

KONFERENCJA NAUKOWO -TECHNICZNA

LXII TECHNICZNE DNI DROGOWE

Wpływ stosowania Inteligentnych Systemów Transportowych na bezpieczeństwo ruchu drogowego

Jacek Oskarbski

Katedra inżynierii Drogowej i Transportowej



KONFERENCJA NAUKOWO -TECHNICZNA

LXII TECHNICZNE DNI DROGOWE

Wpływ stosowania Inteligentnych Systemów Transportowych na bezpieczeństwo ruchu drogowego

Jacek Oskarbski

Katedra inżynierii Drogowej i Transportowej

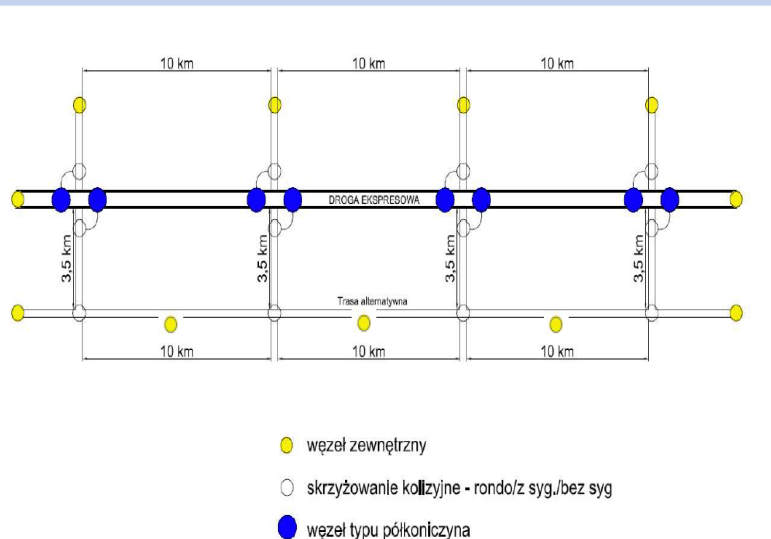


RID 4D „Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego“

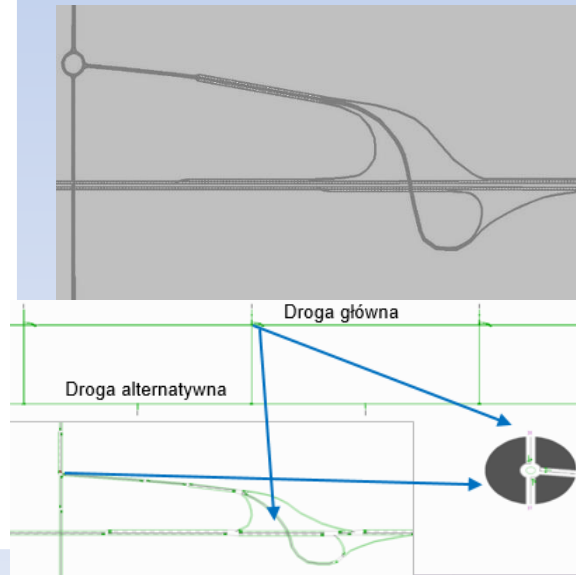
Wykonawcy: Instytut Transportu Samochodowego w konsorcjum z: Politechniką Gdańską, Politechniką Warszawską, Instytutem Badawczym Dróg i Mostów oraz Wojskowa Akademia Techniczna.

Celem naukowym projektu było opracowanie wielokryterialnej metody oceny wpływu usług Inteligentnych Systemów Transportu na poziom bezpieczeństwa i sprawności sieci drogowej.

Sieć testowa



Modele/Badania symulacyjne



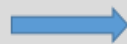
Symulator jazdy



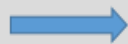
Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego

Zadanie 1 – Poglębiona analiza rodzajów usług inteligentnych systemów transportowych i obszarów ich oddziaływania

Diagnoza stanu usług ITS/słownik



Książka usług



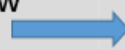
Wzorcowa systematyka

Zadanie 2 – Poglębenie studiów analizy w zakresie wykorzystania usług ITS w celu poprawy stanu BRD i efektywności ruchu

Diagnoza stanu bezpieczeństwa i efektywności ruchu w KSZR



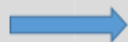
Stan prawny i usługi w pojazdach



Katalog usług (brd/ruch)

Zadanie 3 – Opracowanie wskaźników oceny wpływu usług ITS na BRD

Narzędzia badawcze



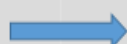
Modele/Badania i Symulacje



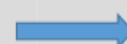
Wskaźniki wpływu ITS na BRD

Zadanie 4 - Opracowanie wielokryterialnej metody oceny, kryteriów i wytycznych dla oceny zmian BRD w zależności od przyjętych rozwiązań ITS

Katalog kryteriów



Wielokryterialne metody oceny

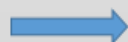


Szkolenie/warsztaty

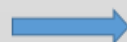


Zadanie 5 – Opracowanie zaleceń w zakresie kryteriów i procedur doboru rozwiązań technicznych w celu poprawy BRD i efektywności ruchu

Kryteria/wskaźniki techniczne



Rekomendacje



Mapa wdrożeń

Propozycja Systematyki usług ITS

- 30 usług głównych
- 109 usług szczegółowych
- Systematyka jest podstawą do dalszych analiz i wyboru usług o największym znaczeniu dla brd i sprawności systemów transportu
- W efekcie prac zauważono konieczność opracowania słownika pojęć

ID	kategoria	kategoria ENG	ID	usługa główna	nazwa usługi ENG	ID	usługa szczegółowa	nazwa usługi ENG	funkcje z FRAME	usługa wg GDDKiA	nazwa usługi wg GDDKiA	Kategoria wg ISO 14813-1:2015	Usługa główna wg ISO 14813-1:2015	Usługa szczegółowa wg ISO 14813-1:2015
3	Zarządzanie ruchem	Manage traffic	3.4	Zarządzanie incydentami drogowymi	Manage incidents	3.4.1	Wykrywanie incyduentu	Detect incidents	3.2.12 3.2.13			Zarządzanie ruchem drogowym oraz jego obsługa	Zarządzanie incydentami związanymi z transportem	Zbieranie szczegółów dot. incyduentu od innego trybu transportu
						3.4.2	Ocena incyduentu i reagowanie na niego	Classify, identify incidents and devise responses	3.2.11 3.2.6					Monitorowanie incydentów oraz zatwierdzanie
						3.4.3	Niwelowanie skutków incyduentu	Provide incidents mitigations to traffic management	3.2.7	4.1	4.1. Wdrażanie organizacji ruchu dla zarządzania zdarzeniami			Materiały niebezpieczne monitorowanie i zarządzanie
						3.4.4	Informowanie o szczegółach incyduentu	Send incident details	3.2.14 3.2.8 3.2.9	1.1	1.1. Informacja o zdarzeniach drogowych:			Koordinacja incyduentu oraz zezwolenie
						3.4.5	Gromadzenie, przetwarzanie i archiwizacja	Manage store of incident data	3.2.10	3.6	3.6. Krajowy Punkt Dostępu			Incydent po stronie wsparcia podróznego

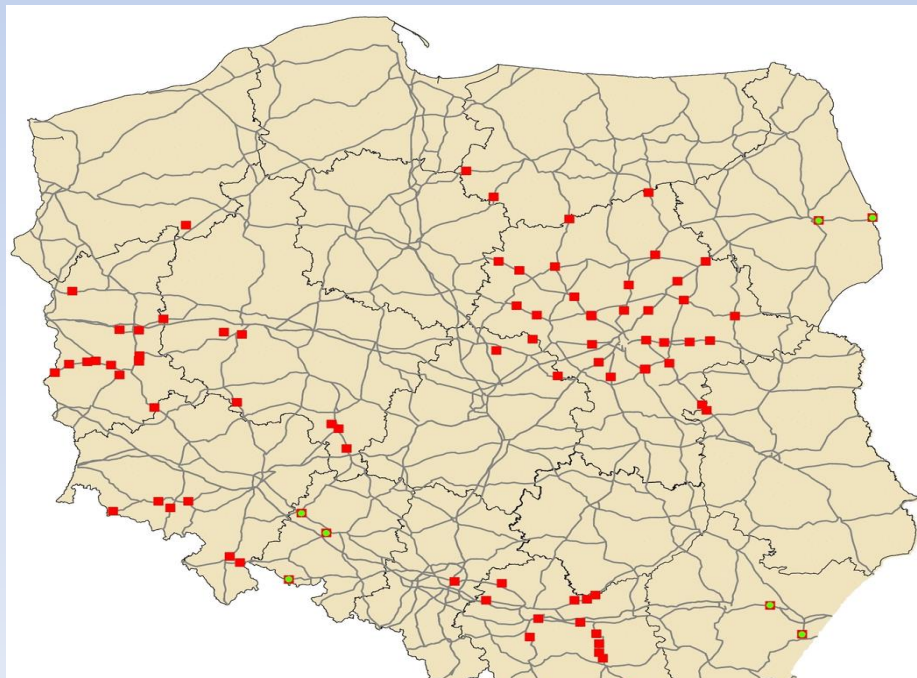
DIAGNOZA

- Badania ankietowe (ocena usług ITS, analiza wdrożeń i zapotrzebowania na rozwój)
- Diagnoza stosowania usług ITS w polskich miastach i KSZR
- Przegląd efektywności stosowanych rozwiązań ITS na świecie
- Analizy danych statystycznych bezpieczeństwa ruchu na autostradach i drogach ekspresowych z uwzględnieniem

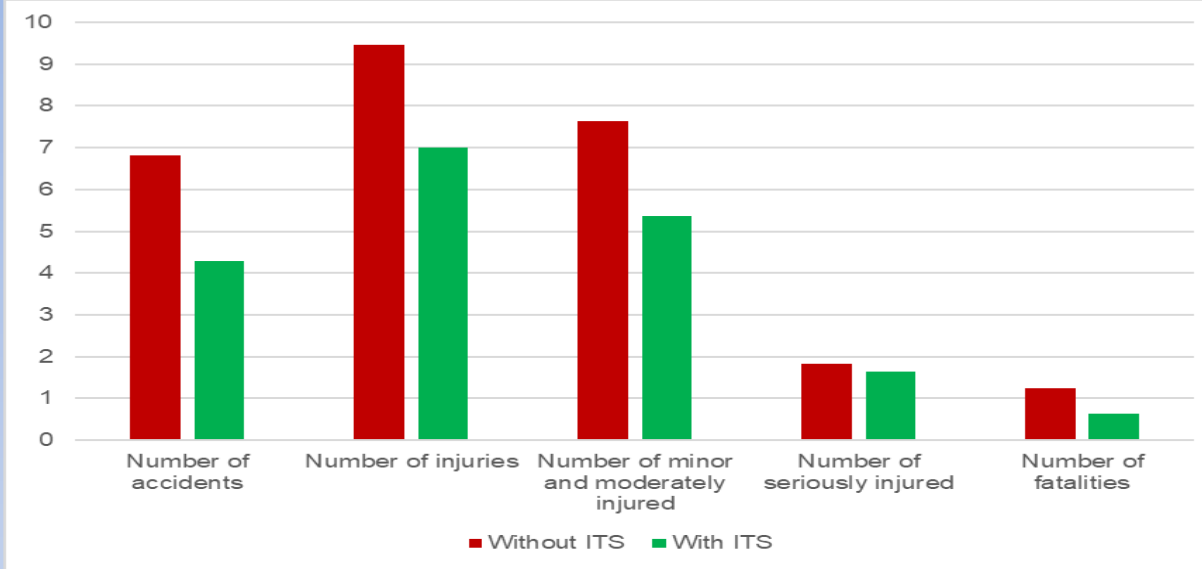
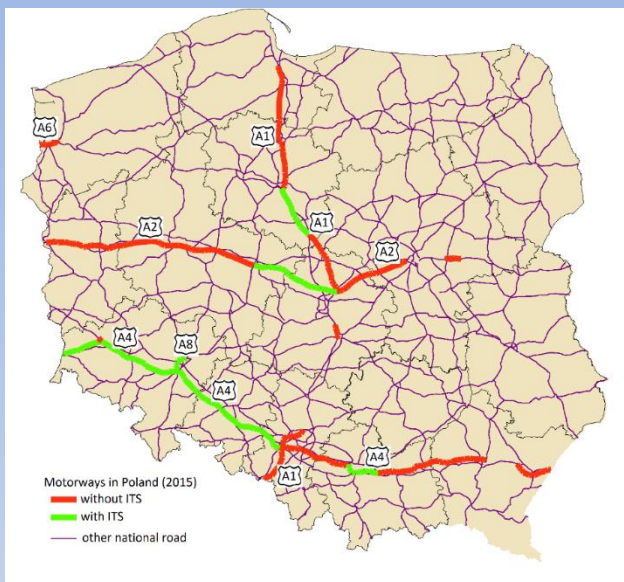
wdrożeń ITS
VMS and weather
stations coverage
(2005-2015)

■ weather stations
● variable message signs

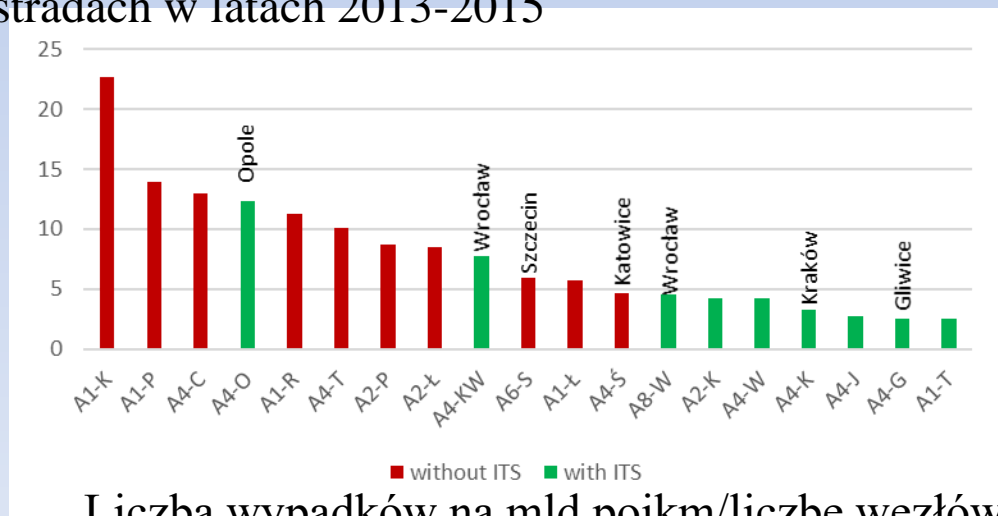
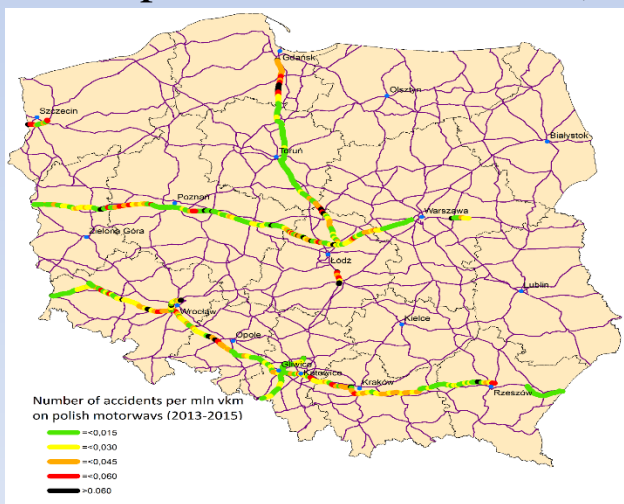
2005



Wpływ usług ITS na bezpieczeństwo ruchu



ITS na polskich autostradach (2015) Liczba wypadków i ofiar na milion pojkm na polskich autostradach w latach 2013-2015



Liczba wypadków na milion pojkm na polskich autostradach (lata 2013-2015)

Liczba wypadków na mld pojkm/liczbę węzłów na odcinkach polskich autostrad

Usługi wybrane do analiz szczegółowych:

Na podstawie badań ankietowych, studiów literatury, wstępnych analiz

- zarządzanie zdarzeniami niepożądanymi (w scenariuszach zostały uwzględnione usługi powiązane – np. zarządzanie prędkością, przekazywanie informacji, systemy sterowania ruchem za pomocą sygnalizacji w przypadku kierowania ruchu na trasy alternatywne)
- dozowanie ruchu na wjazdach na jezdnię główną
- zarządzanie prędkością (zarządzanie prędkością będzie analizowane wariantowo w połączeniu z dozowaniem ruchu, zarządzaniem zdarzeniami oraz przekazywaniem informacji kierowcom)
- automatyczne opłaty autostradowe

MODEL WIELOPOZIOMOWY

Model makroskopowy

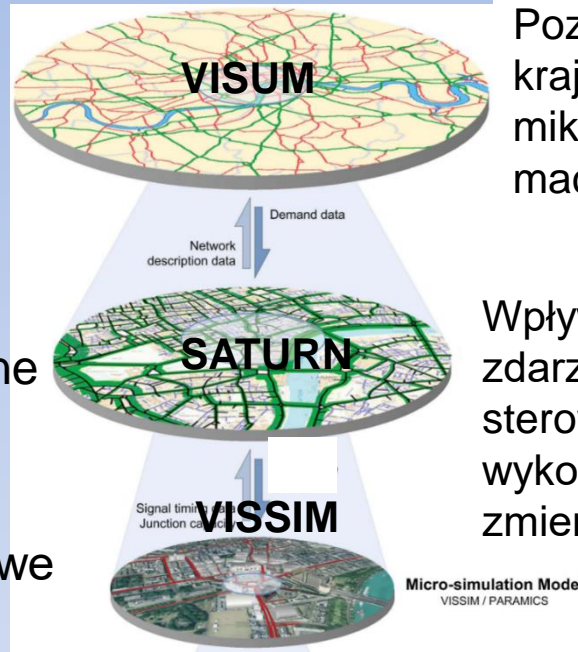
- Oddziaływanie obszarowe, strategiczne

Model mezoskopowy

- Oddziaływanie obszarowe i lokalne - strategiczne/operacyjne

Model mikroskopowy

- Oddziaływanie lokalne, punktowe operacyjne



Pozyskanie danych z modelu krajowego do modeli mezo i mikroskopowych, operacje na macierzach.

Wpływ systemu zarządzania zdarzeniami niepożądanymi, sterowanie ruchem z wykorzystaniem znaków zmiennej treści i sygnalizacji

Wpływ systemu dozowania ruchu na wjazdach na odcinku autostrady, zarządzanie prędkością, opłaty, reakcja na informacje – kalibracja /analiza zachowań kierowców danymi rzeczywistymi oraz z symulatora

Opracowanie modeli teoretycznych /testowych

- Modele sieci drogowej i ruchu – modele mezoskopowe
- Modele sieci drogowej i ruchu – modele mikroskopowe

*Modele opracowane na podstawie analiz własnych i pozyskanych danych oraz danych z symulatora

Kluczowe wskaźniki

- Miary sprawności ruchu i sieci drogowej
- Miary pośrednie brd

*Porównanie /weryfikacja wskaźników

Opracowanie modeli rzeczywistej sieci drogowej i ruchu

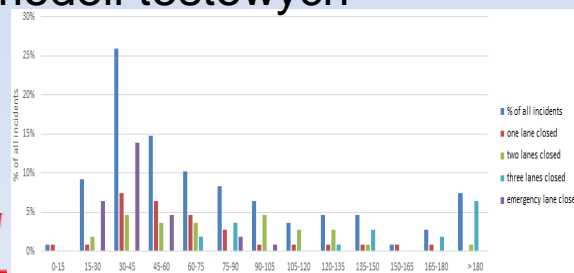
- mezoskopowe
- mikroskopowe

*Weryfikacja użyteczności modeli testowych

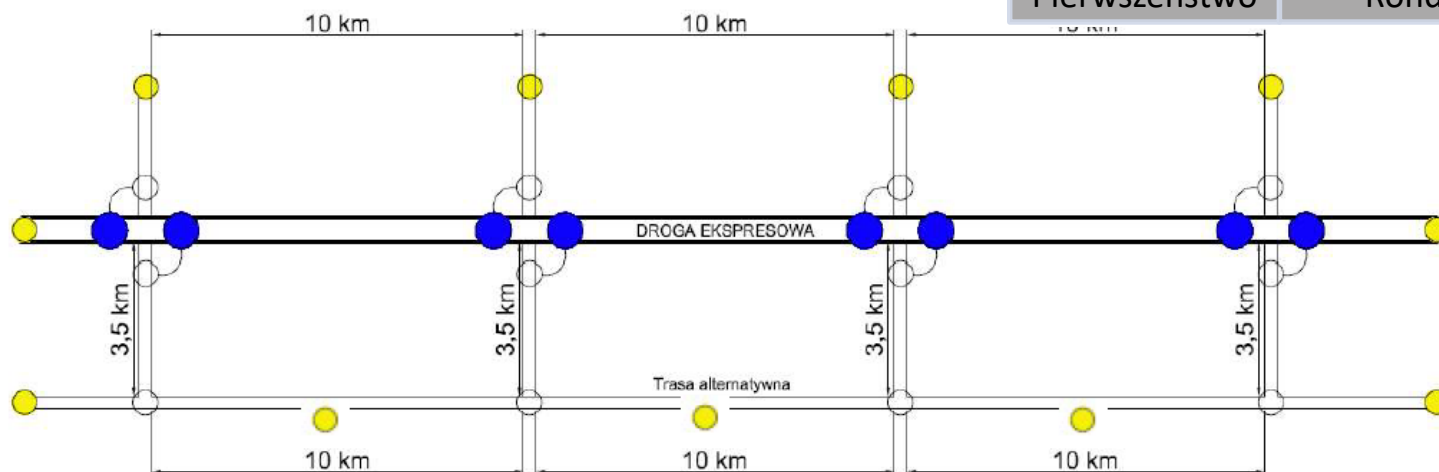
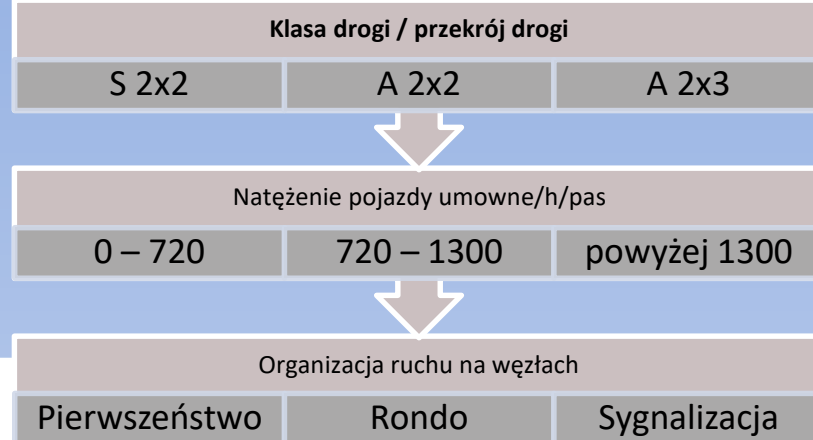
Kalibracja/weryfikacja modeli testowych



viaTOLL



Model testowy



Długość sieci - 74 km, w tym 30

km głównej drogi dla S

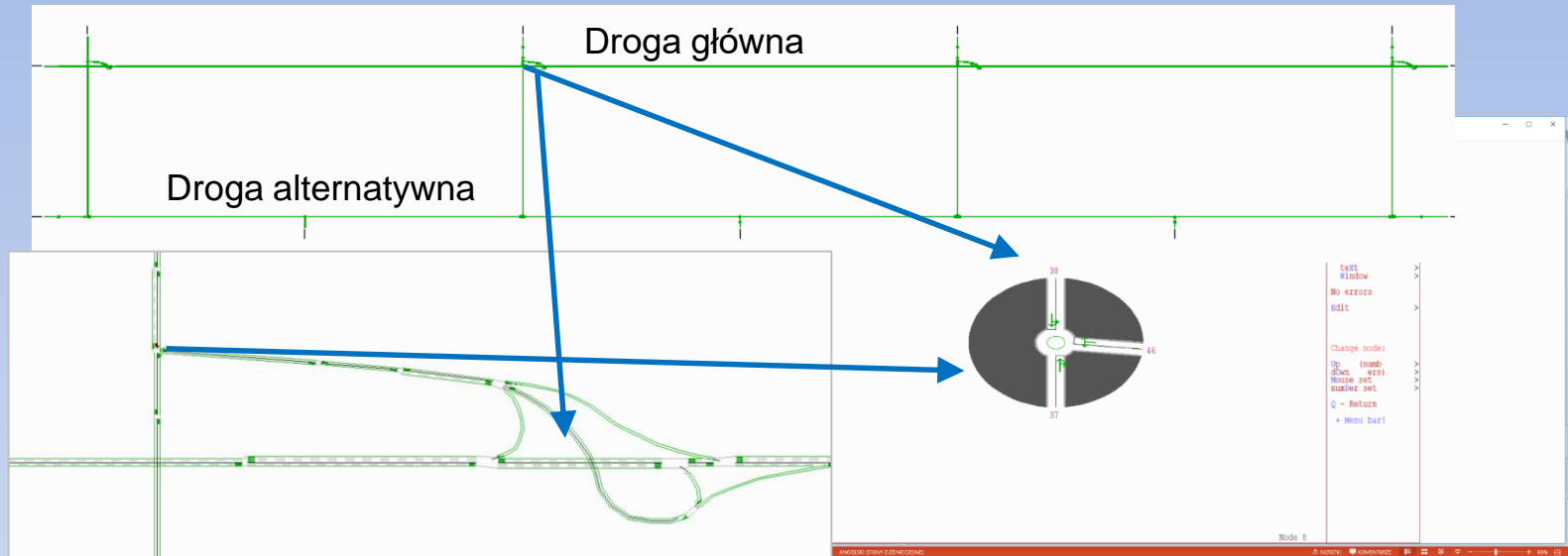
Długość sieci - 120 km, w tym 45

km głównej drogi dla A

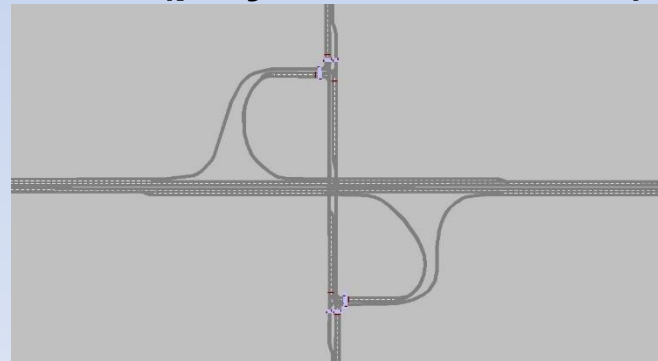
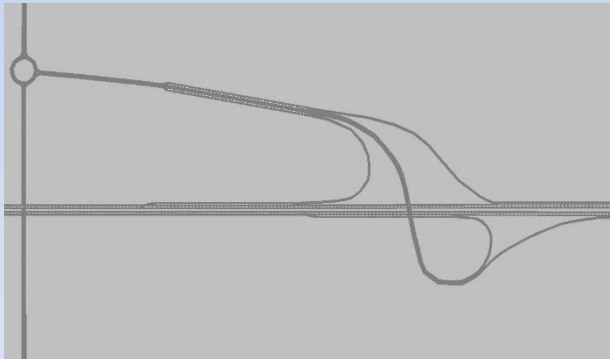
- węzeł zewnętrzny
- skrzyżowanie kolizyjne - rondo/z syg./bez syg
- węzeł typu półkoniczyna

Model testowy

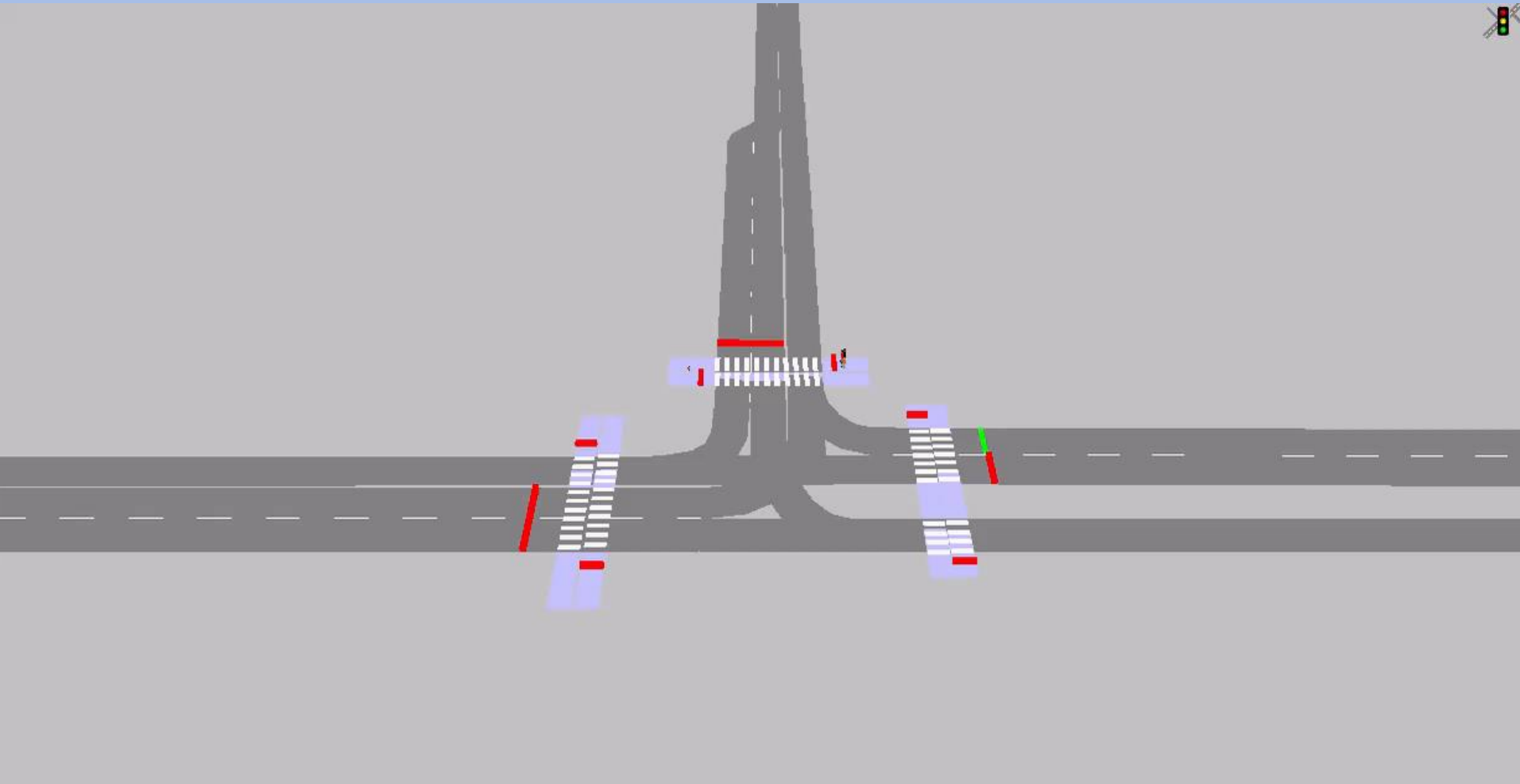
MODELE MEZOSKOPOWE (przykład A 2/2)



MODELE MIKROSYMULACYJNE (przykład A 2/2, S 2/2)



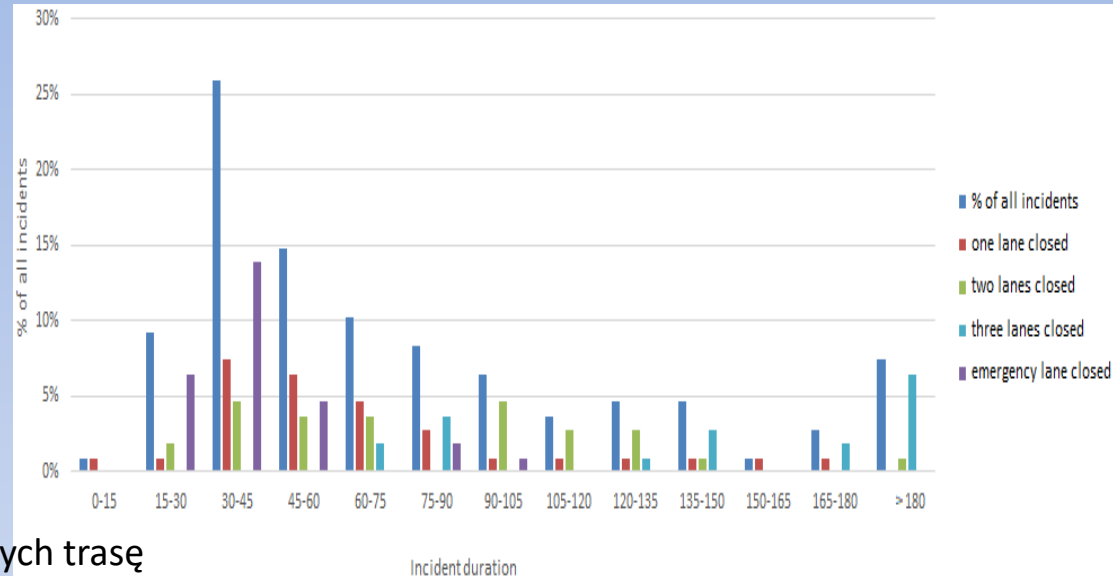
MODELE MIKROSKOPOWE (S 2/2)



MODEL TESTOWY – ZAŁOŻENIA (ZDARZENIA)

Udział procentowy utrudnień w przyjętych przedziałach czasowych

Czas trwania [min]	A2x2	A2x3	S2x2
0-45	19%	43%	39%
45-90	43%	40%	40%
>90	38%	18%	21%



Udział procentowy pojazdów wybierających trasę alternatywną w przypadku utrudnienia

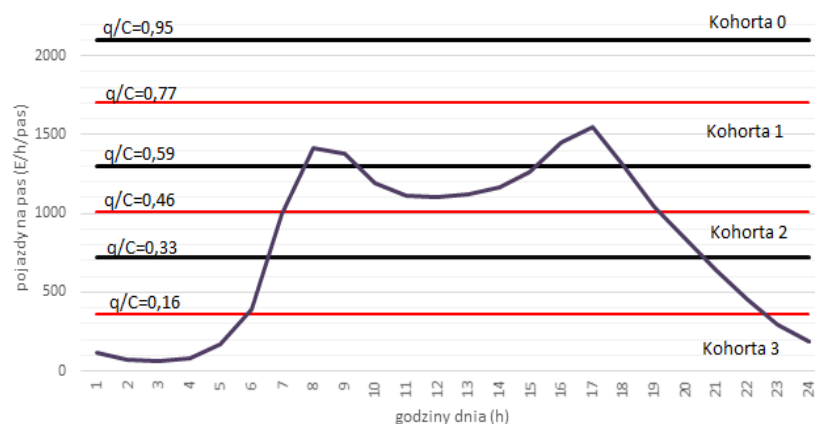
Klasa drogi	Znaki zmiennej treści	Czas trwania zdarzenia 0-45min		Czas trwania zdarzenia 45-90 min		Czas trwania zdarzenia ponad 90 min	
		1 pas zamknięty	2 pasy zamknięte	1 pas zamknięty	2 pasy zamknięte	1 pas zamknięty	2 pasy zamknięte
S 2/2	No	4%	-	8%	-	12%	-
A 2/2	No	3%	-	7%	-	11%	-
A 2/3	Yes	9%	50%	13%	60%	18%	70%

MODEL TESTOWY - ZAŁOŻENIA

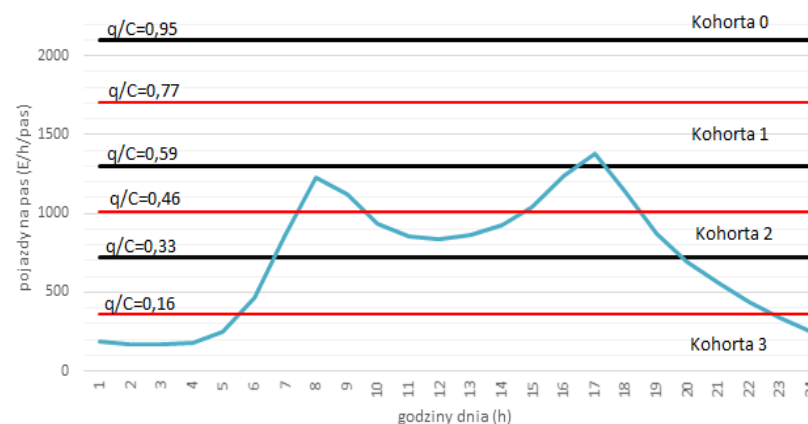
Stopień wykorzystania przepustowości i układu kohort dla średniego godzinowego rozkładu natężenia dobowego w zależności od klasy i przekroju drogi

Kohorta	Natężenie ruchu [E/h/pas]	Stopień wykorzystania przepustowości (q/C)	Natężenie ruchu w modelu [E/h/pas]	Reprezentatywny stopień wykorzystania przepustowości q/C
0	$q > 2100$	0,95-1	2150	0,98
1	1300-2099	0,59-0,95	1700	0,77
2	720-1299	0,33-0,59	1010	0,46
3	0-719	0-0,33	360	0,16

Średnie dobowe natężenie godzinne - S2x2 w obszarze dużego miasta

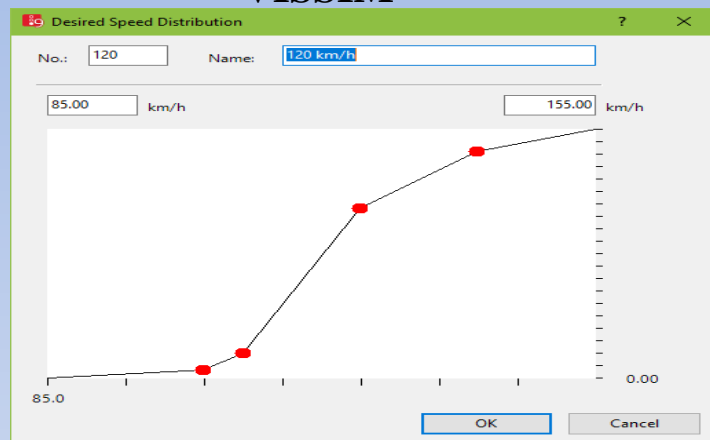


Średnie dobowe natężenie godzinne - A2x2 w obszarze dużego miasta

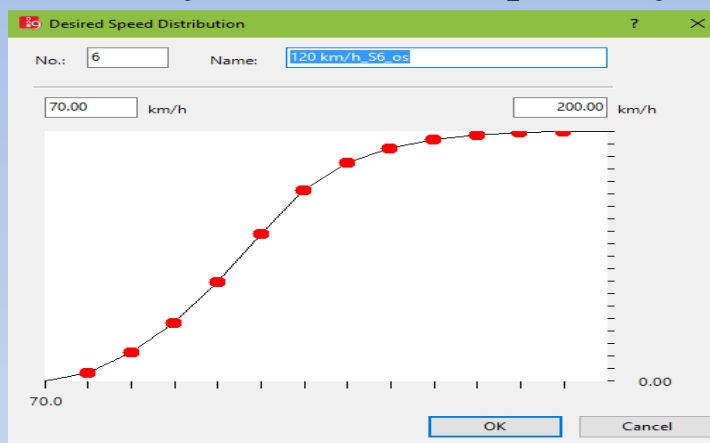


Kalibracja modeli i założenia do symulacji

Domyślny rozkład prędkości w VISSIM

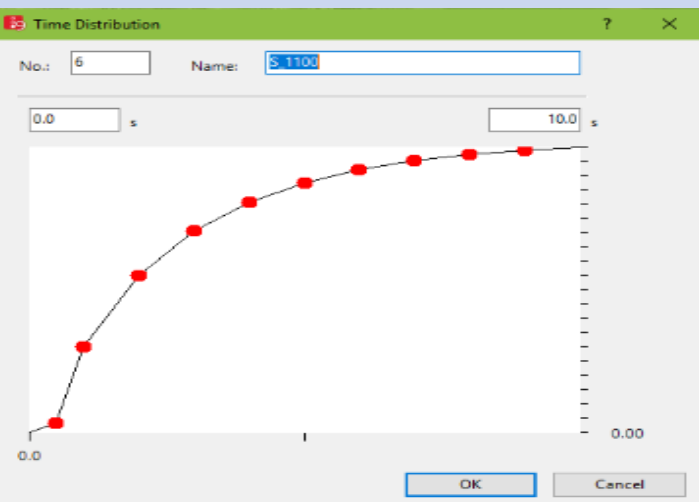


Empiryczny rozkład prędkości dla samochodów osobowych na drodze ekspresowej

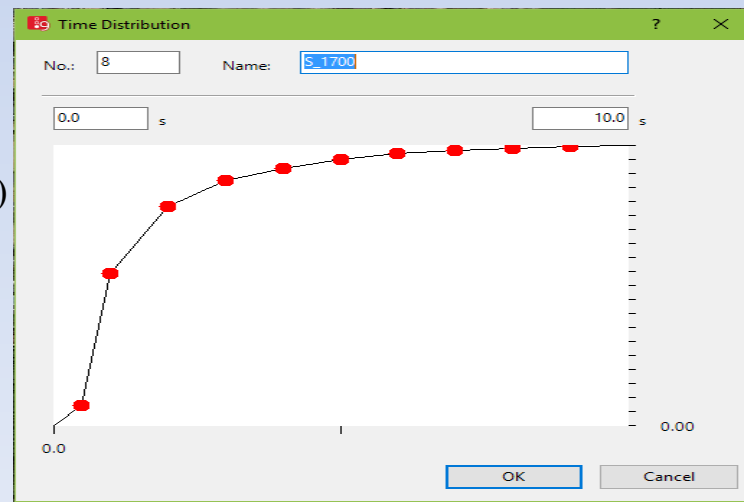


Rozkład odstępów czasowych na drodze ekspresowej

1100 veh/h/lane



1700 veh/h/lane

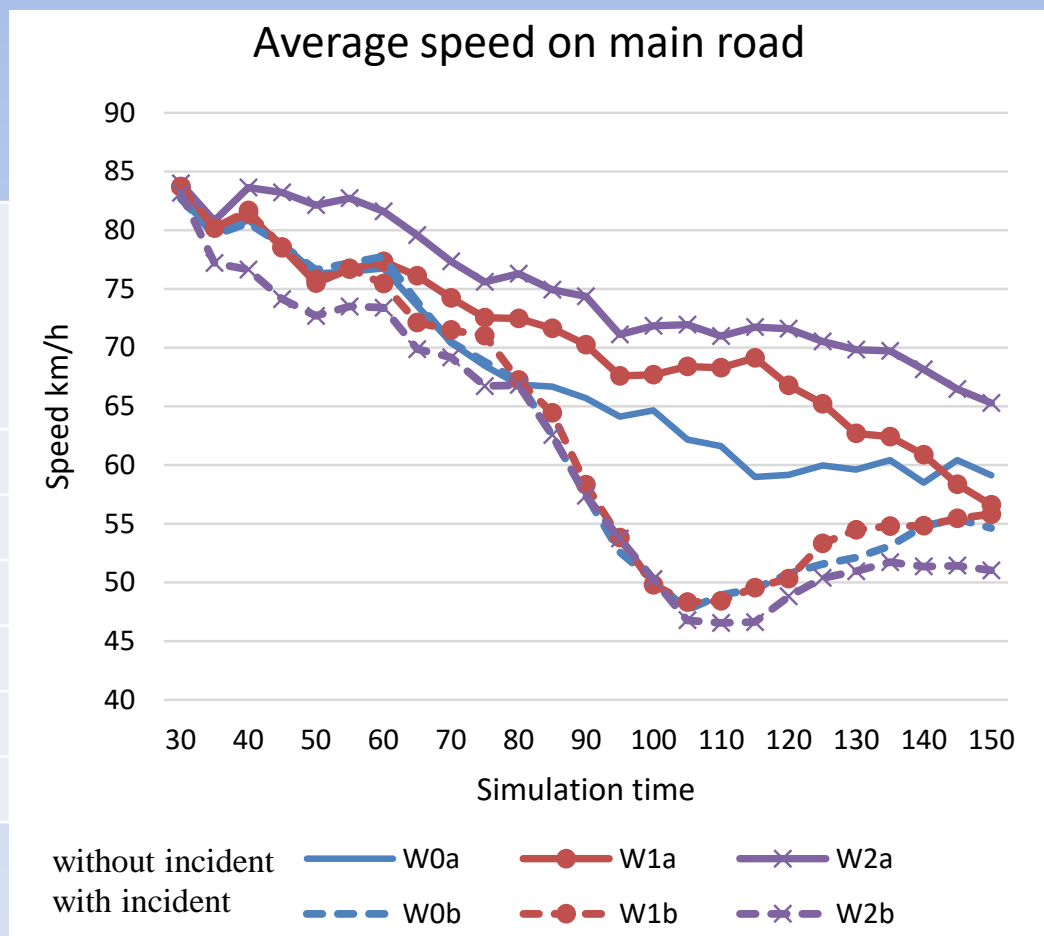


Parametr ten jest określany jako CC1 (odstępów czasowe) w modelu jazdy za liderem Wiedemanna 99.

Wyniki badań dla wybranych scenariuszy - efektywność ruchu drogowego – dozowanie ruchu na wjazdach na jezdnię główną i sterowanie prędkością

MIARY EFEKTYWNOŚCI RUCHU DLA CAŁEJ SIECI TESTOWEJ DLA MODELU Z DROGĄ EKSPRESOWĄ (S 2/2) I NATĘŻENIEM RUCHU 1700 VEH/H/LANE NA GŁÓWNEJ DRODZE

Scenario		Average delays [s/veh]	Average number of stops	Average speed [km/h]	Total delay s [h]	Total number of stops
W0a	Without incident	85,35	0,42	64,52	3814	65888
W1a		92,98	0,77	61,78	4412	134360
W2a		99,73	0,77	62,98	4638	130763
W0b	With incident	91,90	0,68	62,07	4360	117601
W1b		97,14	0,87	60,14	4789	158274
W2b		90,19	0,91	58,33	4561	170909

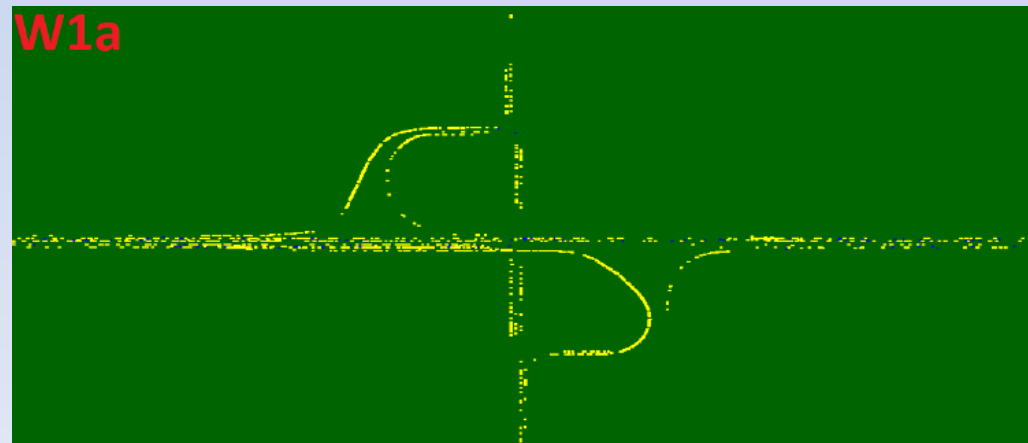


Wyniki badań dla wybranych scenariuszy - bezpieczeństwo ruchu drogowego

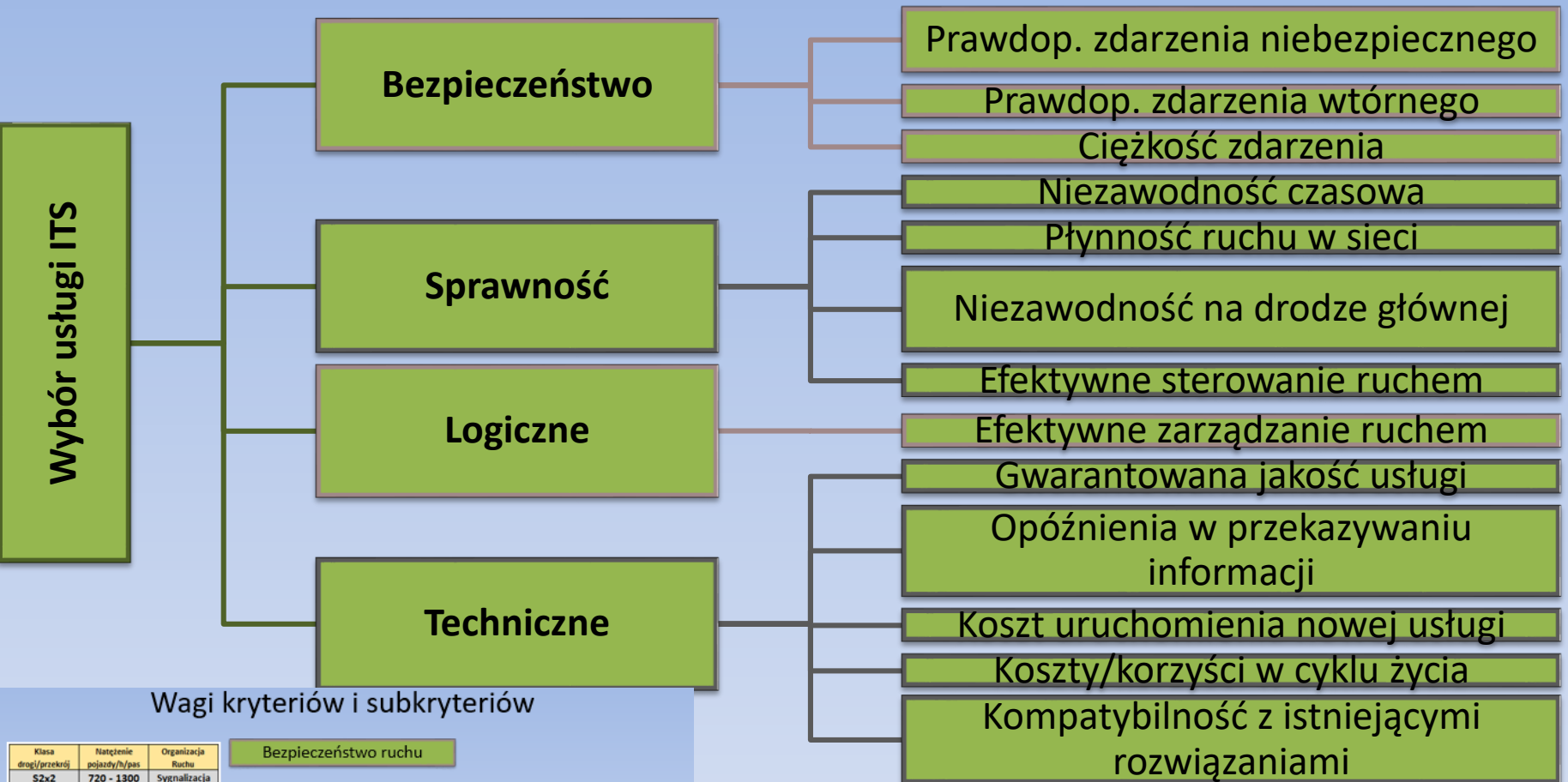
MIARY BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DLA CAŁEJ
SIECI TESTOWEJ DLA MODELU Z DROGĄ
EKSPRESOWĄ (S 2/2) I NATĘŻENIEM RUCHU
1700 VEH/H/PAS RUCHU NA GŁÓWNEJ
DRODZE

Scenario		Num. of conflicts	MaxDeltaV >20km/h
W0a	Without incident	11545	1617
W1a		10820	1432
W2a		8832	1037
W0b	With incident	13520	1511
W1b		14587	1472
W2b		12767	855

Konflikty na drogach szybkiego ruchu
bez RM (W0a) i z RM (W1a)



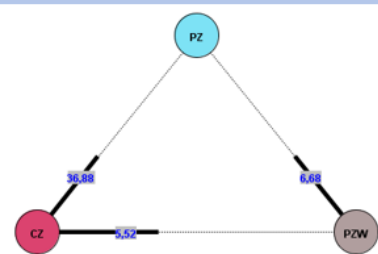
Kryteria wyboru wariantu usługi ITS



Wagi kryteriów i subkryteriów

Klasa drogi/przebieg	Natężenie pojazdów/h/pas	Organizacja Ruchu
S2x2	720 - 1300	Sygnalizacja

Bezpieczeństwo ruchu



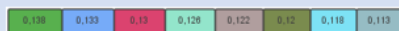
	PZ	PZW	CZ
PZ		0,150	0,027
PZW	6,685		0,181
CZ	36,881	5,517	

Prawdop. zdarzenia niebezpiecznego	PZ
Prawdop. zdarzenia wtórnego	PZW
Ciężkość zdarzenia	CZ



Wektor priorytetów lokalnych

Wektor wariantów dla kryt. bezpieczeństwa



W4 W7 W2 W6 W1 W5 W0 W3

Procedura metody uproszczonej

„Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego”
umowa nr DZP/RID-I 41/7/NCBR/2016
Arkusz do uproszczonej metody AHP

1. Proszę wybrać klasę drogi wraz z przekrojem, natężenie ruchu i sposób organizacji ruchu

Klasa drogi/przekrój	Natężenie pojazdy/h/pas	Organizacja Ruchu
A2x2	powyżej 1300	Sygnalizacja

2. Do komórek zaznaczonych kolorem szarym proszę wpisać wartości od 1 do 10.

Bezpieczeństwo	Sprawność	Logiczne	Techniczne
7	4	2	5
39%	22%	11%	28%

3. Proszę odczytać wyniki obliczeń - od góry najlepszy

Wariant	Wyniki	Pozycja	Skrócony opis wariantu
W4	0,13626	1	Przekazywanie informacji drogowych z zarządzaniem zdarzeniami niepożądanymi + Zarządzanie prędkością
W7	0,13102	2	Przekazywanie informacji drogowych z zarządzaniem zdarzeniami niepożądanymi + Zarządzanie prędkością + Dozowanie ruchu na wjazdach
W2	0,12540	3	Zarządzanie prędkością
W1	0,12531	4	Przekazywanie informacji drogowych z zarządzaniem zdarzeniami niepożądanymi
W6	0,12528	5	Zarządzanie prędkością + Dozowanie ruchu na wjazdach
W5	0,12215	6	Przekazywanie informacji drogowych z zarządzaniem zdarzeniami niepożądanymi + Dozowanie ruchu na wjazdach
W0	0,12006	7	Bez usług
W3	0,11452	8	Dozowanie ruchu na wjazdach

Podsumowanie

1. Przeprowadzone badania z wykorzystaniem metody AHP pozwoliły na opracowanie narzędzia, które umożliwia wstępny wybór usług ITS zasadnych do wprowadzenia na poszczególnych klasach dróg z uwzględnieniem natężenia ruchu i topologii sieci,
2. Dzięki wypracowanej metodzie możliwe jest jej dalsze rozwijanie z uwzględnieniem kolejnych usług ITS i ich kombinacji oraz dróg innych klas / innych przekrojów,
3. Narzędzie wspomagające proces podejmowania decyzji w zakresie strategii wdrażania usług ITS na drogach.
4. W celu rozwinięcia zaproponowanej metody należy pogłębić następujące obszary badawcze:
 - Dobór i badania algorytmów oraz strategii sterowania ruchem (np. w przypadku usługi sterowania ruchem z wykorzystaniem sygnalizacji świetlnej, w przypadku usługi dozowania ruchu na wjazdach, usługi zarządzania prędkością) z wykorzystaniem dynamicznych modeli ruchu.
 - Lokalizacja urządzeń sterowania ruchem (np. tablic i znaków zmiennej treści) w nawiązaniu do planowanych usług ITS/kombinacji usług ITS oraz wpływ prezentowanych rodzajów komunikatów na zachowania kierowców.
 - Pogłębione analizy dotyczące zdarzeń wtórnych (identyfikacji takich zdarzeń, skali występowania problemu, czynników sprzyjających powstawaniu zdarzeń wtórnych).



Dziękuję

Jacek Oskarbski

joskar@pg.edu.pl