



Konferencja
Naukowo-Techniczna
Miasto i Transport

2025

Analiza zmienności generacji potrzeb transportowych na podstawie danych komórkowych

Izabela Drobek, Orange Polska

Jacek Chmielewski, Politechnika Krakowska

Warszawa 8-9.05.2025

Motywacja i cele badawcze

Motywacja badawcza:

- Rozbieżności wśród planistów dotyczące wyboru okresu dla modelowania transportu.
- Konflikt między potrzebami projektantów (dane o ruchu szczytowym dla projektowania infrastruktury) a rzeczywistością (ograniczona przepustowość infrastruktury zakłócająca ruch szczytowy).
- Brak jasnego zrozumienia i definicji ruchu szczytowego

Problem badawczy

- Modelowanie zmienności dobowej ruchu

Kluczowe pytanie: Czym właściwie jest ruch szczytowy i jak precyzyjnie go określić?

Czynniki determinujące godziny szczytu są funkcją:

- struktury zagospodarowania przestrzennego (demografia, lokalizacja celów podróży),
- dostępnej infrastruktury transportowej,
- wzorców zachowań transportowych użytkowników (w tym zmian decyzji o podróży ze względu na przeciążenie sieci transportowych),
- zdarzeń losowych (remonty, wypadki i kolizje, warunki atmosferyczne)

Cele badawcze

1. Opracowanie definicji ruchu szczytowego
2. Stworzenie metodologii modelowania zmienności dobowej generacji podróży
3. Określenie wpływu przyjętych założeń na wyniki analiz transportowych



Definicje - wyzwania

Mieszkaniec: osoba, która spędziła najwięcej nocy (00:00-06:00) w danym obszarze w danym miesiącu

Średnia gęstość zaludnienia: średnia liczba osób przebywających na danym obszarze w danym przedziale czasowym

Podróż: zmiana lokalizacji karty SIM poprzedzona i zakończona pobytem (min 15 min) w danym miejscu.

Dane wejściowe

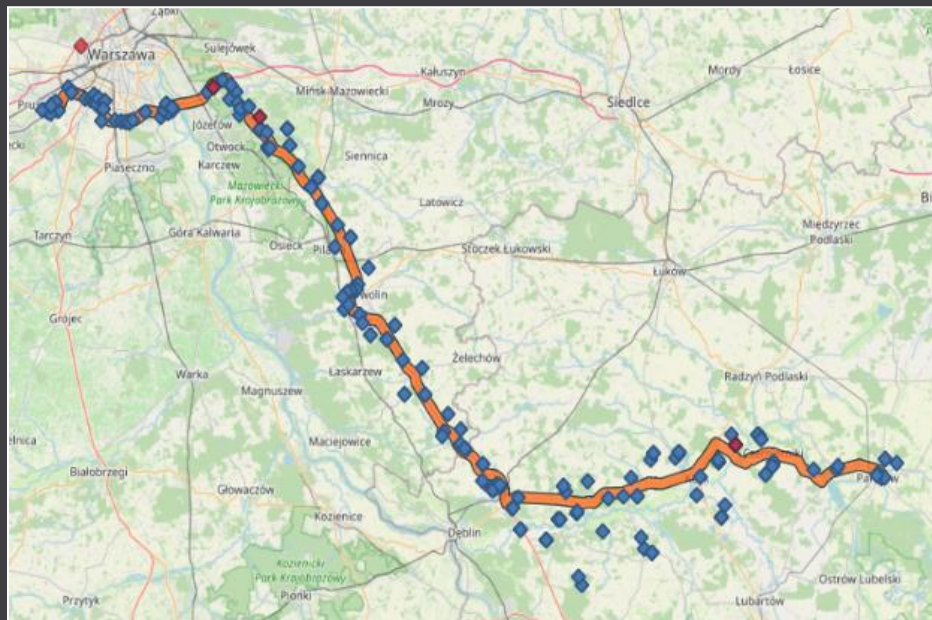
Row	msisdn ▼	start_datetime ▼	end_datetime ▼	cell_id ▼
126	48504XXXXXX	2024-11-01T10:50:43	2024-11-01T10:51:22	46598928
127	48504XXXXXX	2024-11-01T10:51:22	2024-11-01T10:51:35	72438284
128	48504XXXXXX	2024-11-01T10:51:35	2024-11-01T10:51:38	72433933
129	48504XXXXXX	2024-11-01T10:51:38	2024-11-01T10:51:39	46598928
130	48504XXXXXX	2024-11-01T10:51:39	2024-11-01T10:51:46	72438284
131	48504XXXXXX	2024-11-01T10:51:46	2024-11-01T10:51:56	72433933
132	48504XXXXXX	2024-11-01T10:51:56	2024-11-01T10:52:04	46595600
133	48504XXXXXX	2024-11-01T10:52:04	2024-11-01T10:52:13	72395275
134	48504XXXXXX	2024-11-01T10:52:13	2024-11-01T10:52:26	46595600
135	48504XXXXXX	2024-11-01T10:52:26	2024-11-01T10:52:35	72395275
136	48504XXXXXX	2024-11-01T10:52:35	2024-11-01T10:52:36	46653968
137	48504XXXXXX	2024-11-01T10:52:36	2024-11-01T10:52:55	72395276

Dane wejściowe – Dane wyjściowe

WEJŚCIE

Row	msisdn	start_datetime	end_datetime	cellId
10	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:05	2024-11-01T09:49:11	71697685
11	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:11	2024-11-01T09:49:14	46409498
12	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:14	2024-11-01T09:49:31	71697685
13	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:31	2024-11-01T09:49:38	71719957
14	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:38	2024-11-01T09:49:45	71711509
15	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:45	2024-11-01T09:49:49	71697685
16	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:49	2024-11-01T09:49:58	46347545
17	48504XXXXXX	2024-11-01T09:49:58	2024-11-01T09:50:00	71697715
18	48504XXXXXX	2024-11-01T09:50:00	2024-11-01T09:52:57	46347575
19	48504XXXXXX	2024-11-01T09:52:57	2024-11-01T09:54:28	71697715
20	48504XXXXXX	2024-11-01T09:54:28	2024-11-01T09:54:41	71697685
21	48504XXXXXX	2024-11-01T09:54:41	2024-11-01T09:54:48	46347545
22	48504XXXXXX	2024-11-01T09:54:48	2024-11-01T09:58:53	71697685
23	48504XXXXXX	2024-11-01T09:58:53	2024-11-01T09:58:56	46406415
24	48504XXXXXX	2024-11-01T09:58:56	2024-11-01T10:00:00	46438928
25	48504XXXXXX	2024-11-01T10:00:00	2024-11-01T10:00:56	46438928
26	48504XXXXXX	2024-11-01T10:00:56	2024-11-01T10:01:23	46359587
27	48504XXXXXX	2024-11-01T10:01:23	2024-11-01T10:01:28	71744800
28	48504XXXXXX	2024-11-01T10:01:28	2024-11-01T10:01:48	46346530
29	48504XXXXXX	2024-11-01T10:01:48	2024-11-01T10:01:51	71739424
30	48504XXXXXX	2024-11-01T10:01:51	2024-11-01T10:01:59	71787828
31	48504XXXXXX	2024-11-01T10:01:59	2024-11-01T10:02:01	46583351
32	48504XXXXXX	2024-11-01T10:02:01	2024-11-01T10:02:02	71739444
33	48504XXXXXX	2024-11-01T10:02:02	2024-11-01T10:02:03	54789173

WYJŚCIE



12 469

stacji bazowych

6.1 MLD

rekordów dziennie (Geo)

180 MLD

rekordów (Weblogs)

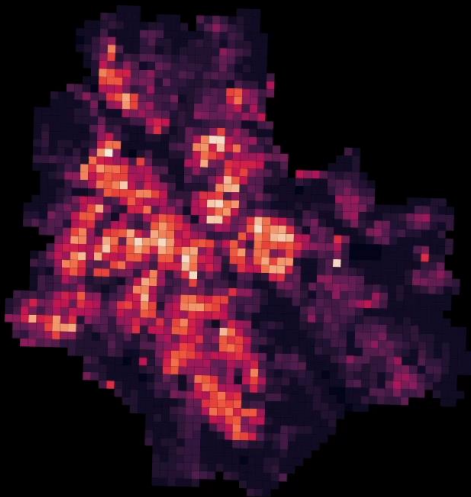


Gęstość zaludnienia – różnice względem dnia referencyjnego 17.09.2024

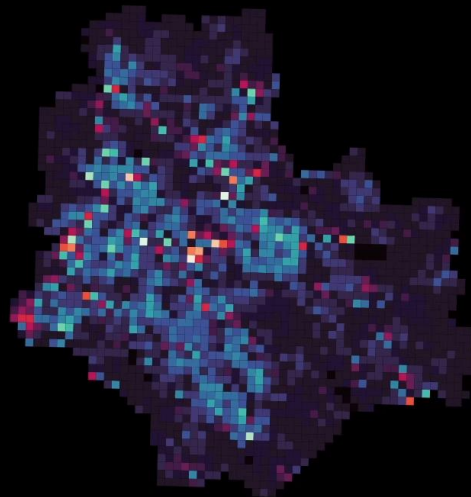
Wartości RMSD (Root Mean Square Deviation) pokazują, jak bardzo rozkład gęstości zaludnienia w danym dniu i godzinie różni się od dnia referencyjnego (17.09.2024).

Dane dla 2024-05-01 00:00

Gęstość zaludnienia w gridzie 500m



Różnice względem dnia referencyjnego (RMSD: 154 216)



$$\text{RMSD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2}{N}}$$

Nietypowe wzorce zaludnienia – bieżącego przebywania ludności

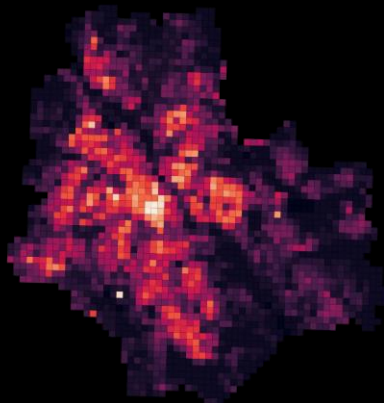
Wartości RMSD (Root Mean Square Deviation) pokazują, jak bardzo rozkład gęstości zaludnienia w danym dniu i godzinie różni się od dnia referencyjnego (17.09.2024).

Dane dla 2024-11-11 14:00

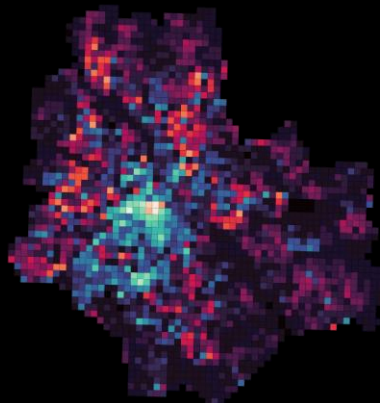
11.11.2024, godz. 14

Święto Niepodległości

Gęstość zaludnienia w gridzie 500m



Różnice względem dnia referencyjnego (RMSD: 6 430 384)

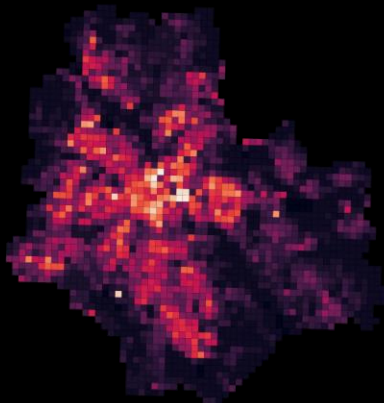


Nietypowe wzorce zaludnienia – bieżącego przebywania ludności

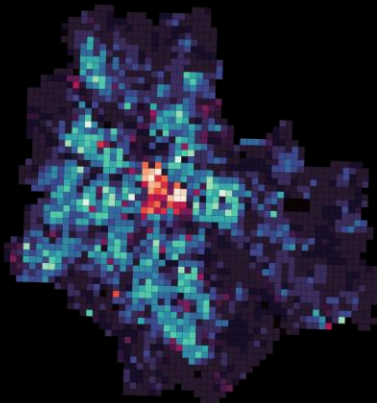
Wartości RMSD (Root Mean Square Deviation) pokazują, jak bardzo rozkład gęstości zaludnienia w danym dniu i godzinie różni się od dnia referencyjnego (17.09.2024).

Dane dla 2024-06-22 22:00

Gęstość zaludnienia w gridzie 500m



Różnice względem dnia referencyjnego (RMSD: 1 885 348)



11.11.2024, godz. 14

Święto Niepodległości

22.06.2024, godz. 22

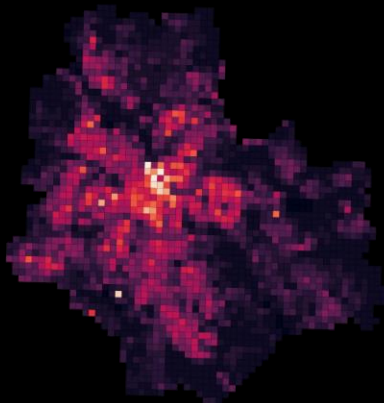
Początek wakacji, weekend

Nietypowe wzorce zaludnienia – bieżącego przebywania ludności

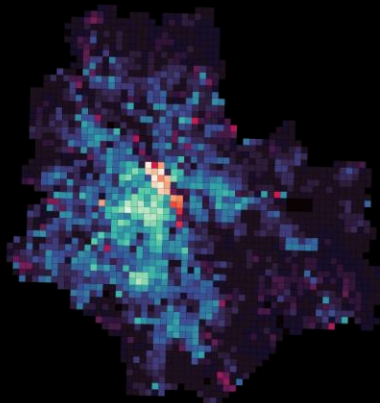
Wartości RMSD (Root Mean Square Deviation) pokazują, jak bardzo rozkład gęstości zaludnienia w danym dniu i godzinie różni się od dnia referencyjnego (17.09.2024).

Dane dla 2024-08-15 14:00

Gęstość zaludnienia w gridzie 500m



Różnice względem dnia referencyjnego (RMSD: 1 842 192)



11.11.2024, godz. 14

Święto Niepodległości

22.06.2024, godz. 22

Początek wakacji, weekend

15.08.2024, godz. 14

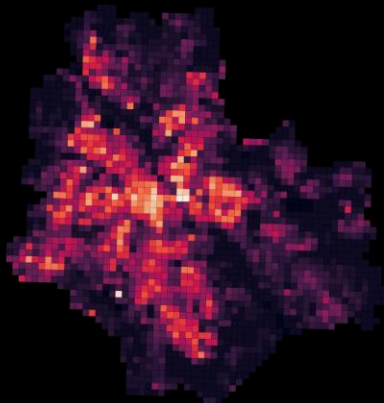
Święto Wojska Polskiego

Nietypowe wzorce zaludnienia – bieżącego przebywania ludności

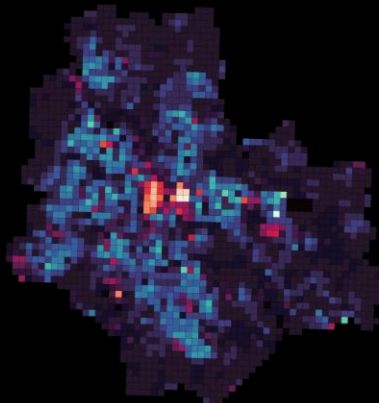
Wartości RMSD (Root Mean Square Deviation) pokazują, jak bardzo rozkład gęstości zaludnienia w danym dniu i godzinie różni się od dnia referencyjnego (17.09.2024).

Dane dla 2024-08-01 22:00

Gęstość zaludnienia w gridzie 500m



Różnice względem dnia referencyjnego (RMSD: 840 717)



11.11.2024, godz. 14

Święto Niepodległości

22.06.2024, godz. 22

Początek wakacji, weekend

15.08.2024, godz. 14

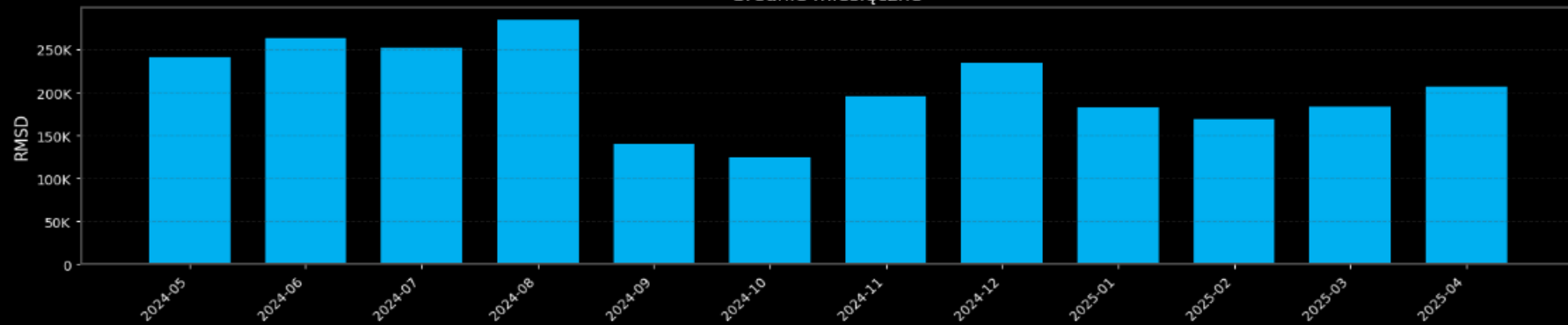
Święto Wojska Polskiego

01.08.2024 godz 22:00

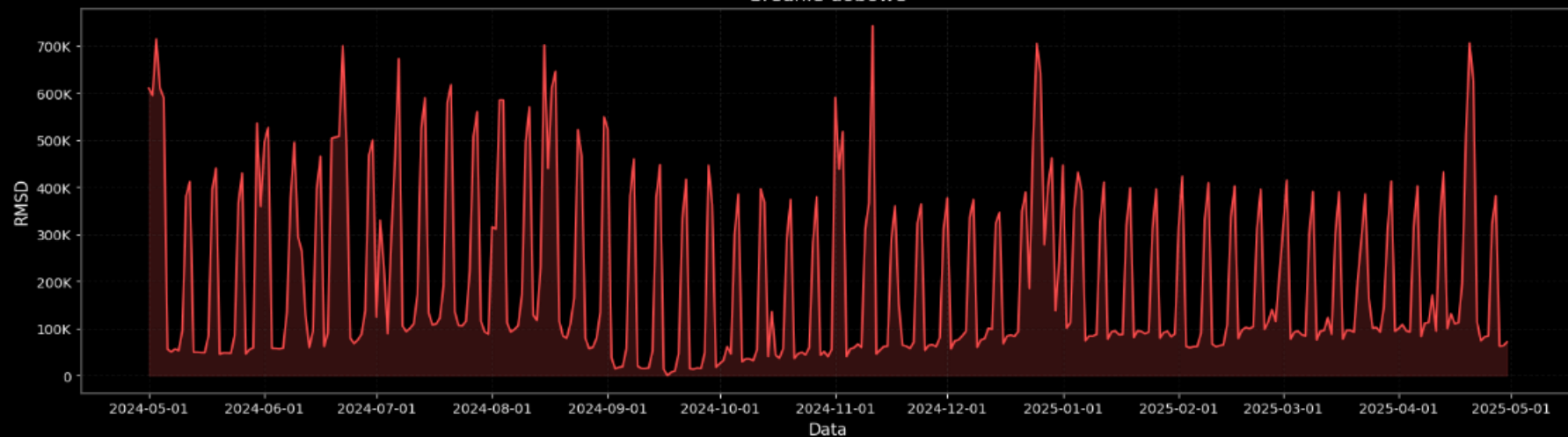
Koncert Tylor Swift

Nietypowe wzorce zaludnienia – bieżącego przebywania ludności

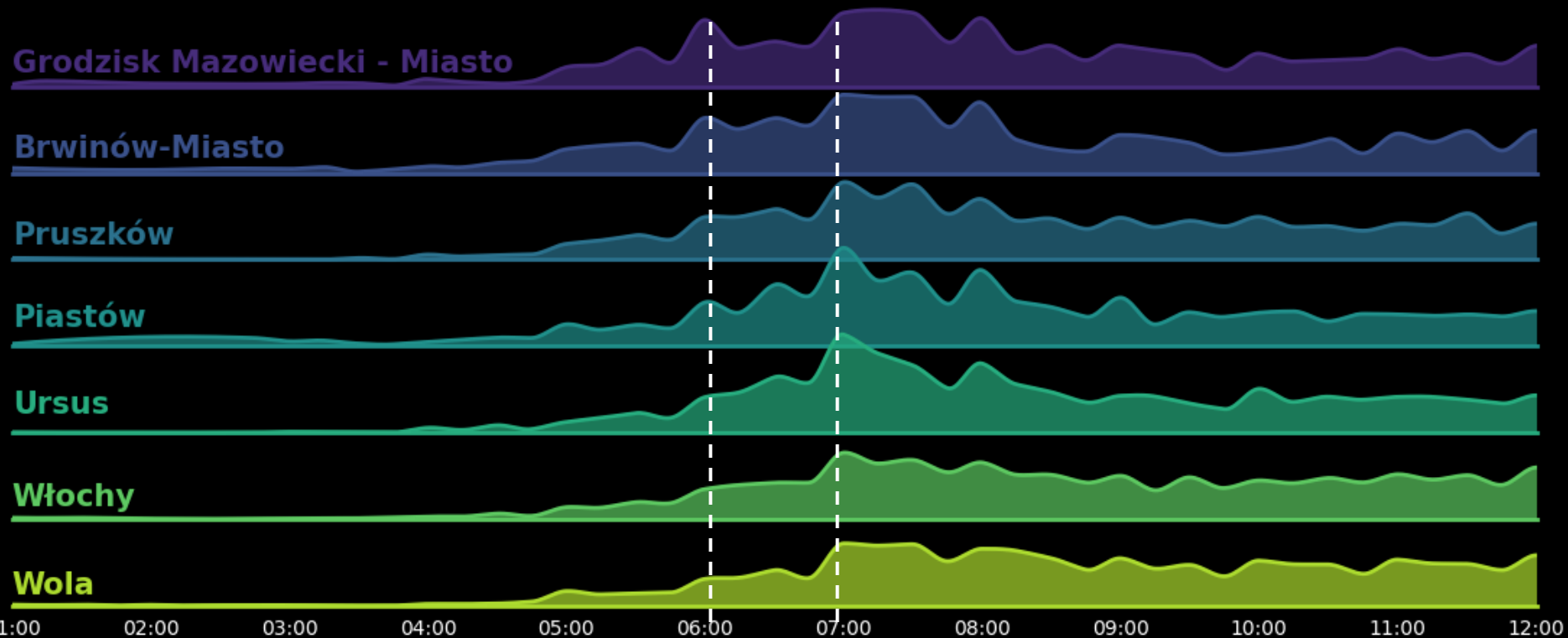
Różnice względem dnia referencyjnego (17 września 2024)
Średnie miesięczne



Średnie dobowe



Godziny rozpoczęcia podróży



Wnioski

- Tradycyjne metody nie pozwalają skutecznie uchwycić zmienności ruchu wynikającej z generacji podróży.
- Klasyczne badania ruchu wymagają znacznych nakładów, co ogranicza je do wybranych obszarów.
- Dane sieci komórkowej zapewniają ciągły monitoring (24/7, cały rok) przy reprezentatywnej próbie 27,7% rynku i 6.1 mln użytkowników.
- Badania potwierdzają ścisły związek generacji podróży z lokalizacją, motywacją podróży oraz dostępnością infrastruktury.
- Analizy wykrywają zjawiska typowe, nagłe oraz sezonowe fluktuacje ruchu, często pomijane w klasycznych modelach.



**Konferencja
Naukowo-Techniczna
Miasto i Transport**

2025

Izabela Drobek, Orange Polska
Izabela.Drobek@orange.com

Jacek Chmielewski, Politechnika Krakowska
Jacek.Chmielewski@pk.edu.pl

Warszawa 8-9.05.2025