena Mojsiewicz

Michał Bis, Beata Brzostowska, Paweł Stawski

Uniwersytet Szczeciński

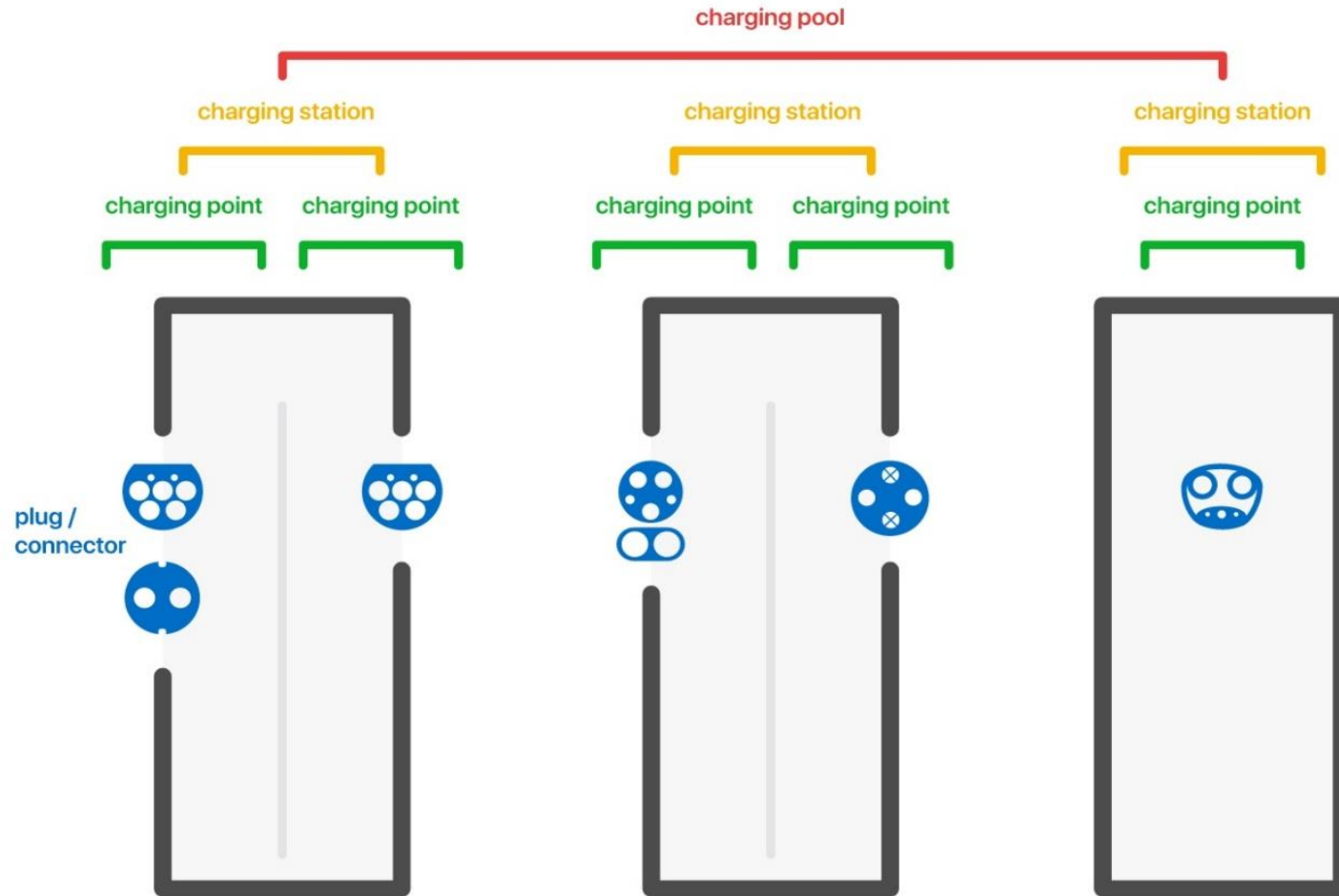
Ośrodek Inżynierii Danych / US Szczecin

Rozwój statystyk dotyczących Europejskiego Zielonego Ładu

Numer projektu:	grant agreement 101113209 — 2022-PL-EGD
Tytuł projektu:	Statystyki dotyczące Europejskiego Zielonego Ładu Statistics for the European Green Deal
Czas realizacji projektu:	12 miesięcy, maj 2023 - kwiecień 2024
Główne cele	stworzenie statystyk dotyczących pojazdów elektrycznych i pojazdów hybrydowych oraz prognoz rozwoju w kolejnych latach

Podstawowe definicje

- **Strefa ładowania**
(obsługiwana przez jednego operatora punktu ładowania (OPŁ) w jednej lokalizacji/adresie i współrzędnych GPS; jest obiektem istotnym z "kartograficznego" punktu widzenia)
- **Stacja ładowania**
(oznacza pojedynczą fizyczną instalację w określonej lokalizacji, składającą się z jednego lub więcej punktów ładowania)
- **Punkt ładowania**
(stały lub ruchomy interface, który umożliwia przesyłanie energii do pojazdu elektrycznego; może mieć jedno lub kilka złączy (gniazd lub wtyczek) dla różnych typów złączy, jednak jest w stanie ładować tylko jeden pojazd elektryczny na raz - na jednej stacji ładowania liczba punktów ładowania jest równa liczbie dedykowanych miejsc parkingowych)



Ewidencja Infrastruktury Paliw Alternatywnych (EIPA)

Ewidencja Infrastruktury Paliw Alternatywnych jest rejestrem publicznym prowadzonym przez Urząd Dozoru Technicznego (UDT) w celu zapewnienia użytkownikom pojazdów elektrycznych, pojazdów napędzanych gazem ziemnym i pojazdów napędzanych wodorem informacji ułatwiających korzystanie z tych pojazdów.

Ewidencja PSPA	2019	2020	2021	2022
Liczba publicznych stref/lokalizacji ładowania	886	1081	1586	2096
Liczba publicznych stacji/urządzeń do ładowania	1132	1364	1932	2565
Liczba punktów ładowania/Sprzęt zasilający (EVSE - Electric vehicle supply equipment / Urządzenia do zasilania pojazdów elektrycznych)	2081	2641	3784	5016
Razem ładowarki AC (Kategoria 1)	592	678	1063	1427
Wolne AC: P < 7.4 kW	24	29	47	39
Średniej prędkości AC: 7.4 kW ≤ P ≤ 22 kW	459	590	1016	1388
Szybkie AC: P > 22 kW	9	2	0	0
Razem ładowarki DC (Category 2)	294	403	523	669
Wolne DC: P < 50 kW	51	74	48	77
Szybkie DC: 50 kW ≤ P < 150 kW	239	325	457	544
Poziom 1- Bardzo szybkie DC: 150 kW ≤ P < 350 kW	4	4	12	40
Poziom 2- Bardzo szybkie DC: P ≥ 350 kW	0	0	6	8

Zawiera on wiele atrybutów, znajdują się w nim informacje o:

- nazwie operatora
- współrzędnych stacji,
- dostępności punktów ładowania zainstalowanych,
- cenie ładowania/tankowania

Rejestr posiada również funkcjonalności pozwalające na interaktywną mapę która zawiera informacje identyfikujące ogólnodostępne stacje ładowania, np. moc, tryb ładowania, złącza.

<https://eipa.udt.gov.pl/>

Publicznie dostępne punkty ładowania

Adres	Rodzaj ładowarki	Moc ładowania	Rok ustawienia/udostępnienia	Lokalizacja
Bielany Wrocławskie	AC	22	2018	51.047981, 16.955916
Bielany Wrocławskie	DC	50	2018	51.047559, 16.955397
Bielsko-Biała	DC	50	2018	49.802595, 19.050905
Błażowa	AC	11	2018	49.892066, 22.103068
Bydgoszcz	AC	22	2018	53.132153, 18.120304
Bydgoszcz	DC	50	2018	53.1365497, 18.1134957
Bydgoszcz	AC	22	2018	53.1240193, 18.0172841
Bytom	DC	50	2018	50.346195, 18.850010
Chochotów	AC	22	2018	49.351839, 19.822554
Choszczno	AC	11	2018	53.135153, 15.4732248
Chromna	DC	130	2018	52.107958, 22.387711
Dąbrowa Górnicza	DC	100	2018	50.317045, 19.247189
Elbląg	DC	40	2018	54.150461, 19.371004
Elbląg	AC	7	2018	54.184558, 19.406598
Garwolin	DC	65	2018	51.867834, 21.6434
Gdańsk	AC	22	2018	54.351571, 18.525442
Gdańsk	AC	22	2018	54.351390, 18.641049
Gdańsk	DC	50	2018	54.402750, 18.571550
Gdańsk	DC	50	2018	54.431744, 18.483020
Gdańsk	DC	50	2018	54.373910, 18.516713
Gdańsk	DC	50	2018	54.350096, 18.644757
Gdańsk	DC	90	2018	54.409432, 18.592225
Gdańsk	DC	50	2018	54.433885, 18.486746
Gdańsk	DC	50	2018	54.432321, 18.488877
Gdańsk	AC	22	2018	54.353607, 18.658405
Gdańsk	DC	50	2018	54.405850, 18.613572
Gdynia	DC	50	2018	54.496638, 18.538965
Gliwice	DC	50	2018	50.256267, 18.655665

Na mapie EIPA oraz w danych przekazywanych użytkownikom końcowym prezentowane są wyłącznie ogólnodostępne stacje ładowania, które zostały przebadane przez Urząd Dozoru Technicznego pod względem technicznym z wynikiem pozytywnym i na etapie zgłoszenia do badania operator podał prawidłowe nr EIPA. Jednocześnie w przypadku gdy, na etapie zgłoszenia stacji do badania technicznego UDT nie zostały podane nr EIPA lub zostały podane błędnie, taka stacja pomimo badania pozytywnego, nie będzie wyświetlana na mapie EIPA.

Położenie baz ładowania (QGIS)

The screenshot displays the QGIS desktop environment. The main map area shows a network of orange lines representing a road or rail network, with numerous green circular markers indicating specific locations. A tooltip for 'ORLEN Stacja Paliw MOP Tulce SL6122' is active over one of these markers. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Projekt', 'Edycja', 'Widok', 'Warstwa', 'Ustawienia', 'Wtyczki', 'Wektor', 'Raster', 'Baza danych', 'W internecie', 'Siatka', 'Processing', and 'Pomoc'. Below the menu is a toolbar with various icons for map navigation and editing. On the left, the 'Zrzęglądarka' (Layers) panel shows a list of layers, with 'dane_baz_lr2019_2180' selected. On the right, the 'Wynik identyfikacji' (Identify Results) panel is empty, and the 'Algorytmy Przetwarzania' (Processing Algorithms) panel shows a search bar and a list of processing tools, including 'Wektor - tworzenie', 'Wektor - wybór', 'Wykresy', and 'GDAL'. At the bottom, the status bar shows the coordinates 'Współrzędne 373171,497470', scale 'Skala 1:3254879', zoom level 'Powiększenie 100%', rotation 'Kąt obrotu 0,0 °', and projection 'Renderuj EPSG:2180'.

Rozwój nowych wskaźników

Głównym celem prac w QGISie było przeprowadzenie analiz sieciowych z wykorzystaniem warstwy dróg Polski, tak aby można było wydobyć odcinki pomiędzy bazami ładowania. Przeanalizowano możliwość wykorzystania warstwy dróg dla Polski z dwóch źródeł:

- OSM – Open Street Map - projekt społeczności internetowej mający na celu stworzenie darmowej, swobodnie dostępnej mapy całej kuli ziemskiej. Jest ona tworzona przez zarejestrowanych użytkowników.
- GUGiK – Główny Urząd Geodezji i Kartografii - Państwowy Rejestr Granic i Powierzchni Jednostek Podziałów Terytorialnych Kraju (PRG) oraz Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k)

Wykonano próbne wizualizacje i analizy sieciowe na obu warstwach dróg. Po analizie podjęto decyzję o wykorzystaniu warstwy dróg z GUGiK, ponieważ stanowi on bardziej pewne i stabilne źródło (wobec danych OSM, które są tworzone przez użytkowników Internetu).

Rozwój nowych wskaźników

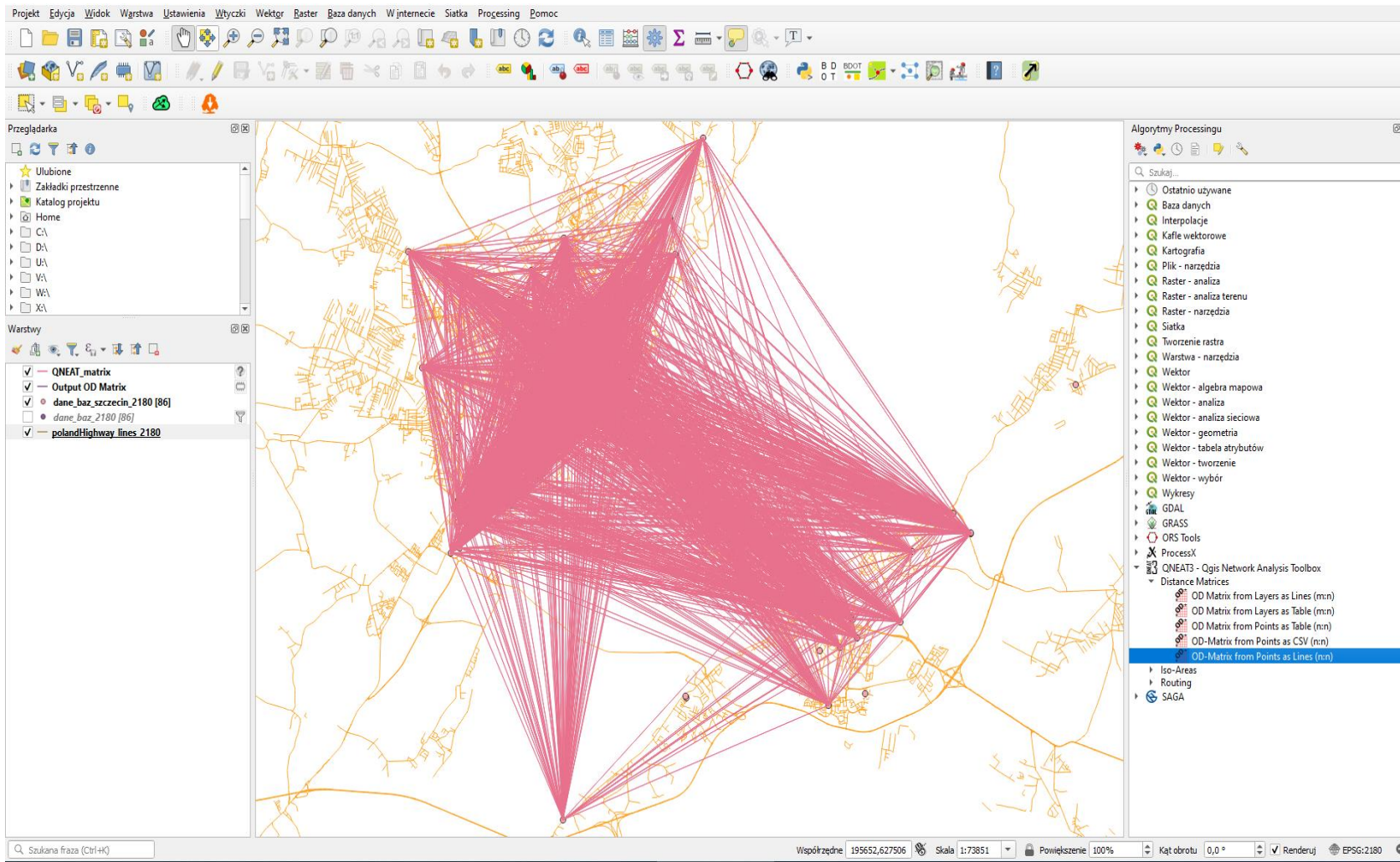
Najkrótsza ścieżka (narzędzia dostępne przez panel processingu w grupie Wektor – analiza sieciowa, wykorzystanie wtyczki QNEAT3, która pozwala na obliczenie najkrótszej lub najszybszej ścieżki pomiędzy wszystkimi punktami w warstwie poprzez wykorzystanie trzech podstawowych algorytmów:

- generowanie macierzy typu źródło-cel podróży (*Distance Matrices*)
- generowanie Izolinii (*Iso-areas*)
- znajdowanie najkrótszej ścieżki od punktu do punktu (*Routing*)

Macierze typu „źródło-cel” podróży (OD-Matrix) w przypadku QNEAT3 wskazują odległości pomiędzy każdą parą punktów źródłowych i docelowych. Algorytm ten jest odpowiednikiem algorytmu przestrzennego „Macierz odległości”, który standardowo dostępny jest w QGIS, jednak różni się tym, że odległości liczone są na sieci drogowej, a nie w linii prostej.

Tabela wynikowa składa się z sześciu kolumn. Dwie pierwsze to informacja o punkcie początkowym i końcowym (*origin_id* i *destination_id*). Następne cztery kolumny określają koszt: wjazdu na sieć (*entry_cost*), koszt przemieszczania się po sieci (*network_cost*), koszt zjazdu (*exit_cost*) oraz koszt całkowity będący sumą poprzednich (*total_cost*).

Macierz odległości (Szczecin)



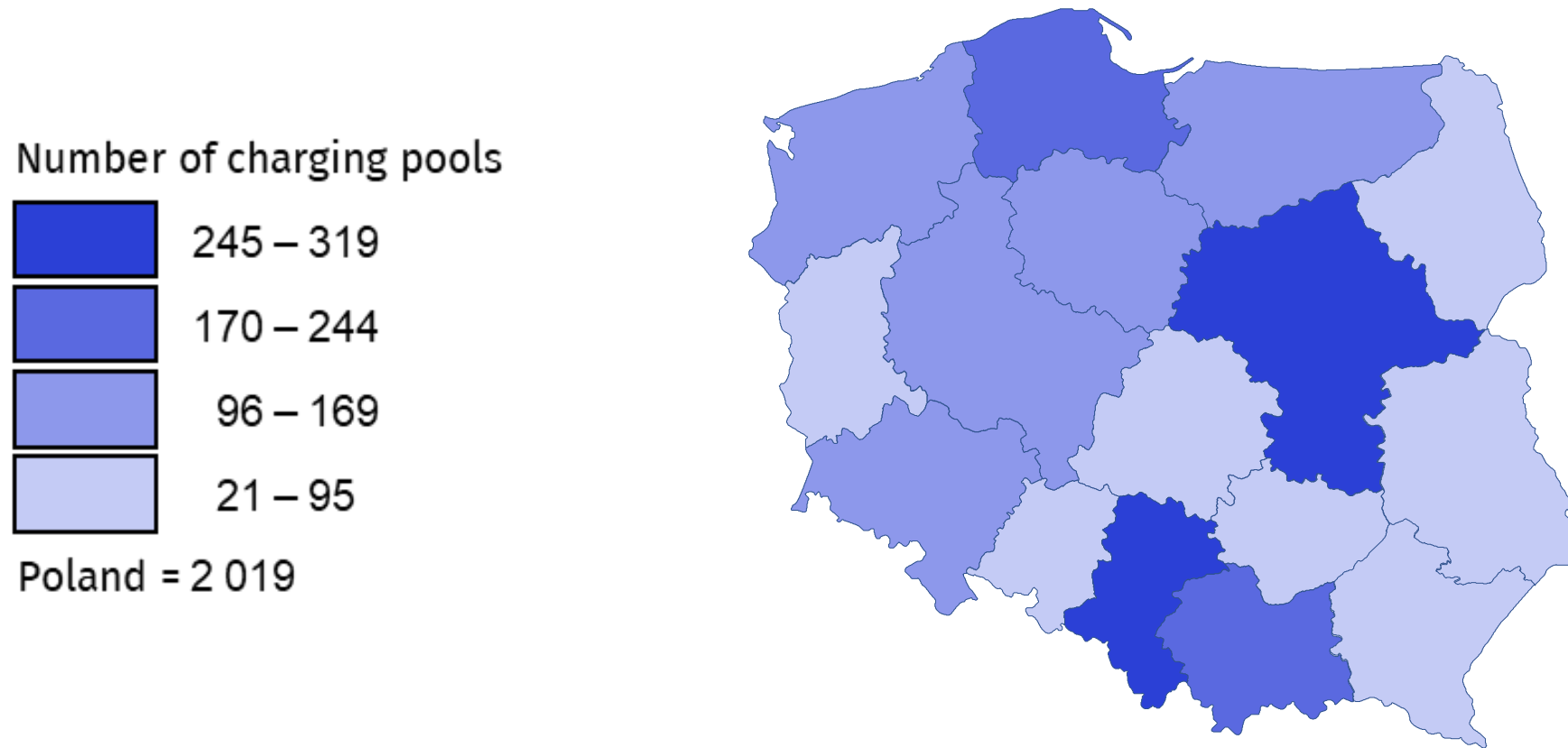
Wynikiem działania algorytmu „OD-Matrix from Points as Lines (n:n)” jest macierz odległości pomiędzy punktami naliczona na warstwie drogowej, a zobrazowana na mapie jako linie proste pomiędzy punktami startowymi i docelowymi.

Rozwój nowych wskaźników

Tabela wynikowa zawierająca długości odcinków pomiędzy poszczególnymi bazami ładowania posłużyła do wyliczenia wskaźników:

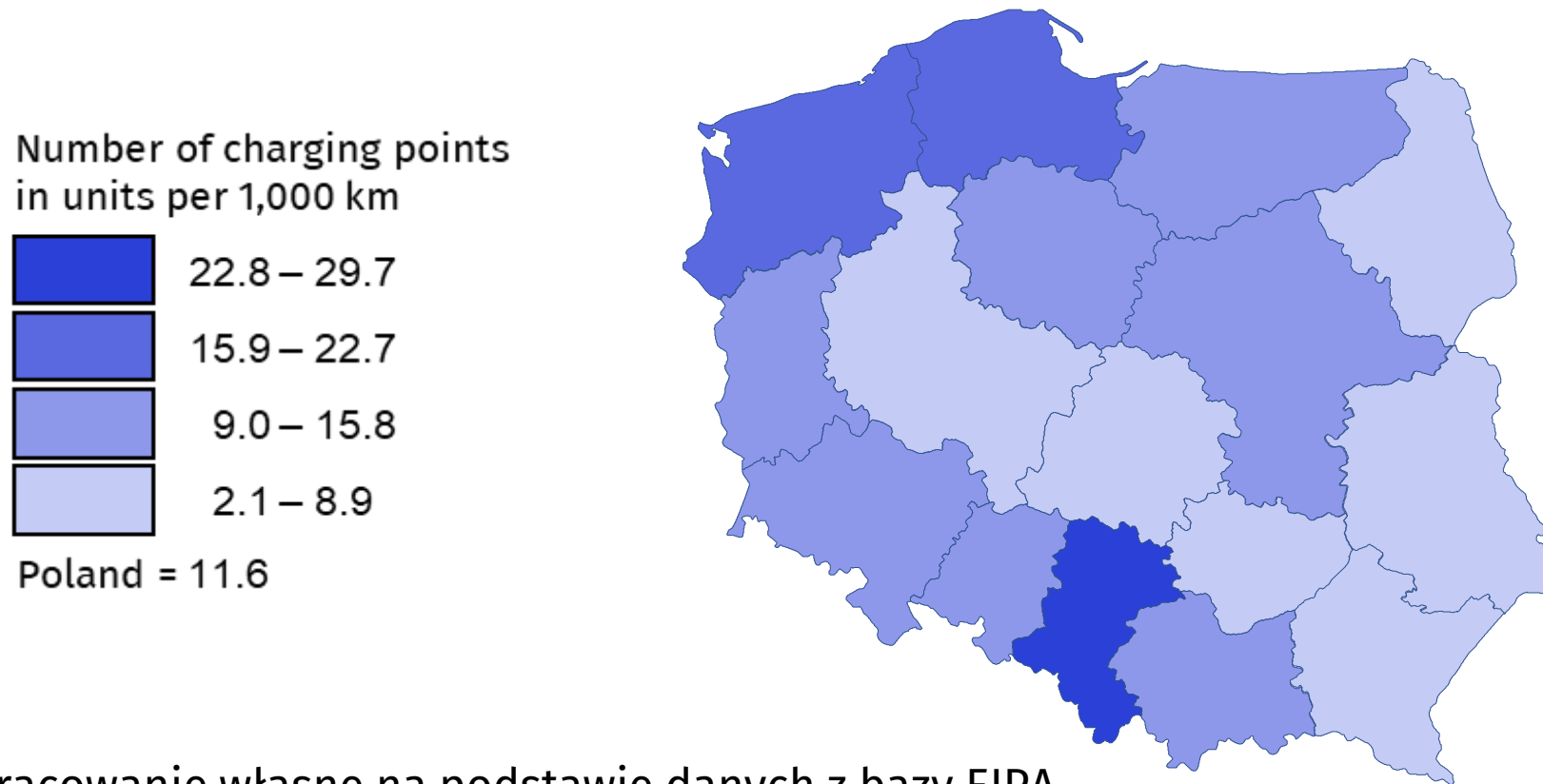
1. **Liczba baz ładowania**
2. **Łączna długość dróg (w modelu sieci połączeń drogowych) wewnątrz jednostki terytorialnej (JT)**
3. **Przeciętna odległość (w modelu sieci połączeń drogowych) pomiędzy każdą parą baz ładowania wewnątrz jednostki terytorialnej (JT)**
4. **Liczba stacji ładowania akumulatorów pojazdu o napędzie elektrycznym w podziale na typy**
5. **Liczba złączy w podziale na rodzaje**

Mapa 1. Liczba baz ładowania (stan w sierpniu 2023, statystyki eksperymentalne)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z bazy EIPA

Mapa 2. Liczba ogólnodostępnych punktów ładowania na 1000 km dróg modelu sieci połączeń drogowych (stan w sierpniu 2023, statystyki eksperymentalne)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z bazy EIPA

Podsumowanie

Rozwinięte narzędzia informatyczne, w tym kluczowy dla realizacji projektu zestaw algorytmów sieciowych obliczających najkrótszą ścieżkę, pozwoliły na przygotowanie zbioru informacji wynikowych na poziomach NUTS1, NUTS2 oraz NUTS3.

W zbiorze statystyk opracowanych dla realizacji tego celu szczegółowego znalazły się: liczba baz ładowania, przeciętna odległość (w modelu sieci połączeń drogowych) pomiędzy każdą parą baz ładowania wewnątrz jednostki terytorialnej, liczba punktów ładowania akumulatorów pojazdu o napędzie elektrycznym w podziale na typy oraz liczba złączy w podziale na rodzaje. Opracowanie narzędzie informatyczne oraz uzyskany dostęp do danych uznano za trwałe i rekomendowane do dalszych replikacji rozwiązania.

Opracowany dla 2022 r. zbiór wynikowy oceniamy jako dane wysokiej jakości.

Wyzwania:

Nowe atrybuty stacji/punktów ładowania
Operatorzy i dostawcy

Magdalena.Mojsiewicz@usz.edu.pl