

Analizy Przestrzenne

Projekt 2

„Wyznaczenie optymalnych lokalizacji nowych paczkomatów w strefie wielkomiejskiej Łodzi”

Krzysztof Ciszek

Damian Gurgul

Daniil Halubtsou

Semestr zimowy 2022/2023

1. Cele projektu.

Celem projektu jest wyznaczenie optymalnych lokalizacji trzech nowych paczkomatów mających się znajdować w strefie wielkomiejskiej w Łodzi. Należy pozyskać dane oraz wykonać analizę sieciową, uwzględniając między innymi: gęstość zaludnienia, generatory ruchu, konkurencje. Wyniki mają być przedstawione dla czterech różnych przypadków:

- Maksymalny czas dojścia do paczkomatu równy 5 minut pieszo.
- Maksymalny czas dojścia do paczkomatu równy 8 minut pieszo.
- Maksymalny czas dojścia do paczkomatu równy 5 minut pieszo, uwzględniając konkurencję i ich punkty odbioru paczek.
- Maksymalny czas dojścia do paczkomatu równy 8 minut pieszo, uwzględniając konkurencję i ich punkty odbioru paczek.

Wykonanie projektu należy przeprowadzić w oprogramowaniu ArcGisPro, używając m.in. odpowiednich narzędzi dotyczących analiz sieciowych.

2. Pozyskanie danych.

Dane do projektu pobrano z kilku źródeł np. (BDOT, OSM). Część danych została dostarczona na zajęciach i są to:

- Granice strefy wielkomiejskiej.
- Dwustumetrowy bufor wygenerowany na podstawie granic wyżej wymienionych (obszar opracowania).
- Zwektoryzowane ścieżki pierwsze w obrębie obszaru opracowania (warstwa dotycząca topologii miasta)

Pozostałe dane pobrano we własnym zakresie i dotyczą one:

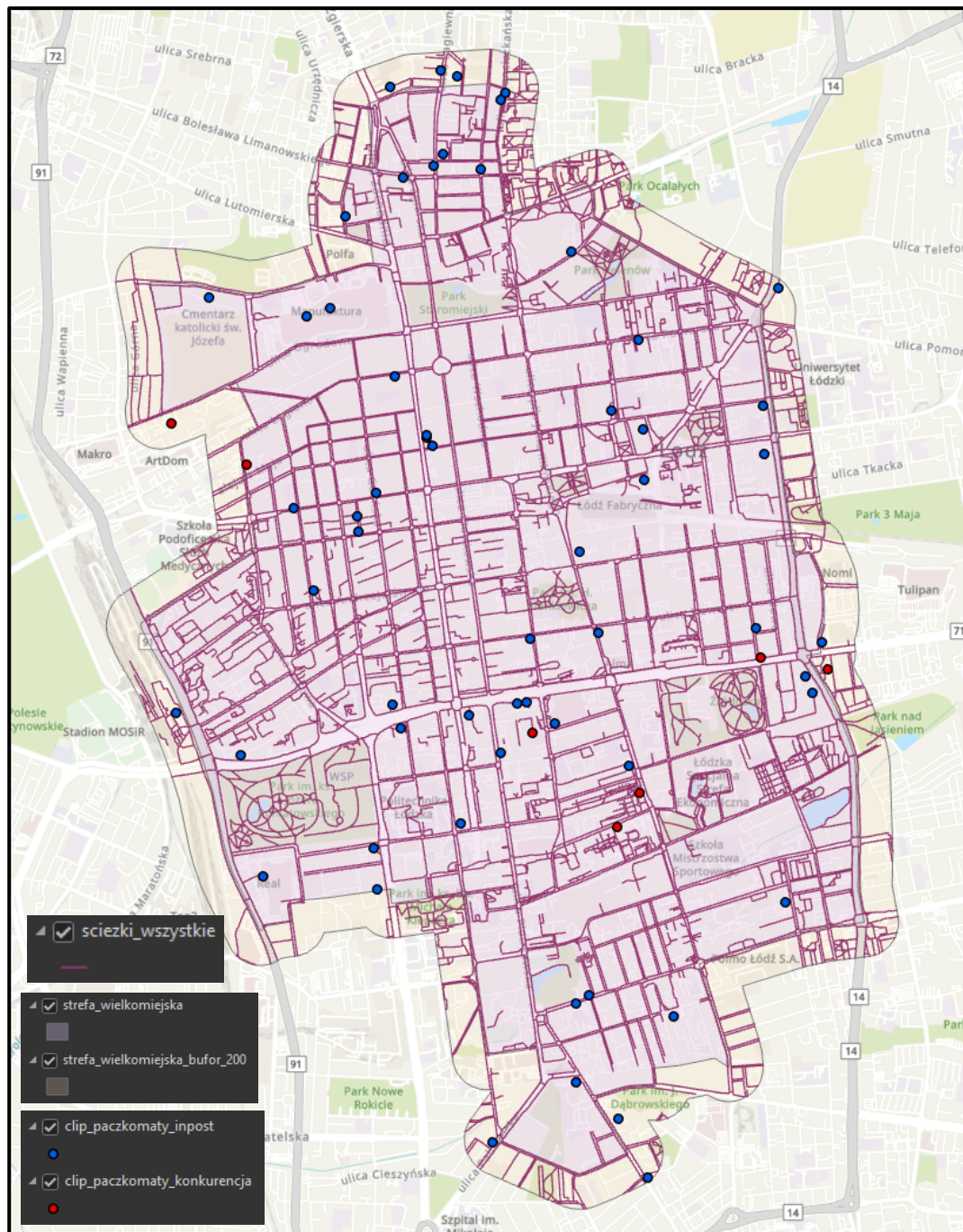
- Lokalizacji obecnych paczkomatów InPost.
- Lokalizacji obecnych paczkomatów konkurencji.
- Generatorów ruchu (miejsca w których występuje duża gęstość zaludnienia i miejsca publiczne).

Pobrano lokalizacje paczkomatów z OSM poprzez użycie wtyczki Overpass-Turbo. Dane zamieniono na jeden typ (postać punktowa) i podzielono według odpowiedniego atrybutu na dwie warstwy: Paczkomaty InPost oraz Paczkomaty Konkurencji. Łącznie uzyskano odpowiednio: 58 oraz 8 wyników.

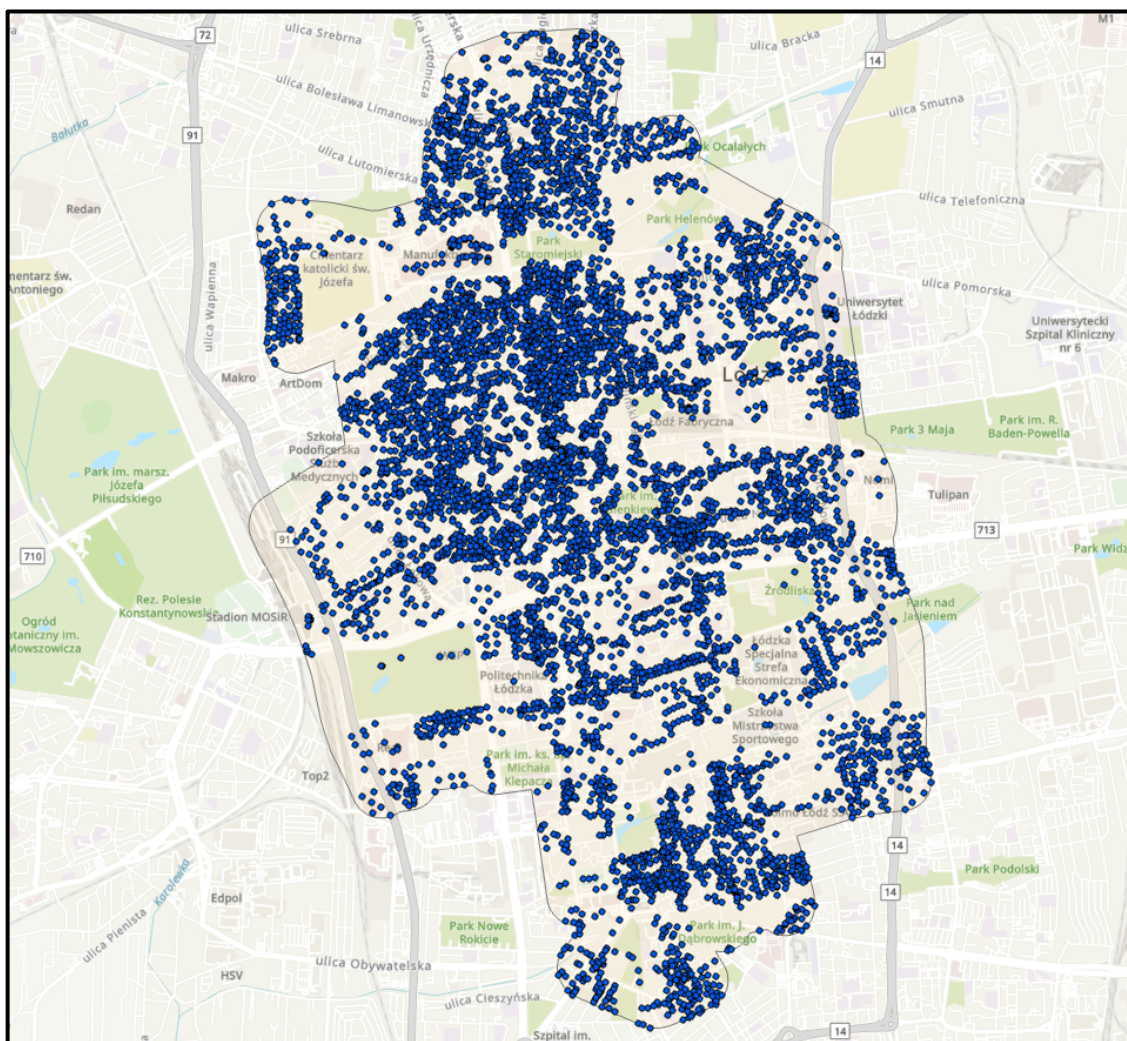
Następnie przystąpiono do stworzenia warstwy generatorów ruchu. Dane pozyskano z dwóch źródeł: BDOT10k oraz OSM. Wydzielono kilkanaście warstw, które zostały połączone do jednej warstwy punktowej: Generatory Ruchu. Obiektom przypisano atrybut wagi, który świadczy o intensywności ruchu w danym obiekcie. Użyto skali 1 – 5 (najmniejszy ruch – największy ruch). Łącznie uzyskano 7008 obiektów. Użyte warstwy są wymienione i przedstawione poniżej:

- BBUD – wszystkie budynki mieszkalne. Wagę określono na podstawie liczby kondygnacji i powierzchni budynków.
- OIKM – przystanki transportu publicznego (Waga 5).
- KUOS – szkoły, uczelnie (Waga 1).
- BUBD – apteki (Waga 1), centrum handlowe (Waga 5), hipermarkety, supermarkety (Waga 5), obiekty sakralne (Waga 1).
- KUMN – osiedla mieszkaniowe (Waga 5).
- KUKO – stacje benzynowe (3).
- OSM: Kawiarnie (Waga 1), Restauracje (Waga 1), Kawiarnie (waga 1), Sklepy (Waga 3).

Następnie przystąpiono do zbudowania topologii sieci w celu naprawienia niektórych błędów topologicznych w warstwie ze ścieżkami pieszymi. Błędy, które całkowicie usunięto (z użyciem narzędzia fix i odpowiednich opcji np. extend, snapping, remove overlaps itp.) dotyczyły reguł topologicznych dla warstw liniowych: „Must Not Overlap”, „Must Not Self Overlap”, „Must Be Single Part”. Błędy, które częściowo usunięto, a częściowo zostawiono dotyczą reguły „Must Not Have Dangles”, czyli występowania węzłów wiszących w sieci. Końcowo otrzymano 697 takich błędów, które zignorowano w dalszych analizach



Załącznik nr.1 – Przedstawienie danych dotyczących stref miastach oraz paczkomatów.



Załącznik nr.2 – Przedstawienie generatorów ruchu.



Layer Properties: analizy_paczkomaty_Topology

General
Metadata
Source
Elevation
Cache
Feature Layers
Rules
Errors

Generate Summary

Export to File

Feature Layer 1	Subtype 1	Rule	Feature Layer 2	Subtype 2	Errors	Exceptions
ścieżki_wszystkie_single		Must Not Have Dangles (Line)			697	0
ścieżki_wszystkie_single		Must Not Self Overlap (Line)			0	0
ścieżki_wszystkie_single		Must Not Overlap (Line)			0	0
ścieżki_wszystkie_single		Must Be Single Part (Line)			0	0
		TOTALS			697	0

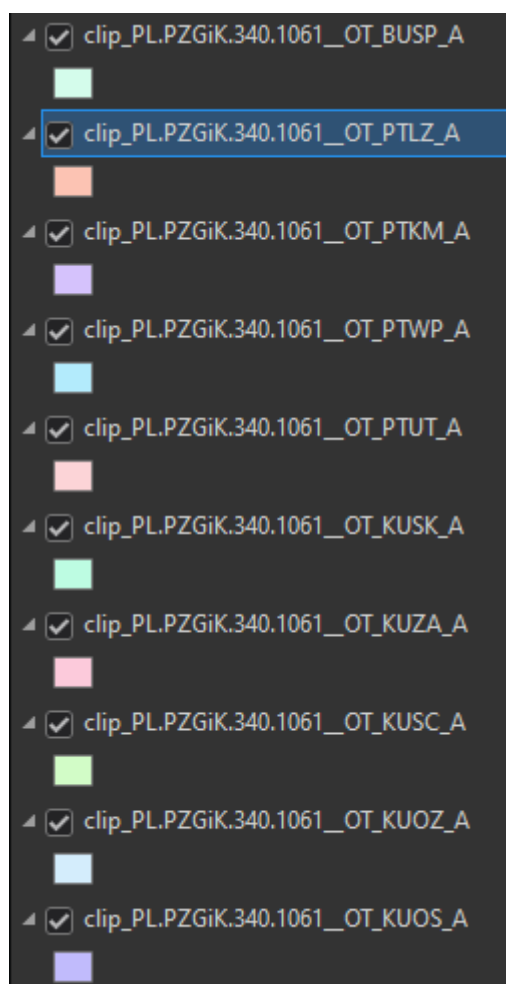
OK Cancel

Załączniki nr.3 – Przedstawienie topologii.

3. Dalsza realizacja projektu.

Następnie do warstwy liniowej reprezentującej ścieżki dodano nowy atrybut „czas” reprezentujący średni potrzebny czas do przejścia danego odcinka w minutach. Obliczono to dzieląc długość odcinka w metrach przez 78. Następnie na podstawie warstwy ze ścieżkami pieszymi stworzono obiekt Network Dataset, który był potrzebny do wykonania analizy rozmieszczenia Location-Allocation. We właściwościach obiektu był już koszt związany z długością odcinka; dodano nowy koszt reprezentujący właśnie czas w minutach na podstawie dodanego wcześniej atrybutu.

Algorytm Location-Allocation potrzebuje jeszcze warstwy z wszystkimi możliwymi punktowymi lokalizacjami. W celu stworzenia takiej warstwy użyto narzędzia Create Fishnet (punkty na siatce z oczkiem 20 na 20 metrów) a następnie wycięto tereny nienadające się na postawienie paczkomatu. Maską służącą do wycięcia złych lokalizacji powstała przez połączeniu kilku różnych warstw z BDOTu. Poniżej znajdują się warstwy użyte do stworzenia maski, maska oraz końcowa warstwa punktów nadających się na lokalizacje paczkomatu.

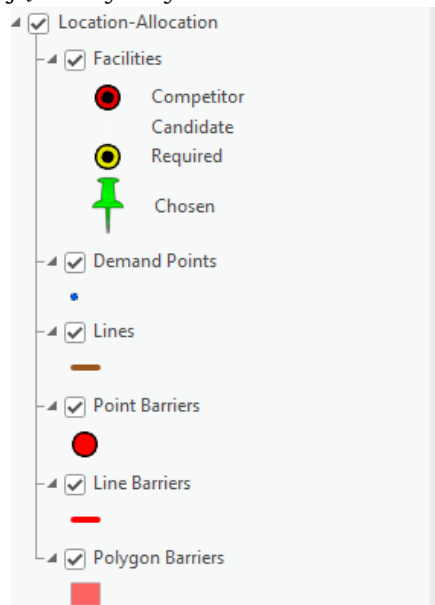


Załącznik nr.4 – Warstwy użyte do stworzenia maski.



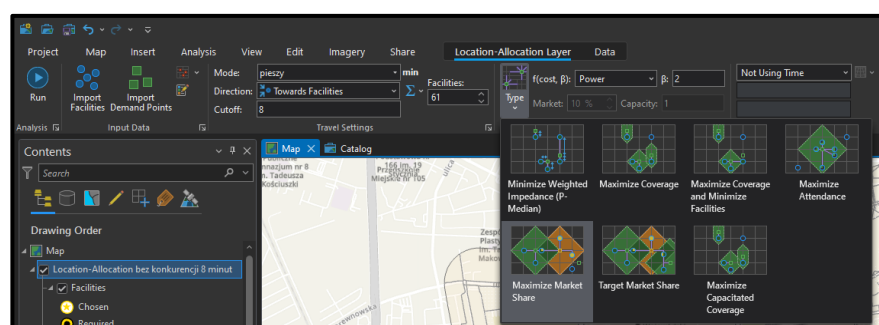
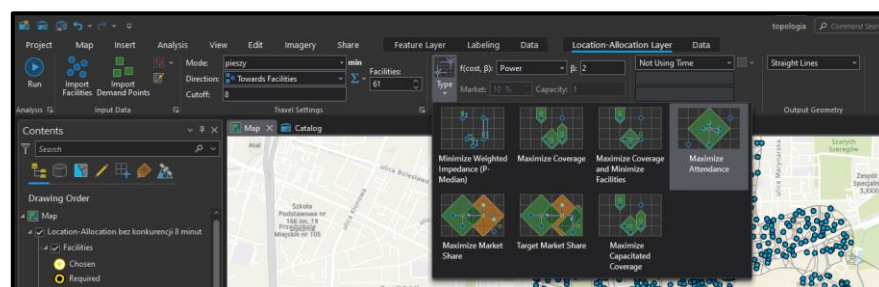
Załącznik nr.5 – Maska

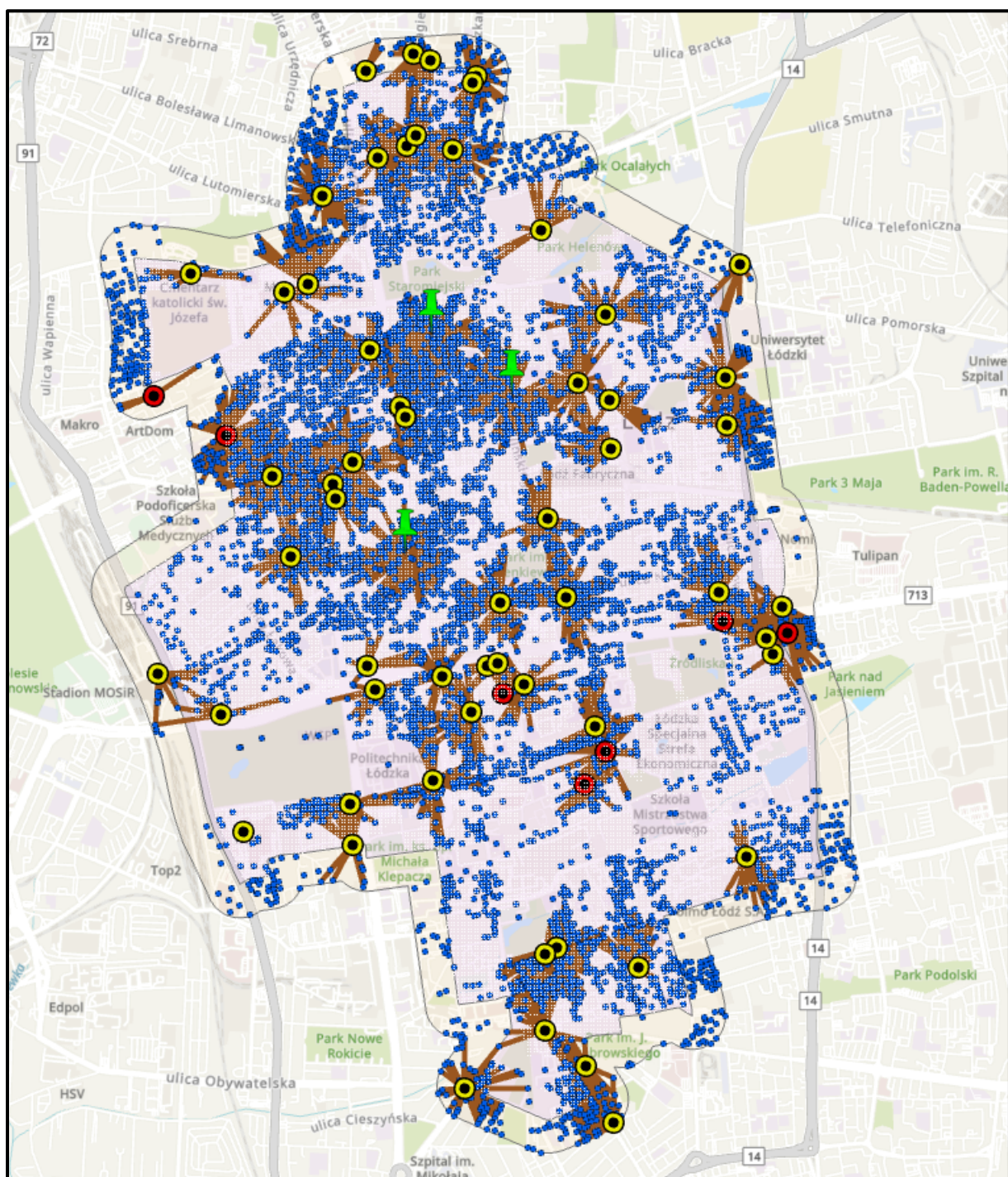
Kolejno, posiadając już wszystkie potrzebne dane, przystąpiono do wygenerowania warstwy Location – Allocation. Początkowo warstwa jest pusta, więc należało do niej wczytać odpowiednie warstwy używając narzędzi: Import Facilities / Demand Points. Warstwa posiada następujące atrybuty:



- **Competitor** – paczkomaty konkurencji (wykorzystane w dwóch ostatnich przypadkach).
- **Candidate** – punkty proponowanych lokalizacji z wygenerowanej siatki.
- **Required** – istniejące paczkomaty.
- **Chosen** – trzy wybrane lokalizacje pod paczkomaty na podstawie analizy sieciowej.
- **Demand Points** – generatory ruchu
- **Lines** – linie łączące paczkomaty z generatorami ruchu, znajdujące się w wybranym czasie drogi pieszej od paczkomatu (5 / 8 minut).
- Pozostałych atrybutów nie używamy w analizie.

Po wczytaniu wszystkich warstw przystąpiono do finalnej analizy sieciowej. Została ona wykonana w czterech przypadkach wymienionych w celu projektu. Poniżej znajdują się zastosowane ustawienia (pierwsze dla przypadku z brakiem konkurencji, drugie z konkurencją).

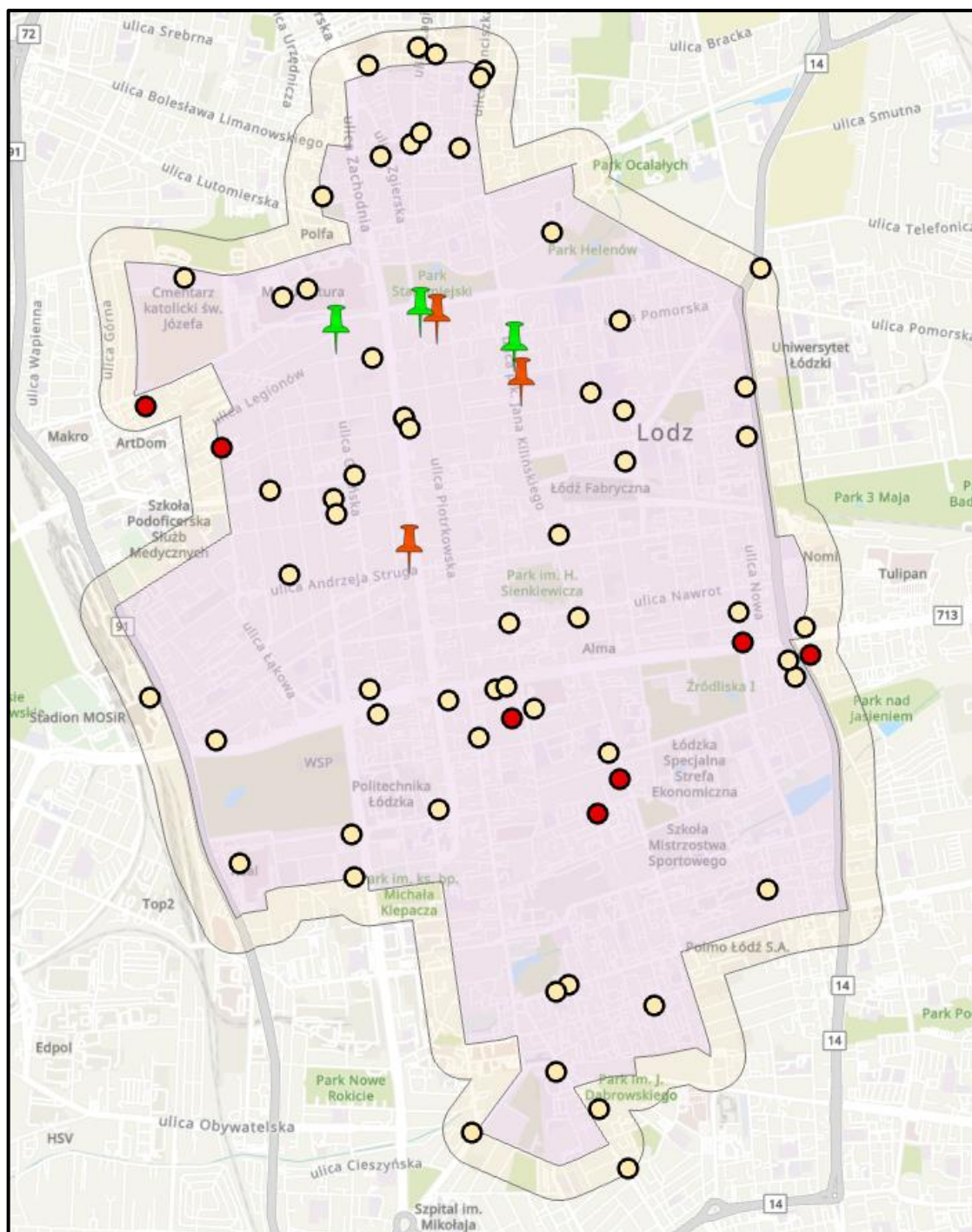




Załącznik nr.7 – przykładowa analiza pokazująca działanie algorytmu. Trzy zielone pinezki reprezentują proponowane lokalizacje dla paczkomatów (przypadek dla 5 minut drogi pieszej z uwzględnieniem konkurencji).

4. Otrzymane wyniki.

Poniżej znajduje się porównanie otrzymanych wyników z dwóch przypadków czasowych (5 oraz 8 minut drogi do paczkomatu). Czerwone pinezki reprezentują wyniki z uwzględnieniem konkurencji. Zielone pinezki reprezentują wyniki bez uwzględniania konkurencji. Żółte sygnatury reprezentują istniejące paczkomaty InPost. Czerwone sygnatury reprezentują istniejące paczkomaty konkurencji.



Załącznik nr.8 – wyniki analizy sieciowej. Porównanie przypadków **1 i 3** (Czas dojścia do paczkomatu **5 minut**). Zielone – przypadek 1 (bez konkurencji). Czerwone – przypadek 3 (z konkurencją).

5. Podsumowanie i wnioski.

Porównano dwa przypadki czasowe (5 i 8 minut) dojścia do paczkomatu. Wyniki bez uwzględnienia konkurencji są identyczne – czas nie ma znaczenia w tych przypadkach. Prawdopodobnie na takie wyniki wpłynęły nagromadzone generatory ruchu o dużej wadze w tym obszarze. Dlatego zielone pinezki są w tym samym miejscu w obu przypadkach. Można stwierdzić, że są to idealne miejsca i analiza została przeprowadzona prawidłowo.

Wyniki z przypadków 2 i 4 są jednak różne. Czas dojścia do paczkomatu (5 / 8 minut) ma duże znaczenie przy planowaniu paczkomatu z uwzględnieniem konkurencji. Świadczy o tym dłuższa droga, którą klient może przejść, z czego wynika mniejszy obszar dostępności na idealną inwestycję. Jednak w obydwu przypadkach czerwone pinezki wciąż są w dość bliskiej odległości od siebie, lecz są to już inne propozycje lokalizacji.

Na wynik analizy największe znaczenie mają generatory ruchy i ich wagowanie. Musi być to przeprowadzone w odpowiedni sposób z dobraniem właściwej skali. Może się tak zdarzyć, że jeden element przeważa nad wynikiem całej analizy.

Oprócz generatorów ruchu, trzeba pamiętać o odpowiednim przygotowaniu sieci (w tym przypadku sieci ścieżek pieszych). Tworzona sieć powinna jak najlepiej odwzorowywać rzeczywistość, jednak uzyskanie dobrego rezultatu jest w tym przypadku trudne i czasochłonne.

Przy generowaniu siatki użyto oczka 20 x 20m, przez co proponowane lokalizacje znajdują się co 20 metrów. Gdyby użyto mniejszej siatki np. 5 x 5m, prawdopodobnie byłoby uzyskanie dokładniejszych wyników. Przyjęto taką siatkę ze względu na złożoność czasową obliczeń.

Algorytm jest uniwersalny i można na nim przeprowadzić analizę dotyczącą innego tematu. Wystarczy podmienić docelowe warstwy i otrzymać nową analizę sieciową.