TRAMWAJE WARSZAWSKIE

Wpływ jakości danych dostarczanych sterownikom sygnalizacji na skuteczność nadawania priorytetów dla autobusów

Bartosz Guralski Jarosław Szustek

III KRAKOWSKIE DNI BEZPIECZEŃSTWA W MIASTACH 2021
Kraków, 27-29 października 2021 r.
INNOWACYJNY TRAMWAJ 2021 SYGNALIZACJA ŚWIETLNA 2021 BUSPASY 2021
www.konferencjespecjalistyczne.pl

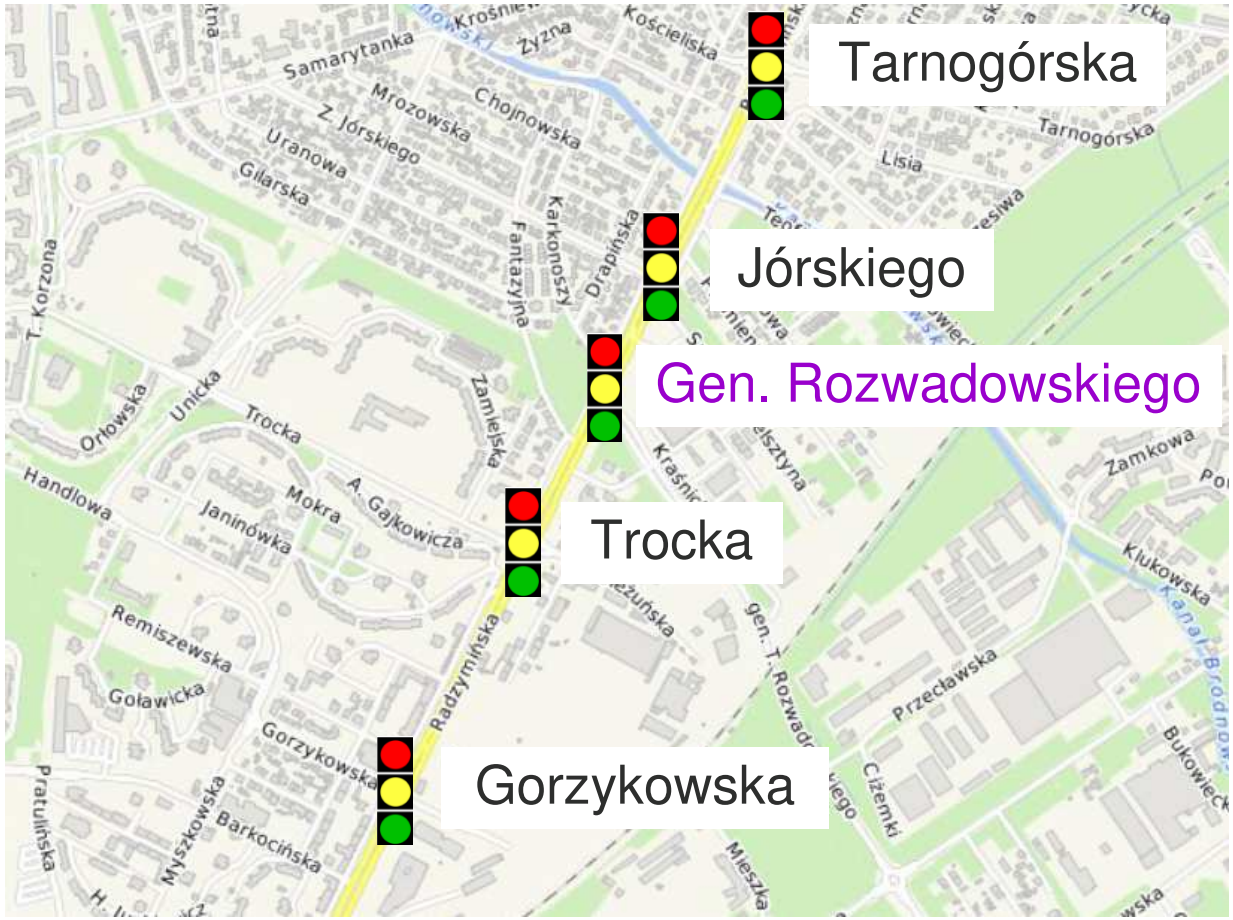
TRAMWAJE WARSZAWSKIE

Priorytet dla tramwajów (PDA) w Warszawie - stan na październik 2021 r.

- postulowane w sygnalizacji świetlnej od 2018 r.
- przewidziane w strategii transportowej miasta
- rutynowo wymagane od projektantów sygnalizacji
- zaopatrzenie w dane o ruchu autobusów w gestii organizatora przewozów (Zarząd Transportu Miejskiego)
- projekt pilotażowy na ul. Radzymińskiej

PDA na ul. Radzymińskiej

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

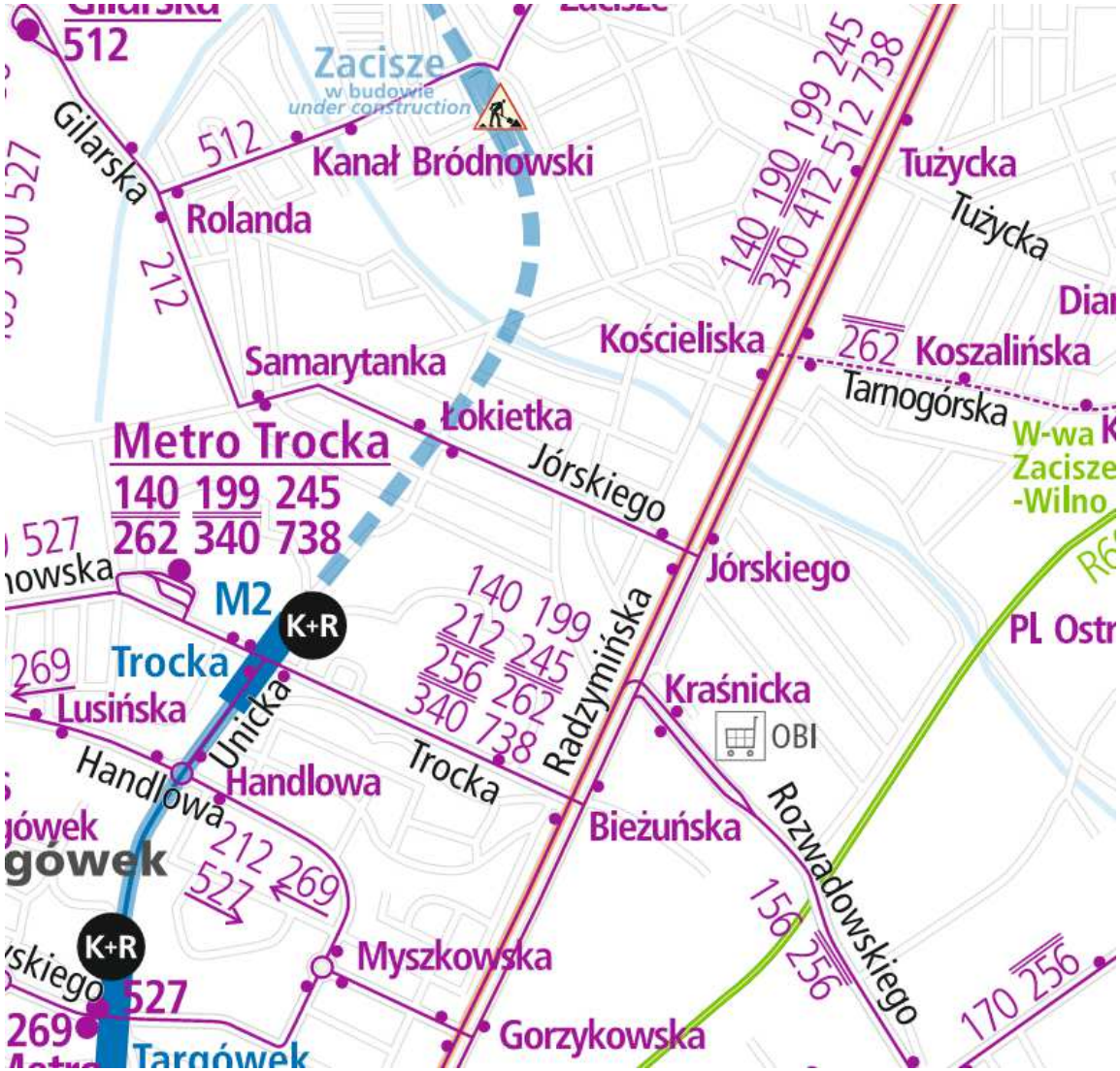


posterunek pomiarowy

- odcinek 1,4 km (buspas w kierunku Centrum)
- 5 sygnalizacji

Posterunek pomiarowy

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

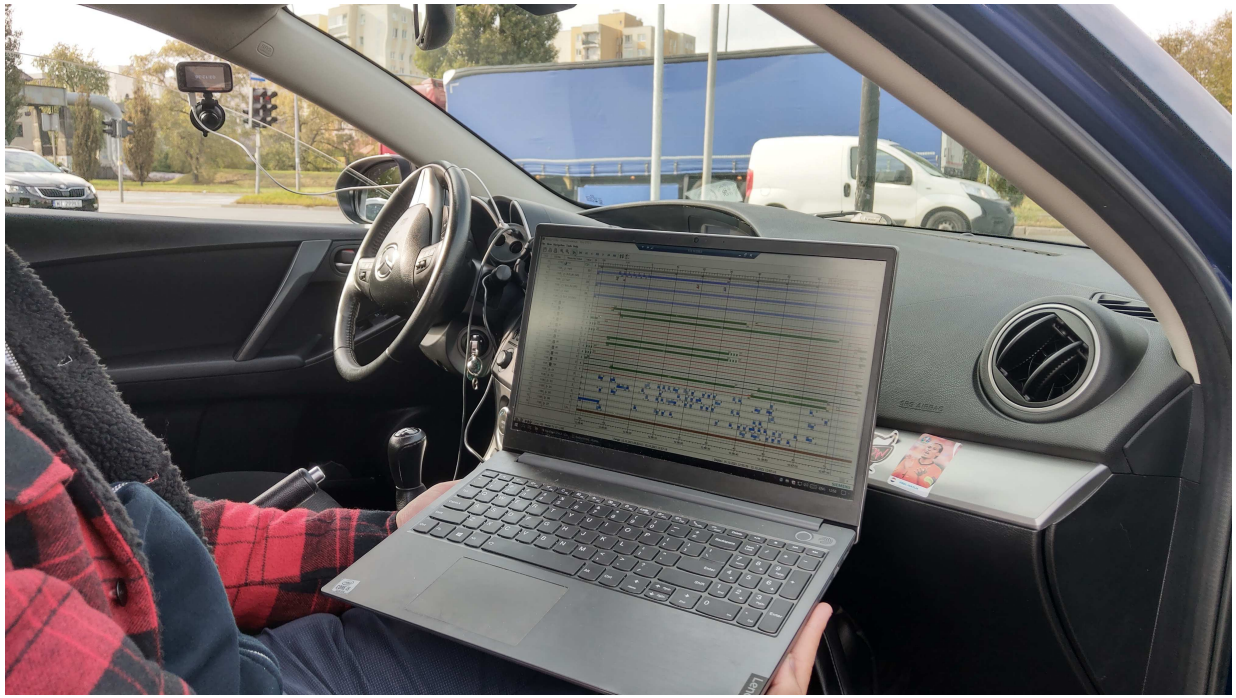


12 linii dziennych:

140
156
190
199
212
245
256
262
340
412
512
738

Posterunek pomiarowy

TRAMWAJE WARSZAWSKIE



- podgląd online działania sygnalizacji świetlnej
- stany detektorów i telegramy autobusowe
- pośrednictwo Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem (ZSZR) – program Scala

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

Specyfikacja ramki pojazdowej udostępnianej z systemu ZTM na potrzeby projektów ruchowych sygnalizacji świetlnej

Nazwa pola	Opis	Przyjmowane wartości
Idd	Unikalny identyfikator grupy sygnalizacyjnej (wlotu na skrzyżowanie z określonym kierunkiem)	1 - … (liczby całkowite)
Idp	Unikalny identyfikator pojazdu	1 - … (liczby całkowite)
Tmn	Minimalny (najwcześniejszy prognozowany) czas dojazdu pojazdu na linię zatrzymania	UNIX timestamp, w przypadku braku danych lub po przekroczeniu linii zatrzymania = 0
Top	Średni (najbardziej prawdopodobny wskazany przez algorytm) czas dojazdu pojazdu do linii zatrzymania	UNIX timestamp, w przypadku braku danych lub po przekroczeniu linii zatrzymania = 0
Tmx	Maksymalny (najpóźniejszy prognozowany) czas dojazdu pojazdu na linię zatrzymania – z wyłączeniem sytuacji losowych, których nie byliśmy w stanie przewidzieć	UNIX timestamp, w przypadku braku danych lub po przekroczeniu linii zatrzymania = 0

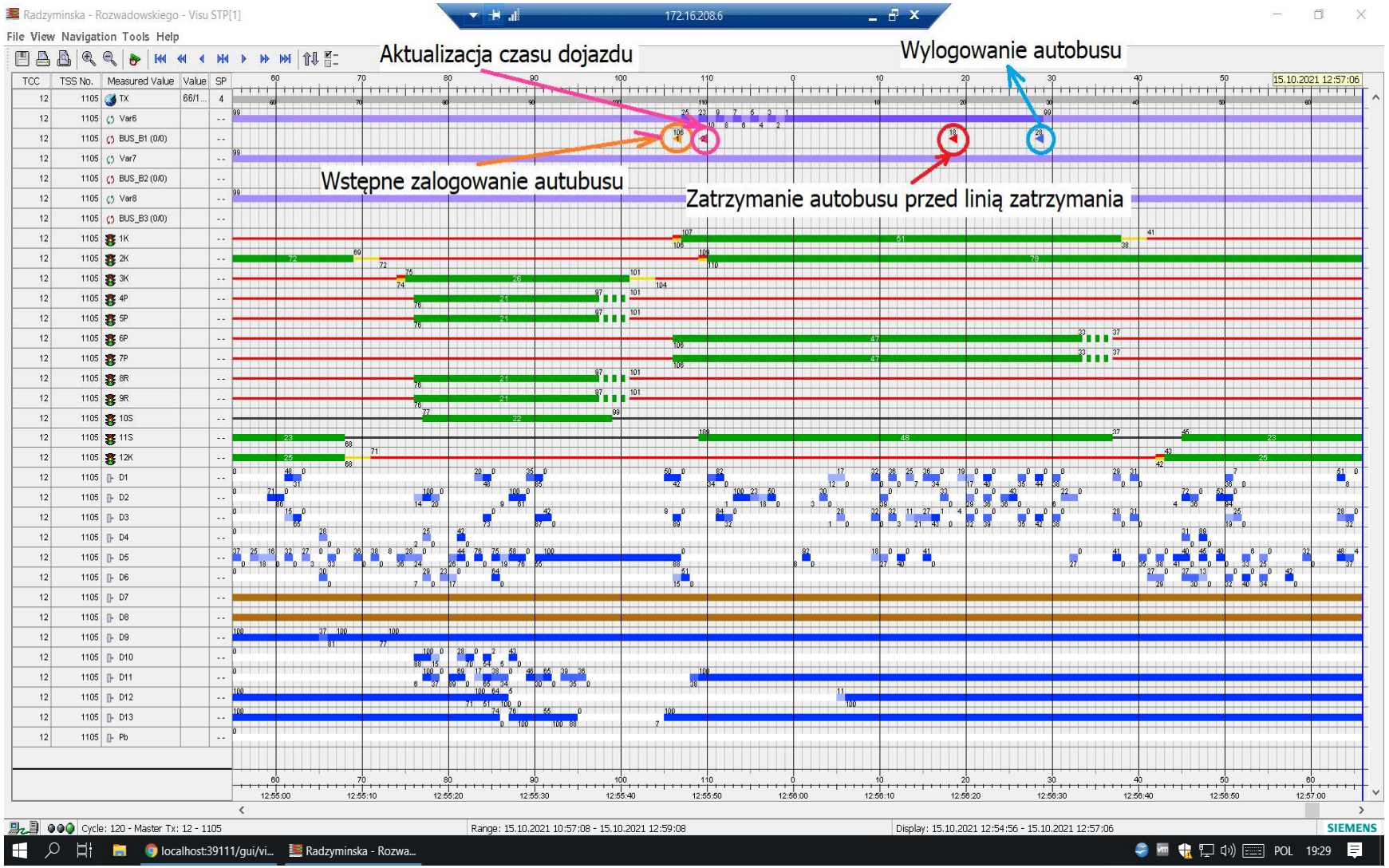
TRAMWAJE WARSZAWSKIE

Specyfikacja ramki pojazdowej udostępnianej z systemu ZTM na potrzeby projektów ruchowych sygnalizacji świetlnej

Nazwa pola	Opis	Przyjmowane wartości
St1	Zgłoszenie zatrzymania autobusu na drodze dojazdu do sygnalizacji – tzw. Strefa 1 (interpretowanego przez system jako jego utknięcie w zatorze drogowym).	F – nie nastąpiło, T - nastąpiło
St4	Zgłoszenie zatrzymania autobusu na drodze dojazdu do sygnalizacji – tzw. Strefa 4 (zgłoszenie dalekie).	F – nie nastąpiło, T - nastąpiło
Wfc	Informacja o wylogowaniu pojazdu (znalezieniu się za linią zatrzymania) – wg. prognozy ruchu	F – nie nastąpiło, T - nastąpiło
Wrl	Informacja o wylogowaniu pojazdu (znalezieniu się za linią zatrzymania) – wg. danych z pojazdu	F – nie nastąpiło, T - nastąpiło
Upr	Wartość priorytetu pojazdu	0 – 5 (liczby całkowite) – im wyższa tym wyższy priorytet

Konwersja danych od ZTM

TRAMWAJE WARSZAWSKIE



Wyniki pomiarów

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

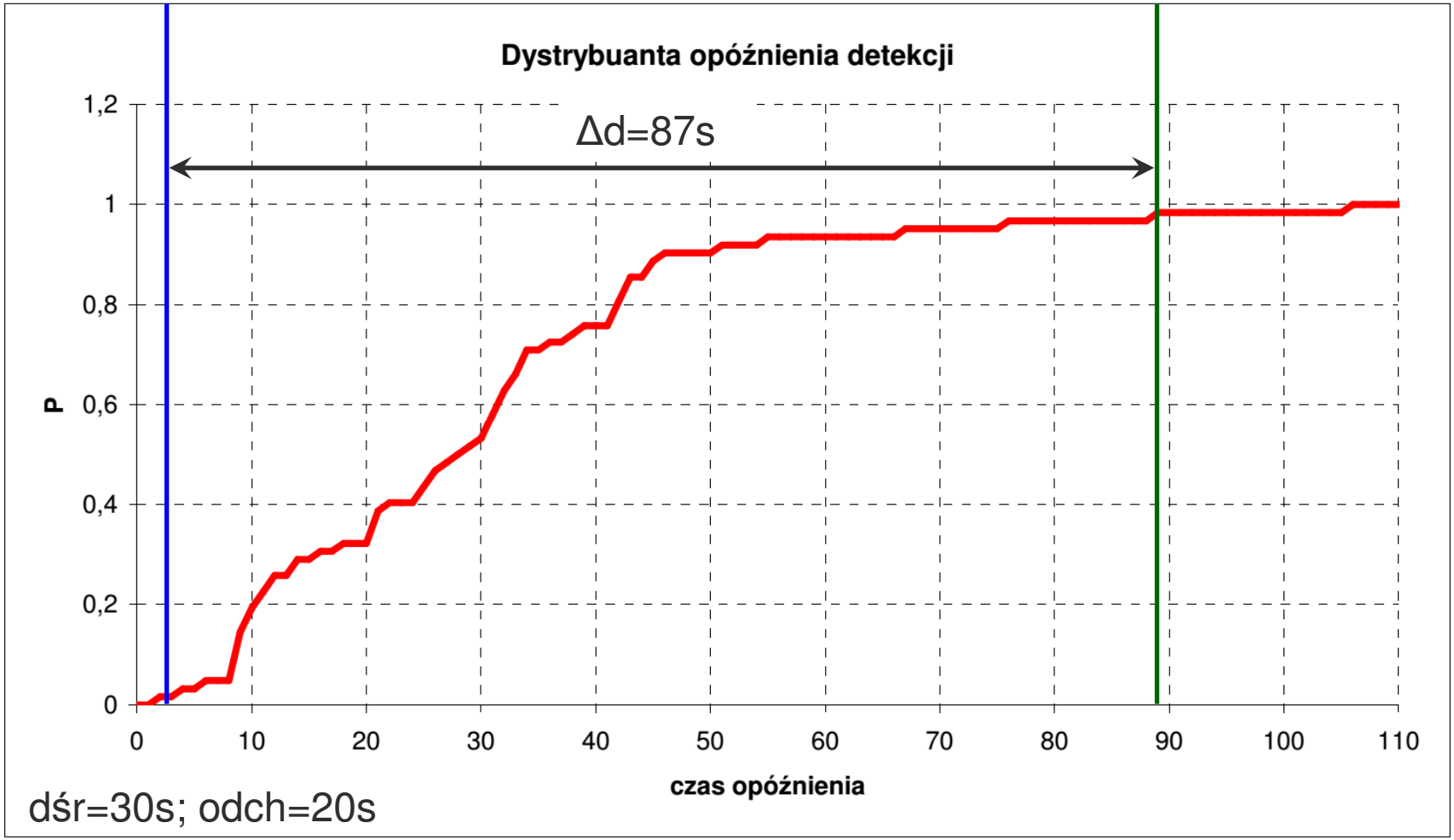
- czas pomiaru: **2h** (11:00-13:00)
- zarejestrowano **93** kursy na wszystkich wlotach
- **25** autobusów nie logowało się w systemie (**27%**)
- **6** autobusów dostało prawidłowo lokalny PDA (**6%**)
- najwcześniejsze wylogowanie – po **2s**
- najpóźniejsze wylogowanie – po **106s**
- średnie wylogowanie – po **30s**
- odch. std. czasu wylogowania – **20s**

Wyniki pomiarów

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

dmin=2s

dmax=89s (P>98%)



Obserwacje

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

- długie oczekiwanie na zakończenie fazy autobusowej powiększa straty czasu dla strumieni ruchu nieobjętych priorytetem i generuje dodatkowe kolejki

Obserwacje

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

- wydłuża się czas bezwładności programu sygnalizacji, tj. czas do momentu ponownej gotowości do nadania PDA
- efekt poprawy warunków ruchu autobusów uzyskuje się poprzez koordynację uwzględniającą czasy obsługi przystanków

hipoteza:

Gdyby wyłączyć telegramy autobusowe, czas przejazdu autobusów jeszcze by się skrócił.

Wnioski

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

- niezbędne jest weryfikowanie pracy sygnalizacji świetlnych w oparciu o specjalistyczne oprogramowanie śledzące online pracę sygnalizacji
- po przejechaniu przez autobus linii zatrzymania sterownik wydłuża dla niego sygnał zezwalający średnio przez 30s (z odch. std. 20s) – **szum detekcji**
- wysoki czas opóźnienia w określaniu momentu przekroczenia linii zatrzymania w zasadzie uniemożliwia nadanie pełnego priorytetu
- pożądane jest opracowanie szybszej metody wykrywania przejazdu przez linię zatrzymania np. selektywna wideodetekcja SVD lub RFID

Wnioski

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

rozpoznanie
BUS ZTM lub
tabl. rej.

Wnioski

TRAMWAJE WARSZAWSKIE

- na skrzyżowaniach opartych wyłącznie o detekcję w postaci telegramów autobusowych algorytmy powinny być stosunkowo proste (wydłużanie fazy autobusowej, skracanie faz kolizyjnych)
- zakresy wydłużeń priorytetowych – zbliżone do programów bazowych (np. 5s ekstra w dzień i 10s w nocy); **w przyszłości można zwiększyć**
- badania mikrosymulacyjne przed wdrożeniem powinny uwzględniać szum detekcji autobusowej, który w zasadniczy sposób wpływa na miary warunków ruchu
- wskazane jest pilne przeprowadzenie testów nowych technologii detekcji na linii zatrzymania