

# MIASTO I TRANSPORT

V KONFERENCJA  
NAUKOWO-TECHNICZNA

Nowoczesna  
Komunikacja  
Autobusowa

## ZASTOSOWANIE INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH (ITS) W NOWOCZESNYM TRANSPORCIE AUTOBUSOWYM

PIOTR KRUKOWSKI  
ZDiUM Wrocław



2 MARCA 2011  
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
MAŁA  
AULA  
GMACH POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ  
PLAC  
POLITECHNIKI 1

# Plan prezentacji



1. Co to jest ITS
2. Systemy łączności
3. Automatyczna lokalizacja pojazdów
4. Rozwiązania standardowe (Dynamiczna Informacja Przystankowa, pobieranie opłat ...)
5. Zliczanie pasażerów
6. Automatyczna analiza obrazu
7. Priorytet dla transportu publicznego
8. Technologie sterowania dostępem do pasa autobusowego
9. Monitorowanie wydajności i analiza danych

# Co to jest ITS



Norma ISO 14813-1:2007 dotycząca Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS) definiuje ITS poprzez usługi:

1. Informacja dla podróżujących
2. Zarządzanie ruchem i działalnością operacyjną
3. Pojazd
4. Transport ładunków
5. Transport publiczny
6. Ratownictwo i pomoc drogowa (*Emergency*)
7. Płatności elektroniczne związane z transportem
8. Bezpieczeństwo osobiste (*Road transport-related personal security*)
9. Informacja pogodowa i o zanieczyszczeniu środowiska
10. Działania w przypadku katastrofy (*Disaster response management and coordination*)
11. Bezpieczeństwo publiczne (*National security*)
12. Zarządzanie danymi ITS

# Przyczyny stosowania ITS w tp



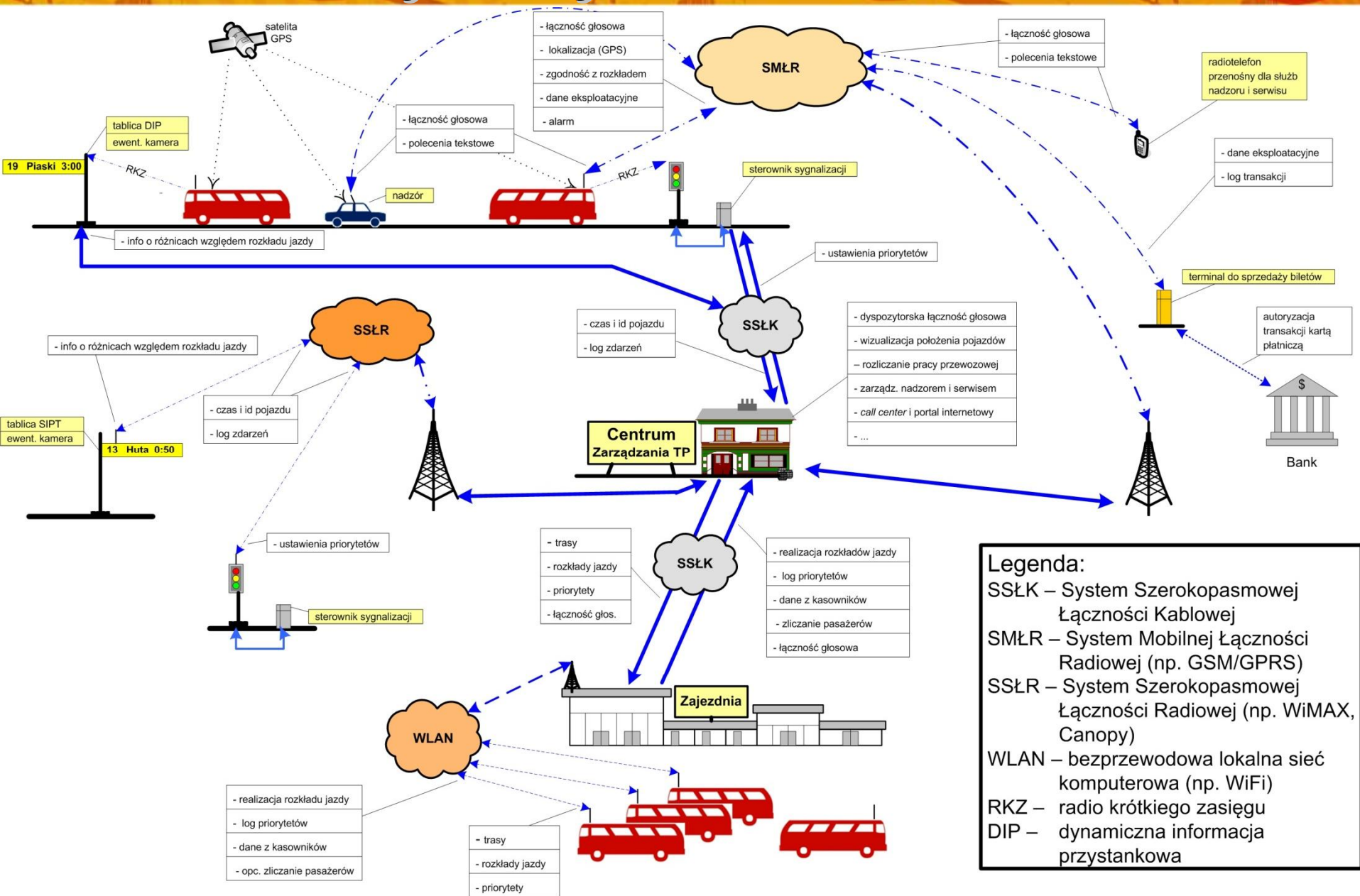
1. Zwiększenie prędkości handlowej – duży repertuar środków
  - priorytet w sygnalizacji świetlnej dla autobusów tp,
  - sterowanie ruchem w korytarzach z pasami autobusowymi,
  - kontrola przestrzegania przepisów,
  - poprawa jakości rozkładów jazdy,
2. Zwiększenie bezpieczeństwa pasażerów, w pojeździe i na przystankach
3. Informacja przed - i w trakcie podróży
4. W końcowym rezultacie - zwiększenie atrakcyjności transportu autobusowego

# Kilka uwag początkowych

1. Z powodu skumulowania czynników takich, jak zatłoczenie, sygnalizacja uliczna i wymiana pasażerów na przystankach przeciętna prędkość przemieszczania się autobusów wynosi tylko ok. 60 % prędkości samochodów osobowych wykorzystujących te same ulice.
2. Nie wszystkie rozwiązania stosowane w systemach BRT warto stosować w Polsce
3. Duże znaczenie ma skuteczna kontrola przestrzegania przepisów dotyczących ruchu na pasach autobusowych



# Systemy łączności



# Rozwiązania standardowe

Rozwiązania standardowe w każdym nowoczesnym systemie miejskiego transportu publicznego to:

- dynamiczna informacja przystankowa (DIP) dostępna na tablicach elektronicznych, w Internecie i w telefonach komórkowych
- systemy biletu elektronicznego/karty miejskiej/płatności mobilnych
- monitoring wizyjny na przystankach i rejestracja obrazu wewnątrz pojazdu
- łączność alarmowa na przystankach

# Synergia czterech technologii



Grenoble, Gare Echirolles



Amsterdam, Zuid

Jedno urządzenie, w skład którego wchodzi:

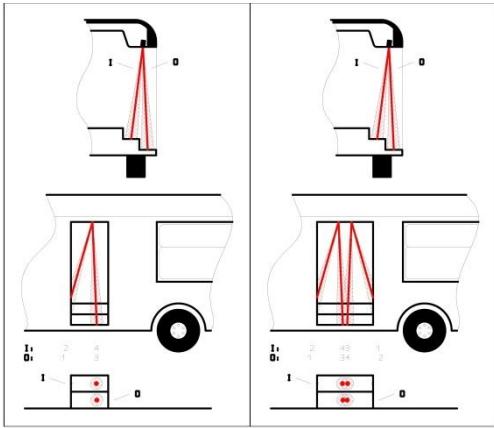
1. tablica LED dynamicznej informacji przystankowej,
2. kamera(y) monitoringu, zwiększająca bezpieczeństwo pasażerów na przystanku,
3. kolumna łączności alarmowej
4. terminal szerokopasmowego systemu łączności kablowej



# Zliczanie pasażerów



IRMA, źródł. IRIS



Grenoble



Kurytyba, źródł. Jetsetta



- dwie popularne metody
  - bramki liczące
  - analiza danych z elektronicznych systemów pobierania opłat
- doświadczenia krajowe i zagraniczne pokazują ogromną rolę zliczania pasażerów w równoważeniu popytu i podaży w transporcie publ.
- wiele rozwiązań zagranicznych nie sprawdziłoby się w Polsce

# Automatyczna analiza obrazu



1. Jedna z najbardziej obiecujących technologii w ITS
2. Stosowana m.in. w:
  - detekcji ruchu,
  - wykrywaniu wjazdów na skrzyżowanie na czerwonym świetle (*red light enforcement*),
  - identyfikacji pojazdów poprzez automatyczne rozpoznawanie tablic rejestracyjnych (ARTR),
  - automatycznym wykrywaniu zdarzeń,
3. Połączenie w/w zastosowań w systemach automatycznego monitorowania pasów autobusowych i ścigania sprawców wykroczeń (*bus lane enforcement*)

# Automatyczna lokalizacja pojazdów



1. Detekcja to nie to samo co identyfikacja
2. Automatyczna lokalizacja (AVL) wymaga niezawodnie działającej identyfikacji pojazdu
3. Pętle indukcyjne są niewystarczające - nie zapewniają identyfikacji pojazdu. Do identyfikacji są stosowane pętle inteligentne lub ARTR
4. GPS może być niewystraszający z n/w powodów
  - niedokładność
  - zaniki sygnału z satelitów
  - chwilowa niedostępność radiowego systemu łącznościGPS bywa uzupełniany pomiarem z odometru (licznika drogi)
5. Najlepsze rozwiązanie to kombinacja różnych metod identyfikacji



- Priorytet dla transportu publicznego (tp) oznacza m.in. priorytetową obsługę pojazdów tp przez sterowniki sygnalizacji świetlnej (TSP – *transit signal priority*)
- Różne rozwiązania dla pojazdów tp poruszających się na :
  - pasie ruchu ogólnego
  - wydzielonym pasie autobusowym/tramwajowym



# Priorytet na pasach autobusowych

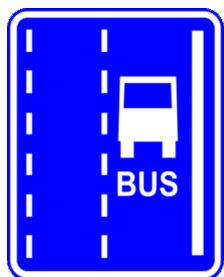
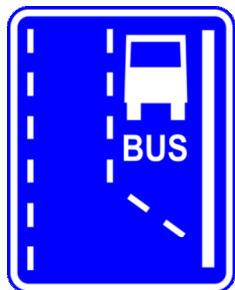


- Niezbędne jest wykrycie (detekcja lub identyfikacja) autobusu
- Po wykryciu może nastąpić odpowiednia zmiana algorytmu sterowania sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniu

# Typy selektywnej detekcji autobusów



1. Pętla indukcyjna na pasie autobusowym podłączona do sterownika sygnalizacji świetlnej
2. Pętla inteligentna na pasie autobusowym lub na pasie ruchu ogólnego, podłączona do sterownika sygnalizacji świetlnej
3. Nadajnik (pojazd) i odbiornik (sterownik) sygnału w podczerwieni
4. Radio krótkiego zasięgu (bezpośrednio pojazd – sterownik)



- Pas autobusowy jest przeznaczony „(...) tylko dla autobusów lub trolejbusów oraz innych pojazdów wykonujących odpłatny przewóz osób na regularnych liniach” [§49.1 Rozporządzenia z 31.07.02. w sprawie znaków i sygnałów drogowych]
- W radio krótkiego zasięgu lub nadajnik dla inteligentnej pętli będą wyposażone tylko niektóre pojazdy uprawnione do ruchu po pasie autobusowym

# Sposoby udzielania priorytetów



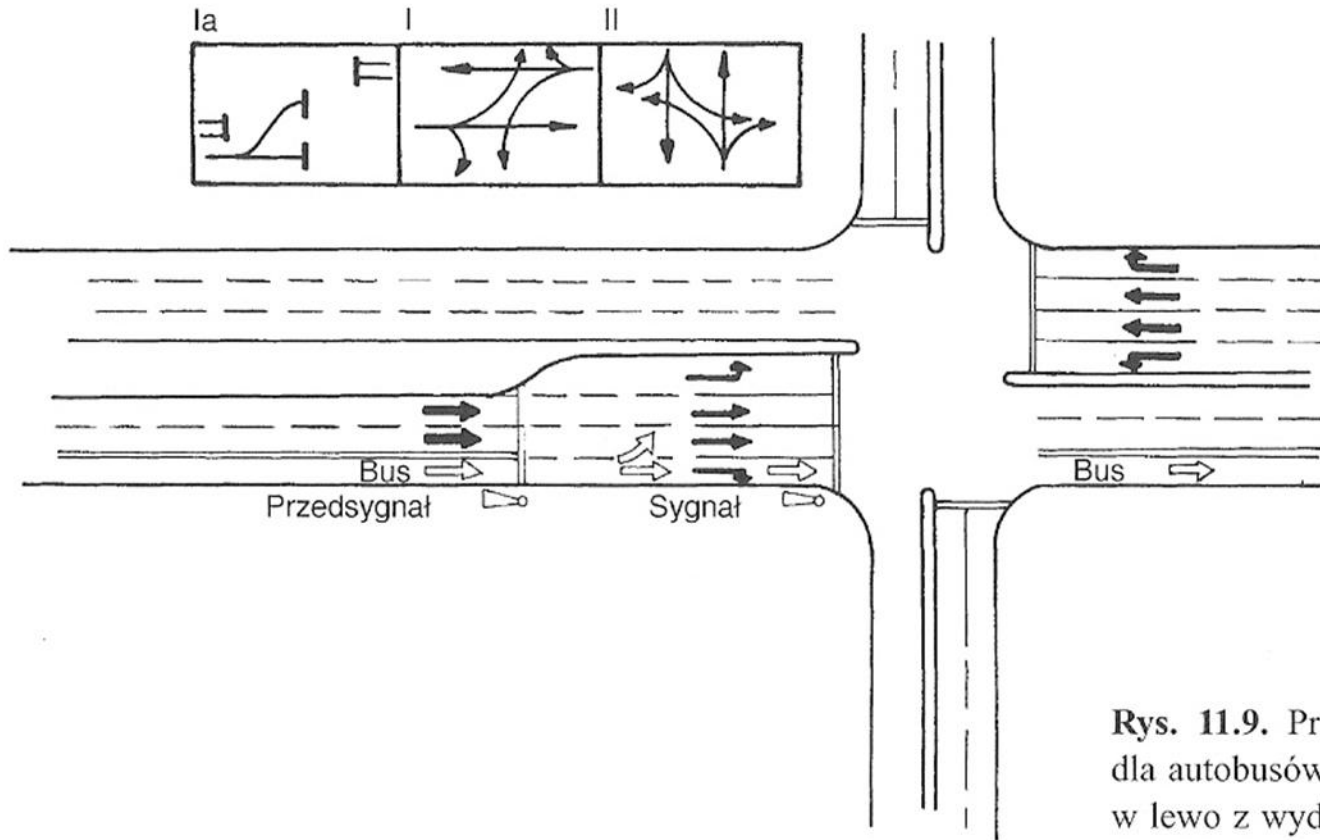
1. Generowanie specjalnej, dodatkowej fazy ruchu dla autobusów poruszających się pasem
2. Wydłużenie fazy światła zielonego dla dojeżdżającego do skrzyżowania autobusu
3. Zamiana sekwencji faz (przywołanie fazy) ze skróceniem aktualnie wyświetlanej fazy i wcześniejszym wyświetleniem fazy dla dojeżdżającego autobusu
4. Jak w 2. lub 3. ale z rekompensatą dla pozostałych faz
5. Sterowanie w oparciu o bieżącą analizę zysków i strat dla wszystkich uczestników ruchu





- Śluzy autobusowe
- Sterowanie poprzez sygnalizację świetlną dostępem do pasa autobusowego lub autobusowo-tramwajowego (PAT) dla innych pojazdów
- Dynamicznie wydzielane pasy autobusowe (IBL - *Intermittent Bus Lane*)

# Śluzy autobusowe



Źródło: „Inżynieria ruchu drogowego”, St.Gaca, W.Suchorzewski, M.Tracz, WKŁ 2008

# Sterowanie dostępem do pasa autobusowego



Wrocław, pl.Srebrny



# Dynamicznie wydzielane pasy autobusowe

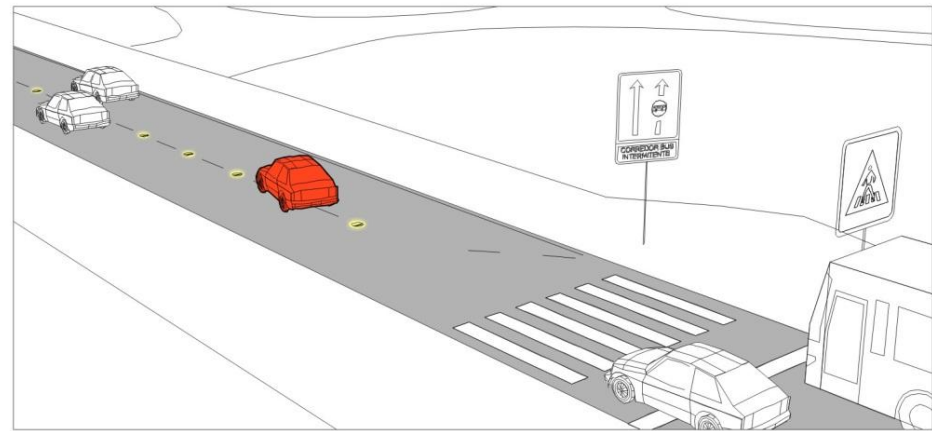
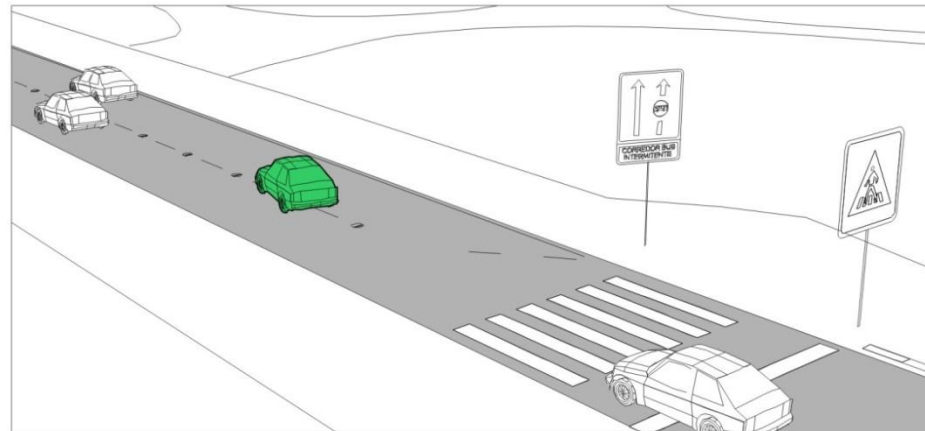
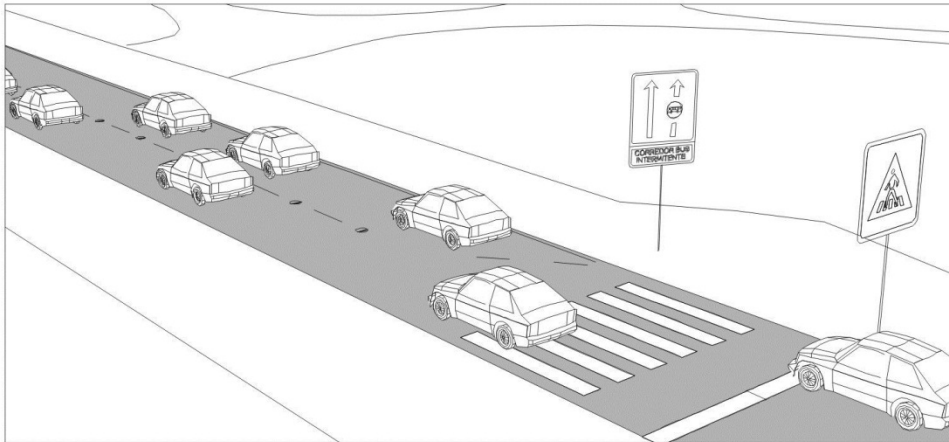


- Dynamicznie wydzielany pas autobusowy, zwany dalej DWPA, to pas ruchu wydzielany dla autobusów na krótki odcinek czasu (czas trwania przejazdu autobusu). Po przejeździe autobusu pas wydzielany staje się pasem ruchu ogólnego aż do pojawienia się kolejnego autobusu, który będzie przejeżdżał tym pasem.
- DWPA jest aktywowany, gdy prędkość przejazdowa dla ruchu ogólnego jest mniejsza niż prędkość rozkładowa autobusu na tym odcinku. Prędkość jest obliczana na bieżąco przez stacje pomiaru ruchu na początku i końcu odcinka.
- W momencie osiągnięcia wartości progowej System Zarządzania Ruchem zapala pulsujące światła położone w nawierzchni wzdłuż linii rozdzielającej pasy. Pulsujące światła mają ostrzegać kierowcę poruszającego się pasem ruchu ogólnego przed wjazdem na DWPA. W momencie wydzielenia pojazdy znajdujące się na DWPA mogą kontynuować jazdę.





# Dynamicznie wydzielane pasy autobusowe



# Dynamicznie wydzielane pasy autobusowe



Test w Lizbonie

# Dynamicznie wydzielane pasy autobusowe



- Rozwiązanie było testowane w:
  - Lizbonie (poprawa prędkości tp 15-25%)
  - Melbourne (poprawa prędkości tp 1-10%)
- Kierowcy samochodów rozumieli, że ograniczenia w ruchu na DWPA trwają krótko
- DWPA przynoszą największe korzyści, gdy pasem przejeżdża kilka autobusów na godzinę
- Kluczowe elementy zapewniające efektywność
  - odpowiednie oznakowanie, w tym dynamiczne (VMS),
  - automatyczne monitorowanie DWPA i ściganie sprawców wykroczeń (*intermittent bus lane enforcement*)

# Wykorzystane materiały



1. APTA Working Group „Implementing BRT Intelligent Transportation Systems”, 2010
2. M.Kiesling, M.Ridgway „Effective Bus-Only Lanes”
3. ATKINS „Środki pierwszeństwa przewidziane dla autobusów – doświadczenia międzynarodowe”
4. José Manuel Viegas i in. „THE INTERMITTENT BUS LANE SYSTEM: DEMONSTRATION IN LISBON” 2007



# Dziękuję za uwagę



Pełna wersja prezentacji dostępna u autora

mgr Piotr Krukowski



Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta  
ul. Długa 49, 53-633 Wrocław



tel.: 71 376 0013, 501 425 835  
[pkrukowski@zdium.wroc.pl](mailto:pkrukowski@zdium.wroc.pl)