

Prognozowanie Ruchu

Wykład III Pomiary i badania

dr inż. Rafał Kucharski

Zakład Systemów Komunikacyjnych www.zsk.pk.edu.pl

Politechnika Krakowska

semestr letni, 2016

Pomiary i badania



Pomiary i badania w transporcie

Logika:

1. Koncepcja modelu
- 2. Pomiary i badania**
3. Model zbudowany na podstawie wyników **badań** – w zgodzie z nimi
4. Kalibracja modelu do zgodności z wynikami **pomiarów**
5. Prognoza w modelu (zmiana parametrów)

Pomiar a badanie

Mierzymy:

- prędkość
- potok (pasażerów, pojazdów, ładunków)
- masę
- czas przejazdu
- kategorie pojazdu
- sprzedaż (np. biletów)
- ...

Pomiar a badanie

Badamy:

- zachowania
- preferencje
- gotowość do zmiany
- częstość podróży
- godziny rozpoczętania podróży
- powody podjętych decyzji
- deklaracje
- ...

Wymagania pomiarów/badań

Tabela 7. Etapy prognozowania ruchu

ETAP	ZAKRES
ETAP I Definiowanie modelu	<ul style="list-style-type: none">• Zasięg obszarowy• Szczegóły sieci• Rejony komunikacyjne• Kategorie pojazdów• Wielogązowość• Kategorie użytkowników• Przedziały czasowe• Horyzont prognozy. Rok bazowy• Inne parametry modelu (np. opłaty)
ETAP II Model dla roku bazowego	<ul style="list-style-type: none">• Przygotowanie danych wejściowych• Aktualizacja i uszczegółowienie sieci• Uwzględnienie transportu publicznego (w miastach)• Aktualizacja i uszczegółowienie rejонów komunikacyjnych• Opracowanie/ uszczegółowienie macierzy podrózy• Aktualizacja zmiennych funkcji popytu
ETAP III Kalibracja i walidacja modelu	<ul style="list-style-type: none">• Kalibracja modelu• Kalibracja macierzy podrózy• Kalibracja zmiennych funkcji popytu
ETAP IV Prognozowanie ruchu -zalożenia	<ul style="list-style-type: none">• Analiza rozwoju sieci• Opracowanie wskaźników wzrostu• Wpływ wskaźników wzrostu na popyt• Wpływ oddziaływań zewnętrznych
ETAP V Oszacowanie prognozy ruchu Raporty wynikowe	<ul style="list-style-type: none">• Oszacowanie potoków ruchu• Analiza wyników• Przygotowanie raportów wynikowych.

I

Pomiary klasyczne

GPR, ŚRD (AADT), potok, tranzyt, czas przejazdu

Techniki pomiarów

- Pomiary ręczne – natężenie ruchu, relacje skrętne, struktura rodzajowa
- Bezpośredni pomiar prędkości, strat czasu i zatrzymań pojazdów
- Automatyczne pomiary
- Pomiary z innych źródeł (GPS, GSM, Bluetooth,...)

Proste pomiary

- Natężenie ruchu – wielkość, struktura i wahania
- Prędkość (chwilowa, jazdy, podróży)
- Parkowanie
- Oddziaływanie na środowisko (hałas, emisja)

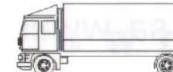
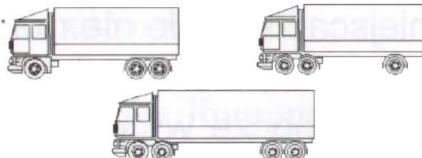
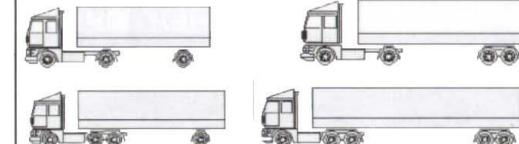
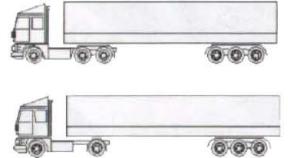
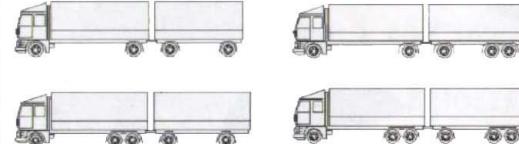
Błąd pomiarów

- Pomiary ręczne
 - Liczba pojazdów: 6%
 - Klasyfikacja: 9%
- Pomiary automatyczne
 - Nawet 0,05%
 - Nawet 90%

Nateżenie ruchu

- Liczba osób, pojazdów lub innych jednostek przemieszczająca się przez przyjęty przekrój trasy komunikacyjnej w jednostce czasu
- Jednostka czasu – 15min, godzina, doba, rok
- Wyrażamy w:
 - Pojazdach rzeczywistych
 - Pojazdach umownych

Współczynniki przeliczeniowe

Kate-goria	Sylwetka	Opis	
1	 	Samochody osobowe, Samochody osobowe z lekkimi przyczepami i samochody dostawcze o masie < 35 kN	1,0
2		Samochody ciężarowe 2-osiowe	2,0
3		Samochody ciężarowe 3-osiowe Samochody ciężarowe 4-osiowe	2,0
4		Ciągniki siodłowe od trzech do sześciu osi (o maksymalnie dwu osiach w grupie)	2,5
5		Ciągniki siodłowe od pię- ciu do siedmiu osi (o ma- ksymalnie trzech osiach w grupie)	2,5
6		Samochody ciężarowe z przyczepami	2,5
7		Autobusy	3,0

Pomiar ręczny

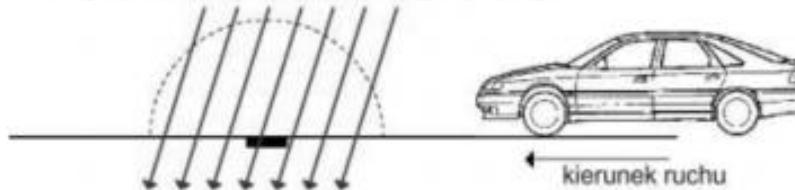
- Arkusz pomiarowy
- Zgoda zarządcy drogi
- Bezpieczeństwo
- Struktura pomiarów:
 - Pomiar 24 godzinny
 - Pomiar 12 godzinny
 - Pomiar 8 godzinny
 - Pomiar 3 godzinny



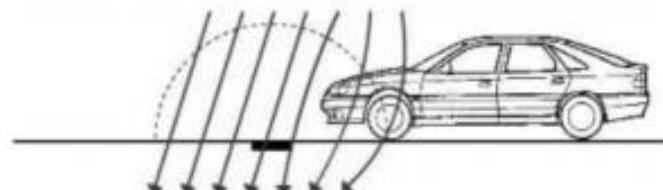
Godzina szczytu

Pomiar automatyczny pętla indukcyjna

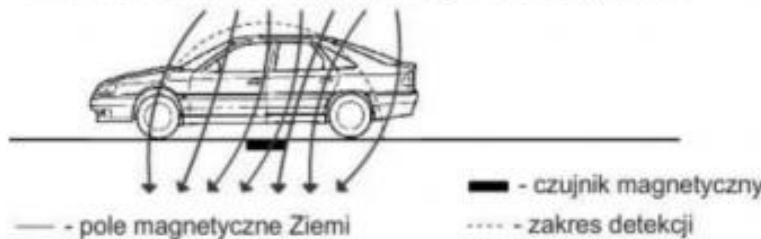
1. Pojazd zbliża się do czujnika magnetycznego



2. Częściowe zakłócenie lokalnego pola magnetycznego



3. Zniekształcenie pola magnetycznego - detekcja pojazdu



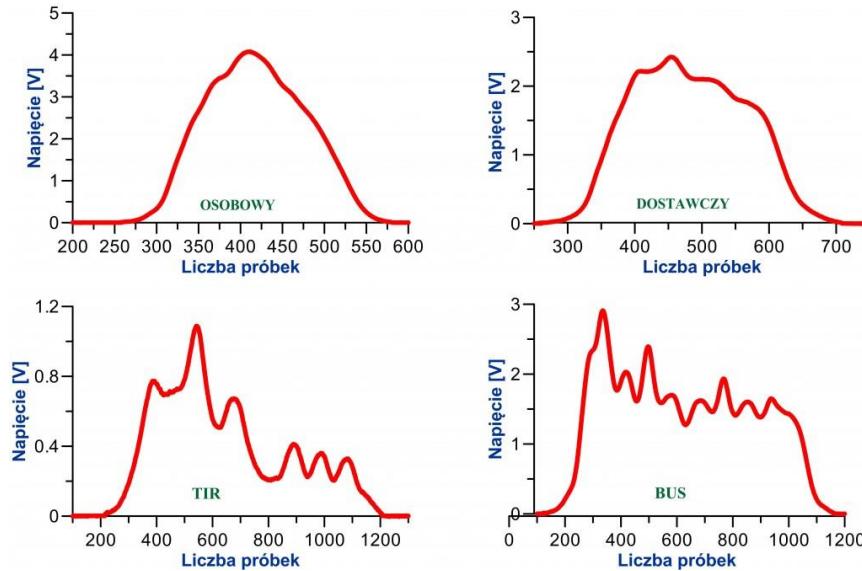
Rys. 1. Zaburzenie pola magnetycznego Ziemi przez poruszający się pojazd.

Bugdol, et al., Logistyka 3/2014

Pętla indukcyjna

Kategoria pojazdu

Na podstawie kształtu widma magnetycznego można zgadywać typ pojazdu



Źródło: Marek Stencel, Przegląd ITS, 2012

Pomiar pneumatyczny

Pojazd przejeżdżając przez rurkę z powietrzem *dmucha* w licznik



Źródło: wikipedia

Wideodetekcja

viaTOLL – liczy:

- pojazdy płacące
(z ViaTOLLEM)
- inne pojazdy

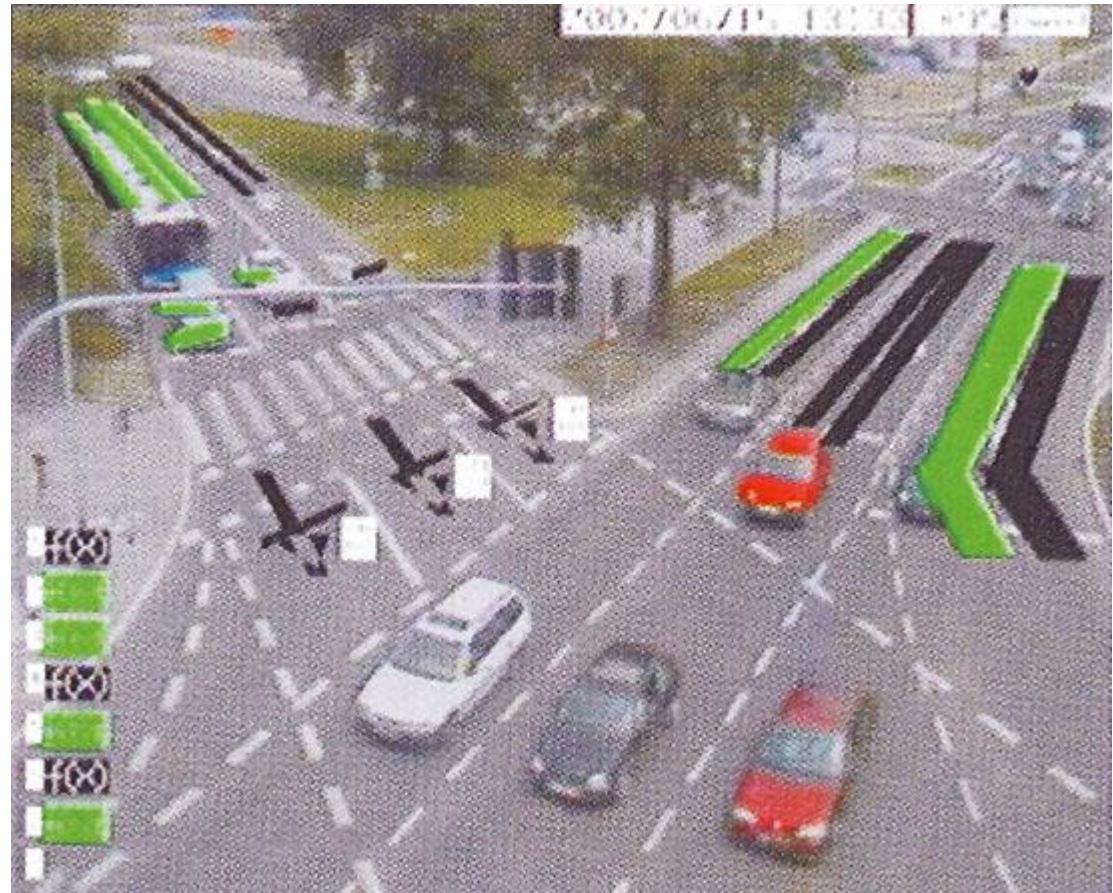


Źródło: wikipedia

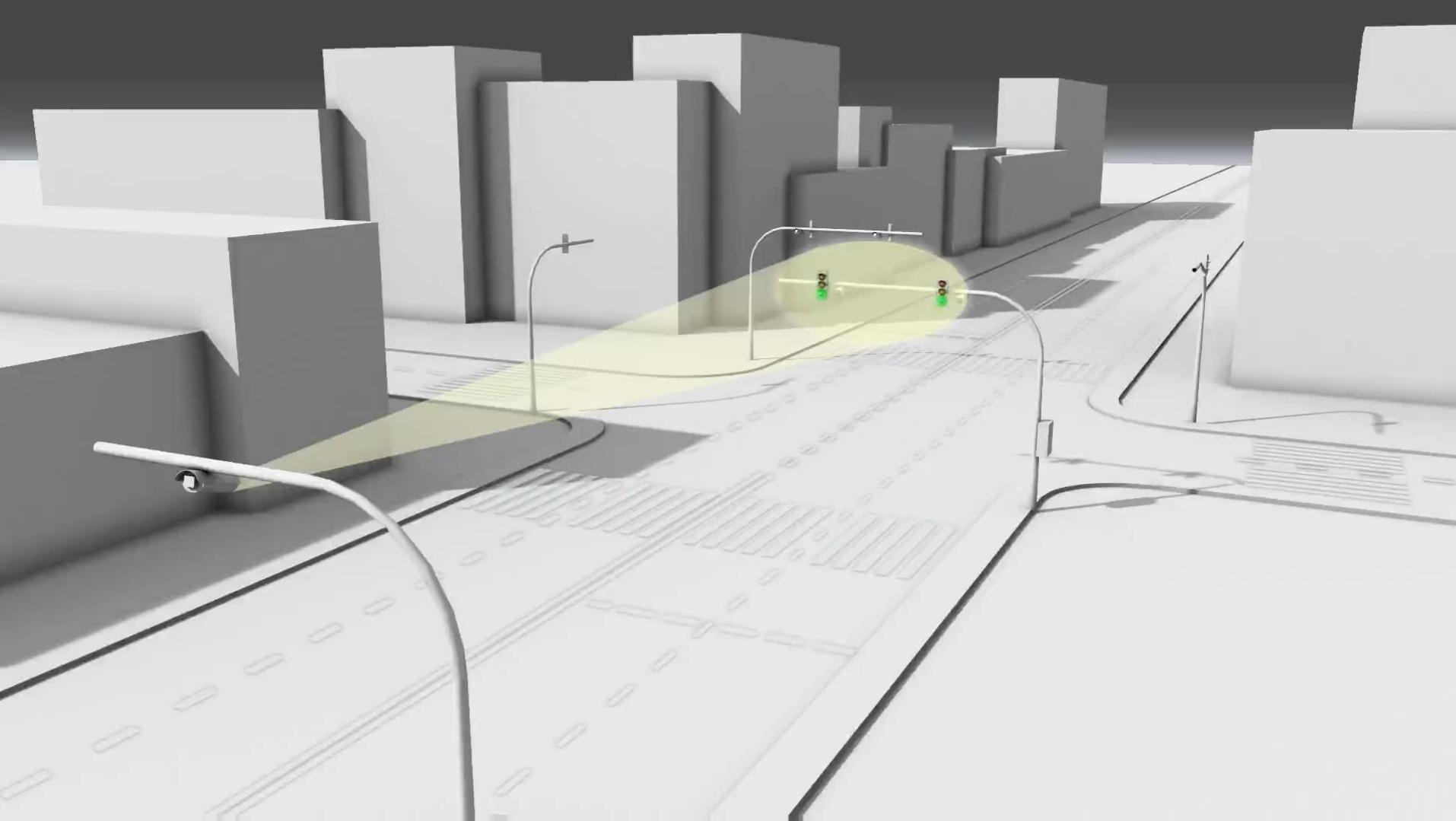
Wideodetekcja

algorytmy
przetwarzania
obrazu

wrażliwość na
pogodę



Wideodetekcja



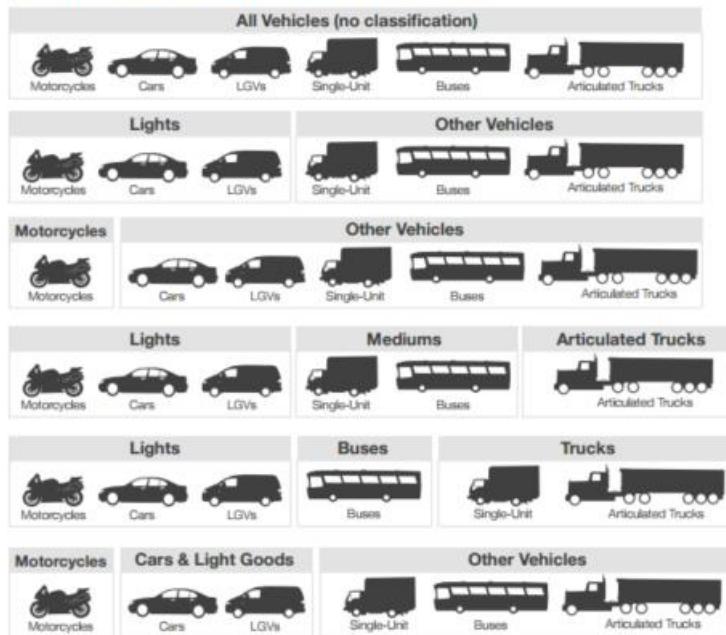
Źródło: neurosoft

Wideodetekcja

Kategoria pojazdu

Klasyfikacja z
wideodetekcji

Standard Classification Options

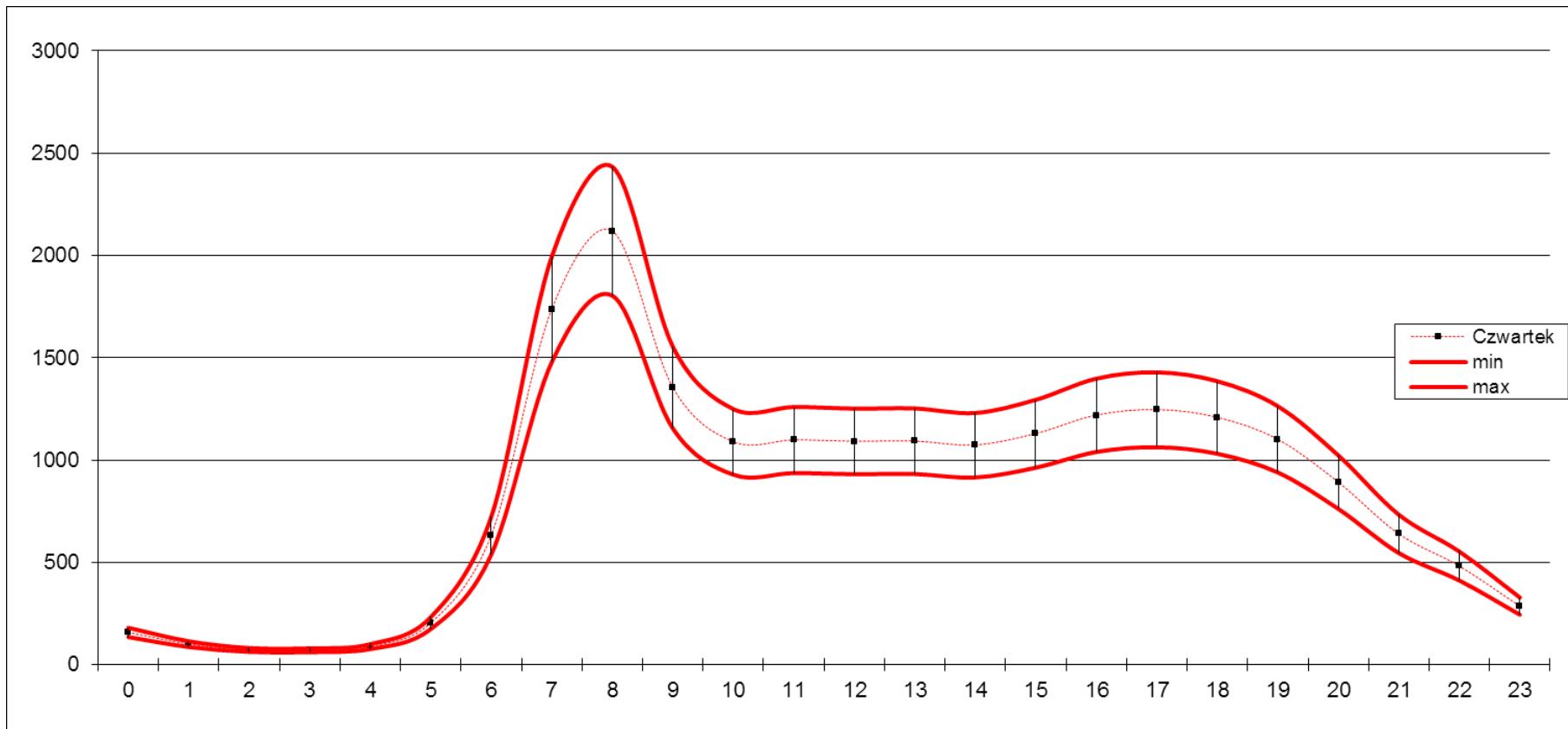


Premium Classification Options



Źródło: miovision

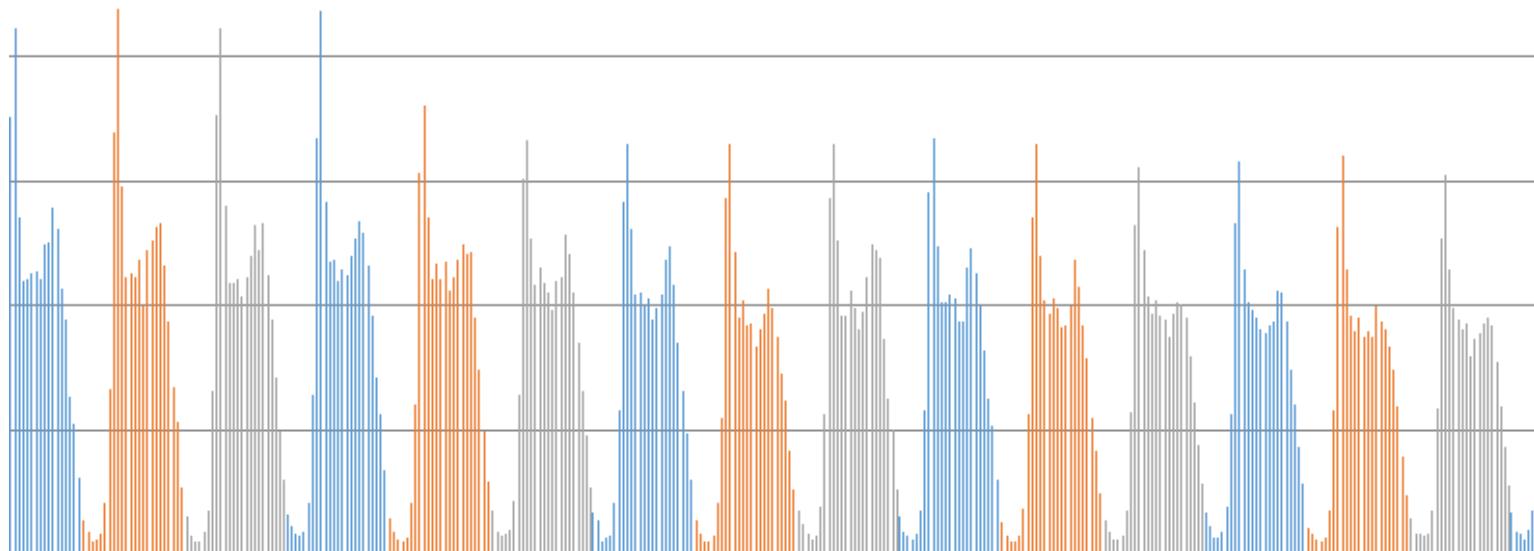
Wahania ruchu w przekroju miejskim



APR, ZDM, Warszawa

Wahania tygodniowe ruchu

profil dobowy ruchu dla średniego dnia tygodnia



APR, ZDM, Warszawa

II

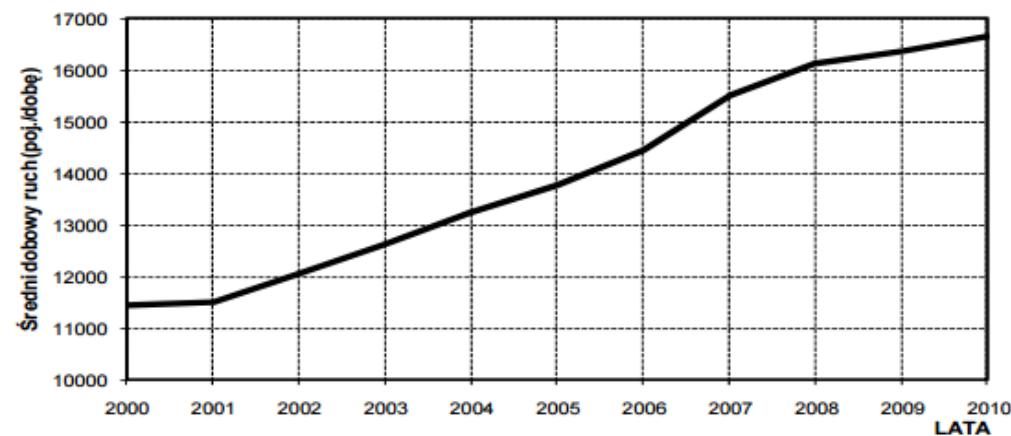
Generalny Pomiar Ruchu

Miarodajne natężenie ruchu

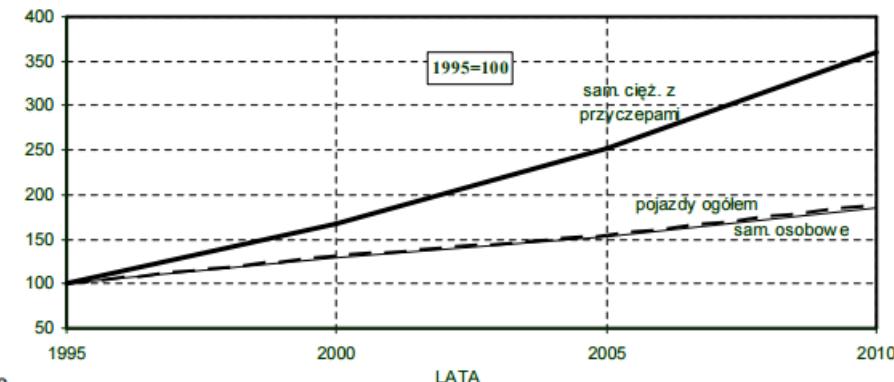
- Miara obciążenia układu komunikacyjnego
- Nie projektuje się obiektów infrastruktury komunikacyjnej na najbardziej niekorzystne przypadki
- Roczne wahania ruchu – w lecie o 14% więcej w zimie 15% mniej od wartości średniej
- SDR – średniodobowe natężenie ruchu

GPR 2010 - synteza

Trend 2000-2010



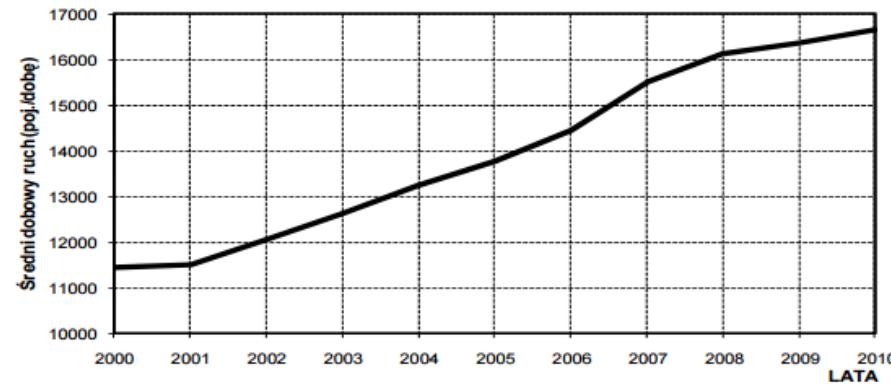
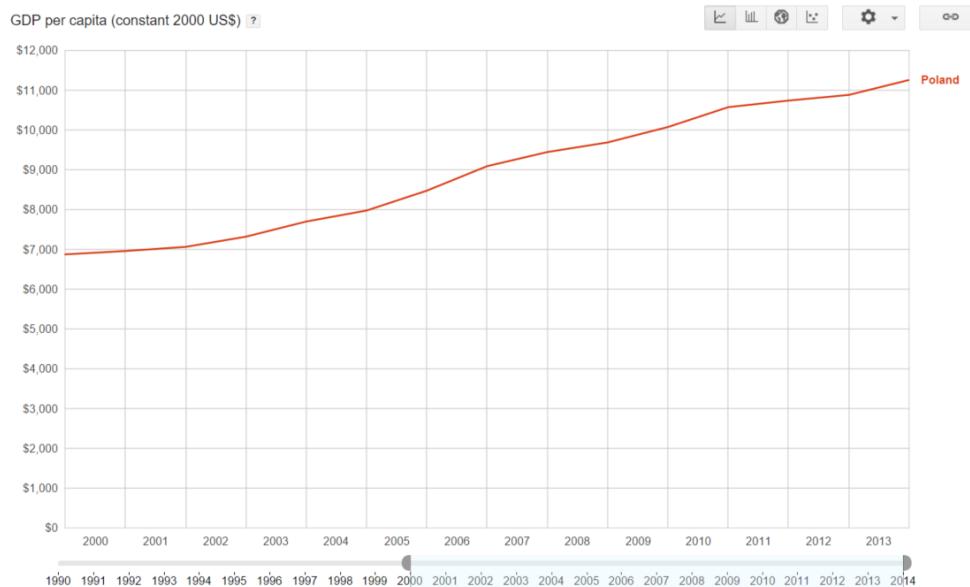
Rys.2. Rozwój ruchu na drogach międzynarodowych w latach 2000-2010



Rys.3. Dynamika wzrostu ruchu w latach 1995-2010

GPR 2010 - synteza

Trend 2000-2010 – porównanie z PKB

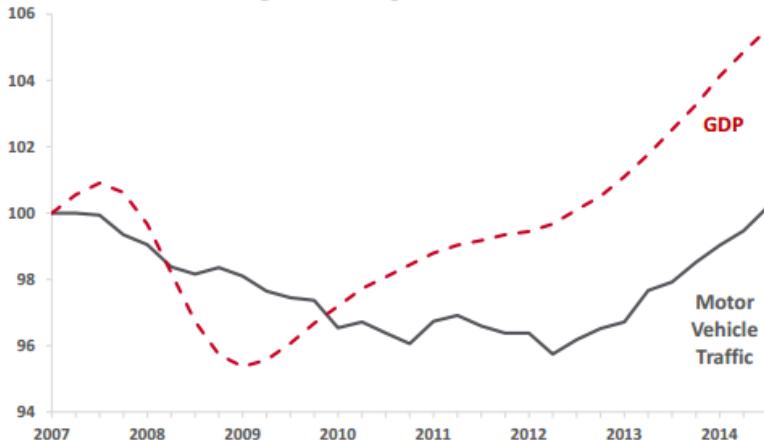


Rys.2. Rozwój ruchu na drogach międzynarodowych w latach 2000-2010

Globalne trendy – globalne założenia

perspektywa zmian w danych wejściowych ogólnych, np. wzrost PKB, wzrost pracy przewozowej, przewozu ładunków, cen paliwa, itp.

Chart 1: Index of rolling annual motor vehicle traffic in Great Britain, and UK GDP [TRA2501e]

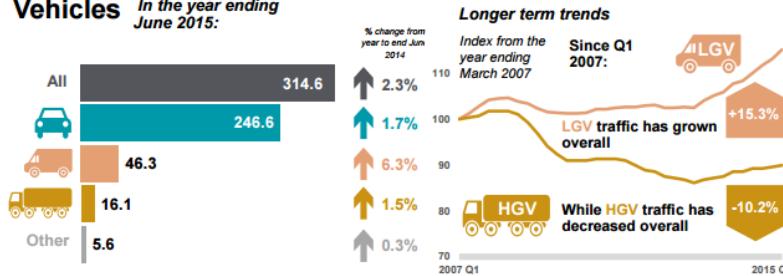
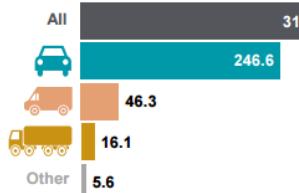


In the year to end June 2015 Motor Vehicle traffic in Great Britain was **314.6 billion vehicle miles**

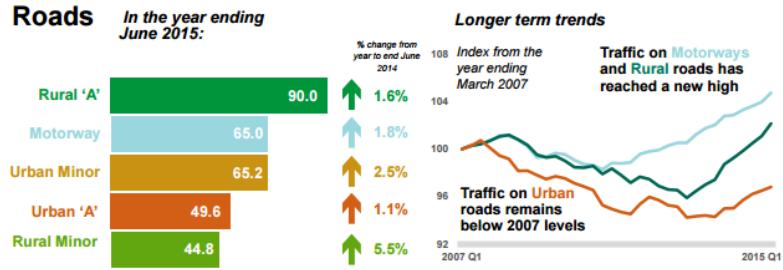
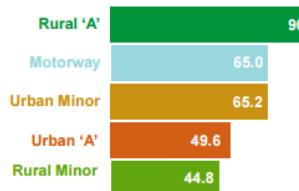
2.3% above the previous year

0.1% above the previous peak in 2007

Vehicles In the year ending June 2015:



Roads In the year ending June 2015:

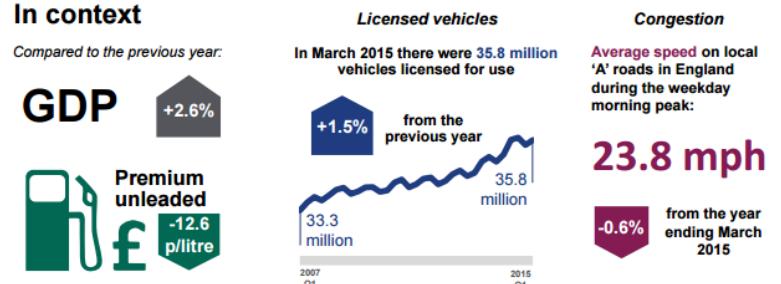


In context

Compared to the previous year:

GDP **+2.6%**

Premium unleaded **-12.6 p/litre**



Further information: www.gov.uk/government/collections/road-traffic-statistics

Pomiary ruchu na skrzyżowaniach

- Skrzyżowania czytelne
 - Skrzyżowania zwykłe, skanalizowane (mała powierzchnia)
 - Liczba pomiarowych - w zależności od natężenia ruchu



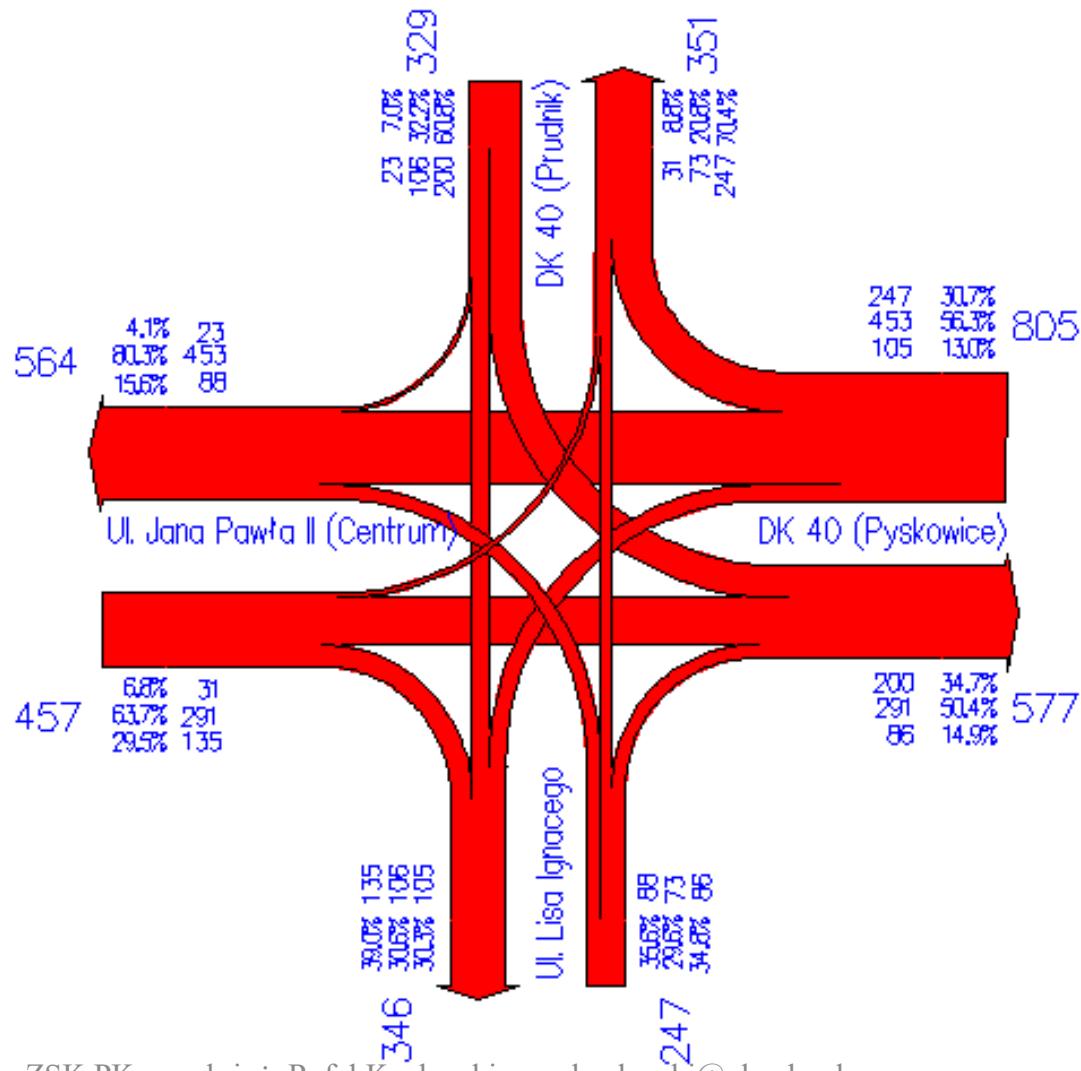
Pomiary ruchu na skrzyżowaniach

Skrzyżowania nieczytelne

- Ronda, skrzyżowania z wyspą centralną (duża powierzchnia)
- Dla ronda dużego – praktycznie niemożliwe przy wykorzystaniu pomiarów ręcznych
- Dla ronda o trzech wlotach – 6 pomiarowych



Wyniki pomiarów - skrzyżowanie



Pomiar prędkości

- Ocena warunków ruchu na skrzyżowaniach i odcinkach międzywęzłowych
- Poziom swobody ruchu, straty czasu
- Parametryzacja i kalibracja modeli symulacyjnych

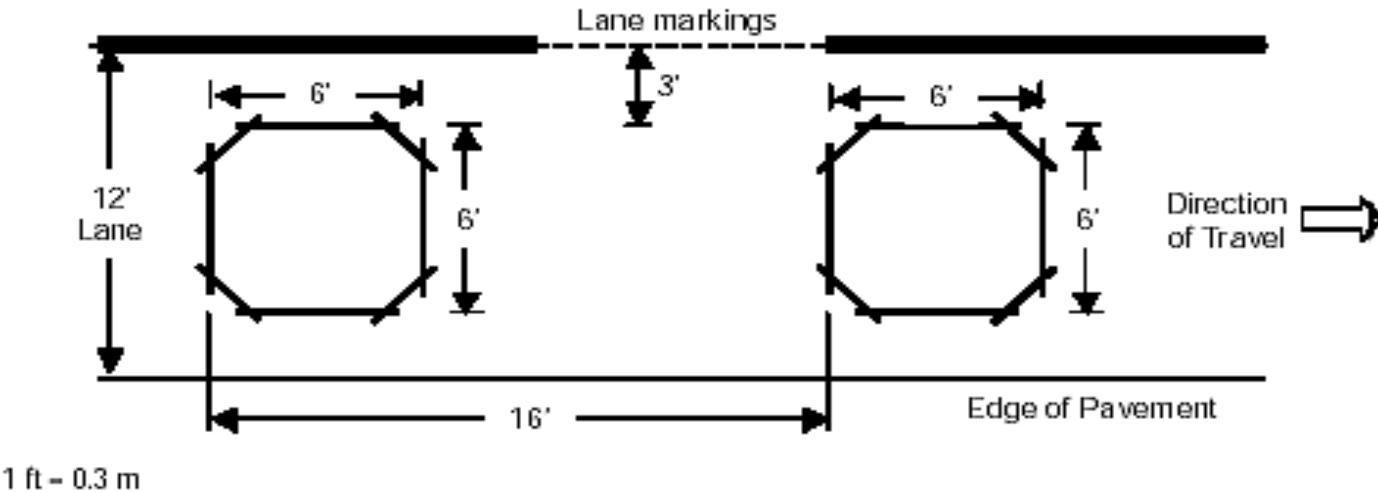
Pomiary prędkości

- Pomiar czasu przejazdu
 - Pomiar ręczny:
 - Odcinek testowy (długość zależy od spodziewanej prędkości)
 - Formularz pomiarowy (przedziały klasowe)
 - Dokładność pomiarów $\pm 0,2$ s
 - Pomiar automatyczny
 - Detektory przejazdu
 - Mierniki radarowe



Automatyczny pomiar prędkości – detektory przejazdu

- **Indukcyjne (piętlowe)** - cewki instalowane w nawierzchni jezdni.
- Pomiar prędkości pojazdów wymaga instalacji dwóch detektorów pętlowych.

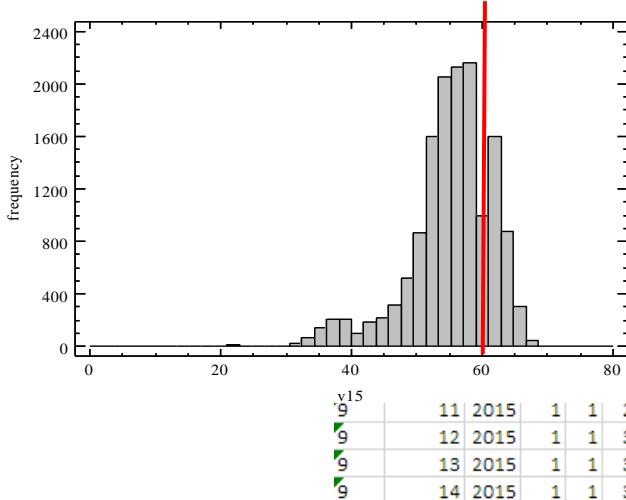


Pomiary prędkości

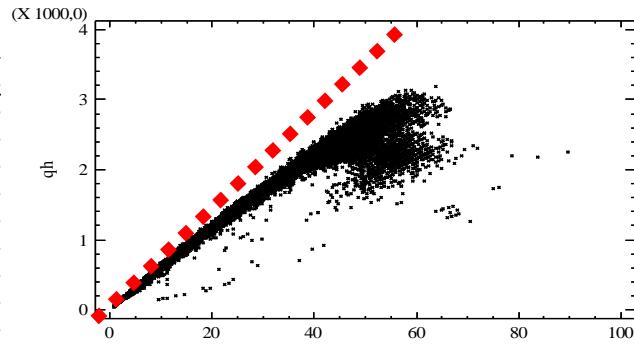


Pomiary prędkości

APR ZDM
mierzy potok i prędkość (w interwałach co 10 km/h)



	15	25	35	45	55	65	WART11	WART12	WART13	WART14	WART15	WART16	WAR
15	0	0	0	0	0	1	15	11	2015	1	1	2	9
30	0	0	1	3	1	3	9	12	2015	1	1	3	9
45	0	0	0	3	3	2	9	13	2015	1	1	3	9
60	0	0	1	0	5	7	0	0	0	2	4	4	0
75	0	0	2	2	4	3	15	0	0	2	6	8	2
90	0	0	0	3	6	4	30	0	0	1	2	2	0
105	0	0	0	7	1	1	45	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



APR ZDM – Al. Krakowska, Warszawa, 2014

Sondowanie pojazdów

Źródła danych:



WHITE PAPER

These source devices all monitor road traffic conditions continuously and when each of them contacts the TomTom servers for traffic information they exchange intelligence on the congestion they have experienced in the past few minutes on their journey. This congestion information is fused into the TomTom traffic services anonymously, so that this intelligence can be passed to following customers to improve their journey.



TOMTOM IN-DASH NAVIGATION



TOMTOM LIVE NAVIGATION



TOMTOM FLEET MANAGEMENT



TOMTOM SMARTPHONE NAVIGATION APPLICATIONS



3RD PARTY SMARTPHONE NAVIGATION

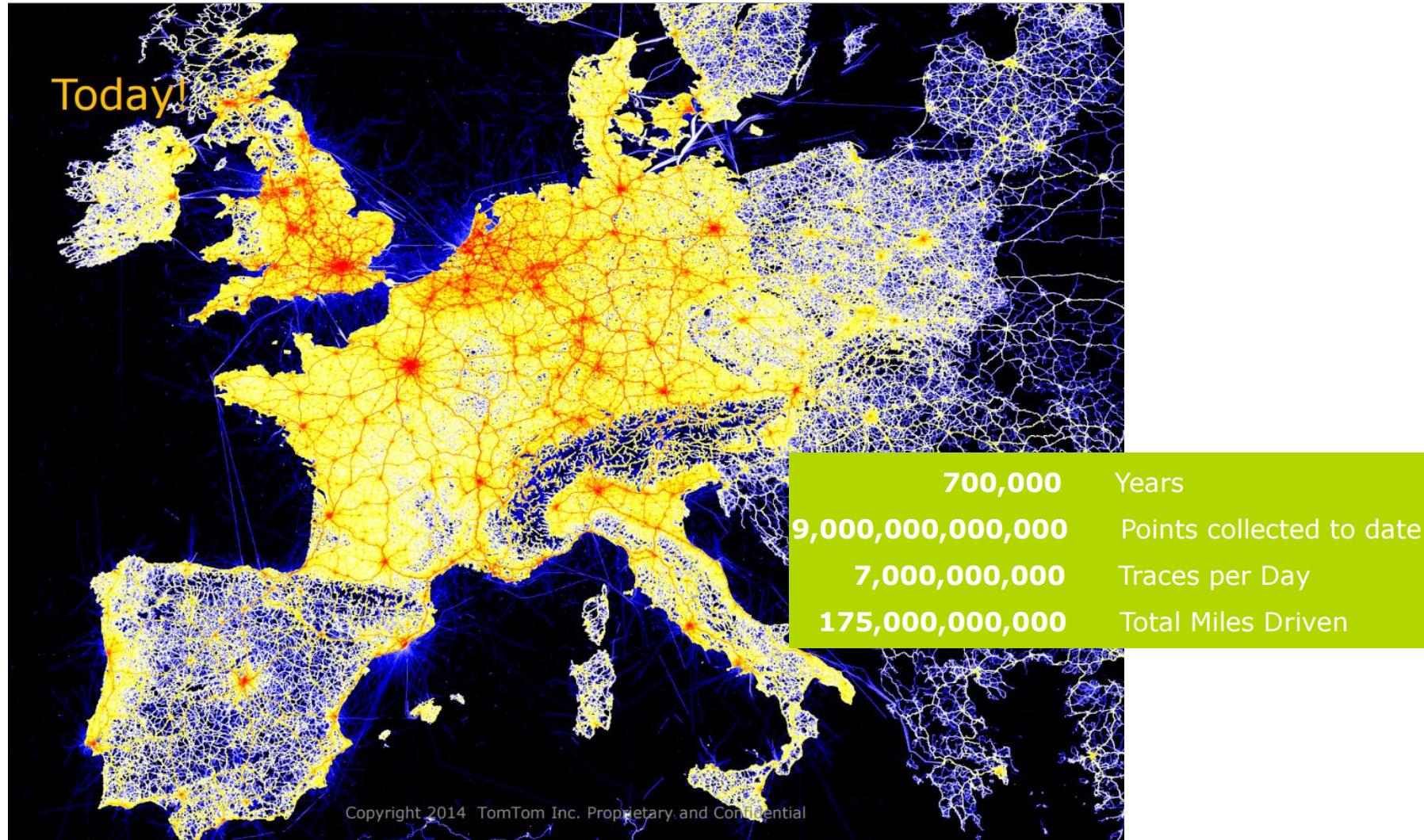


3RD PARTY GPS SYSTEMS

Image 1.3; different sources of accurate GPS data

Sondowanie pojazdów

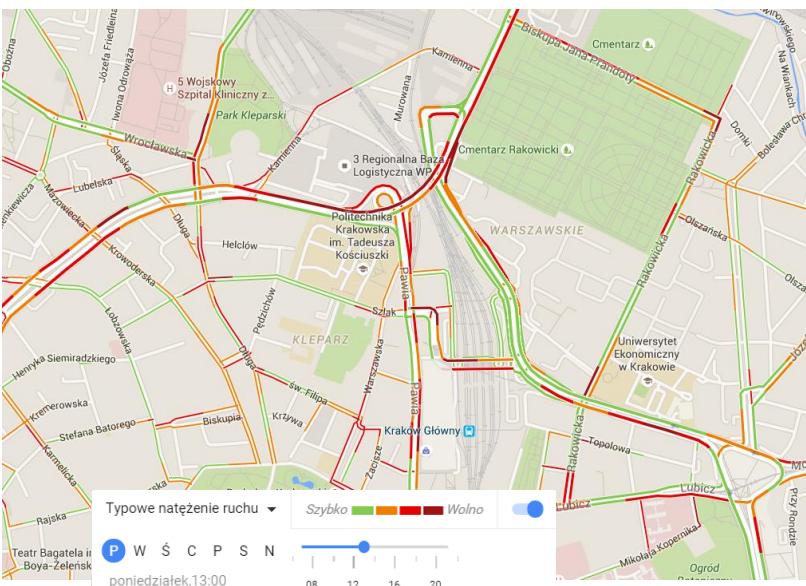
Zasięg i wielkość próby:



Sondowanie pojazdów

Mapy (dla wszystkich)

Dane edytowalne (za opłatą)



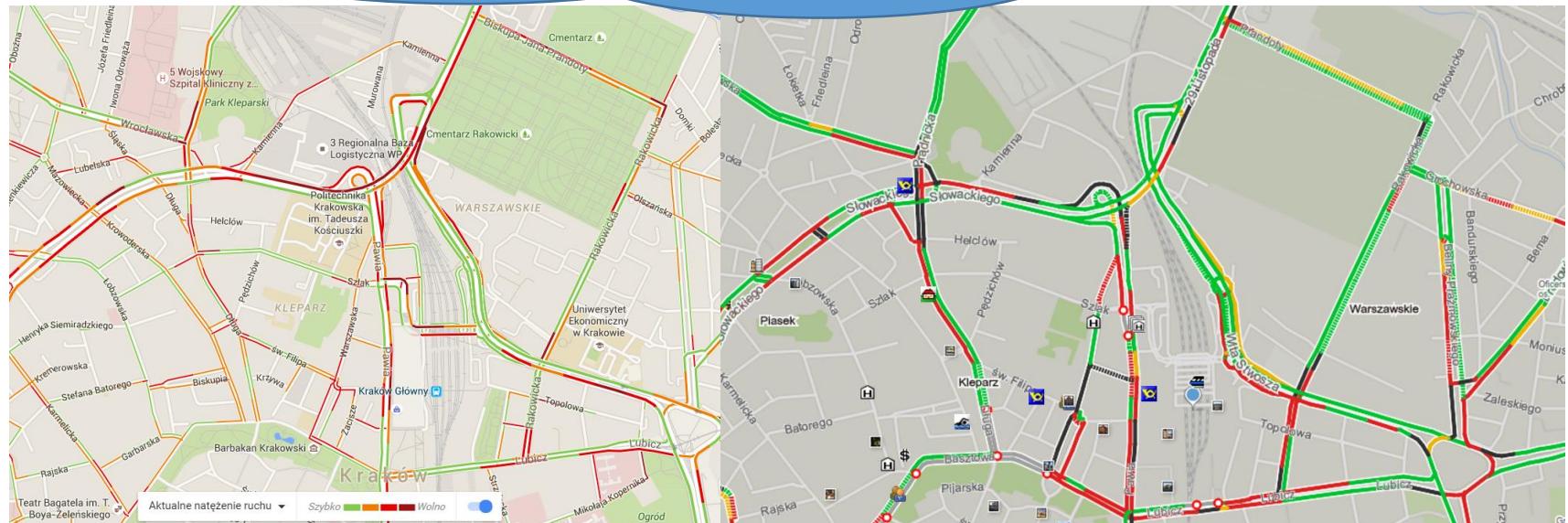
Źródło: Google Maps

Version	1							
User	Al. Krakowska							
Name of Job	2011-08-23							
Job created on	2010-01-11							
Calendar period. From	2010-01-22							
Calendar period. To	none							
Days excluded	Base set	Mon 06-08	Tue 06-08	Wed 06-08	Thu 06-08	Fri 06-08		
Times								
Route Name	Krakowska	Times	Name	Length [metres]	Sample size [avg per segment]	Average Travel Time [mm:ss]	Median Travel Time [mm:ss]	Average Speed [kph]
	Base set			7 837,30	26,03	15:50	12:07	29,69

Źródło: PTV, TomTom Data service

Sondowanie pojazdów

Ciekawostka: Porównanie Google Maps i Targeo – 26 luty, godzina 16 - Kraków



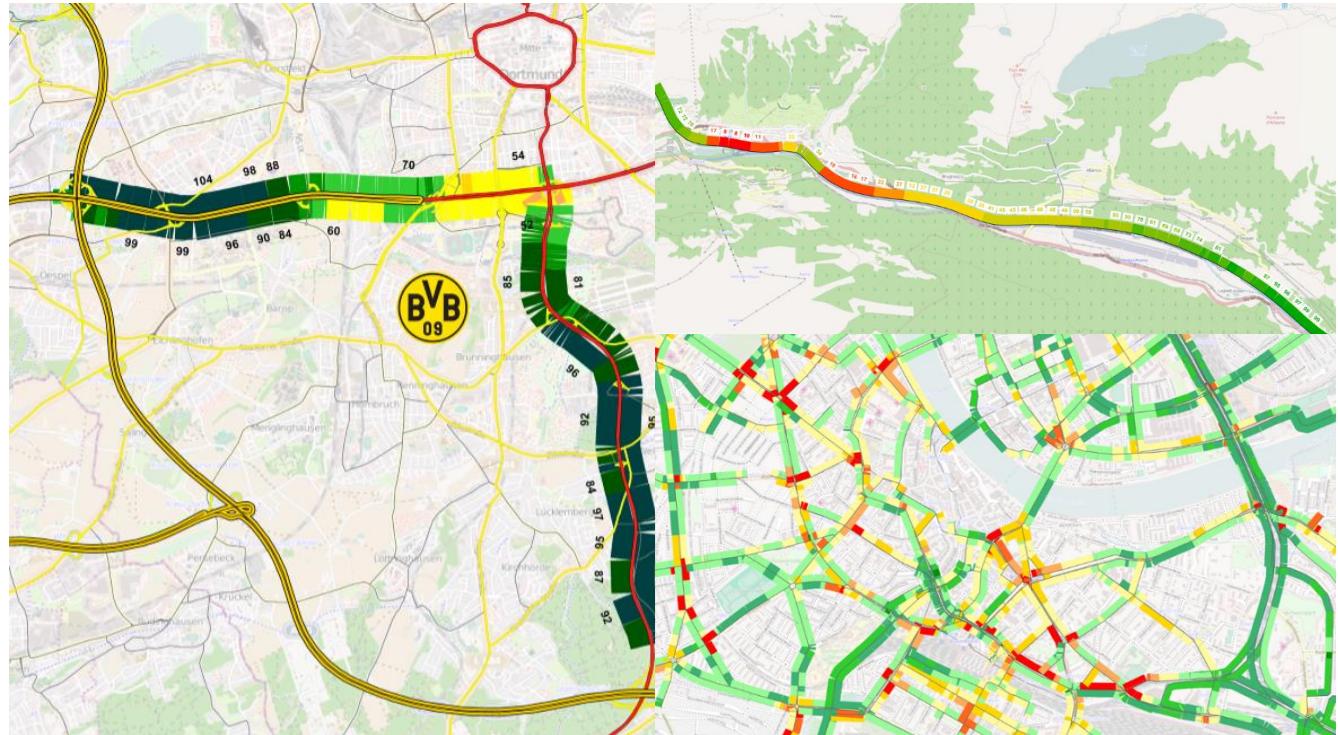
Źródło: Google Maps

Źródło: Targeo

Sondowanie pojazdów

Zastosowanie:

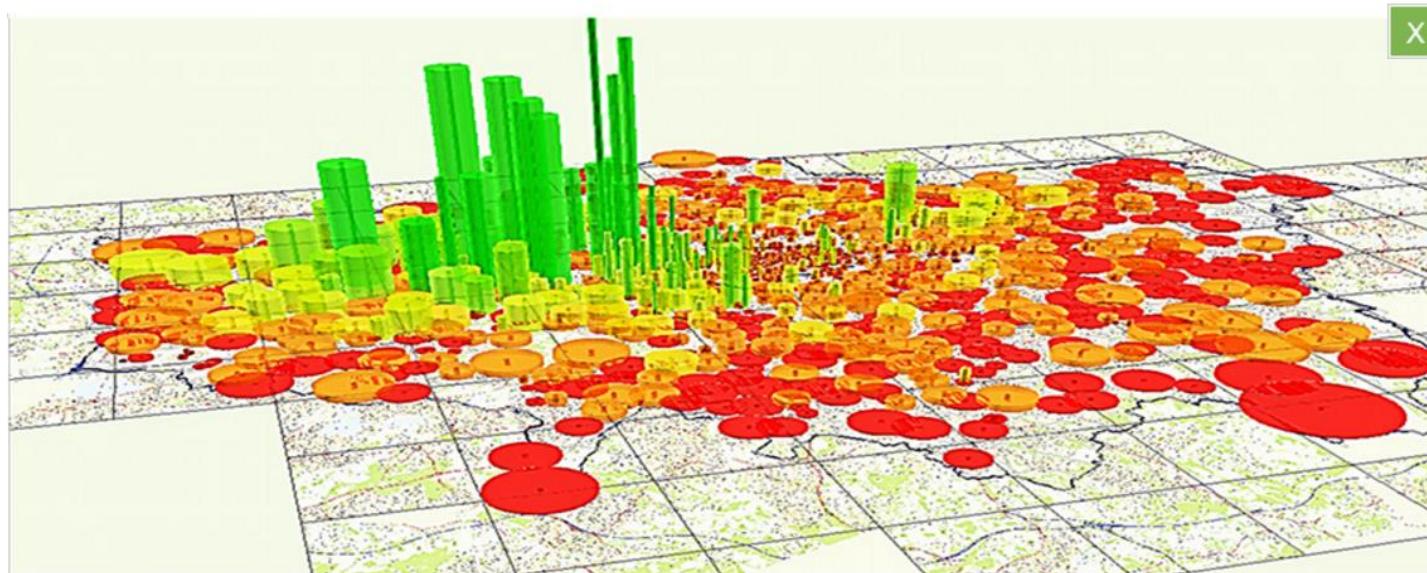
- Wpływ meczu
- Przejazd przez tunel
- Wąskie gardła



Źródło: PTV, TomTom Data service

Sondowanie pojazdów

Metadane:

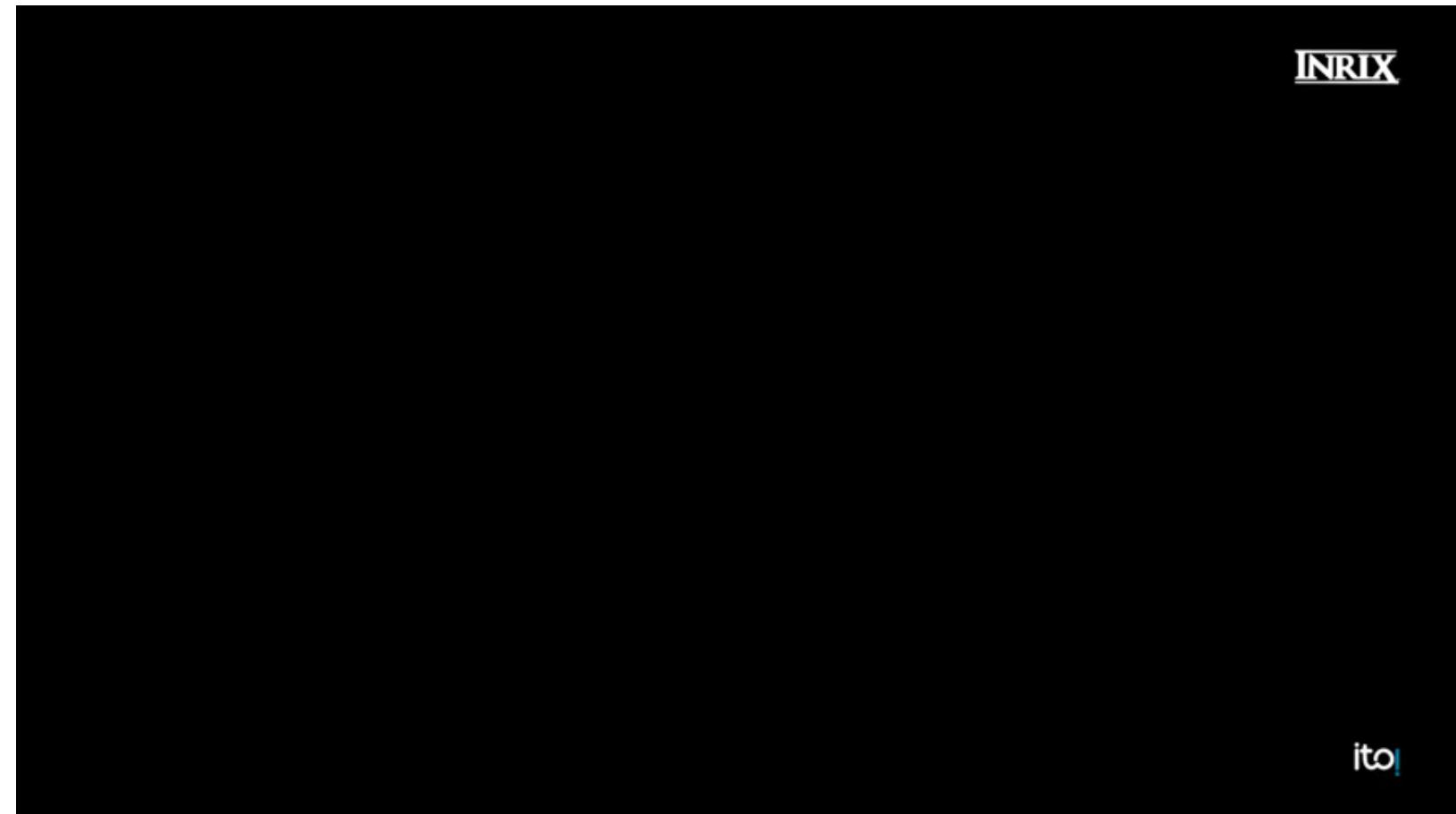


INRIX Population Analytics, Providing Analytics around the Movement of People: Volumes of anonymized data with sample sizes correlate statistically with real-world population volumes providing new insights into the what and where of population movement.

Rozmieszczenie ludności w ciągu doby i ruchliwość

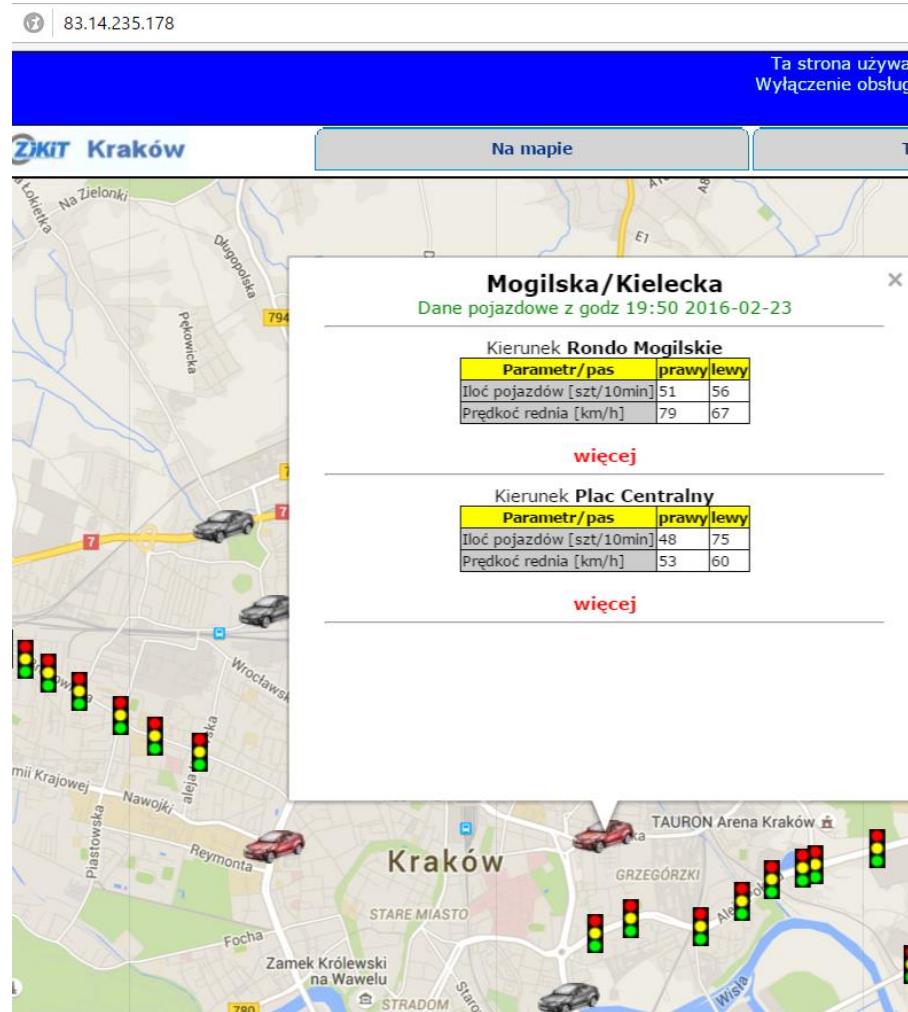
Sondowanie pojazdów

Metadane:



Dane z ITS

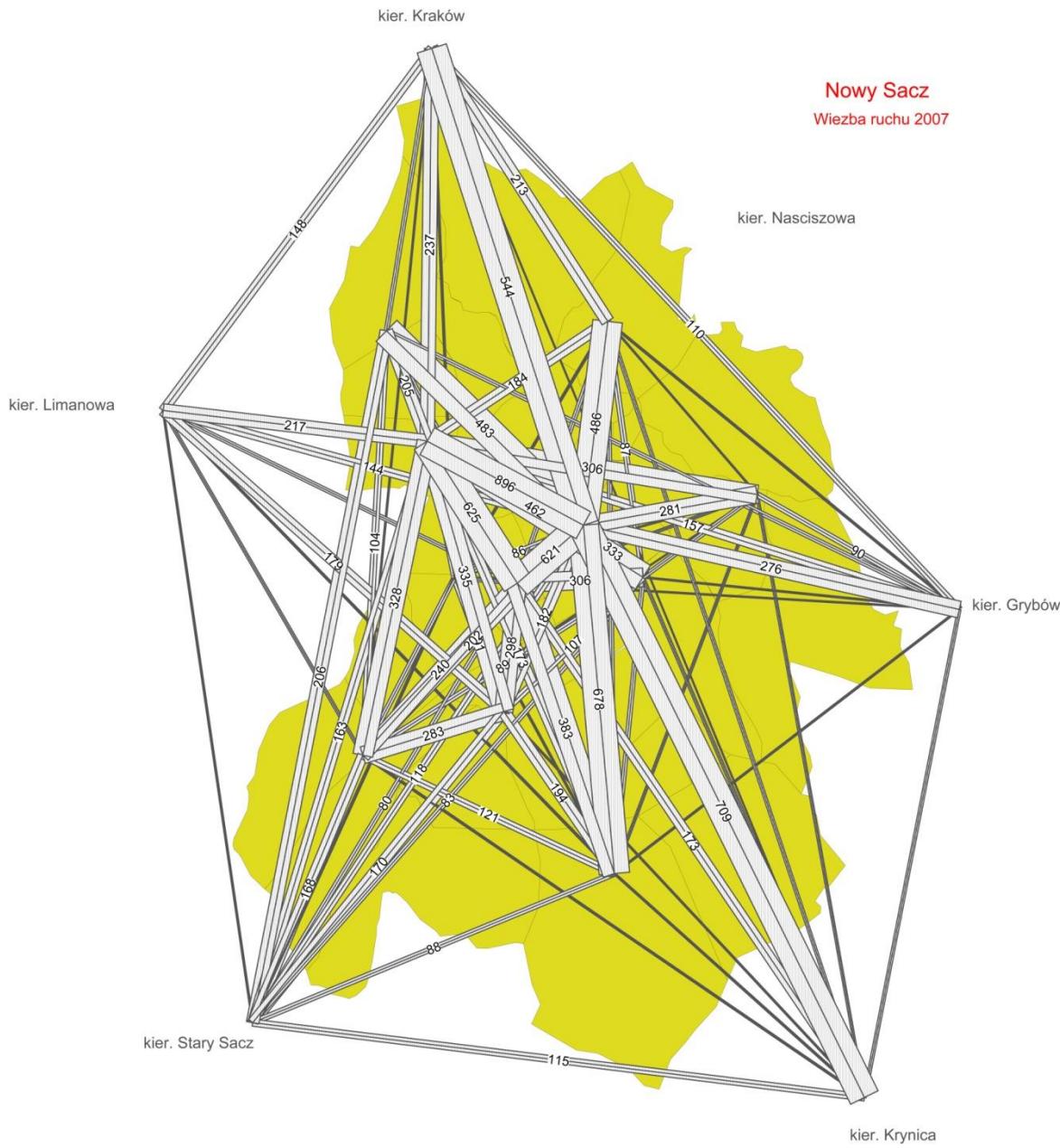
Systemy detekcji



Automatyczny Pomiar Ruchu ZDM Warszawa



Badania ruchu tranzytowego w miastach



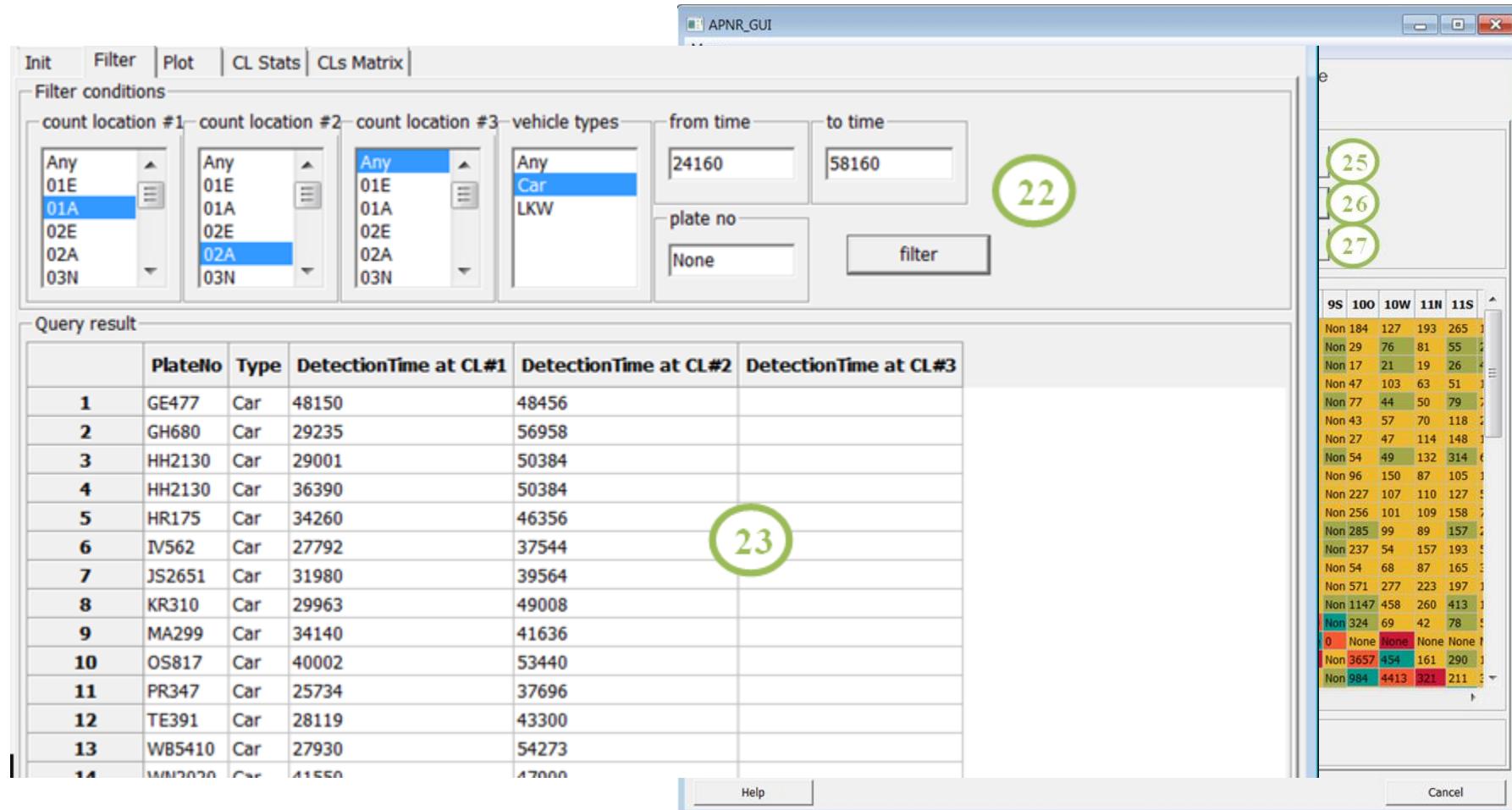
Odczytywanie tablic rejestracyjnych

ang. Plate Number Recognition



Odczytywanie tablic rejestracyjnych

ang. Plate Number Recognition



Odczytywanie tablic rejestracyjnych

Problem – prywatność – teoretycznie nie mamy prawa tego zapisywać.

Rozwiązanie:

szyfrowanie jednokierunkowe – funkcja skrótu (z kluczem) – np. algorytm MD-5

```
MD5 ("Ala ma kota") = 91162629d258a876ee994e9233b2ad87
```

```
91162629d258a876ee994e9233b2ad87 = MD5 (?)
```



Pomiary w komunikacji zbiorowej

Cel pomiarów

- Napełnienie pojazdów k.z.
- Potoki w sieci na poszczególnych liniach
- Rejestracja trajektorii ruchu
- Warunki ruchu i podróży (prędkość komunikacyjna, straty czasu, przesiadkowość, czas podróży)

Cel pomiarów

- Projektowanie linii, przystanków, węzłów przesiadkowych i rozkładów jazdy
- Określenie liczby i wielkości potrzebnego taboru
- Ocena jakości funkcjonowania
- Sprawdzenie wykonania zadań przewozowych
- Rozliczenie przewoźników i pomiędzy przewoźnikami
- Ocena efektywności linii
- Projektowanie sygnalizacji świetlnej

Cel pomiarów

- Ocena zmian organizacji ruchu (priorytety dla k.z.)
- Ocena wpływu na środowisko
- Stopień wykorzystania biletów i ich rodzaje
- Badania preferencji pasażerów
- Modele algorytmów sterowania ruchem
- Komputerowa symulacja procesów ruchu i usług

Sposoby rejestracji napełnień pojazdów k.z.

- Liczenie wsiadających i wysiadających na wszystkich przystankach linii
- Ocena wzrokowa stopnia napełnienia
- Czujnik tensometryczny (w elementach zawieszenia pojazdu)



Sposoby rejestracji napełnień pojazdów k.z.

- Czujniki w drzwiach (fotokomórka, laser itp..)
- Czujnik wbudowany w stopniach schodów
- Kamera video – interpretacja wzrokowa lub automatyczna (komputerowe rozpoznanie obrazów)
- Bezstykowa karta elektroniczna (wraz z pobieraniem opłat)



Sposoby rejestracji trajektorii ruchu

- Momenty zajścia zdarzeń (zatrzymanie, ruszenie, przejazd przez określony punkt)
- Pomiar ciągły i punktowy
- Pomiar bezpośredni lub pośredni
- Rejestracja wewnątrz lub na zewnątrz

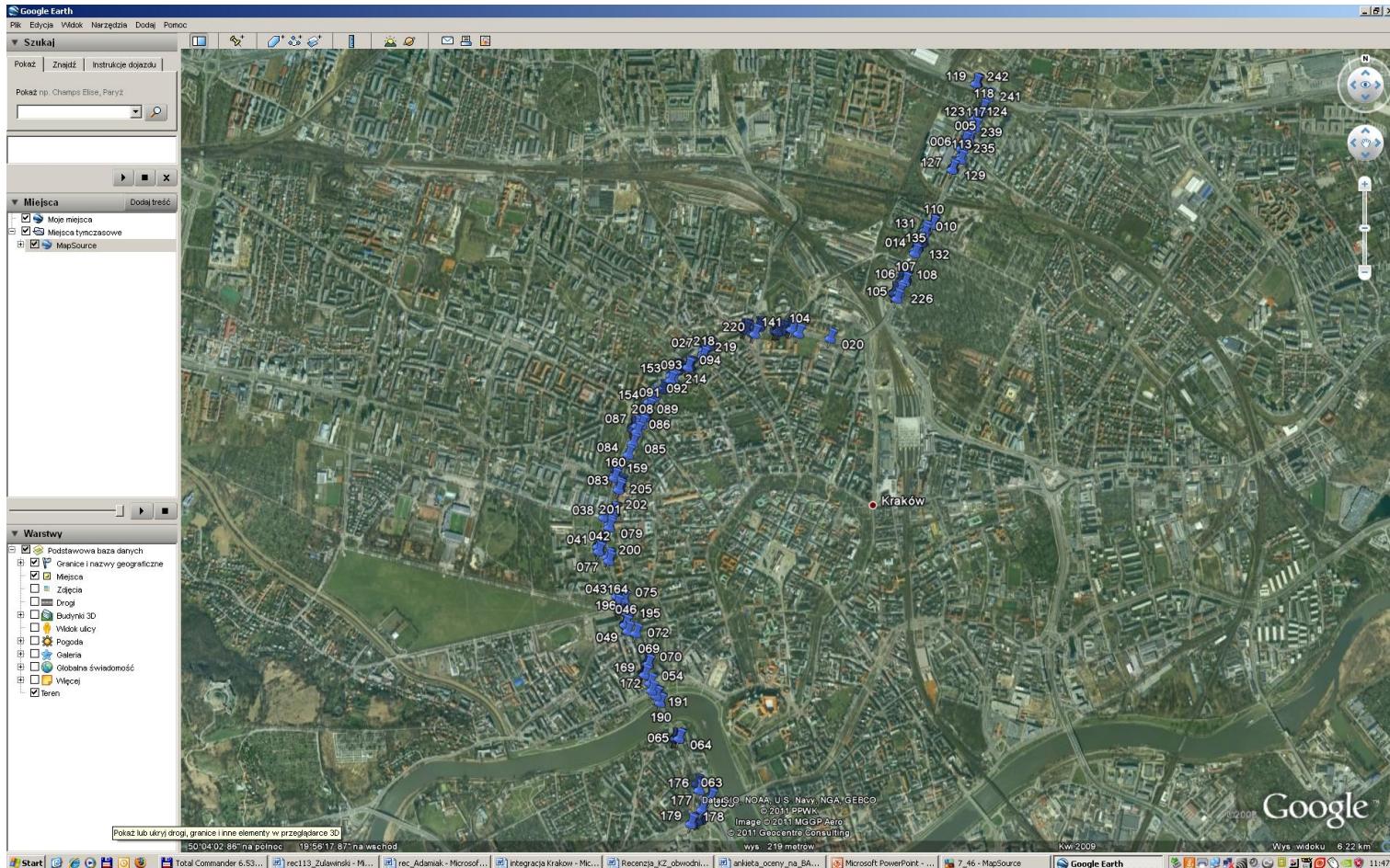
Błąd obserwacji

- 0-35 pasażerów: 23,7%
- 36-70 pasażerów: 18,3%
- > 70 pasażerów: 16,8%

Techniki rejestracji trajektorii ruchu

- Obserwator z zegarkiem
- Dyktafon
- Detektor elektromagnetyczny
- Video – detektor
- Rejestrator przyciskowy
- Tachometr
- Drogomierz (licznik odległości)
- GPS

Techniki rejestracji trajektorii ruchu



W wyniku przetworzenia:

- Czasy przejazdu odcinków linii
- Czasy postoju na przystankach
- Czasy zatrzymań
- Prędkość komunikacyjna i eksploatacyjna
- Odchyłki od rozkładu jazdy, odstępy międzypojazdowe

Do zobaczenia za tydzień

Wykład 4:
Budowa modelu ruchu.

dr inż. Rafał Kucharski

rkucharski@pk.edu.pl