

XIV Międzynarodowa Konferencja Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

GAMBIT 2023

NOWA DEKADA - NOWE DZIAŁANIA - NOWE TECHNOLOGIE

Politechnika Gdańska, 29-31 maja 2023



POLITECHNIKA
GDAŃSKA



Polski Kongres Drogowy

PATRONAT HONOROWY



Ministerstwo
Infrastruktury



Generalna Dyrekcja
Dróg Krajowych i Autostrad



ORGANIZATORZY WARSZTATÓW



**XIV Międzynarodowa Konferencja
Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego**

GAMBIT 2023

Nowa Dekada – Nowe Działania – Nowe Technologie

Politechnika Gdańska, 29-31 maj 2023

**ZASTOSOWANIE BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW
POWIETRZNYCH DO PROAKTYWNEGO ZARZĄDZANIA
BEZPIECZEŃSTWEM RUCHU DROGOWEGO**

Mariusz Kieć

Krystian Woźniak



**Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki**

PROaktywny system wsparcia zarządzania Bezpieczeństwem Ruchu Drogowego, w oparciu o dane pozyskane przez bezzałogowe statki latające



Cele projektu

- opracowanie narzędzia wspierającego zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego
- opracowanie zautomatyzowanego, wysokiej dokładności system zbierania danych za pomocą dronów
- opracowanie proaktywnej predykcji zagrożeń w ruchu z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji.

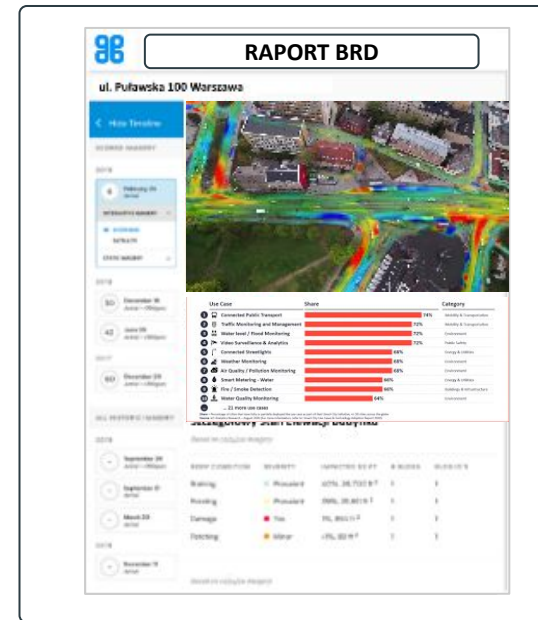
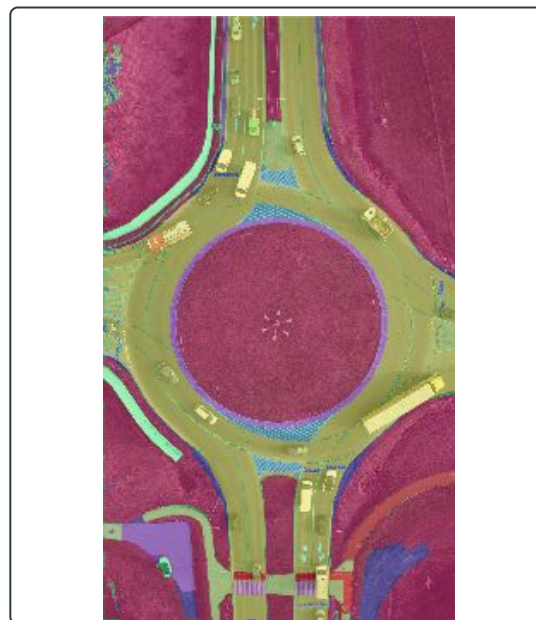
Proces Projektowy

Określenie wymagań i
zbieranie danych

Analiza Danych
Badania

Implementacja narzędzia
Ocena BRD

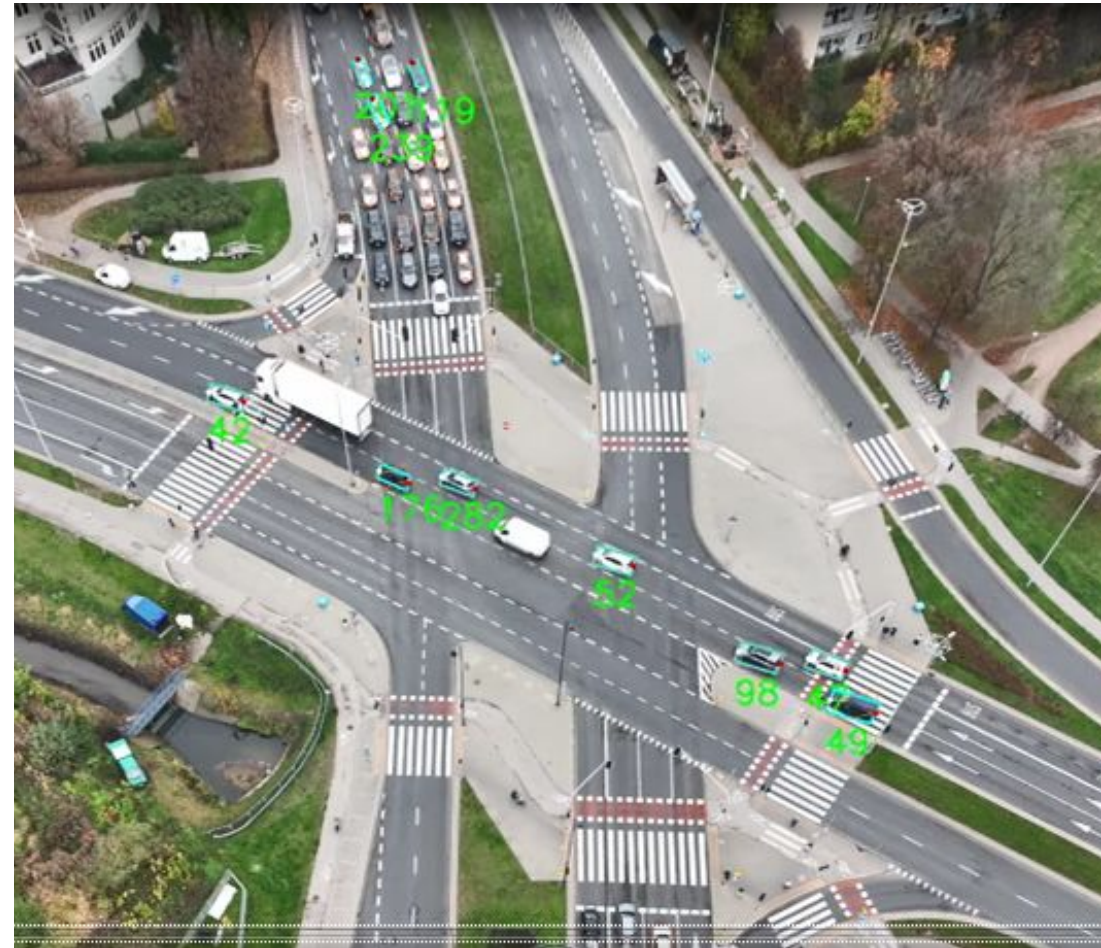
Efekty



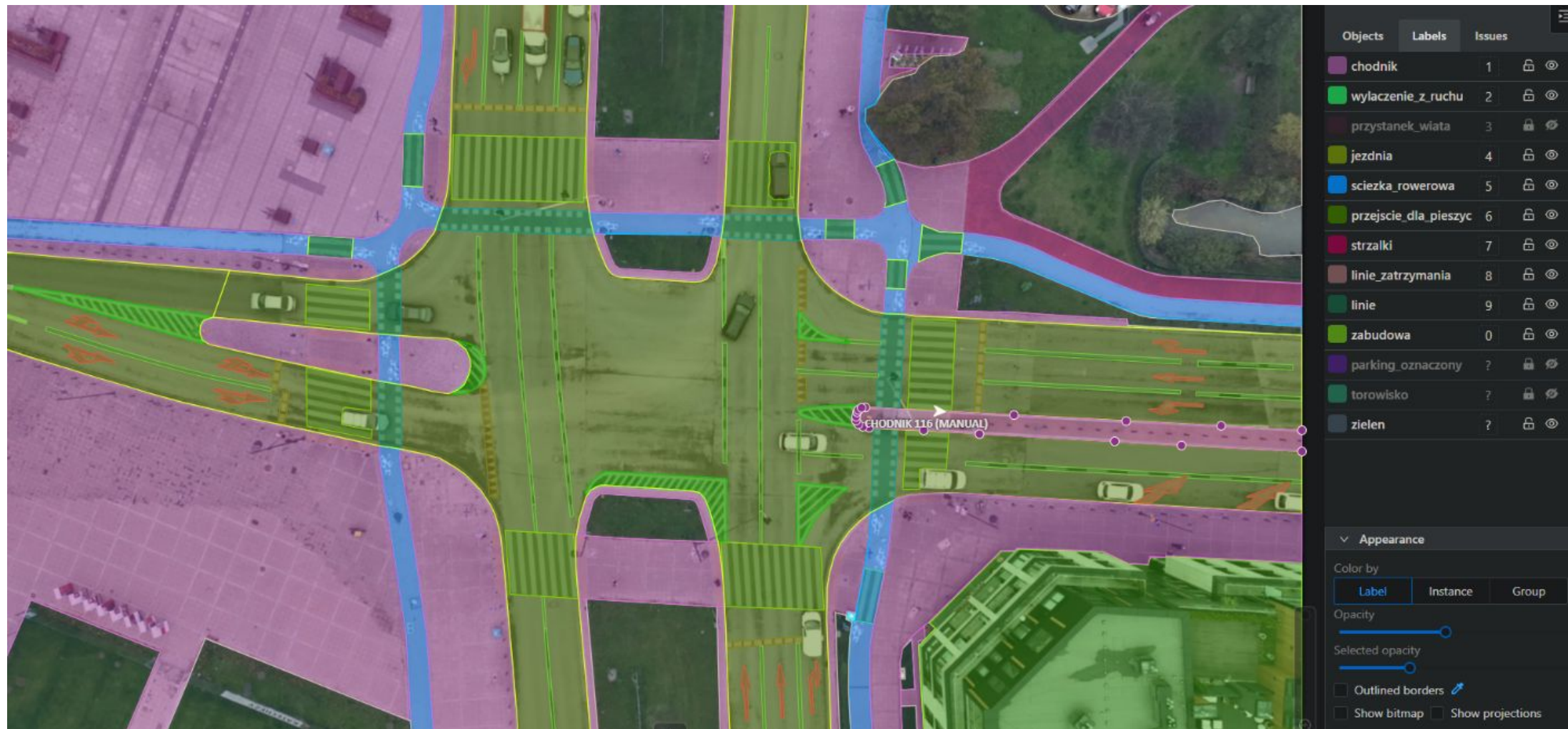
Zalety narzędzia

- Automatyczna inwentaryzacja wybranych elementów infrastruktury drogowej
- Możliwość obserwacji dużych obszarów w sposób ciągły, złożonych obiektów infrastruktury do analiz ruchu (węzły, duże skrzyżowania, ronda)
- Możliwość ciągłej analizy obrazu (ponad kilka h) za pomocą urządzeń ze stałym zasilaniem
- Łączenie obrazu z analizowanych obszarów za pomocą kilku dronów
- Ograniczenie zaangażowania zasobów ludzkich

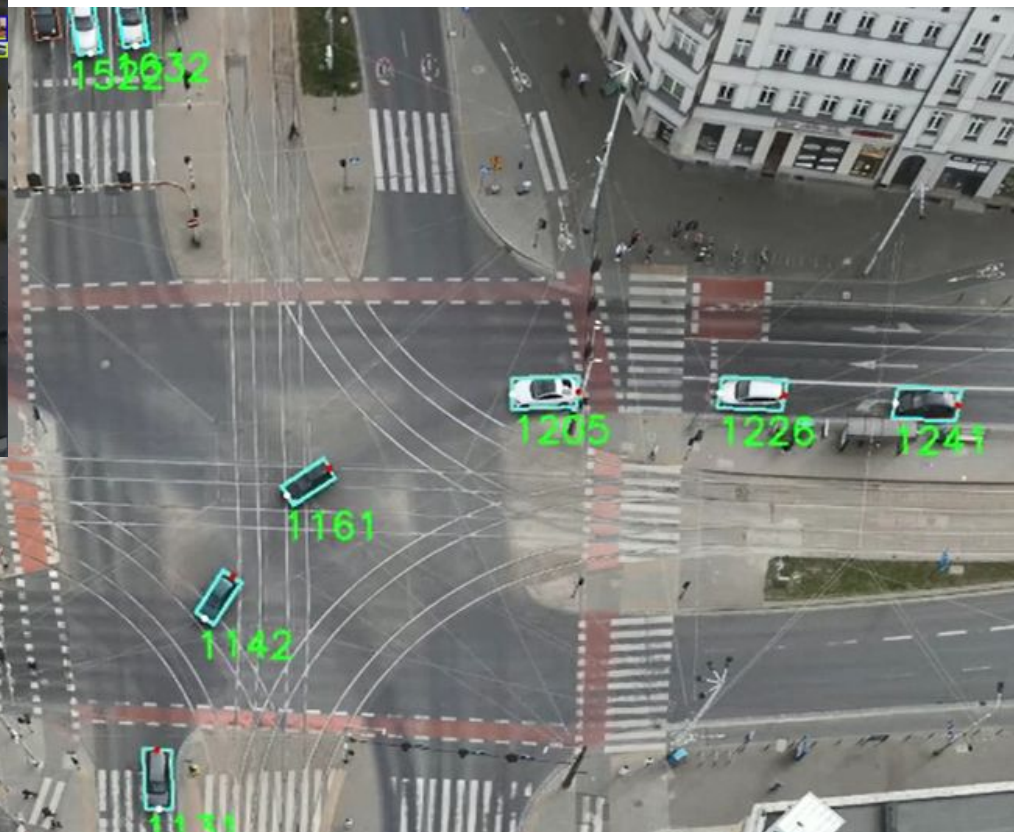
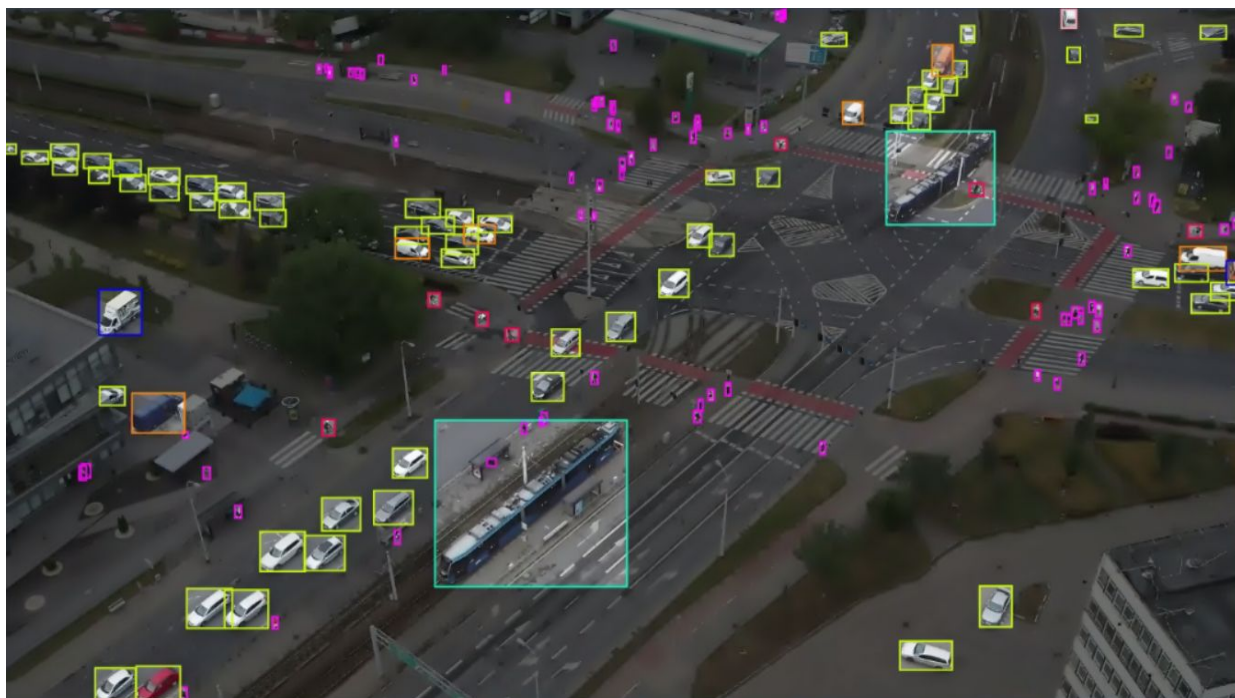
Zbieranie danych z wykorzystaniem BSL



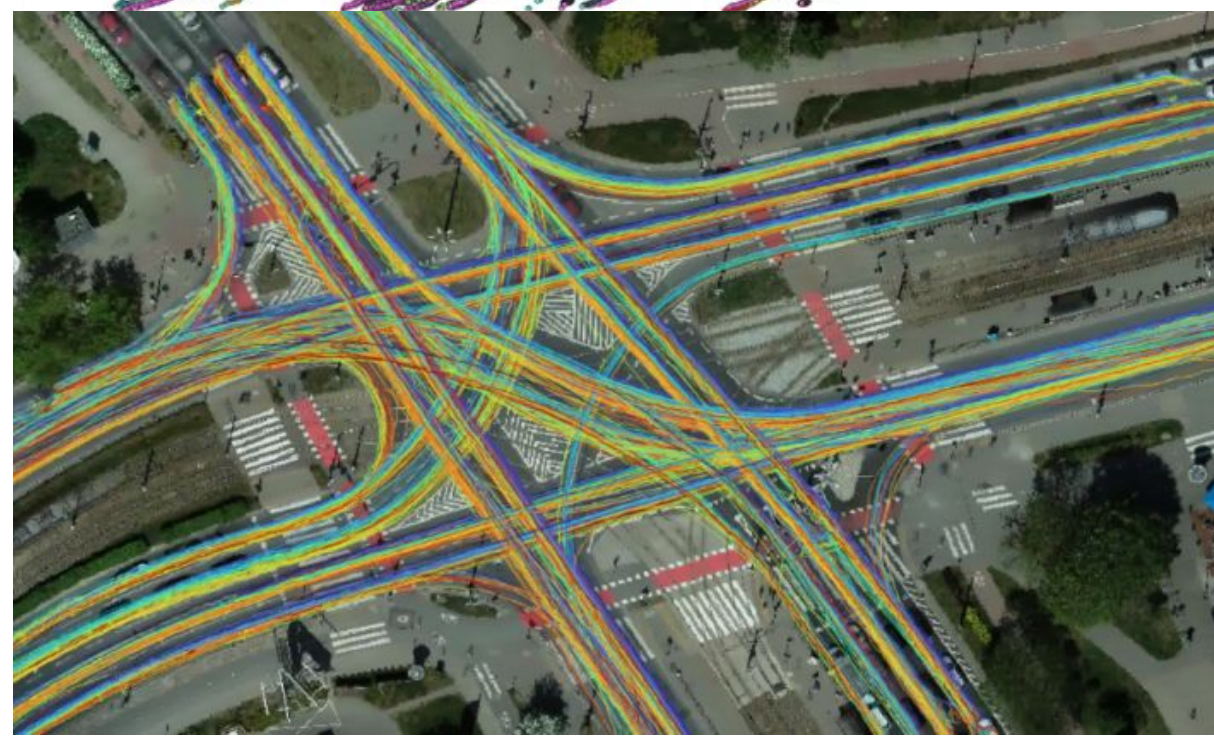
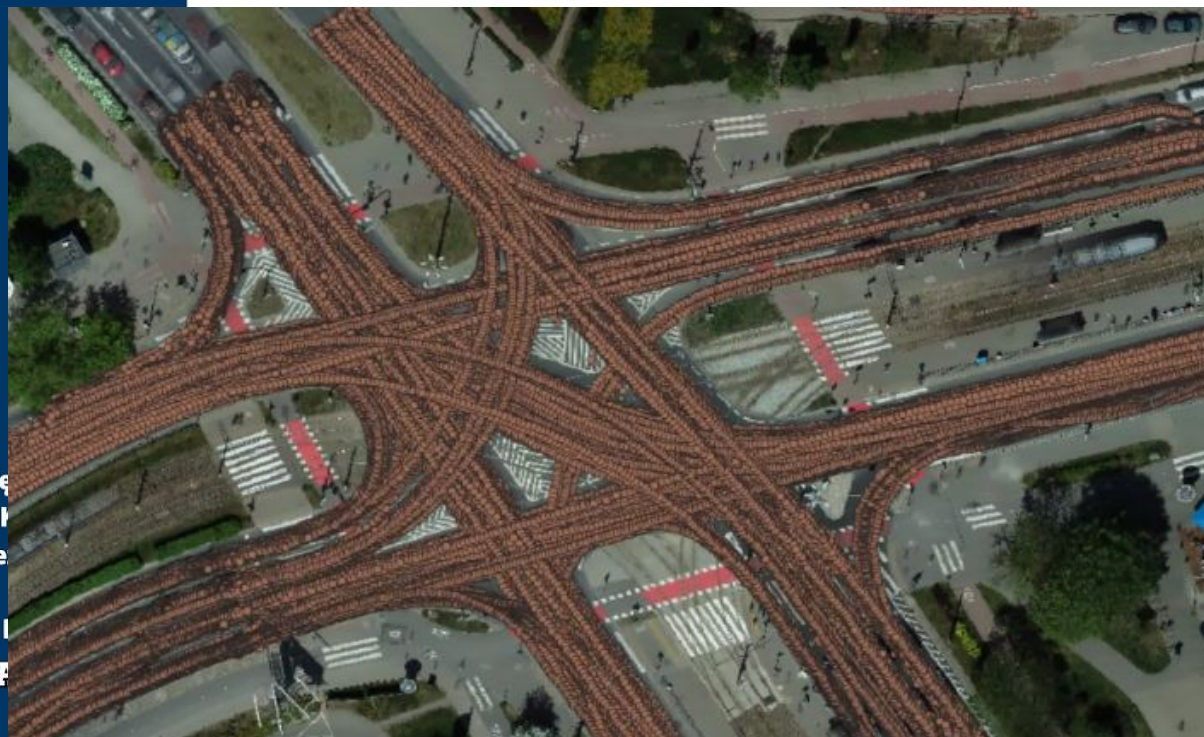
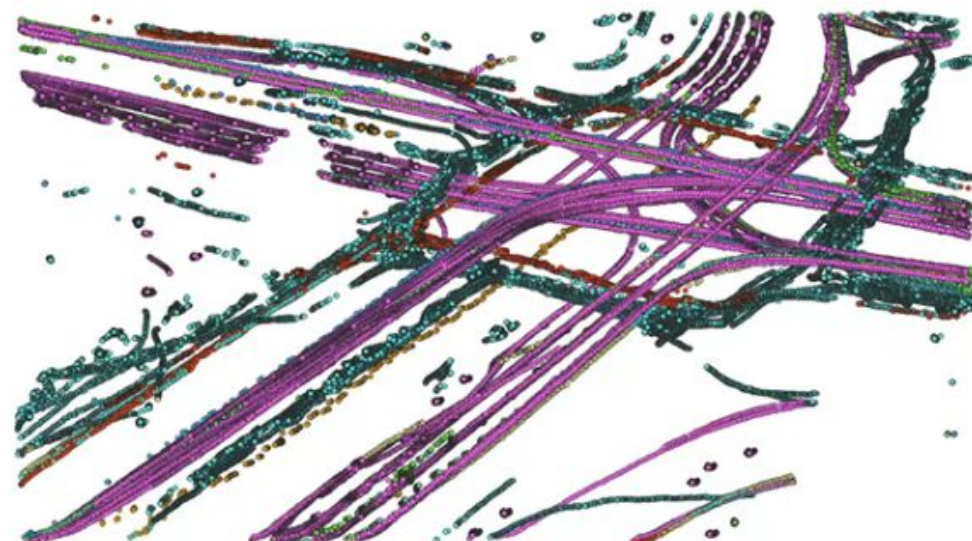
Etykietowanie infrastruktury



Detekcja użytkowników ruchu drogowego



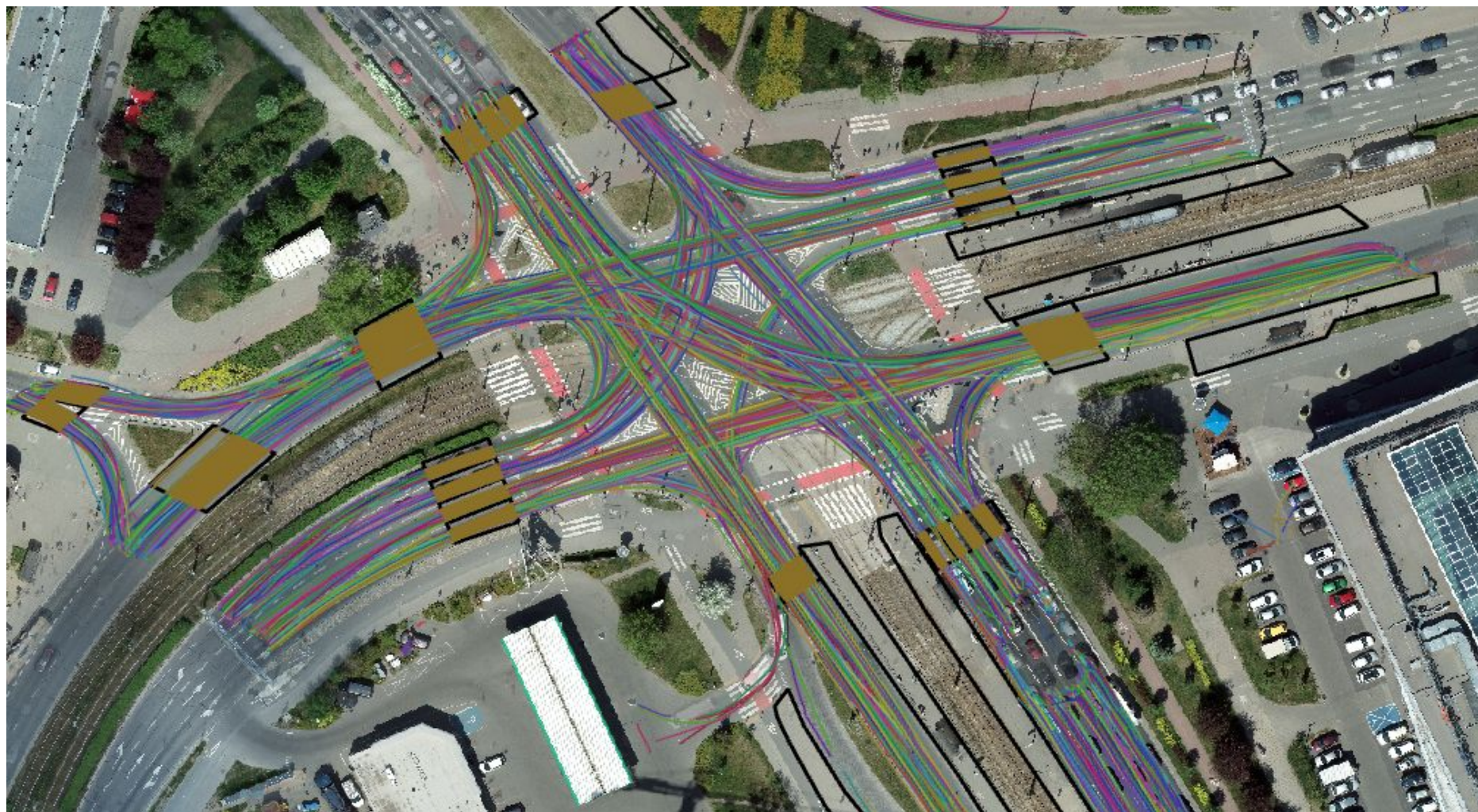
Generowanie trajektorii ruchu



Parametry ruchu identyfikowane w trakcie analizy obrazu

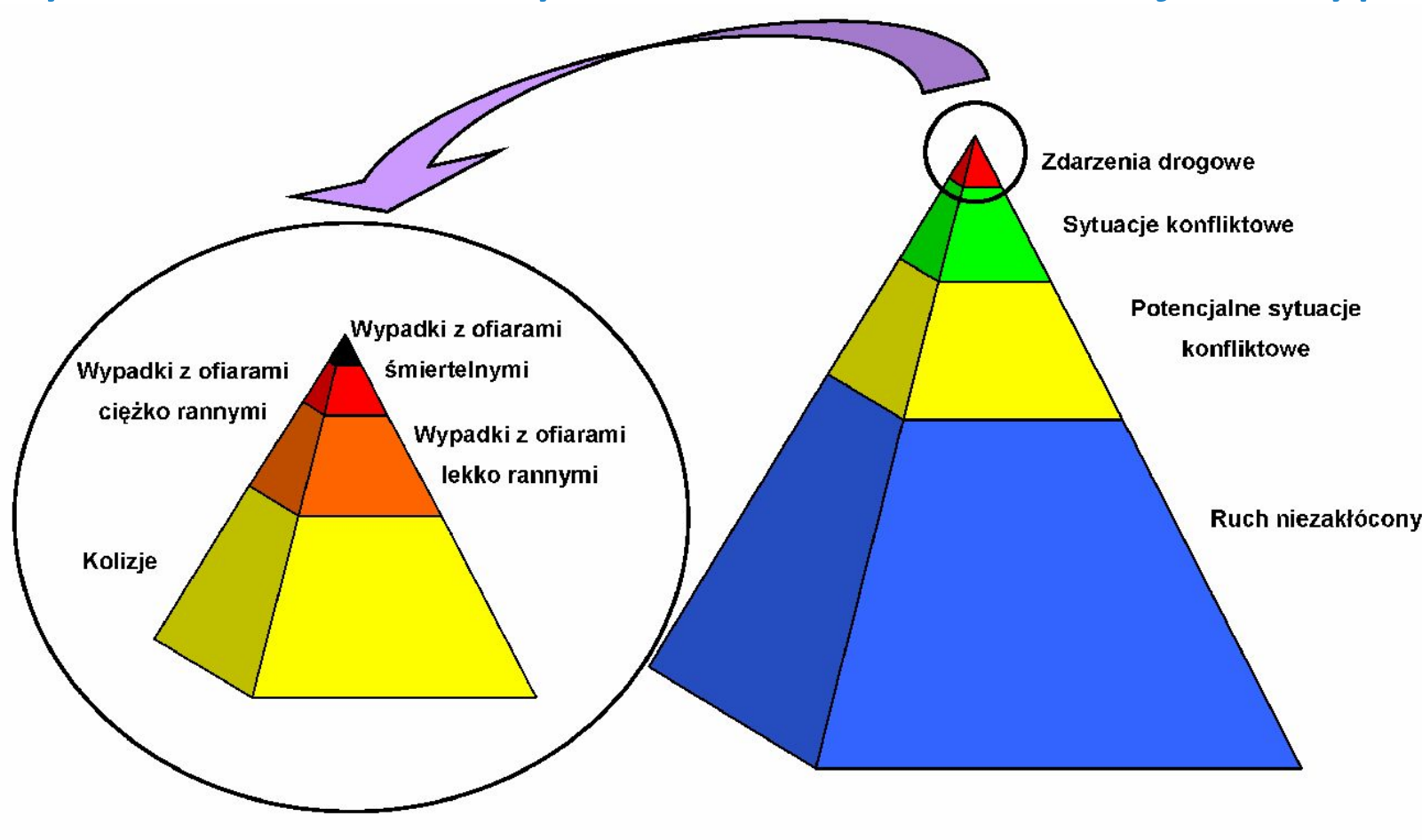
- parametry kinematyczne ruchu na podstawie trajektorii ruchu pojazdów,
- natężenie ruchu oraz jego struktura kierunkowa i rodzajowa
- pośrednia ocena stanu bezpieczeństwa ruchu infrastruktury drogowej (konflikty obserwowane, symulowane - SSAM, zmiana parametrów ruchu)

Analiza natężenia ruchu na podstawie trajektorii



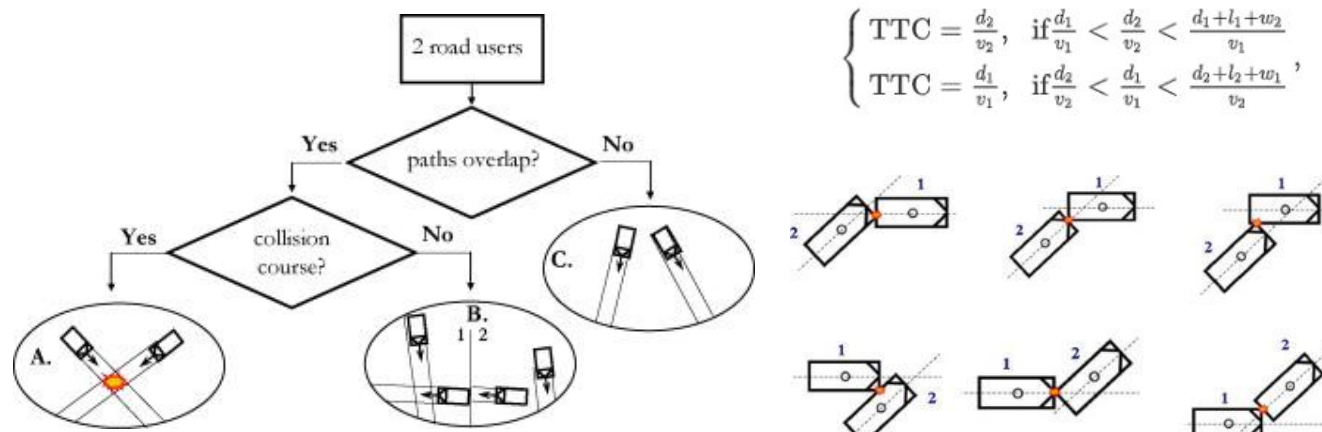
Zastosowanie miar pośrednich do oceny BRD

„Normalny stan ruchu – incydent – konflikt – kolizja – wypadek”

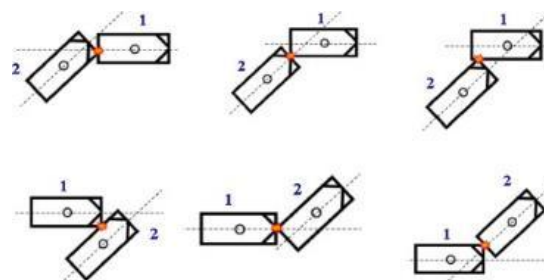


Miary bezpieczeństwa ruchu

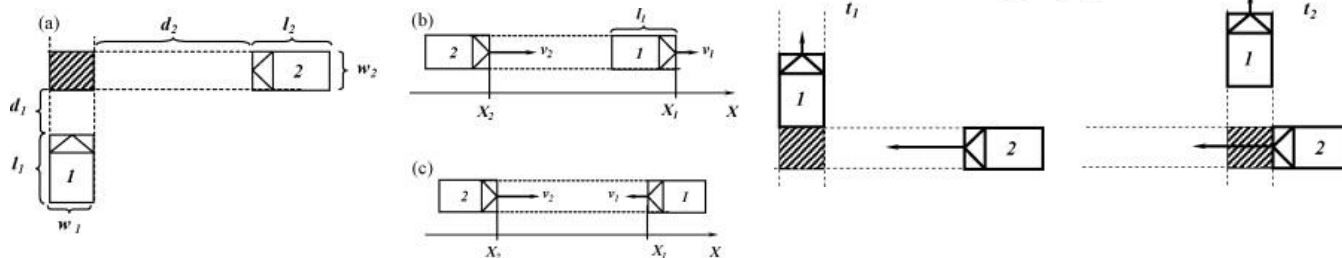
- odstępy między pojazdami, ruch kolumnowy, prędkość
- TTC – Time To Collision,
- PET – Post Encroachment Time,
- DR(AC) – Deceleration Rate to Avoid Crash.



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{TTC} = \frac{d_2}{v_2}, \text{ if } \frac{d_1}{v_1} < \frac{d_2}{v_2} < \frac{d_1+l_1+w_2}{v_1} \\ \text{TTC} = \frac{d_1}{v_1}, \text{ if } \frac{d_2}{v_2} < \frac{d_1}{v_1} < \frac{d_2+l_2+w_1}{v_2} \end{array} \right.$$

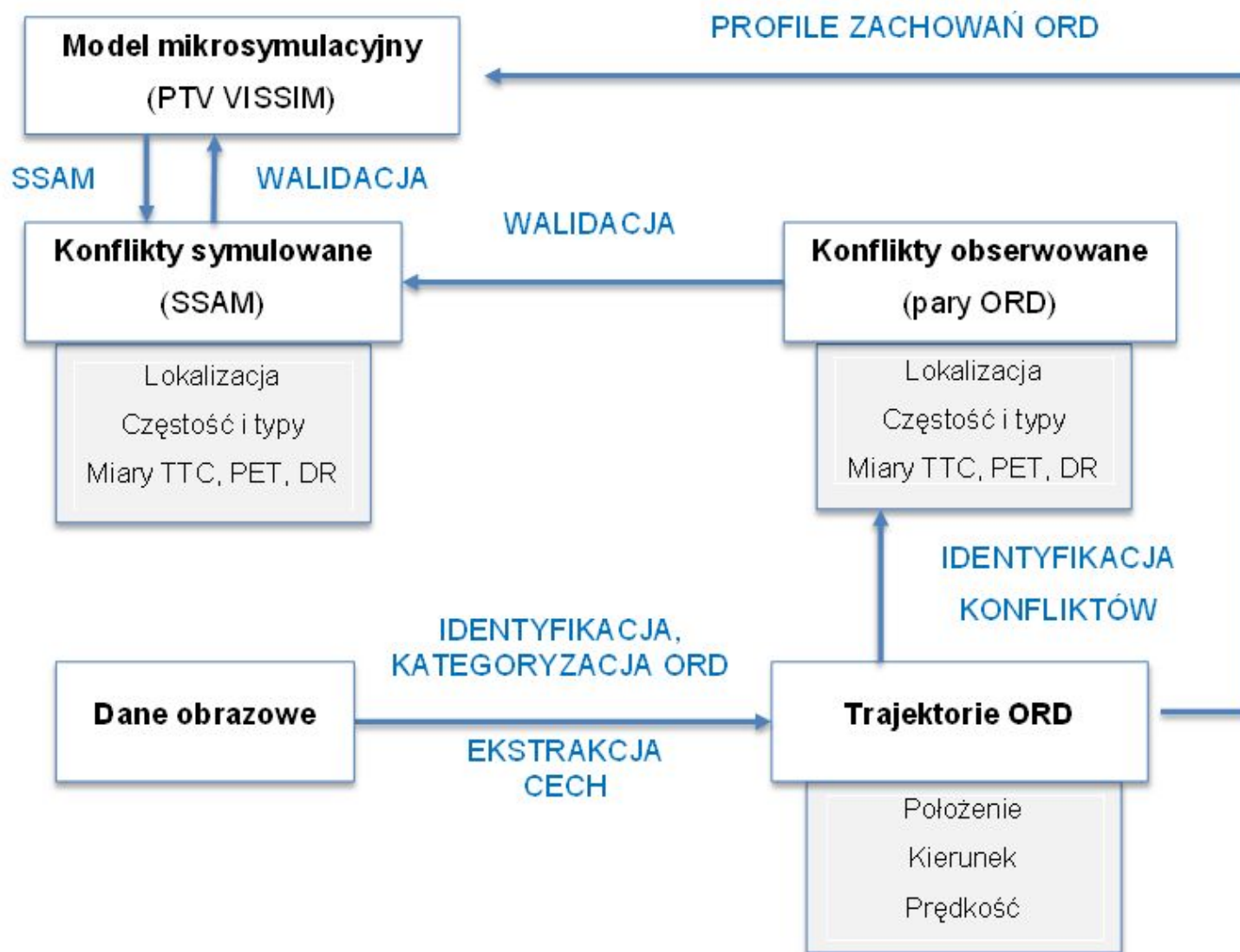


$$\text{PET} = t_2 - t_1$$

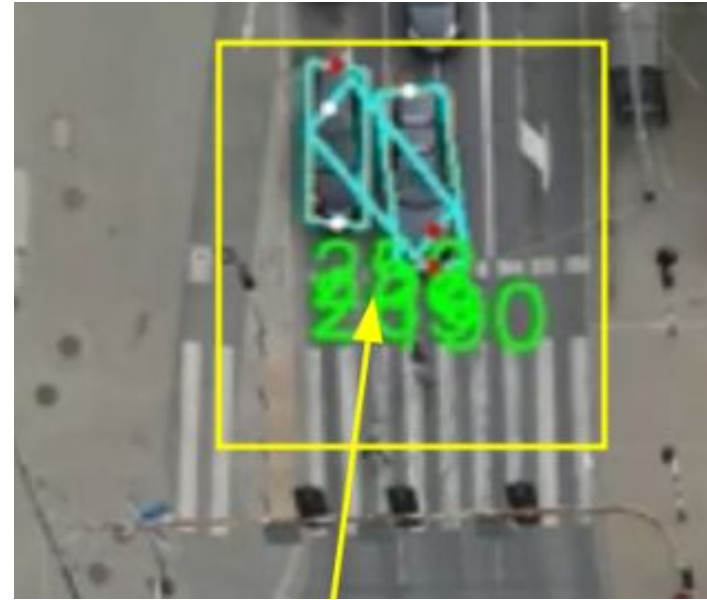


Czas do kolizji (TTC)	$\text{TTC} = \frac{d_2 - l_1 - w_2}{v_2 - v_1}$
Czas do skrzyżowania (TTI)	$\text{TTI} = \frac{d_1}{v_1}$
Czas wystawienia na TTC (TET)	$\text{TET} = \frac{d_1}{v_1} - \text{TTC}$
Całk. czasu wystawienia na TTC (TIT)	$\text{TIT} = \frac{d_1}{v_1} - \text{TTC} + \text{TTC}$
Zmodyfikowany czas do kolizji (MTTC)	$\text{MTTC} = \frac{-\Delta v \pm \sqrt{\Delta v^2 + 2 \Delta v a \Delta t}}{a}$
Wskaźnik zdarzenia drogowego (CI)	$\text{CI} = \frac{v_1 + v_2}{2} \left(\frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2 + v_2^2} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2 + v_2^2} \right)$
Odstęp (H)	$H = v_1 - v_2$
Czas do wypadku (TA)	$\text{TA} = 1.5 \frac{H}{16.7 H \exp(-0.0306 H) + 0.5 H}$
Czas po opuszczeniu punktu kolizji (PET)	$\text{PET} = t_2 - t_1$
Potencjalny wskaźnik dla wypadków z nagłym hamowaniem (PICUD)	$\text{PICUD} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 a H} + \frac{v_1 - v_2}{H}$
Wskaźnik drogi zatrzymania	$\text{WZ} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 a H}$
Niebezpieczna gęstość (UD)	$\text{UD} = \frac{\sigma_{v_1}^2 - 1}{\sigma_{v_2}^2 - 1} \left(\frac{\Delta v}{v_1} \right)^2 + \frac{v_1 - v_2}{v_1}$
Funkcja wskaźnika krytycznego (CIF)	$\text{CIF} = \frac{v_1 - v_2}{v_1^2 - v_2^2}$
Wskaźnik prawdopodobieństwa zdarzenia drogowego (CPI)	$\text{CPI} = \frac{\sigma_{v_1}^2 \sigma_{v_2}^2 \left(\frac{v_1 - v_2}{v_1^2 - v_2^2} \right)^2 + \left(\frac{v_1 - v_2}{v_1} \right)^2}{\sigma_{v_1}^2 + \sigma_{v_2}^2}$
Różnica odstępu i drogi zatrzymania	$\text{RZ} = \frac{v_1^2}{2 a} + \frac{v_1 - v_2}{a} - \frac{v_2^2}{2 a} + \frac{v_2^2}{2 a}$
Opóźnienie do uniknięcia kolizji (DRAC)	$\text{DRAC} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 a (v_1 - v_2)}$

Wykorzystanie mikrosymulacji do oceny brd (SSAM)



Konflikty obserwowane, symulowane - lokalizacja



Spodziewane efekty działania systemu PROBRD, wspomagającego zarządzanie BRD

- **analizy ruchu** (natężenie ruchu i jego zmienność, prędkość, rozkład kierunkowy, itp.)
- **ocena efektywności środków poprawy bezpieczeństwa** ruchu z wykorzystaniem proaktywnej oceny zagrożeń w ruchu
- **wykrywanie zagrożeń w ruchu wraz z rekomendacjami ich łagodzenia**
- **zastosowanie analiz symulacyjnych** (mikro – konflikty symulowane i makro-rozkład ruchu w sieci) **do oceny zmian oceny bezpieczeństwa ruchu w obszarze wskutek zmian w sieci drogowej**

TOR | ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki



skysnap

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

dr hab. inż. Mariusz Kieć, prof. PK
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
mkiec@pk.edu.pl